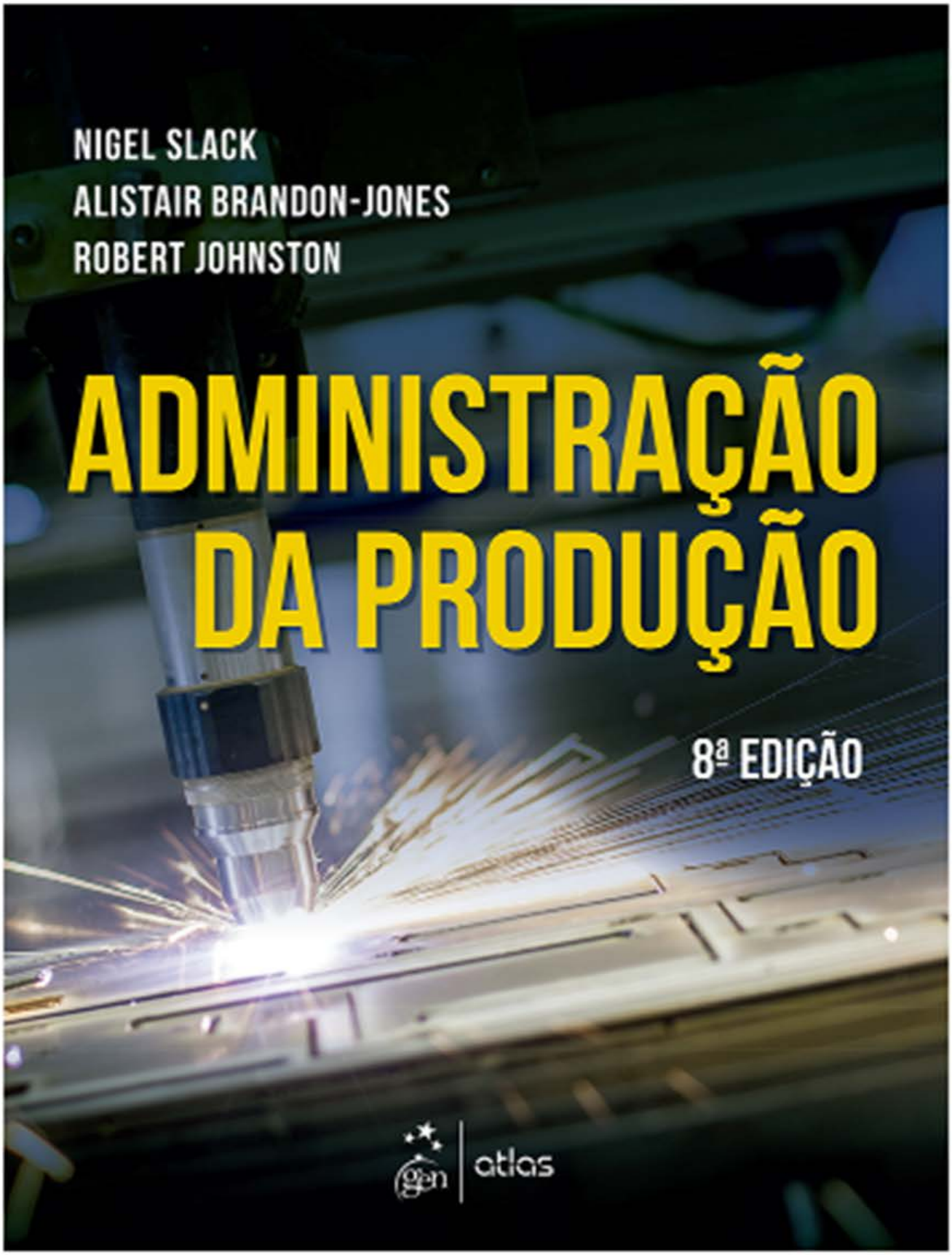


8ª Edição/ 2018

PARTE I - DIRECIONANDO A PRODUÇÃO

1Administração da produção

Introdução

O que é administração da produção?

Por que a administração da produção é importante em todos os tipos de organização?

Processo de *input* (entrada) – transformação – *output* (saída)

O que é hierarquia do processo?

Processos de produção têm características diferentes

O que fazem os gerentes de produção?

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

2Desempenho da produção

Introdução

Por que o desempenho da produção é vital para qualquer organização?

Como o desempenho da produção é analisado no nível social?

Como o desempenho da produção é analisado no nível estratégico?

Como o desempenho da produção é analisado no nível operacional?

Como medir o desempenho da produção?

Trade-offs entre objetivos de desempenho

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

3 Estratégia de produção

Introdução

O que é estratégia e o que é estratégia de produção?

Quatro estágios de Hayes e Wheelwright sobre a contribuição das operações

Perspectivas “de cima para baixo” (*top-down*) e “de baixo para cima” (*bottom-up*)

“Exigências do mercado” e “recursos operacionais” da estratégia de produção

Como a estratégia de produção forma a base para o melhoramento da produção?

Como uma estratégia de produção pode ser constituída? O processo da estratégia de produção

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

4 Inovação de produto e serviço

Introdução

O que é inovação de produto e serviço?

O papel estratégico da inovação de produto e serviço
Os estágios da inovação de produto e serviço
Benefícios da inovação interativa de produto e serviço
Respostas resumidas às questões-chave
Leitura complementar selecionada

5 Estrutura e escopo da produção
Introdução
O significado de “estrutura” e “escopo” da rede de suprimento da produção
A configuração de uma rede de suprimento
A capacidade que o plano de produção precisa ter
O *timing* da mudança de capacidade
Onde uma operação deve estar localizada?
Integração vertical de uma rede de produção
Como a produção decide o que fazer internamente e o que terceirizar
Respostas resumidas às questões-chave
Leitura complementar selecionada
Suplemento do capítulo
Introdução
Previsão – conhecendo as opções
Em essência, a previsão é simples
Abordagens para a previsão
Leitura complementar selecionada

PARTE II - PROJETANDO A PRODUÇÃO
6 Projeto de processos
Introdução
O que é projeto de processos?
Objetivos do projeto de processos
Efeito do volume-variedade no projeto de processos
Projeto detalhado de processos
Respostas resumidas às questões-chave
Leitura complementar selecionada

7 Arranjo físico e fluxo
Introdução
O que é arranjo físico e como ele pode influenciar o desempenho?

Tipos básicos de arranjo físico
Efeito da aparência de uma operação sobre seu desempenho
Como cada tipo básico de arranjo físico deve ser projetado em detalhe?
Respostas resumidas às questões-chave
Leitura complementar selecionada

8 Tecnologia de processo
Introdução
O que é tecnologia de processo?
O que os gerentes de produção precisam saber sobre a tecnologia de processo?
Como as tecnologias de processo são avaliadas?
Como as tecnologias de processo são implementadas?
Respostas resumidas às questões-chave
Leitura complementar selecionada

9 Pessoas na produção
Introdução
Por que as pessoas são tão importantes na administração da produção?
Como os gerentes de produção contribuem para a estratégia de recursos humanos?
Como pode ser organizada a função produção?
Projeto do trabalho
Alocação dos tempos de trabalho
Respostas resumidas às questões-chave
Leitura complementar selecionada
Suplemento do capítulo
Introdução
Estudo do método no projeto do trabalho
Medição no projeto do trabalho

PARTE III - ENTREGA
10 Planejamento e controle
Introdução
O que é planejamento e controle?
Qual é a diferença entre planejamento e controle?
Como suprimento e demanda afetam planejamento e controle?
Atividades de planejamento e controle
Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

11 Gestão da capacidade física

Introdução

O que é gestão da capacidade?

Como demanda e capacidade são mensuradas?

Definição da capacidade básica da produção

Como enfrentar divergências entre demanda e capacidade?

Compreendendo as consequências das decisões sobre capacidade

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

Suplemento do capítulo

Introdução

Notação

Variabilidade

Incorporando a Lei de Little

Tipos de sistema de filas

12 Gestão da cadeia de suprimento

Introdução

O que é gestão da cadeia de suprimento?

Competição entre as cadeias de suprimento

Gerenciamento dos relacionamentos nas cadeias de suprimento

Gestão do lado do suprimento

Gestão do lado da demanda

Dinâmicas das cadeias de suprimento

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

13 Gestão de estoque

Introdução

O que é estoque?

Por que deve haver estoque?

Quanto pedir – decisão de volume

Quando emitir um pedido – decisão de *timing*

Como o estoque pode ser controlado?

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

14 Sistemas de planejamento e controle

Introdução

O que são sistemas de planejamento e controle?

O que é *enterprise resource planning* (ERP) e como ele se transformou no sistema de planejamento e controle mais comum?

Como devem ser implementados os sistemas de planejamento e controle?

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

Suplemento do capítulo

Programa mestre de produção (PMP)

Lista de materiais (LDM)

Registros de estoque

Processo de cálculo de necessidade líquida MRP

Verificações da capacidade de MRP

Resumo

15 Produção enxuta

Introdução

O que é produção enxuta?

Como a produção enxuta elimina o desperdício?

Produção enxuta aplicada ao longo da rede de suprimento

A produção enxuta comparada com outras abordagens

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

PARTE IV - DESENVOLVIMENTO

16 Melhoramento da produção

Introdução

Por que o melhoramento é tão importante para a administração da produção?

Elementos-chave do melhoramento da produção

Abordagens amplas para gerenciar o melhoramento

Que técnicas podem ser usadas para melhoramento?

Como gerenciar o processo de melhoramento?

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

17Gestão da qualidade

Introdução

O que é qualidade e por que é tão importante?

Atingindo a conformidade à especificação

Gestão da qualidade total (TQM)

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

Suplemento do capítulo

Introdução

Variação na qualidade do processo

Gráficos de controle para atributos

Gráficos de controle para variáveis

Resumo do suplemento

Leitura complementar selecionada

18Gestão de risco e recuperação

Introdução

O que é gestão de risco?

Avaliando as causas e consequências potenciais da falha

Prevenção da falha

Como as operações podem atenuar os efeitos da falha?

Como as operações podem recuperar-se dos efeitos da falha?

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

19Gestão de projetos

Introdução

O que é gestão de projetos?

Como os projetos são planejados?

Como os projetos são controlados?

Respostas resumidas às questões-chave

Leitura complementar selecionada

Notas

***Websites* úteis**

Glossário

Parte I
DIRECIONANDO A PRODUÇÃO

Esta parte do livro introduz a ideia da “produção” e a função produção. Ela também examina as atividades e as decisões fundamentais que modelam a direção e a estratégia geral da função produção. Os capítulos incluídos nesta parte são:

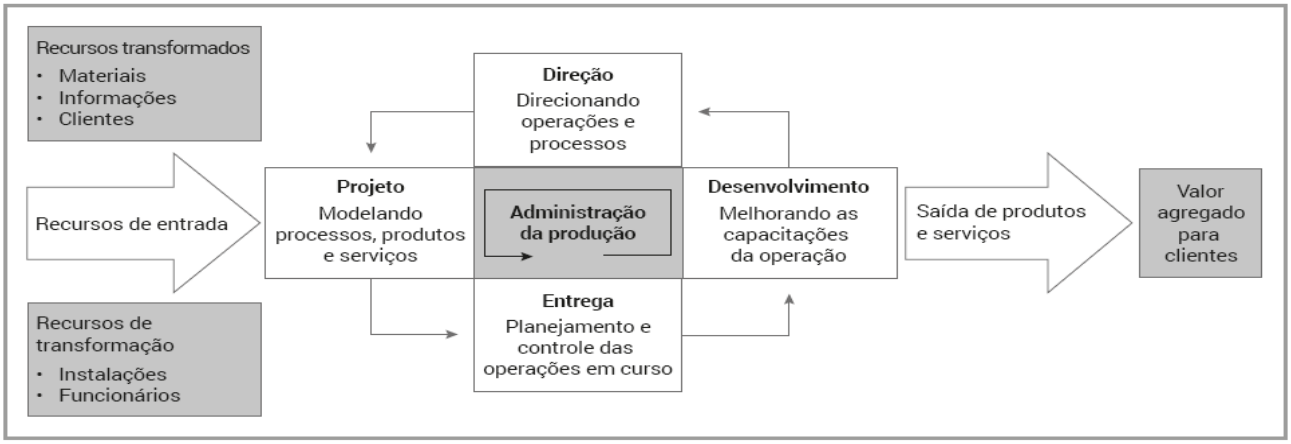
•**Capítulo 1: Administração da produção** – Apresenta as ideias comuns que descrevem a natureza e o papel da produção e os processos em todos os tipos de organização.

•**Capítulo 2: Desempenho da produção** – Identifica como o desempenho da função produção pode ser avaliado.

•**Capítulo 3: Estratégia de produção** – Examina como as atividades da função produção podem ter um importante impacto estratégico.

•**Capítulo 4: Inovação de produto e serviço** – Examina como a inovação pode ser embutida no processo de projeto de produtos e serviços.

•**Capítulo 5: Estrutura e escopo da produção** – Descreve as principais decisões que determinam como e em que extensão a produção agrega valor através de suas próprias atividades.



1

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A administração da produção trata da forma como as organizações criam e entregam serviços e produtos. Tudo o que você veste, come, usa para sentar-se, lê ou lança na prática de esportes chega a você graças aos gerentes de produção que organizaram sua criação e entrega. Todos os livros que você toma emprestados na biblioteca, tratamentos recebidos no hospital, serviços que espera nas lojas e as aulas na universidade – todos eles foram produzidos. Embora as pessoas que supervisionaram sua produção nem sempre sejam chamadas de gerentes de produção (ou gerentes de operações), isso é o que elas realmente são. Aqui estão os objetivos deste livro: as tarefas, os problemas e as decisões tomadas pelos gerentes de produção que proporcionam os serviços e produtos dos quais dependemos. Como este é um capítulo introdutório, examinaremos o que entendemos por "administração da produção", como os processos produtivos podem ser encontrados em toda a parte, como são similares, embora diferentes, e o que fazem os gerentes de produção (*veja* a Figura 1.1).

Questões-chave

- O que é administração da produção?
- Por que a administração da produção é importante em todos os tipos de organizações?
- O que é processo de entrada (*input*) – transformação – saída (*output*)?
- O que é hierarquia de processos?
- Qual é a diferença entre produção e processos?
- O que fazem os gerentes de produção?

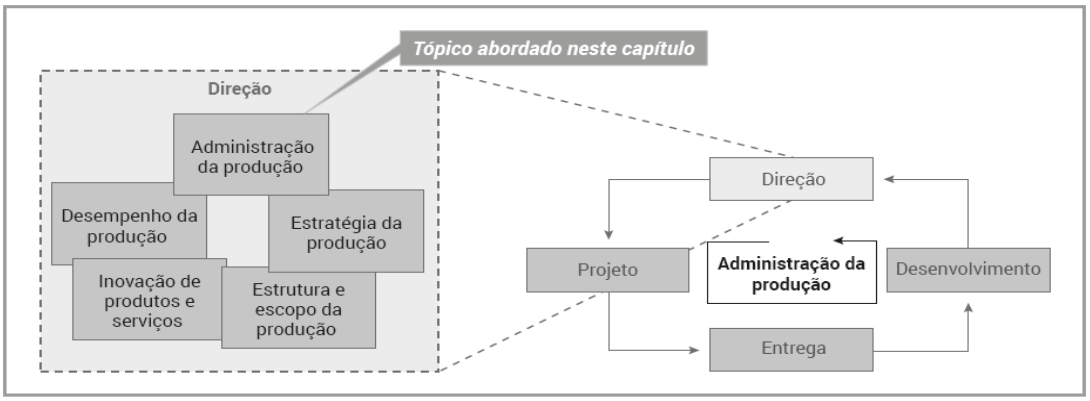


Figura 1.1 Este capítulo examina a administração da produção.

O QUE É ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO?

Administração da produção é a atividade de gerenciar recursos que criam e entregam serviços e produtos. A função produção é a parte da organização responsável por essa atividade. Toda organização possui uma função

produção, pois toda organização produz algum tipo de produto e/ou serviço. Entretanto, nem todos os tipos de organização, necessariamente, denominam a função produção por esse nome. (Observe que também utilizamos formas mais simplificadas, como os termos “a operação”, “operações” ou “produção”, no lugar de “função produção”.) Gerentes de produção são as pessoas que têm responsabilidade particular em administrar algum ou todos os recursos que fazem parte da função produção. Novamente, em algumas organizações, o cargo de gerente de produção pode ter algum outro nome. Por exemplo, pode ser chamado de “gerente de frota” em uma empresa de distribuição, “gerente administrativo” em um hospital ou “gerente de loja” em um supermercado.

Princípio de administração da produção

Todas as organizações têm “operações” que produzem algum *mix* de serviços e produtos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Lego: Construindo uma experiência criativa[1]

“Queremos que qualquer criança brincando com jogos da LEGO® tenha uma experiência de alta qualidade, e, além disso, também queremos gerar um impacto positivo através da maneira como operamos – desde nosso foco em ética de negócios até a redução do nosso impacto sobre o meio ambiente”, diz Jørgen Vig Knudstorp, CEO do grupo Lego.

De todas as áreas de negócios, o setor de brinquedos é um dos mais complicados do mundo. Difícil de prognosticar, infalivelmente sujeito às instáveis últimas modas infantis e sujeito a constantes inovações tecnológicas. No entanto, o Grupo Lego, uma empresa privada de propriedade familiar com sede em Billund, Dinamarca, nos últimos anos prosperou no negócio, tornando-se uma das empresas mais conceituadas do mundo, de acordo com o Reputation Institute, e um dos principais fabricantes de brinquedos. É sucesso fundado em uma ideia aparentemente simples. Uma peça de Lego é algo banal, mas, ao juntarem-se uma ou duas, as possibilidades começam a surgir. Com mais algumas peças, o número de coisas que você pode criar aumenta exponencialmente. Por exemplo, há mais de 915 milhões de formas possíveis de organizar seis peças padrão de quatro por dois, e com os cerca de 4.200 elementos diferentes na gama do Lego e 58 cores diferentes, juntamente com várias decorações, o número total de combinações ativas é muitas vezes maior. Entretanto, não importa quantas peças você monte, independentemente da cor ou do conjunto a que pertencem, suas peças sempre se encaixam perfeitamente. Todos os elementos básicos de Lego usam o mesmo método de encaixe. Eles têm ressaltos no topo que são ligeiramente maiores do que os tubos no interior. Pressionando as peças, é produzido um “encaixe de interferência” que proporciona uma união temporária, sem a utilização de um fixador adicional. Mas esse princípio depende dos elementos que são fabricados com altíssimos níveis de precisão e qualidade, o que explica o lema da empresa: “Só o melhor é suficientemente bom.”

Ole Kirk Kristiansen, carpinteiro dinamarquês que começou a vender brinquedos de madeira como forma de ganhar dinheiro extra, fundou a empresa em 1932. Esses brinquedos incluíam peças de madeira, precursoras das peças de plástico, as quais tiveram tanto sucesso que se estima existirem atualmente 86 peças de Lego para cada pessoa no planeta. As peças e outros “elementos” de Lego são produzidos em fábricas do grupo na Dinamarca, Hungria, República Tcheca e México, locais que foram escolhidos para estar perto de seus principais mercados na Europa e nos EUA. Esses locais foram expandidos para lidar com a demanda crescente, juntamente com novas fábricas construídas

em Nyiregyhaza, na Hungria, e Jiaxing, na China. Os produtos feitos nessas fábricas atendem a um mercado global. O objetivo, de acordo com Bali Padda, vice-presidente executivo e chefe de operações do Grupo LEGO, é "*construir uma base de produção estável ao redor do mundo, em última instância garantir que os produtos da LEGO estejam disponíveis para crianças e seus pais quando e onde os quiserem*". E os processos de produção da empresa são essenciais para manter sua reputação de qualidade e sua capacidade de produzir milhões de elementos de forma rentável e sustentável.

O processo começa no armazém principal, que contém os silos que mantêm granulados plásticos brutos. Na produção em Billund, 60 toneladas de plástico são processadas a cada 24 horas. Os silos estão ligados a máquinas de moldagem por um complexo arranjo de tubos. A etapa de moldagem é particularmente importante, já que cada peça de Lego deve ser feita a um nível máximo de precisão, com tolerâncias na faixa de 10 micrômetros. Em cada máquina, o plástico é aquecido e bombeado para dentro do molde através de um canal principal, que se divide em uma série de canais mais estreitos, cada um correspondendo a uma única peça do jogo. Água é utilizada para resfriar os moldes, que podem produzir até 32 peças, e, quando o plástico está solidificado (o que leva apenas alguns segundos), eles liberam as peças em recipientes. Esses moldes são caros, e cada elemento requer o seu próprio molde. O custo médio de um molde é de cerca de € 80.000, sendo que alguns custam mais de € 360.000. Um sensor detecta quando um recipiente está cheio e um carrinho robô é enviado automaticamente. Os robôs viajam entre as máquinas, pegando as caixas cheias e deixando outras vazias, para que a produção possa continuar. A automação significa que poucas pessoas são necessárias para realizar o processo. Os robôs conduzem as caixas para esteiras transportadoras, que as levam para a área de armazenamento, onde guindastes robóticos as empilham para quando forem necessárias. De lá, algumas peças vão para o estágio de "decoração", onde são pintadas individualmente. A decoração é a parte mais cara da produção de um Lego. Outras peças vão diretamente para a embalagem, onde os conjuntos de Lego assumem sua forma final. No processo de embalagem, as peças entram em uma máquina que as separa individualmente, conta-as usando sensores ópticos e coloca-as em sua caixa. O sistema de movimentação automático sabe exatamente quanto uma caixa deverá pesar em cada estágio e, na continuidade do processo de embalagem, balanças de alta precisão monitoram o peso da caixa. Qualquer desvio, mesmo de alguns microgramas, dispara um alarme. No final do processo, as caixas são lacradas, pesadas automaticamente, para garantir que não faltem componentes, verificadas por um funcionário treinado, para examinar coisas como pedaços de plástico saindo da caixa, embaladas por um robô com seis em cada pacote e, finalmente, enviadas para a distribuição.

Funcionários da garantia de qualidade realizam inspeções e testes frequentes sobre os vários elementos do Lego, tais como queda, torque, tração, compressão, mordida e testes de impacto, para garantir que os brinquedos sejam resistentes e seguros. Apenas cerca de 18 a cada milhão de elementos de Lego produzidos (o que dá 0,00002%) não conseguem passar nos testes. Além disso, durante todo o processo, a empresa tenta alcançar altos níveis de sustentabilidade ambiental. O plástico é reciclado extensivamente na fábrica. Todo refugo, por exemplo o plástico que preenche os canais que levam o plástico quente para o interior dos moldes ou peças defeituosas que escapam do tratamento automatizado, é moído e reutilizado no processo de produção. Da mesma forma, o

plástico transparente (que é usado para limpar os canais quando a cor de produção é alterada em uma máquina de moldagem) também é moído e vendido para outras empresas que fabricam outros produtos de plástico.

O exemplo da LEGO® ilustra como a função produção é importante para qualquer empresa cuja reputação dependa da criação de produtos ou serviços seguros, de alta qualidade, sustentáveis e lucrativos. Sua produção, assim como seu mercado, é global; a empresa é meticulosa ao garantir que seus processos operem com padrões de qualidade precisos, e investiu bastante em tecnologia de processos, o que reduz o impacto ambiental de sua produção e o custo de seus produtos. Naturalmente, o que está envolvido exatamente na produção de produtos e serviços depende de certo modo do tipo de organização da qual a função produção faz parte. A Tabela 1.1 mostra algumas das atividades da função produção para diversos tipos de organização.

Tabela 1.1 Algumas atividades da função produção em diversas organizações

Provedor de serviços de Internet	Cadeia de *fast-food*	Ajuda humanitária internacional	Fabricante de móveis
Manter e atualizar o *hardware*	Localizar pontos potenciais para restaurantes	Oferecer auxílio e projetos de desenvolvimento para os beneficiários	Adquirir matéria-prima e componentes apropriados
Atualizar *software* e conteúdo	Oferecer processos e equipamento para produzir hambúrgueres etc.	Fornecer resposta emergencial rápida quando necessário	Fazer componentes
Responder às solicitações de clientes	Manter a qualidade do serviço	Adquirir e armazenar estoques de emergência	Montar os móveis acabados
Implementar novos serviços	Desenvolver, instalar e manter equipamento para reduzir o impacto sobre a área local e empacotar o lixo	Atentar para as normas da cultura local	Entregar produtos aos clientes
Garantir a segurança dos dados dos clientes			Reduzir o impacto ambiental de produtos e processos

Administrando a produção na organização

A função produção é fundamental para a organização porque cria e entrega os bens e serviços que são a razão de sua existência. A função produção é uma das três funções centrais de qualquer organização. São elas:

- **A função marketing (que inclui vendas)**: responsável por comunicar os produtos e serviços da organização a seus mercados para gerar pedidos de serviços e produtos dos clientes.
- **A função desenvolvimento de produto/serviço**: responsável por desenvolver novos produtos e serviços ou modificá-los para gerar futuros pedidos dos clientes.
- **A função produção**: responsável pela criação e entrega de serviços e produtos com base nos pedidos dos clientes.

Além disso, há as funções de apoio para permitir que as funções centrais operem de modo eficaz. Essas incluem, por exemplo, a função contabilidade e finanças, a função técnica, a função recursos humanos e a função sistemas de informação. Lembre-se que organizações diferentes podem chamar suas várias funções por nomes diferentes e terão um conjunto diferente de funções de apoio. Entretanto, quase todas as organizações terão as três funções centrais, pois em todas as organizações há a necessidade fundamental de vender seus produtos e serviços, satisfazer os pedidos de seus clientes por produtos e serviços e criar novos produtos e serviços para satisfazer a seus clientes no futuro.

Princípio de administração da produção

Os gerentes de produção precisam cooperar com outras funções para garantir o desempenho organizacional eficaz.

Na prática, nem sempre há uma divisão clara entre as três funções centrais ou entre funções centrais e de apoio. Isso leva a alguma confusão sobre onde as fronteiras da função produção devem ser situadas. Neste livro, adotamos uma definição de produção relativamente ampla. Tratamos muito das atividades de desenvolvimento

de produto/serviço, das atividades técnicas e de sistemas de informação, e de algumas atividades de recursos humanos, marketing e contabilidade/finanças à medida que se aproximam da esfera da administração da produção. Vemos a função produção compreendendo todas as atividades diárias necessárias para atendimento das necessidades cotidianas dos clientes dentro das restrições da sustentabilidade ambiental e social. Isso inclui comprar serviços e produtos de fornecedores e entregá-los aos clientes.

É fundamental para a administração moderna que as fronteiras funcionais não atrapalhem a eficiência dos processos internos. A Figura 1.2 ilustra alguns relacionamentos entre operações e algumas outras funções em termos do fluxo de informações entre elas. Embora não seja abrangente, dá uma ideia da natureza de cada relacionamento. Entretanto, observe que as funções de apoio têm relacionamento com a produção diferente do que têm com outras funções essenciais. A responsabilidade da administração da produção nas funções de apoio é, principalmente, assegurar que entendam as necessidades da produção e a ajudem a satisfazer essas necessidades. O relacionamento com as outras duas funções essenciais é mais uniforme: menos *"isso é o que desejamos"* e mais *"isso é o que podemos fazer atualmente; como conciliamos isso com as necessidades mais amplas do negócio?"*.

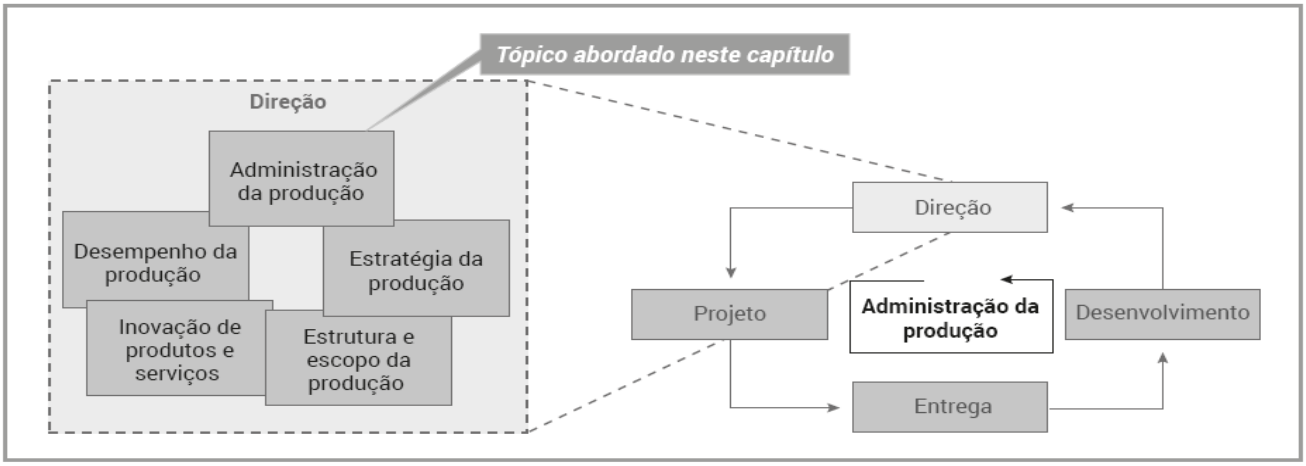


Figura 1.2 Relacionamento entre a função produção e outras funções centrais e de apoio da organização.

POR QUE A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO É IMPORTANTE EM TODOS OS TIPOS DE ORGANIZAÇÃO?

Em alguns tipos de organização, é relativamente fácil visualizar a função produção e o que ela faz, mesmo se nunca a tivermos visto. Por exemplo, a maioria das pessoas já viu fotos da linha de montagem de automóveis. Mas, e quanto a uma agência de propaganda? Sabemos vagamente o que essas agências fazem – criam e produzem os anúncios que vemos nas revistas e na televisão –, mas qual sua função produção? A pista está na palavra "criam". Qualquer empresa que produza algo deve usar recursos para fazer isso, e, portanto, deve ter uma atividade de produção. Assim, a agência de propaganda e a fábrica de automóveis têm um elemento importante em comum: ambas têm um objetivo mais alto – obter lucro decorrente da criação e entrega de seus serviços ou produtos. Todavia, as organizações sem fins lucrativos também usam seus recursos para produzir serviços, não com o fim de obter lucro, mas de servir à sociedade de alguma maneira. Veja os seguintes exemplos sobre o que a administração da produção faz em cinco organizações bastante diferentes, e alguns temas comuns aparecem.

gerenme | iStockphoto

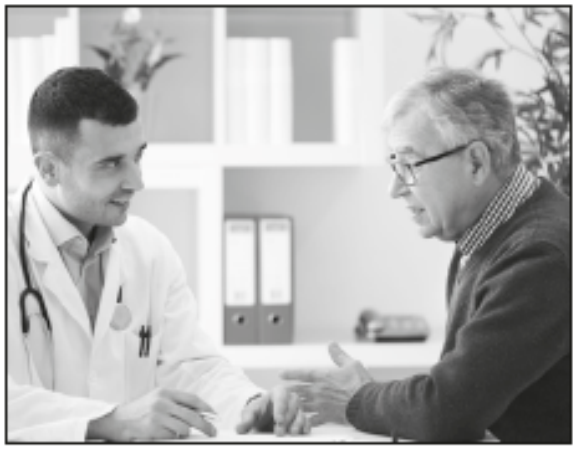
Linha de montagem de automóveis – *A administração da produção usa máquinas para montar eficientemente produtos que satisfaçam às demandas atuais dos clientes*.

Petar Chernaev | iStockphoto

Consultoria gerencial – *A administração da produção usa pessoas para criar eficazmente os serviços que atenderão às necessidades atuais e potenciais dos clientes*.

Rawpixel | iStockphoto

Agência de propaganda – *A administração da produção utiliza o conhecimento e a experiência dos funcionários para apresentar ideias criativas que encantem clientes e solucionem suas necessidades reais*.


didesign021 | iStockphoto

Médico (clínico geral) – *A administração da produção usa o conhecimento para diagnosticar eficazmente as condições e de solucionar as preocupações reais e percebidas dos pacientes*.

cwartham | iStockphoto

Equipes de ajuda humanitária – *A administração da produção utiliza recursos nossos e de parceiros para fornecer rapidamente os suprimentos e serviços que aliviam o sofrimento comunitário*.

Vamos começar com a declaração da linha de montagem de automóveis de "fácil visualização". Seu resumo do que é a administração da produção: *"A administração da produção usa máquinas para montar eficientemente produtos que satisfazem às demandas atuais dos clientes."* As declarações de outras organizações foram semelhantes, mas usaram linguagem levemente diferente. A administração da produção usava não apenas máquinas, mas também... "*conhecimento, pessoas, recursos nossos e de parceiros" e "o conhecimento e a experiência dos funcionários"*, para "*eficientemente* (*eficaz* ou *criativamente*) *montar* (ou *produzir, mudar, vender, mover, curar, moldar etc*.) *produtos* (ou *serviços* ou *ideias*) *que satisfaçam* (ou *igualem, excedam* ou *encantem*) *as demandas* (ou *necessidades*, ou *preocupações* ou mesmo *os sonhos*) *do cliente* (ou *paciente, cidadão ou sociedade*)".

Assim, qualquer que seja a terminologia usada, há um tema e um propósito comum sobre como podemos visualizar a atividade de produção em qualquer tipo de organização: pequena ou grande, manufatura ou serviço, pública ou privada, com ou sem fins lucrativos. A administração da produção utiliza "*recursos para criar apropriadamente* outputs que *atendam às exigências de mercado"* (*veja* a Figura 1.3). Entretanto, embora a natureza essencial e o propósito da administração da produção sejam iguais em qualquer tipo de organização,

existem algumas questões especiais a serem consideradas, particularmente em organizações menores e naquelas cujo propósito é maximizar algo que não seja o lucro.

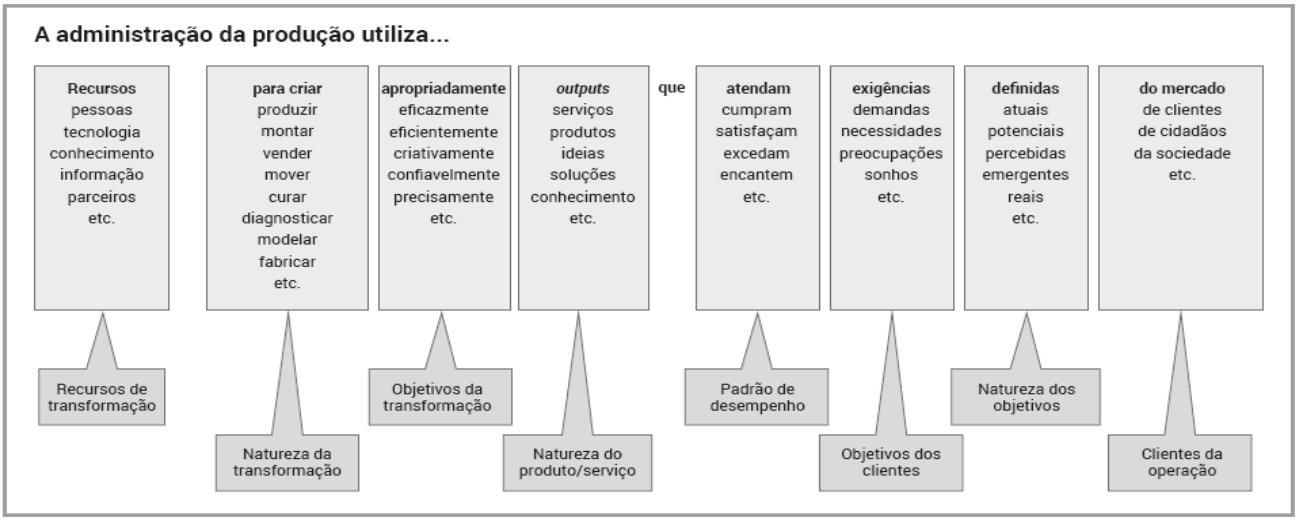


Figura 1.3 A administração da produção utiliza recursos para criar apropriadamente *outputs* que atendam às exigências definidas do mercado.

Administração da produção em organizações menores

A administração da produção é tão importante em pequenas quanto em grandes organizações. Independentemente de tamanho, todas as empresas precisam criar e entregar seus serviços e produtos com eficiência e eficácia. Entretanto, na prática, o gerenciamento das operações em uma organização de tamanho pequeno ou médio tem seu próprio conjunto de problemas. Grandes empresas podem ter os recursos para alocar indivíduos às tarefas especializadas, mas as empresas menores, frequentemente, não podem fazer isso, de modo que as pessoas precisam executar tarefas diferentes à medida que a necessidade surge. Tal estrutura informal pode permitir que a empresa responda rapidamente à medida que as oportunidades ou os problemas se apresentam. Porém, a tomada de decisão pode também tornar-se confusa, à medida que os papéis individuais se sobrepõem. As pequenas empresas podem ter exatamente os mesmos problemas de administração da produção que as grandes, mas pode ser mais difícil separá-las da massa de outros problemas da organização. Contudo, as pequenas operações podem também ter vantagens significativas, como ilustrado no breve caso da Torchbox.

Podemos dar por certo que navegar em *websites* faz parte de nossa atividade diária, seja para estudo, trabalho ou lazer, provavelmente muitas vezes por dia ou todos os dias. Portanto, é algo muito importante. Todas as organizações precisam ter presença na *web* se desejam vender produtos e serviços, interagir com clientes ou promover causas sociais. E não é surpresa que haja uma indústria dedicada a projetar *websites* que tenham o tipo correto de impacto. De fato, com o passar dos anos, o desenvolvimento de aplicativos e *websites* para a Internet tem sido uma das indústrias de crescimento mais rápido no mundo, embora seja também uma área difícil. Nem todas as empresas

de *web design* prosperam ou mesmo sobrevivem além de alguns anos. Para serem bem-sucedidos, os *web designers* precisam adquirir habilidades tecnológicas, capacidade em *design*, conscientização empresarial e profissionalismo operacional. Uma empresa bem-sucedida é a Torchbox, especialista independente em *web design* e desenvolvimento, baseada em Oxfordshire. Fundada no ano 2000, emprega agora 30 pessoas, oferecendo *"soluções viáveis e éticas, de alta qualidade, para clientes que vêm, em sua maioria, mas não exclusivamente, de entidades beneficentes, organizações não governamentais e do setor público"*.

Cofundador e diretor técnico, Tom Dyson é responsável pelo direcionamento técnico de todos os principais desenvolvimentos. "*Há várias vantagens de ser uma operação relativamente pequena", ele afirma. "Podemos ser bastante flexíveis e ágeis no que é ainda um mercado dinâmico. Mas, ao mesmo tempo, temos os recursos e as habilidades para fornecer um serviço criativo e profissional. Nenhum gerente sênior em uma empresa de nosso tamanho pode se dar ao luxo de ser muito especializado. Todos nós da empresa temos responsabilidades específicas; entretanto, cada um de nós compartilha a responsabilidade global pelo desenvolvimento geral da empresa. Podemos também ser claros e focados no tipo de trabalho que queremos realizar. Nossa ética é importante para nós. Decidimos trabalhar com clientes que compartilham nosso comprometimento com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental, com a prática empresarial ética; levamos muito a sério o trabalho que realizamos para nossos clientes. Se você for um revendedor de armas, pode ter certeza que não estaremos interessados em trabalhar para sua empresa."*

Todavia, eficácia operacional evidente é também essencial para os negócios da Torchbox. "Não só sabemos como assegurar que nossos projetos sejam concluídos dentro do prazo e do orçamento", afirma Olly Willians, também cofundador e diretor de criação da empresa, *"mas também gostamos de pensar que fornecemos uma experiência estimulante e prazerosa – para as equipes de desenvolvimento de nossos clientes e também para nossos colaboradores. Altos padrões de produto e serviço são importantes para nós: nossos clientes desejam acessibilidade, usabilidade, desempenho e segurança embutidos em seus* web designs, *e, evidentemente, desejam que o trabalho seja entregue com pontualidade e dentro do orçamento previsto. Estamos em uma indústria criativa, que depende de tecnologias em rápida evolução, embora isso não signifique que não possamos também ser eficientes. Baseamos tudo que fazemos em um processo de desenvolvimento robusto, usando uma metodologia de gestão de projetos kanban, que nos ajuda a gerenciar nossas obrigações com os clientes"*.

A abordagem *kanban* usada pelas equipes de desenvolvimento *web* da Torchbox provém de montadoras de carros como a Toyota (ela é explicada por completo no Capítulo 15). *"Usar técnicas sólidas na administração da produção ajuda-nos constantemente a entregar valor a nossos clientes"*, afirma Tom Dyson. *"Gostamos de pensar que nossa abordagem medida e controlada para operar e controlar o trabalho ajuda a assegurar que qualquer hora que trabalhemos produza uma hora de valor para nossos clientes e para nós."*

Administração da produção em organizações sem fins lucrativos

Termos como *vantagem competitiva, mercados e negócios*, usados neste livro, geralmente estão associados a empresas do setor que visa o lucro. Todavia, a administração da produção é também relevante em organizações cujo propósito primordial não tenha fins lucrativos. Administrar a produção em um centro de proteção aos animais, em um hospital público, em um centro de pesquisas ou em um departamento de governo é, essencialmente, igual a administrar as operações em organizações comerciais padrão. As operações precisam enfrentar o mesmo conjunto de decisões – como criar e entregar produtos e serviços, investir em tecnologia, terceirizar algumas de suas atividades, criar medidas de desempenho, melhorar o desempenho de suas operações e assim por diante. Entretanto, os objetivos estratégicos de organizações sem fins lucrativos podem ser mais complexos e envolver um conjunto de objetivos políticos, econômicos, sociais e ambientais. Por causa disso, pode haver maior chance de decisões operacionais serem feitas em condições de objetivos conflitantes. Assim, por exemplo, é a equipe de operações do departamento de bem-estar infantil que precisa enfrentar o conflito entre o custo de oferecer assistentes sociais adicionais e o risco de uma criança não receber proteção adequada. No entanto, a grande maioria dos tópicos abordados neste livro tem relevância para todos os tipos de organizações, incluindo aquelas sem fins lucrativos, mesmo que alguns termos precisem ser adaptados.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Operações da MSF prestam assistência médica a pessoas em perigo[3]

Médicos Sem Fronteira (MSF – originalmente chamada Médecins Sans Frontières) é uma organização humanitária independente que presta assistência médica onde é mais necessária, independentemente de raça, religião, política ou gênero, e desperta a consciência da situação difícil das pessoas que recebem ajuda em países ao redor do mundo. Seu principal trabalho ocorre em situações de crise – conflitos armados, epidemias, fome e desastres naturais como inundações e terremotos. Suas equipes prestam assistência médica (incluindo consultas, internação hospitalar, orientação nutricional, vacinação, cirurgia, parto e assistência psicológica) e ajuda material (incluindo comida, abrigo, cobertores etc.). Cada ano, a MSF envia em torno de 3.000 médicos, enfermeiros, técnicos em logística, especialistas em abastecimento de água e saneamento, administradores e outros profissionais para trabalhar junto a 25.000 funcionários contratados no local. É uma das organizações mais admiradas e de socorro mais efetivo do mundo. Entretanto, boas intenções não podem se transformar em ação efetiva sem uma gestão de operações avançada. Como a MSF afirma, ela deve estar preparada para reagir a qualquer crise com *"resposta rápida, sistemas logísticos e gestão de projetos eficientes"*.

A MSF não mede esforços para responder rápida e eficientemente às crises ao redor do mundo. Seus procedimentos de resposta vêm sendo continuamente desenvolvidos para assegurar o atendimento dos mais necessitados o mais rapidamente possível. O processo tem cinco fases: proposta, avaliação, iniciação, execução do projeto e fechamento. As informações que motivam uma possível missão podem vir de governos, comunidade internacional, organizações humanitárias como as Nações Unidas, organismos financeiros como o Departamento de Ajuda Humanitária da Comissão Europeia ou equipes da MSF já presentes na região. Uma vez que as informações tenham sido verificadas e validadas, a MSF envia uma equipe de especialistas em medicina e logística à área de

crise para realizar uma rápida avaliação. A equipe avalia a situação, o número de pessoas afetadas e as necessidades atuais e futuras, e envia uma proposta ao escritório da MSF. Quando a proposta é aprovada, os funcionários iniciam o processo de selecionar pessoal, organizar materiais e recursos e assegurar os fundos para o projeto. A iniciação de um projeto compreende enviar equipamento técnico e recursos ao local. Em grandes crises, todos os materiais necessários são embarcados em avião para que o trabalho possa começar imediatamente. Graças a seus processos previamente planejados, *kits* especializados e lojas de emergência, a MSF pode distribuir materiais e equipamentos em 48 horas, com a equipe preparada para iniciar o trabalho assim que chegar ao local de socorro. Geralmente, a maioria dos projetos da MSF dura entre 18 meses e três anos e meio. Seja uma resposta a emergência ou um projeto de assistência médica a longo prazo, a implementação do projeto é bastante parecida. Uma vez atendidas as necessidades médicas críticas (o que pode ocorrer após semanas, meses ou anos, dependendo da situação), a MSF passa a concluir o projeto com uma retirada gradual de funcionários e equipamentos. Nesse estágio, o projeto é concluído ou transferido a uma organização apropriada. A MSF também encerrará um projeto se os riscos na área se tornarem muito grandes para garantir a segurança do seu pessoal.

Seja lidando com emergências, quando é necessário que os materiais sejam embarcados por avião em 24 horas, ou com programas a longo prazo, em que um suprimento constante de equipamentos e medicamentos é vital, tudo que a MSF faz depende de sistemas logísticos eficientes. Baseiam-se no princípio de que seus funcionários devem sempre ter ao alcance os materiais corretos para o trabalho. Assim, a MSF desenvolve e produz *kits* de acidente pré-embalados, prontos para transporte dentro de algumas horas, incluindo uma mesa cirúrgica completa e um *kit* de obstetrícia do tamanho de um gabinete com duas gavetas. Há um processo contínuo para revisar os *kits* cada vez que um novo medicamento ou instrumento médico torna-se disponível.

Para assegurar que está reagindo com a maior rapidez possível, a MSF possui quatro centros logísticos baseados na Europa e na África Oriental, mais lojas de materiais de emergência na América Central e no Leste Asiático. Esses centros compram, testam e armazenam os equipamentos de modo que o avião possa ser carregado e encaminhado às áreas de crise em 24 horas. Os *kits* de acidente pré-embalados são liberados de procedimentos aduaneiros nos centros logísticos, prontos para serem embarcados. Contudo, nem todos os suprimentos são necessários rapidamente. Se não for uma extrema emergência, a MSF reduz seus custos embarcando a maioria dos materiais e medicamentos por mar. Por isso, é vital monitorar os níveis de estoque e antecipar necessidades futuras, de modo que os pedidos possam ser feitos com três meses de antecedência às necessidades esperadas.

A nova agenda da administração da produção

Ao longo dos últimos anos, as mudanças no ambiente de negócios tiveram um impacto significativo sobre os desafios enfrentados pelos gerentes de produção. Algumas delas são respostas a mudanças na natureza da demanda. Muitos (embora não todos) setores já experimentaram o aumento da concorrência baseada nos custos, ao mesmo tempo em que aumentaram as expectativas de seus clientes por qualidade e variedade. Mercados tornaram-se mais globalizados, às vezes indicando uma demanda por variedade maior, ou mesmo produtos e

serviços totalmente customizados. Tecnologias em rápido desenvolvimento (geralmente digitais) estão levando a introduções mais frequentes de novos produtos/serviços. Os clientes têm aumentado sua conscientização ética e ambiental. Além disso, o impacto das novas tecnologias de processo, tanto na manufatura quanto no serviço, tem um efeito dramático, alterando radicalmente as práticas operacionais de quase todos os setores. Isso levou a mudanças na maneira com que as operações criam seus produtos e serviços, atendem aos seus clientes, relacionam-se com as partes interessadas (ou *stakeholders*) e envolvem sua força de trabalho. Tão importante quanto isso, os mercados de abastecimento globalizados estão abrindo novas opções na aquisição de bens e serviços. Muito poucas empresas deixam de considerar a compra fora de sua própria área geográfica. No entanto, ao trazer oportunidades para economia de custos, um mercado de suprimentos maior também traz consigo novos problemas de longas cadeias de suprimento, a vulnerabilidade do estoque e risco da reputação. Tudo isso levou a novas pressões para as quais a função produção precisou desenvolver respostas. A Figura 1.4 identifica apenas algumas das respostas da produção a essas pressões empresariais. (Se você não reconhecer alguns dos termos na Figura 1.4, não se preocupe; eles serão explicados no decorrer do livro.) Essas respostas da produção formam a parte principal de uma *nova agenda* para as operações. Partes dessa agenda são tendências que sempre existiram, mas que vêm acelerando, como a globalização e as maiores pressões de custo. Parte da agenda envolve procurar meios de explorar novas tecnologias, mais notadamente a Internet. Sem dúvida, os itens da Figura 1.4 não são abrangentes nem universais. Mas muito poucas funções produção não serão afetadas ao menos por algumas dessas preocupações.

Princípio de administração da produção

A administração da produção está na vanguarda em termos de explorar e lidar com os desenvolvimentos nos negócios e na tecnologia.

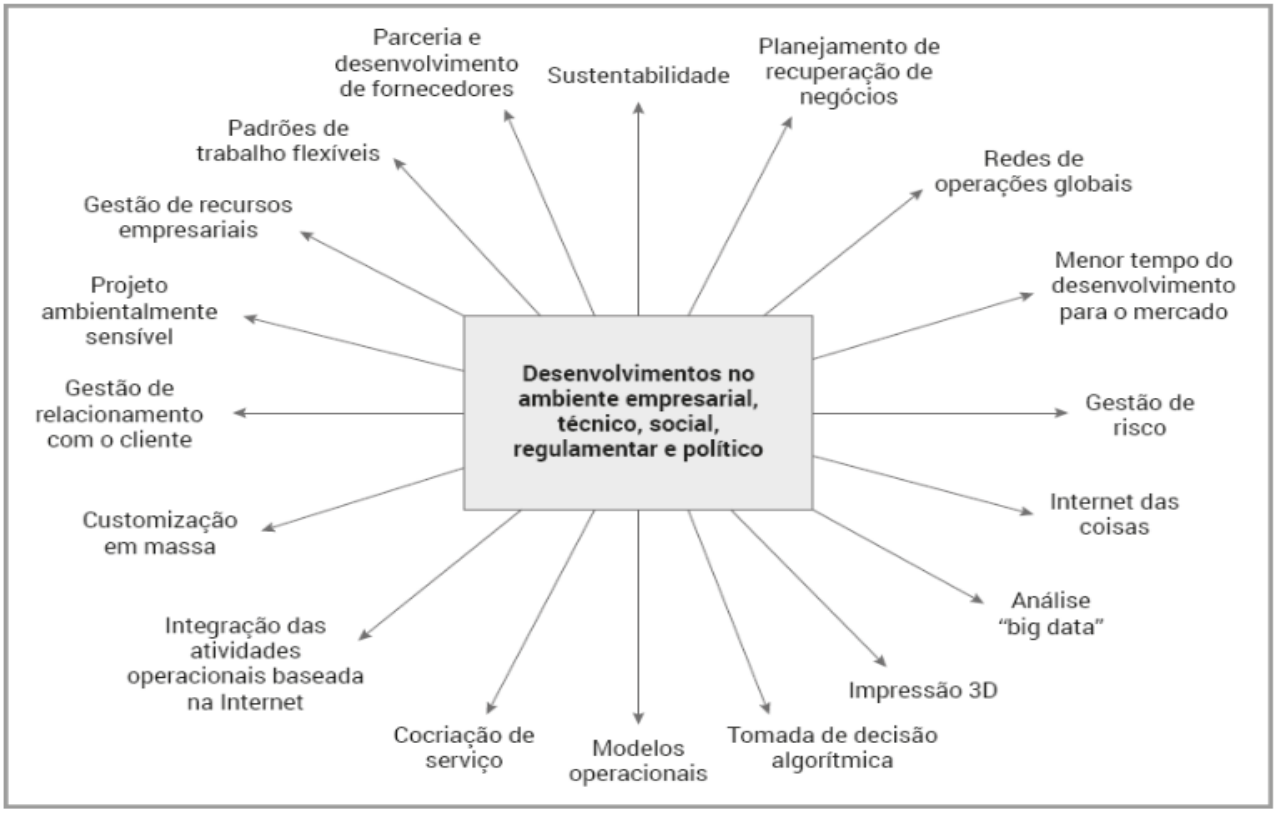


Figura 1.4 As mudanças no ambiente empresarial estão moldando uma nova agenda das operações.

PROCESSO DE *INPUT* (ENTRADA) – TRANSFORMAÇÃO – *OUTPUT* (SAÍDA)

Todas as operações criam e entregam serviços e produtos pela transformação de *inputs* (entradas) em *outputs* (saídas), usando o processo "*input* – transformação – *output*". A Figura 1.5 mostra esse modelo geral do processo de transformação, que é a base de todas as operações. Simplificando, operações são processos compostos por um conjunto de recursos de *input* que são usados para transformar algo ou que se transformam em *outputs* de serviços e produtos. Embora todas as operações se conformem a esse modelo geral de *input* – transformação – *output*, elas diferem na natureza de seus *inputs* e *outputs* específicos. Por exemplo, se você olhar de longe para um hospital ou uma fábrica de automóveis, eles podem parecer muito similares, mas, à medida que você se aproxima, diferenças claras passam a ser visíveis. O primeiro é uma operação de serviço, entregando serviços que mudam conforme a condição fisiológica ou psicológica dos pacientes; a outra é uma operação de manufatura para fabricar e entregar "produtos". O que estiver no interior de cada operação também será diferente. O hospital contém diagnósticos, cuidados com a saúde e processos terapêuticos, enquanto a fábrica de veículos contém mecanismos para moldagem de metal e linhas de montagem. Talvez a diferença mais importante entre as duas operações seja, entretanto, a natureza de seus *inputs*. O hospital transforma os próprios clientes. Os pacientes formam parte do *input* e do *output* da operação. A fábrica de automóveis transforma aço, plástico, tecido, pneus e outros materiais em veículos.

Princípio de administração da produção

Todos os processos têm *inputs* de recursos de transformação e transformados, que utilizam para criar produtos e serviços.

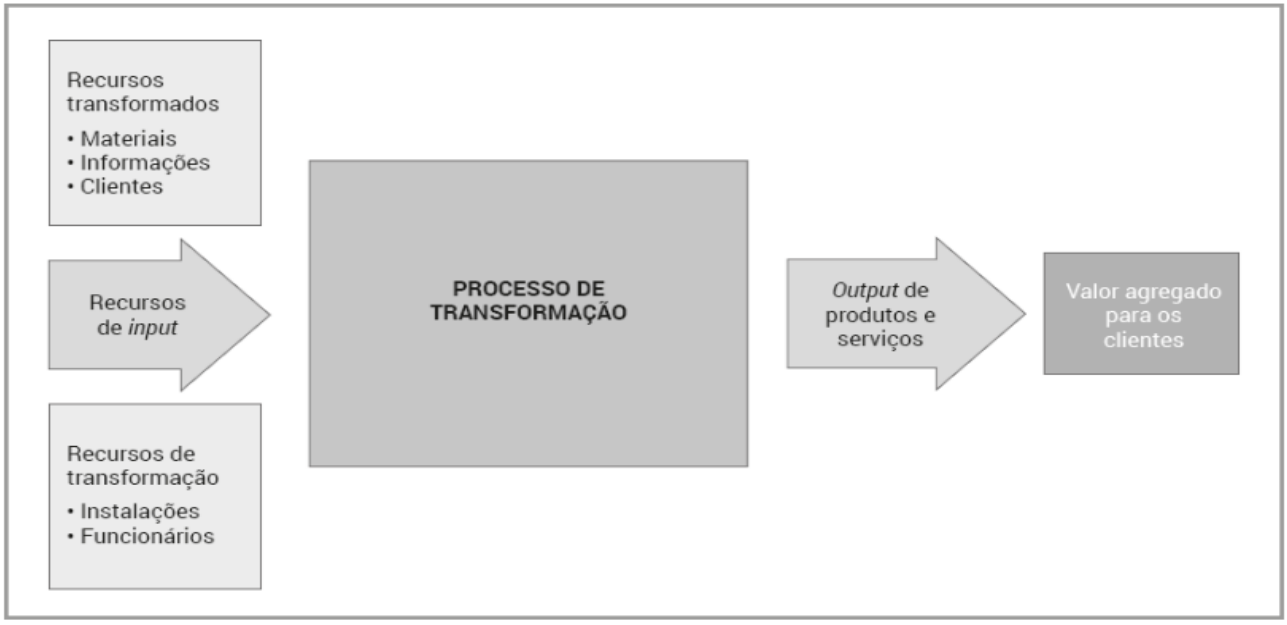


Figura 1.5 Todas as operações são processos de *input* – transformação – *output*.

Inputs para o processo

Um conjunto de *inputs* de quaisquer processos operacionais forma os recursos transformados. Esses são recursos tratados, transformados ou convertidos no processo. Geralmente, são formados pelo seguinte:

■**Materiais –** as operações que processam materiais podem transformar suas *propriedades físicas* (por exemplo, forma ou composição). A maioria das operações de manufatura atua dessa forma. Outras operações processam materiais para mudar sua *localização* (por exemplo, empresas de entrega de encomendas). Algumas, como as operações de varejo, mudam a *posse* dos materiais. Finalmente, algumas operações *estocam* materiais, como armazéns.

■**Informação** – as operações que processam informações podem transformar suas *propriedades informativas* (ou seja, o propósito ou a forma da informação); contadores fazem isso. Algumas mudam a *posse* da informação; por exemplo, empresas de pesquisa de mercado vendem informação. Algumas *estocam* a informação, por exemplo arquivos e bibliotecas. Finalmente, algumas operações, como empresas de telecomunicação, mudam a *localização* da informação.

■**Clientes –** as operações que processam clientes podem mudar suas *propriedades físicas* de maneira semelhante ao que fazem os processadores de materiais; por exemplo, cortes de cabelo e cirurgias plásticas. Algumas *estocam* (mais educadamente, *acomodam*) clientes: por exemplo, hotéis. Linhas aéreas, sistemas de transporte rápido de massa e empresas de ônibus transformam a *localização* de seus clientes, enquanto hospitais transformam seu *estado fisiológico*. Outras se ocupam em mudar seu *estado psicológico* – por exemplo, a maioria dos serviços de entretenimento, como musicais, teatros, televisão, rádio e parques temáticos. Entretanto, os clientes nem sempre são itens "passivos" a serem processados. Eles podem também exercer um papel mais criativo em muitas operações e processos. Por exemplo, eles criam a atmosfera em um restaurante; fornecem o ambiente de estímulo em grupos de aprendizagem na educação; fornecem informações para pontos de *check-in* e assim por diante. Quando os clientes exercem esse papel, isso geralmente é chamado de coprodução, pois o cliente exerce um papel vital na provisão da oferta do produto ou serviço.

Princípio de administração da produção

Inputs de recurso transformado por um processo são materiais, informação ou clientes.

Algumas operações têm *inputs* de materiais *e* informações *e* clientes, mas, geralmente, um desses é dominante. Por exemplo, um banco dedica parte de suas energias para produzir extratos de conta corrente impressos, processando *inputs* de material, mas ninguém pode afirmar que o banco seja uma gráfica. O banco também trabalha com o processamento de *inputs* de clientes em suas agências e caixas eletrônicos. Entretanto, a maioria das atividades do banco diz respeito ao processamento de *inputs* de informação sobre os assuntos financeiros de seus clientes. Como clientes, podemos ficar insatisfeitos com extratos bancários mal impressos e com tratamento inadequado na agência. Porém, se o banco cometer erros em nossas transações financeiras, sofreremos de modo muito mais fundamental. A Tabela 1.2 contém exemplos de operações com seus recursos transformados dominantes.

Tabela 1.2 Inputs de recursos transformados dominantes em várias operações

Processamento predominante de *inputs* de materiais	Processamento predominante de *inputs* de informação	Processamento predominante de *inputs* de clientes
Quaisquer operações de manufatura	Contadores	Cabeleireiros
Empresas de mineração	Bancos	Hotéis
Operações de varejo	Empresa de pesquisa de mercado	Hospitais
Armazéns	Analistas financeiros	Transporte rápido de massa
Serviços postais	Serviço de notícias	Teatros
Transporte de contêineres	Unidade de pesquisa em universidade	Parques temáticos
Transportadoras	Empresas de telecomunicações	Dentistas

O outro conjunto de *inputs* de qualquer processo de operações corresponde aos recursos de transformação. São os recursos que agem sobre os recursos transformados. Há dois tipos de recursos de transformação que formam os "componentes essenciais" de todas as operações:

■**instalações** – prédios, equipamentos, terrenos e tecnologia do processo de produção;

■**funcionários –** pessoas que operam, mantêm, planejam e gerenciam a produção. (Observe que usamos o termo "funcionários" para descrever todas as pessoas envolvidas na operação, em qualquer nível.)

A natureza exata das instalações e dos funcionários diferirá entre as operações. Para um hotel cinco estrelas, suas instalações consistem principalmente em prédios, móveis e acomodações de "baixa tecnologia". Para um ônibus espacial movido a energia nuclear, suas instalações são geradores nucleares de "alta tecnologia" e equipamento eletrônico sofisticado. O corpo de funcionários também varia entre as operações. A maioria dos funcionários de uma fábrica de refrigeradores domésticos não necessita de alto nível de experiência técnica. Em contrapartida, espera-se que a maioria dos funcionários de uma empresa de auditoria seja altamente experiente em sua atividade "técnica" (auditoria). Embora as experiências necessárias variem, todos os funcionários podem dar sua contribuição. Um operário de linha de montagem que cometa erros constantes na montagem de refrigeradores causará insatisfação nos clientes e aumentará o custo de produção, da mesma forma que um contador que não saiba somar. O equilíbrio entre instalações e funcionários também varia. Uma empresa fabricante de *chips* de computador, como a Intel, tem investimento considerável em instalações físicas. Uma única fábrica de *chips* pode custar mais de 5 bilhões de dólares, de modo que os gerentes de produção gastarão muito de seu tempo administrando as instalações. De forma inversa, uma empresa de consultoria em administração depende em grande parte da qualidade de seus funcionários. Aqui, a administração da produção está muito envolvida no desenvolvimento e na implantação de habilidades e conhecimento de seus consultores.

Princípio de administração da produção

Todos os processos têm recursos de transformação de instalações (equipamento, tecnologia etc.) e pessoas.

Outputs do processo

Produtos e serviços são diferentes. Geralmente, produtos são coisas tangíveis, enquanto serviços são atividades ou processos. Um carro, um jornal ou a comida de um restaurante é um produto, enquanto um serviço é uma atividade do cliente que utiliza ou consome esse produto. Alguns serviços não envolvem produtos. Consultoria ou corte de cabelo é um processo (embora alguns produtos possam ser fornecidos para dar suporte ao serviço, como um relatório ou um gel de cabelo). Além disso, enquanto a maioria dos produtos pode ser estocada, ao menos por curto tempo, o serviço acontece apenas quando é consumido ou usado. Assim, a acomodação de um quarto de hotel, por exemplo, se perderá se a diária não for vendida naquela noite; a mesa de um restaurante permanecerá vazia a menos que alguém a utilize naquela noite.

A maioria das operações produz produtos e serviços

Algumas operações criam e entregam apenas serviços e outras apenas produtos, mas a maioria das operações produz um composto dos dois elementos. A Figura 1.6 mostra algumas operações (inclusive algumas descritas como exemplos neste capítulo), posicionadas em um espectro que vai de operações de produto "puro" a operações de serviço "puro". As empresas de extração de petróleo bruto ocupam-se quase exclusivamente com o produto retirado de seus poços. Na mesma situação estão as fundições de alumínio, só que essas podem, também, oferecer alguns serviços, como assistência técnica. Os serviços produzidos nessas circunstâncias são chamados serviços facilitadores. Em maior medida, os fabricantes de máquinas e ferramentas produzem serviços

de instalação, como assistência técnica e engenharia de aplicações. Os serviços produzidos por um restaurante são parte essencial do que o cliente está pagando. É uma operação de manufatura que cria e entrega refeições e um prestador de serviço de orientação, ambientação e atividades relacionadas a servir os pratos. Um provedor de sistema de informação pode produzir "produtos" de *software*, mas, principalmente, está fornecendo um serviço a seus clientes, com produtos facilitadores. Certamente, uma empresa de consultoria gerencial, embora produza relatórios e documentos, vê-se sobretudo como prestadora de serviço. Finalmente, os serviços puros apenas criam e oferecem serviços; por exemplo, uma clínica de psicoterapia. Dos exemplos de "Operações na Prática" deste capítulo, a LEGO (ou, pelo menos, a parte do LEGO Group que descrevemos neste capítulo) produz produtos tangíveis, e Pret A Manger cria e "entrega" seus produtos. Portanto, possui um conteúdo substancial de serviço. Médicos Sem Fronteiras oferece ajuda física em emergências, mas também conselho intangível e auxílio médico.

Os clientes da Torchbox não recebem produtos físicos, mas pagam pelo projeto e pela funcionalidade dos *websites*. De modo semelhante, hotéis como Formule 1 estão próximos dos serviços puros, embora também tenham alguns elementos tangíveis – comida, por exemplo.

Princípio de administração da produção

A maioria das operações produz uma combinação de produtos tangíveis e serviços intangíveis.

Cada vez mais, a distinção entre produtos e serviços se torna difícil de definir e deixa de ser particularmente útil. Por exemplo, o *software* deixou de ser principalmente um produto (vendido em um disco) para ser um *download* intangível quando vendido pela Internet ou ainda menos tangível quando alugado ou contratado como um serviço baseado "na nuvem". A refeição servida em restaurante é um produto e também um serviço, uma vez que é servida e consumida. De fato, argumentaríamos que *todas* as operações são constituídas de fornecedores de serviço que podem criar e entregar produtos como parte da oferta a seus clientes. É por isso que a administração da produção é importante para todas as organizações. Se eles se veem como fabricantes ou prestadores de serviço, é muito mais uma questão secundária.

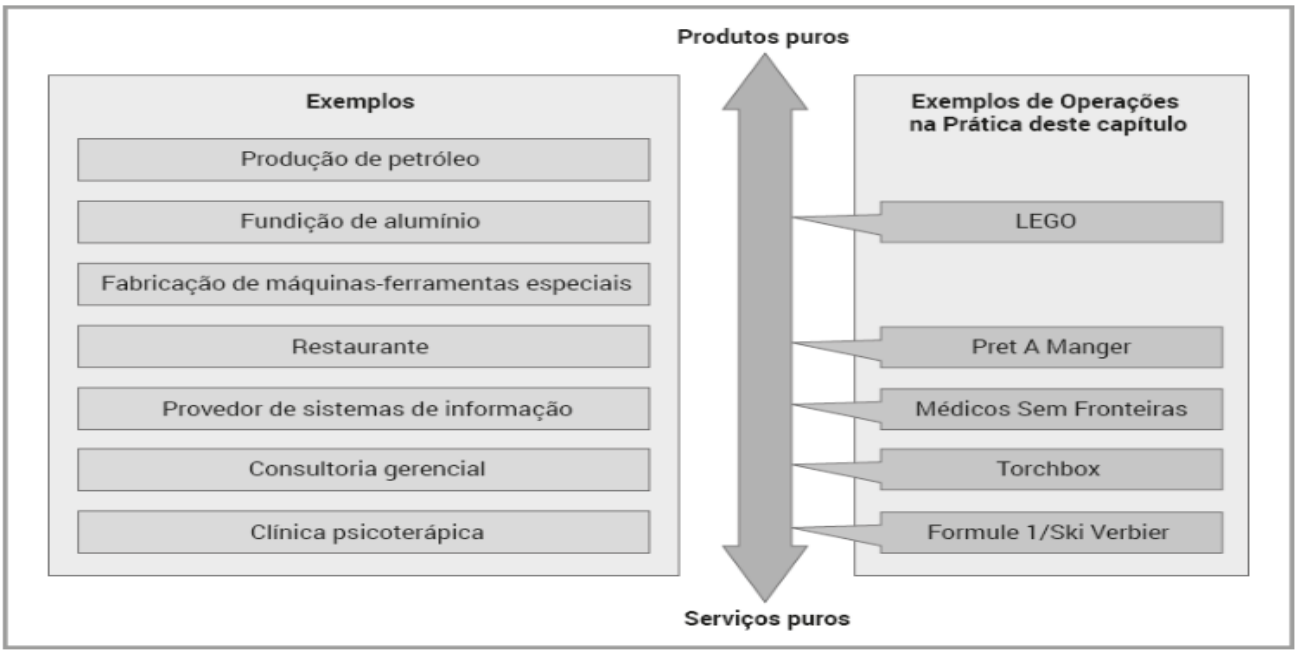


Figura 1.6 O output da maioria dos tipos de operações é um mix de produtos e serviços. Alguns exemplos gerais são mostrados aqui, acompanhados de algumas operações caracterizadas neste capítulo como exemplos de "Operações na Prática".

Princípio de administração da produção

Se uma operação produz produtos tangíveis ou serviços intangíveis, é uma questão que se torna cada vez mais irrelevante. De certo modo, todas as operações produzem serviço para seus clientes.

Clientes

Clientes podem ser *input* para muitas operações (veja anteriormente), mas também são a razão de sua existência. Se não houvesse clientes (sejam clientes empresariais, usuários ou consumidores), não haveria qualquer operação. Portanto, é fundamental que os gerentes de produção estejam conscientes das necessidades dos clientes atuais e potenciais. Essas informações determinarão o que a operação precisa fazer e como fazer (os objetivos de desempenho estratégico da operação), que, por sua vez, define a oferta de serviço/produto a ser projetado, criado e entregue.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Serviço ao cliente na Pret A Manger[4]

A Pret A Manger tem orgulho do serviço prestado a seus clientes. "Gostamos de pensar que reagimos aos sentimentos de nossos clientes (o bom, o mau, o feio) com rapidez e sinceridade absoluta", seu pessoal afirma. "Os clientes da Pret têm o direito de ser ouvidos, por telefone ou por *e-mail*. Nosso diretor geral do Reino Unido está disponível se você quiser conversar com ele sobre a Pret. Como alternativa, nosso CEO não tem muito a ver com isso; vamos deixá-lo em paz!"

É uma abordagem ousada para o serviço ao cliente, mas a Pret sempre foi inovadora. Descrita pela imprensa como tendo "revolucionado o conceito de preparar e comer sanduíche", a Pret A Manger abriu sua primeira loja em Londres e agora tem cerca de 260 lojas no Reino Unido, Nova York, Hong Kong e Tóquio. Dizem que seu segredo é focar continuamente na qualidade da alimentação e do serviço. Evita aditivos químicos e conservantes, comuns na maioria dos restaurantes *fast-food*. "*Muitos restaurantes focam em ampliar o período de validade de seus produtos, mas isso não é de nosso interesse. Vendemos alimentos tão frescos que a concorrência não consegue superar. No final do dia, doamos o que não foi vendido a instituições de caridade para ajudar a alimentar pessoas que, de outra forma, passariam fome."* Os restaurantes Pret A Manger têm suas próprias cozinhas, onde ingredientes frescos são entregues todas as manhãs e os sanduíches são preparados no decorrer do dia. Os funcionários que trabalham no caixa no horário do almoço são os mesmos que prepararam os sanduíches na cozinha pela manhã. *"Somos determinados a nunca esquecer que funcionários dedicados fazem toda a diferença. Eles são nosso coração e nossa alma. Quando se dedicam, nosso negócio vai bem. Se param de se dedicar, o negócio vai por água abaixo. Num setor de varejo onde é normal o alto* turnover *de funcionários, temos o prazer de dizer que nosso pessoal tem muito mais probabilidade de ficar! Trabalhamos muito para construir grandes equipes. Levamos muito a sério nossos esquemas de recompensa e oportunidades de carreira. Não trabalhamos à noite (geralmente), vestimos* jeans, *estamos sempre comemorando!"*

O *feedback* dos clientes é considerado particularmente importante na Pret. Examinar os comentários dos clientes para obter ideias de melhoria é uma parte fundamental das reuniões semanais da administração e das instruções diárias transmitidas à equipe de cada restaurante. Além disso, os

funcionários da empresa são remunerados em dinheiro para serem gentis com os clientes. Recebem bônus por prestar serviço de excelência. Todas as semanas, cada estabelecimento é visitado por um cliente secreto que atribui escores em medidas de desempenho, como rapidez no atendimento, disponibilidade dos produtos e limpeza. O cliente secreto avalia também o "nível de envolvimento" dos funcionários; as perguntas incluem: "os funcionários fizeram contato visual com os clientes, sorriram, foram prestativos e educados?". Os avaliadores trabalham em uma escala de 50 pontos. Se a loja obtém 43 pontos ou mais, cada funcionário recebe um pagamento extra por hora trabalhada; e se um indivíduo for mencionado pelo cliente secreto por ter prestado um serviço excepcional, ele recebe pagamento extra. *"A ênfase em simpatia e cordialidade tem gerado bons resultados"*, disse James Murphy, da Future Foundation, consultoria gerencial. *"No mercado altamente competitivo de sanduíches, trata-se de uma grande contribuição para seu sucesso."* Mas nem todos concordam com a utilização de clientes secretos. *"É o equivalente a perguntar a alguém em uma loja o que está pensando num exato momento e, depois, planejar uma estratégia de melhoria de toda a loja em torno de um* único feedback*"*, diz Jeremy Michael, do Service Management Group, outra firma de consultoria.

O QUE É HIERARQUIA DO PROCESSO?

Até aqui, discutimos a administração da produção e o modelo *input* (entrada) – transformação – *output* (saída) no nível da "operação". Por exemplo, descrevemos a "operação de *web design"*, "o banco", "a loja de sanduíches", "a operação de ajuda após desastre natural" e assim por diante. Agora, examine atentamente cada uma dessas operações. Podemos ver que todas as operações consistem em uma coleção de processos (embora essas operações possam ser chamadas de "unidades" ou "departamentos") que se interconectam para formar uma rede. Cada um dos processos atua como versão menor da operação global da qual fazem parte e os recursos transformados fluem entre eles. De fato, dentro de qualquer operação, os mecanismos que realmente transformam *inputs* em *outputs* são esses processos. "Processo" é um arranjo de recursos e atividades para transformar *inputs* em *outputs* que satisfazem as necessidades (internas ou externas) do cliente. São os "blocos de construção" de todas as operações e formam uma "rede interna" dentro delas. Cada processo é, ao mesmo tempo, um fornecedor interno e um cliente interno para outros processos. Esse conceito de "cliente interno" fornece um modelo para analisar as atividades internas de uma operação. É também útil lembrar que, ao tratar clientes internos com o mesmo grau de cuidado com que se tratam clientes externos, a eficácia da operação inteira pode ser melhorada. A Tabela 1.3 ilustra como uma ampla variedade de operações pode ser descrita dessa maneira.

Princípio de administração da produção
Uma perspectiva de processo pode ser usada em três níveis: o nível da própria operação, o nível da rede de suprimentos e o nível dos processos individuais.
Exam

Tabela 1.3 Algumas operações descritas em termos de seus processos

Operação	Alguns dos processos da operação
Linha aérea	Ajudar no *check-in* dos passageiros, recolher a bagagem, verificar segurança/assento, embarcar passageiros, transportar passageiros e carga pelo mundo, programar voos, auxiliar passageiro em voo, auxiliar nas conexões, retirar bagagem etc.
Loja de departamentos	Adquirir mercadorias, gerenciar estoque, expor produtos, auxiliar as vendas, vender, realizar pós-venda, tratar de reclamações, operar entrega etc.
Polícia	Prevenir crimes, detectar crimes, reunir e relacionar informações, dar suporte à vítima, deter suspeitos formalmente, gerenciar papéis de custódia, colaborar com tribunais e sistema judiciário etc.
Fabricante de sorvete	Comprar insumos, verificar qualidade do *input*, preparar ingredientes, montar produtos, empacotar produtos, congelar produtos, verificar qualidade, realizar inventário de produtos prontos etc.

Dentro de cada um desses processos há outra rede de unidades individuais de recursos, tais como pessoas e itens da tecnologia de processo (máquinas, computadores, instalações de estocagem etc.). Novamente, os recursos transformados fluem entre cada unidade do recurso de transformação. Portanto, qualquer negócio ou operação é constituído de uma rede de processos, e qualquer processo é constituído de uma rede de recursos. Mas qualquer negócio ou operação também pode ser visto como parte de uma rede maior de negócios ou operações. Há operações que suprem o negócio ou a operação com os produtos e serviços necessários e, a menos que lidem diretamente com o consumidor final, fornecerão a clientes que por sua vez seguirão em frente e suprirão seus próprios clientes. Além disso, qualquer operação pode ter vários fornecedores e vários clientes e pode estar competindo com outras operações que produzam serviços ou produtos para ela. Essa rede de operações é denominada rede de suprimentos. Desse modo, o modelo *input* – transformação – *output* pode ser usado em diversos "níveis de análise" diferentes. Aqui, usamos a ideia para analisar os negócios em três níveis: o processo, a operação e a rede de suprimentos. Podem-se definir muitos "níveis de análise" diferentes: movendo para cima os pequenos processos, transformando-os em processos maiores, adequando-os à imensa rede de suprimentos que descreve uma indústria completa.

Essa ideia é denominada hierarquia de operações e é ilustrada por uma empresa que produz programas de televisão e vídeos na Figura 1.7. Haverá *inputs* de produção, funcionários técnicos e administrativos, câmeras, iluminação, som, equipamento de gravação e assim por diante. Ela transforma tudo isso em programas, música, vídeo finalizados etc. Em nível mais macro, a empresa é parte de uma rede de suprimentos total que adquire serviços de agências criativas, agências de artistas e estúdios, relacionando-se com agências de promoção e servindo seus clientes, empresas de *broadcasting*. Em um nível mais micro, dentro dessa operação global existem muitos processos individuais: preparação de *workshops* para técnicos e artistas; processos de marketing associados a clientes potenciais; processos de manutenção e reparos; modificação e desenho de equipamento técnico; unidades de produção que filmam os programas e vídeos; e assim por diante. Cada um desses processos individuais pode ser representado como uma rede de processos ainda menores ou mesmo unidades individuais de recursos. Portanto, o processo de preparação de cenário, por exemplo, pode consistir em quatro processos menores: um que desenha os cenários, um que os constrói, um que adquire os adereços e um que faz o acabamento (montagem e pintura) do cenário.

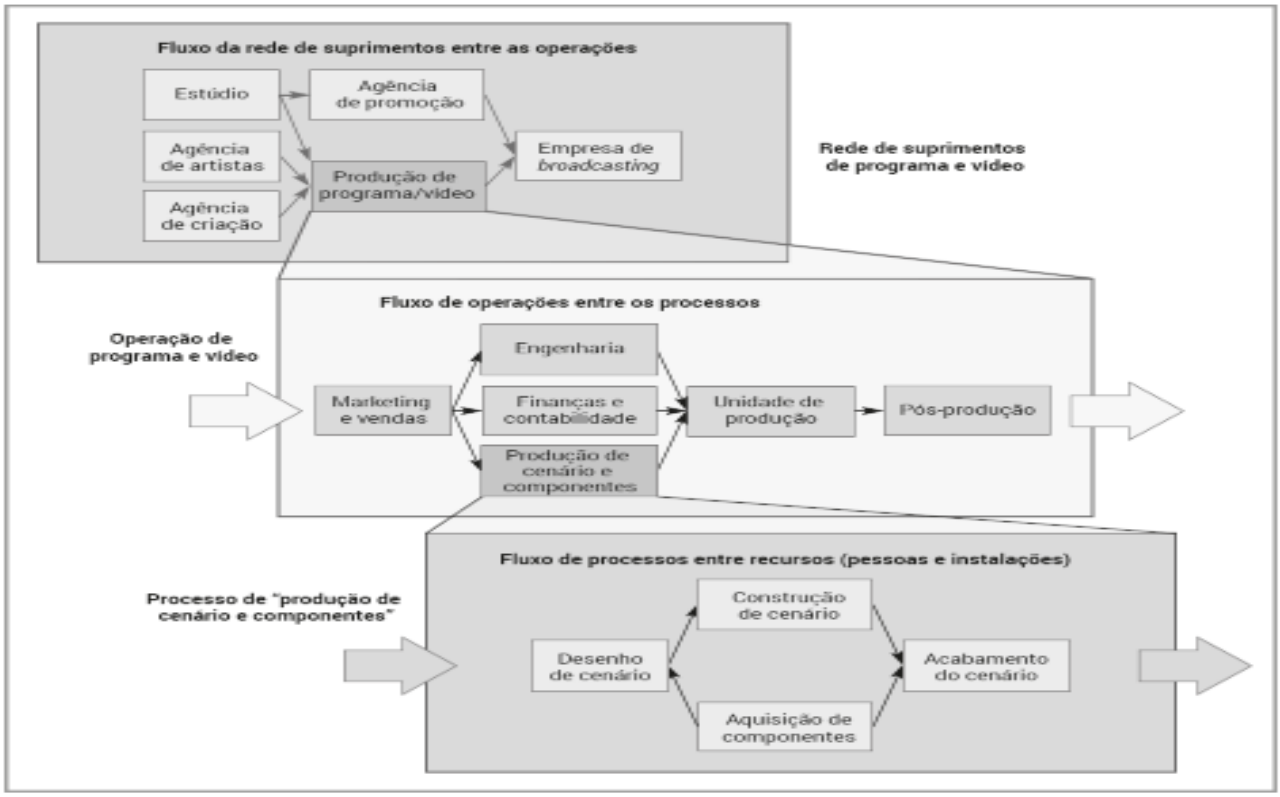


Figura 1.7 A gestão de operações e processos requer análise em três níveis: rede de suprimentos, operação e processo.

Comentário crítico

A ideia de rede interna de processos é considerada por alguns demasiadamente simples. Na realidade, o relacionamento entre grupos e indivíduos é significativamente mais complexo do que entre entidades comerciais. Não podemos tratar clientes e fornecedores internos exatamente como fazemos com clientes e fornecedores externos. Geralmente, os clientes e fornecedores externos operam em um mercado livre. Se uma organização acredita que, a longo prazo, pode obter melhor negócio comprando bens e serviços de outro fornecedor, assim o fará. No entanto, clientes e fornecedores internos não estão em um "mercado livre". Geralmente, a organização não pode comprar externamente seus recursos de *input* ou vender os bens e serviços produzidos (embora algumas organizações estejam procedendo dessa maneira). Em vez de adotar a perspectiva "econômica" dos relacionamentos comerciais externos, os modelos de comportamento organizacional, argumenta-se, são mais apropriados.

Administração da produção é relevante para todas as partes da empresa

O exemplo da Figura 1.7 demonstra que não é apenas a função produção que gerencia processos; todas as funções gerenciam processos. Por exemplo, a função marketing terá processos que criam previsões, criam campanhas de propaganda e criam planos de marketing. Esses processos nas outras funções também precisam gerenciar usando princípios similares aos da função produção. Cada função terá seu conhecimento "técnico". No marketing, isso é a *expertise* em planejar e moldar planos de marketing; em finanças, é o conhecimento técnico dos relatórios financeiros. Todavia, cada um terá também um papel de "gestão de processo" de produzir

planos, políticas, relatórios e serviços. As implicações disso são muito importantes. Como todos os gerentes têm alguma responsabilidade no gerenciamento de processos, eles são, de certo modo, gerentes de produção. Todos eles devem querer prestar bom serviço a seus clientes (frequentemente internos) e desejarão fazer isso de modo eficiente. Assim, a administração da produção é relevante para todas as funções, e todos os gerentes devem ter algo a aprender a partir dos princípios, conceitos, abordagens e técnicas da administração da produção. Isso também significa que devemos distinguir entre dois conceitos de "produção":

Princípio de administração da produção

Todas as partes da empresa gerenciam processos, de modo que todas as partes da empresa têm papel nas operações e precisam entender os princípios de gestão da produção.

■"Produção" como função, significando a parte da organização que cria e entrega os serviços e produtos para clientes externos à organização.

■"Produção" como atividade, significando a administração de processos dentro de quaisquer funções da organização.

■A Tabela 1.4 ilustra apenas alguns dos processos contidos em algumas das funções mais comuns de não produção, os *outputs* desses processos e seus "clientes".

Tabela 1.4 Alguns exemplos de processos de função não produção

Função organizacional	Alguns dos processos	*Output* dos processos	Cliente(s) dos *outputs*
Marketing e vendas	Processo de planejamento Processo de previsão Processo de recebimento de pedidos	Planos de marketing Previsões de vendas Pedidos confirmados	Administração sênior Funcionários, planejadores, operadores de vendas Departamento de produção, finanças
Finanças e contabilidade	Processo de orçamento Processos de aprovação de investimentos de capital Processos de faturamento	Orçamentos Avaliações de pedidos de capital Faturas	Todos os processos Administração sênior, requerentes Clientes externos
Gestão de recursos humanos	Processos de folha de pagamento Processos de recrutamento Processos de treinamento	Contracheques Novas contratações Funcionários treinados	Empregados Todos os outros processos Todos os outros processos
Tecnologia da informação	Processo de análise de sistemas Processo de *help desk* Processos de projeto de implementação de sistemas	Avaliação de sistemas Aconselhamento Sistemas implantados em funcionamento e em manutenção	Todos os outros processos do negócio

Processos de negócios

Sempre que uma empresa tentar satisfazer às necessidades de seus clientes, usará muitos processos em suas operações e em outras funções. Cada um desses processos contribuirá de alguma forma para atender às necessidades do cliente. Por exemplo, a empresa produtora de programas de televisão e de vídeos, anteriormente descrita, cria dois tipos de "produtos". Ambos os produtos envolvem uma mistura ligeiramente diferente de processos dentro da empresa. A empresa decide reorganizar suas operações, de modo que cada produto é criado do início ao fim por um processo dedicado que contém todos os elementos necessários para sua produção, como na Figura 1.8. Assim, as necessidades dos clientes para determinado produto serão totalmente atendidas por algo chamado macroprocesso de negócio, que frequentemente cruza limites organizacionais convencionais. A reorganização (ou "reengenharia") dos limites de processos e responsabilidades organizacionais ao redor desses

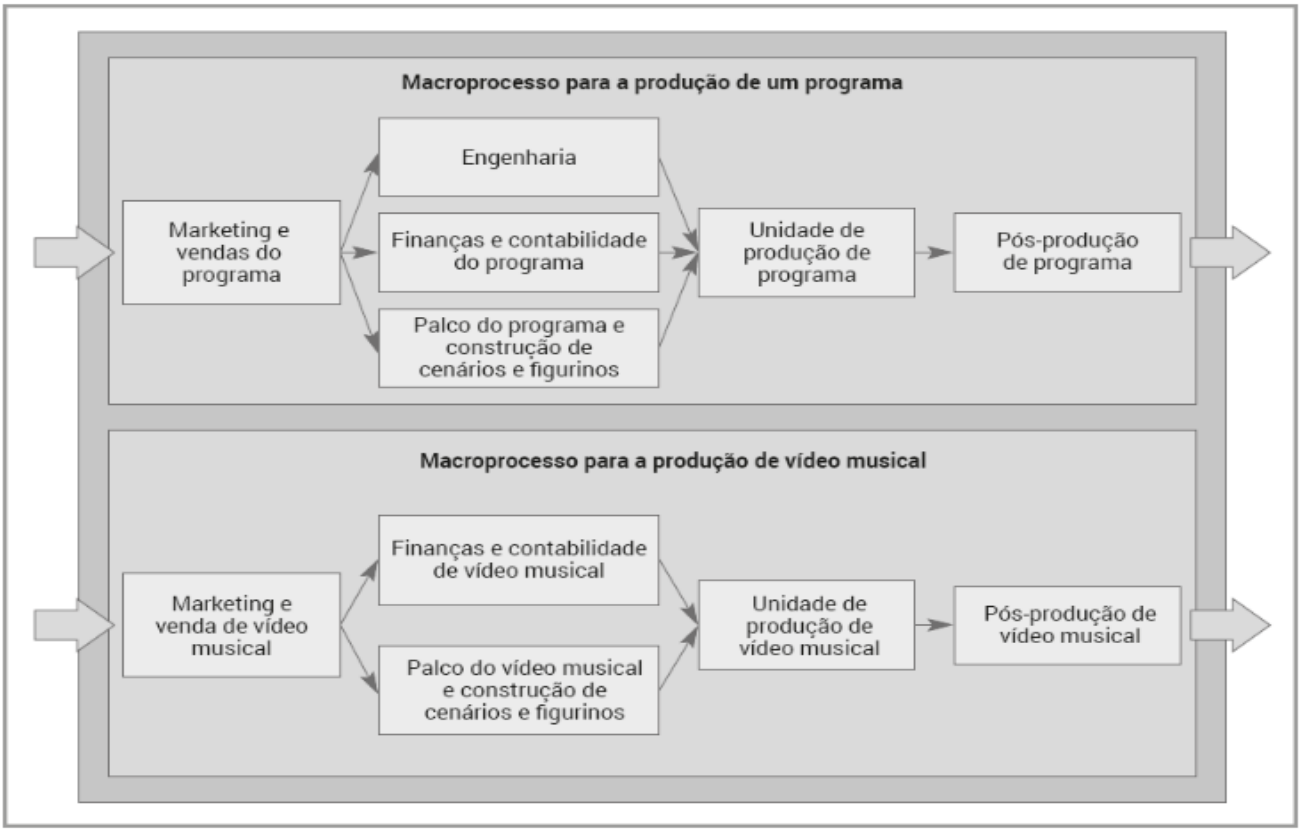
processos de negócios é a filosofia por trás da reengenharia de processo de negócios (*business process re-engineering* – BPR), que será discutida posteriormente no Capítulo 16.

Princípio de administração da produção

Os processos dependem de como a organização escolhe desenhar os limites do processo.

PROCESSOS DE PRODUÇÃO TÊM CARACTERÍSTICAS DIFERENTES

Embora todos os processos de produção sejam semelhantes na forma de transformar *inputs*, eles diferem em alguns aspectos, quatro dos quais, conhecidos como os "4 V", são particularmente importantes:



Processos de negócios

Sempre que uma empresa tentar satisfazer às necessidades de seus clientes, usará muitos processos em suas operações e em outras funções. Cada um desses processos contribuirá de alguma forma para atender às necessidades do cliente. Por exemplo, a empresa produtora de programas de televisão e de vídeos, anteriormente descrita, cria dois tipos de "produtos". Ambos os produtos envolvem uma mistura ligeiramente diferente de processos dentro da empresa. A empresa decide reorganizar suas operações, de modo que cada produto é criado do início ao fim por um processo dedicado que contém todos os elementos necessários para sua produção, como na Figura 1.8. Assim, as necessidades dos clientes para determinado produto serão totalmente atendidas por algo chamado macroprocesso de negócio, que frequentemente cruza limites organizacionais convencionais. A reorganização (ou "reengenharia") dos limites de processos e responsabilidades organizacionais ao redor desses processos de negócios é a filosofia por trás da reengenharia de processo de negócios (*business process re-engineering* – BPR), que será discutida posteriormente no Capítulo 16.

Princípio de administração da produção
Os processos dependem de como a organização escolhe desenhar os limites do processo.

PROCESSOS DE PRODUÇÃO TÊM CARACTERÍSTICAS DIFERENTES

Embora todos os processos de produção sejam semelhantes na forma de transformar *inputs*, eles diferem em alguns aspectos, quatro dos quais, conhecidos como os "4 V", são particularmente importantes:

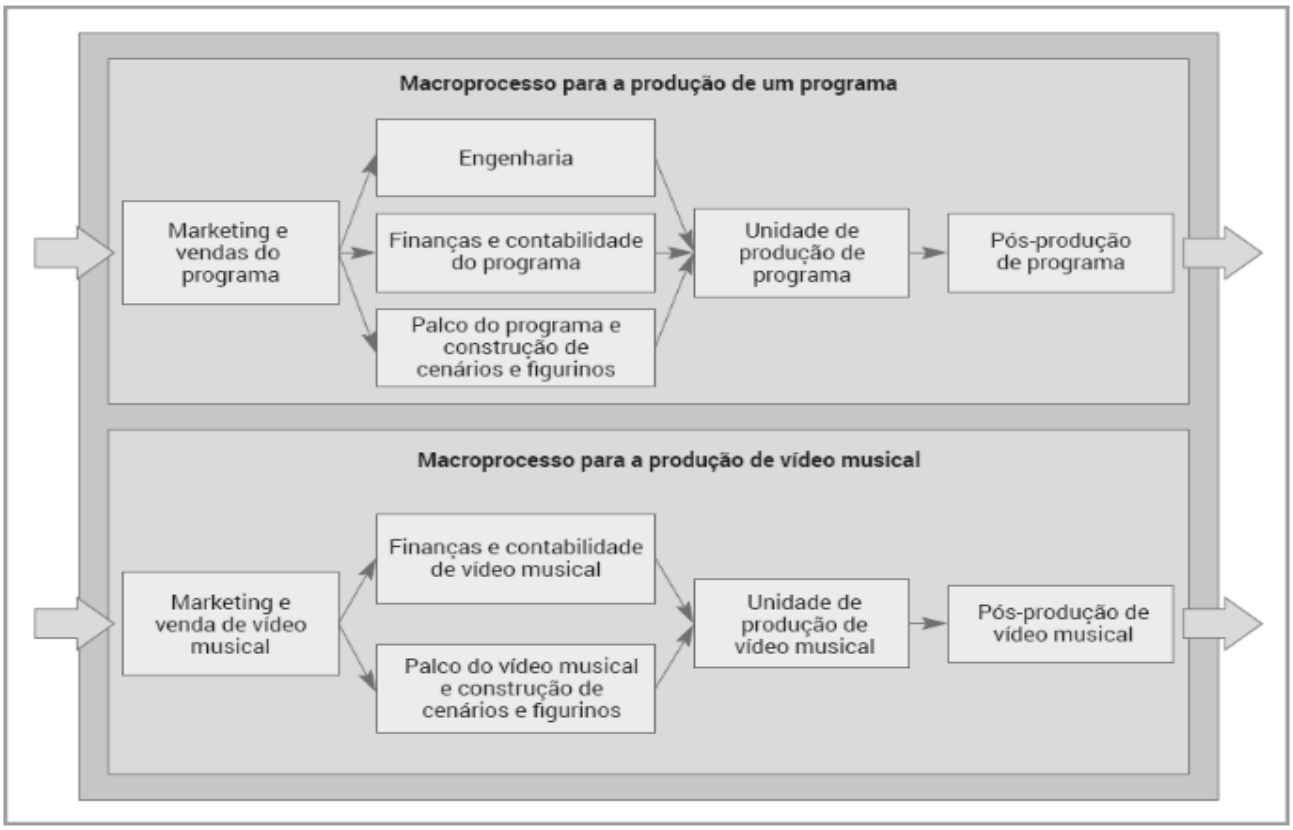


Figura 1.8 Empresa de televisão e vídeo dividida em dois macroprocessos de negócio, um dedicado à criação de programas e o outro dedicado à criação de vídeo musical.

- O **volume** de seu *output*.
- A **variedade** de seu *output*.
- A **variação** na demanda por seu *output*.
- O grau de **visibilidade** que os clientes possuem da produção de seu *output*.

Dimensão volume

Tomemos um exemplo familiar. A síntese de produção de hambúrgueres em grande volume é o McDonald's, que serve milhões deles diariamente em todo o mundo. O volume de produção do McDonald's tem implicações importantes na maneira como suas operações são organizadas. A primeira coisa que você percebe é o grau de repetição das tarefas que as pessoas estão executando e a sistematização do trabalho em que os procedimentos padrões são estabelecidos, especificando como cada parte do trabalho deve ser conduzida. Também, em razão

de as tarefas serem sistematizadas e repetitivas, vale a pena desenvolver chapas e fornos especializados. Tudo isso proporciona *custos unitários baixos*. Considere agora um pequeno restaurante, servindo alguns pratos variados. A variedade de itens no cardápio pode ser semelhante à operação maior, mas o volume será consideravelmente menor, de modo que o grau de repetição será muito menor, assim como o número de funcionários (possivelmente, apenas uma pessoa). Assim, cada funcionário, provavelmente, executará uma variedade maior de tarefas. Isso pode ser mais gratificante para o funcionário, mas é prejudicial à sistematização. Significa também que é menos viável investir em equipamento especializado. Portanto, o custo de cada hambúrguer servido é, provavelmente, maior (mesmo a um preço comparável).

Dimensão variedade

Uma empresa de táxi oferece alta variedade de serviços. Está preparada para buscar uma pessoa na maioria dos lugares e transportá-la para quase todos os lugares. Para fazer isso, ela deve ser relativamente *flexível*. Seus motoristas devem ter bom conhecimento da área e a comunicação entre a base e os táxis deve ser eficaz. Entretanto, o custo por quilômetro viajado será mais alto para um táxi do que para uma forma menos customizada de transporte, como um serviço de ônibus urbano. Embora ambos forneçam o mesmo serviço básico (transporte), o serviço de táxi tem alta variedade de rotas e horários para oferecer a seus clientes, enquanto o serviço de ônibus tem poucas rotas bem definidas, com horários marcados. Se tudo correr conforme a programação, pouca flexibilidade será exigida pela operação dos ônibus. Tudo é padronizado e regular, o que resulta em custos relativamente baixos, comparado ao uso do táxi para o mesmo percurso.

Dimensão variação

Consideremos o padrão de demanda de um bem-sucedido hotel *resort* para férias de verão. Não é surpresa o fato de a maioria dos clientes preferir o hotel nas férias de verão do que no meio do inverno. Na “alta estação”, o hotel pode operar em plena capacidade. Entretanto, a demanda fora de estação pode ser apenas uma pequena fração de sua capacidade. Essa variação marcada na demanda significa que a operação deve mudar sua capacidade de alguma forma; por exemplo, contratando funcionários extras para o verão. O hotel deve tentar prever o nível provável da demanda. Se errar, pode resultar muita ou pouca capacidade. Ademais, os custos de recrutamento, de horas extras e de subutilização dos quartos têm o efeito de aumentar os custos operacionais do hotel em comparação a outro hotel de padrão semelhante e demanda equilibrada. Um hotel que tenha demanda equilibrada pode planejar suas atividades com bastante antecedência. O quadro de funcionários pode ser programado, a comida pode ser comprada e os quartos podem ser limpos de maneira *rotineira* e *previsível*. Isso resulta em alta utilização de recursos e custos unitários provavelmente inferiores aos dos hotéis com padrão de demanda altamente variável.

Dimensão visibilidade

Visibilidade é uma dimensão das operações ligeiramente mais difícil de considerar. Refere-se à medida que as atividades de uma operação é vista pelos clientes ou a operação está exposta a eles. Geralmente, as operações de processamento de clientes estão mais expostas do que as operações de processamento de materiais ou de informação. Entretanto, mesmo as operações de processamento de clientes oferecem alguma escolha de quão visíveis querem que sejam suas operações. Por exemplo, um varejista pode operar com a alta visibilidade de

uma loja tradicional, física, ou com a baixa visibilidade de uma loja virtual na Internet. Na operação da loja física, de alta visibilidade, os clientes experimentarão diretamente a maioria de suas atividades que agregam valor. Os clientes terão uma *tolerância à espera* relativamente curta e podem ir embora se não forem atendidos em tempo razoável. As percepções dos clientes, e não apenas os critérios objetivos, também serão importantes. Se acharem que um dos funcionários foi deselegante, provavelmente ficarão insatisfeitos (mesmo se esse funcionário não tivesse a intenção de agir dessa forma). Assim, as operações de alta visibilidade requerem funcionários habilitados para realizar o contato com os clientes. Estes podem também solicitar produtos ou serviços que, claramente, não estejam à venda em determinada loja, mas, em razão de participarem da operação, podem pedir o que quiserem! Isso é denominado alta variedade recebida, e torna difícil para as operações de alta visibilidade atingir alta produtividade de recursos; portanto, elas tendem a ser operações de custo relativamente alto.

Inversamente, um varejista que opera com uma loja virtual na Internet, uma operação de pouco contato com os clientes, possui visibilidade muito menor. Por trás de seu *website*, sua operação pode ser mais semelhante a uma operação de fábrica. O *tempo de espera* entre o pedido e a entrega dos itens não precisa ser de minutos, como ocorre na loja física, mas pode ser de horas ou mesmo de dias. Isso permite que as tarefas de localização dos itens, embalagem e despacho sejam *padronizadas* por funcionários que precisam de pouca habilidade de contato com o cliente, o que facilita a obtenção de *alto nível de utilização dos funcionários*. A operação baseada na internet pode também centralizar suas operações em um local (físico), enquanto a loja física necessita de muitas lojas próximas aos centros de demanda. Assim, a operação de baixa visibilidade baseada na *web* terá custos inferiores aos da loja física.

Princípio de administração da produção

A forma pela qual os processos precisam ser gerenciados é influenciada por volume, variedade, variação e visibilidade.

Processos mistos de alta e de baixa visibilidade

Algumas operações têm processos de alta e de baixa visibilidade dentro da mesma operação. Por exemplo, em um aeroporto, algumas atividades são totalmente “visíveis” aos clientes, tais como guichês de informação que atendem às dúvidas dos passageiros. Esses funcionários operam no que é denominado ambiente de linha de frente. Outras partes do aeroporto têm pouca, quando têm, “visibilidade” do cliente, como transportadores de bagagem. Esses funcionários, raramente vistos, desempenham tarefas de baixo contato na retaguarda da operação.

Implicações dos “4 V” dos processos de produção

Todas as quatro dimensões têm implicações para o custo de criar e entregar serviços ou produtos. De forma simples, alto volume, baixa variedade, baixa variação e baixo contato com o cliente, todos ajudam a manter os custos de processamento baixos. Inversamente, baixo volume, alta variedade, alta variação e alto contato com o cliente geralmente levam a algum tipo de penalidade de custo para a operação. Por isso, a dimensão volume é desenhada com sua extremidade “baixa” à esquerda, ao contrário das outras dimensões, para manter todas as implicações de “baixo custo” à direita. De certo modo, a posição de uma operação nas quatro dimensões é determinada pela demanda do mercado ao qual ela está atendendo. Entretanto, a maioria das operações tem alguma escolha ao mover-se nas dimensões. A Figura 1.9 resume as implicações de tal posicionamento.

Princípio de administração da produção

Operações e processos podem (outras coisas permanecendo iguais) reduzir seus custos ao aumentar o volume e reduzir a variedade, a variação e a visibilidade.

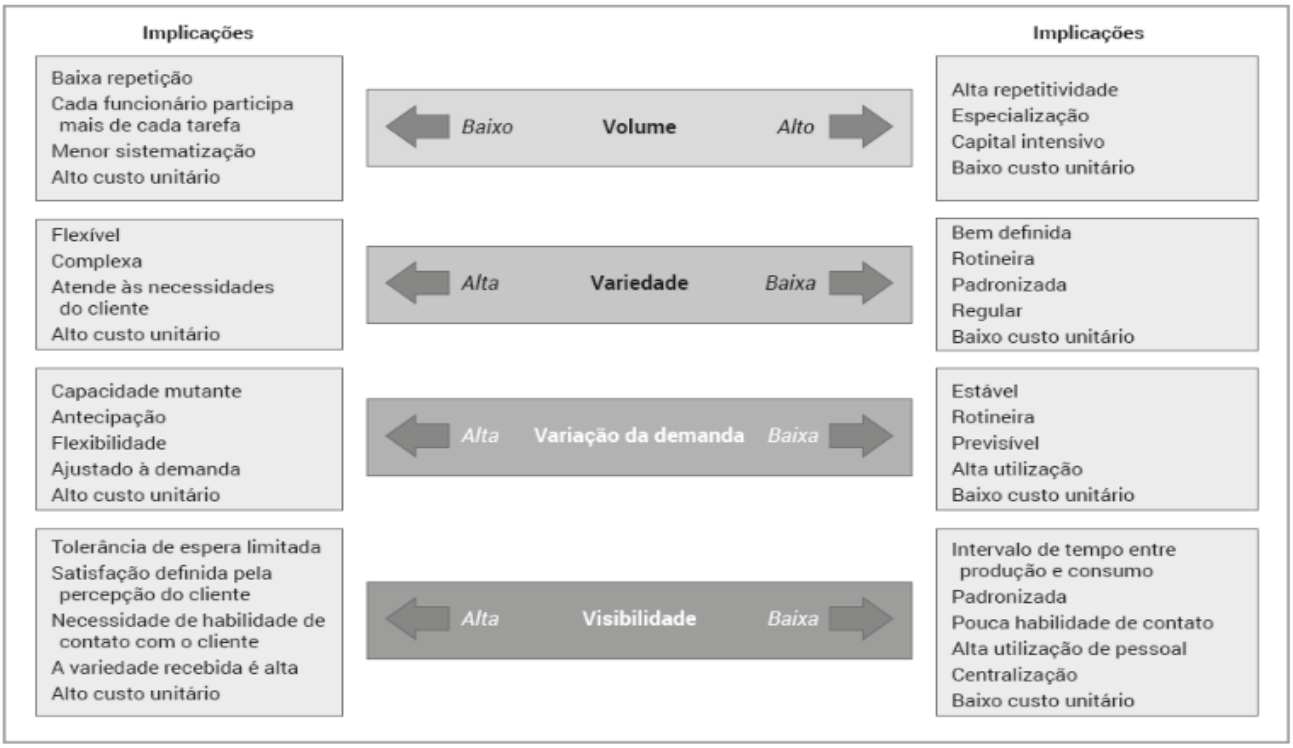


Figura 1.9 Tipologia das operações.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Dois hotéis muito diferentes

Ski Verbier Exclusive

É o nome da empresa que a revela: Ski Verbier Exclusive Ltd é uma operadora de temporadas de esqui "elegantes" no *resort* suíço de esportes de inverno em Verbier. Com 23 anos de experiência na organização de turismo, Ski Verbier Exclusive cuida de propriedades de luxo no *resort*, que são alugadas de seus proprietários para clientes da Ski Verbier Exclusive. As propriedades variam em tamanho e configuração de seus quartos, mas é importante a flexibilidade na reconfiguração dos quartos para suprir os diversos requisitos de grupos de clientes. "*Temos o cuidado de cultivar um bom relacionamento tanto com os proprietários quanto com os clientes que usam nosso serviço de turismo"*, diz Tom Avery, cofundador e diretor da empresa. "*Construímos o negócio desenvolvendo esses relacionamentos pessoais, motivo pelo qual nossos clientes retornam ano após ano (40% a 50% dos clientes retornam). Orgulhamo-nos do atendimento pessoal que damos a cada um dos clientes, desde o momento em que começam a planejar seu passeio até a viagem de volta. O que conta é a experiência, a habilidade, a obsessão pelos detalhes e a elegância discreta de nossos chalés, combinados com nossa capacidade de customizar a experiência do cliente."* E as solicitações do cliente podem ser qualquer coisa, desde organizar um piquenique especial na montanha, completo e com iglus, até fornecer uma escultura no gelo de Caco, o sapo, para uma festa de crianças. O serviço de *concierge* pessoal começa no momento em que o cliente faz a reserva. Funcionários

especializados da empresa vivem e trabalham em Verbier, e cuidam de todos os detalhes da viagem com bastante antecedência, desde a organização de *transfers* do aeroporto até a reserva de um instrutor de esqui particular, da organização de voos em jato particular ou helicóptero para o aeroporto local de Verbier até reservas de almoço nos melhores restaurantes das montanhas. "*Atendemos a um mercado pequeno, porém exigente"*, diz Tom. "*Outras empresas podem ser maiores mas, conosco, é do nosso atendimento pessoal que os clientes se lembrarão."* No entanto, a neve não dura o ano inteiro. O período mais ocupado da empresa é de meados de dezembro a meados de abril, quando todas as propriedades que ela gerencia estão cheias. O restante do ano não é tão movimentado, mas a empresa oferece férias de verão personalizadas em algumas de suas propriedades. Estas podem ser por conta do cliente ou com o serviço completo que os clientes recebem na estação de esqui. "*Nós nos adaptamos às exigências dos clientes"*, diz Tom. "É por isso que a qualidade dos nossos funcionários é tão importante. Eles precisam ser bons no *tratamento dos clientes, ser capazes de considerar o tipo de relacionamento apropriado e estar comprometidos em fornecer aquilo que constitui um passeio formidável. É por isso que nos esforçamos tanto no recrutamento, treinamento e retenção de nosso pessoal."*

Formule 1

Hotéis são operações de alto contato – utilizam muitos funcionários e têm que conviver com clientes diversos, cada um com necessidades e expectativas diversificadas. Assim, como uma cadeia de hotéis de preços acessíveis, muito bem-sucedida, pode evitar a série de custos do alto contato com os clientes? A cadeia Formule 1, subsidiária do grupo francês Accor, trabalha para oferecer valor excepcional ao adotar dois princípios nem sempre associados às redes hoteleiras – padronização e uso inovador de tecnologia. Os hotéis Formule 1 estão geralmente localizados próximos às rodovias, entroncamentos rodoviários e cidades, o que os torna visíveis e acessíveis aos clientes potenciais. Os hotéis são construídos com elementos pré-fabricados com uma volumetria bastante moderna. As unidades pré-fabricadas são organizadas em várias configurações para se ajustarem às características locais. Todos os quartos possuem 9 m^2 de área e são desenhados para serem atraentes, funcionais, confortáveis e à prova de som. O mais importante é que são projetados para facilitar a limpeza e manutenção. Todos possuem as mesmas instalações, incluindo cama de casal, cama de solteiro, pia, armário, mesa de trabalho com assento, guarda-roupas e um aparelho de televisão. A recepção de um hotel Formule 1 funciona apenas das 6h30 às 10h da manhã e das 17h às 22h. Fora desses horários, uma máquina automática aluga os apartamentos aos usuários de cartão de crédito, dá acesso ao hotel, fornece um código de acesso para o quarto e ainda imprime recibo. A tecnologia também é evidente nos sanitários. O chuveiro e os vasos são automaticamente limpos após o uso e utilizam-se dispositivos de vaporização para espalhar uma solução desinfetante pelo banheiro que é seca antes de ele ser novamente usado. Para simplificar ainda mais as coisas, os hotéis Formule 1 não possuem restaurante uma vez que estão localizados próximos a restaurantes na região. Entretanto, um café continental está disponível, geralmente, entre as 6h30 e as 10h e, com certeza, em sistema de *self-service*!

Exemplo resolvido

A Figura 1.10 ilustra as diferentes posições nas quatro dimensões da operação da Ski Verbier Exclusive e da cadeia de hotéis Formule 1 (*veja* o Operações na Prática "Dois hotéis muito diferentes"). Ambos fornecem o mesmo serviço básico como qualquer outro hotel. Eles acomodam pessoas. Entretanto, são muito diferentes: o Ski Verbier Exclusive oferece férias de luxo e serviço personalizado para um segmento relativamente pequeno do mercado de férias de esqui. Sua variedade de serviços é quase infinita, no sentido de que os clientes podem sempre fazer pedidos individuais em termos de alimentação e entretenimento. A variação é alta, e durante quatro meses a ocupação é quase de 100%, seguidos por um período bem mais tranquilo. O contato com o cliente e, portanto, a visibilidade, também são muito altos (para garantir e providenciar os pedidos dos clientes).

Tudo isso difere bastante da cadeia de hotéis Formule 1, cujos clientes normalmente permanecem por uma noite, onde a variedade de serviço é estritamente limitada e os hóspedes de negócios e lazer utilizam o hotel em momentos diferentes, o que limita a variação. Mais notavelmente, o contato com o cliente é mantido no mínimo. O Ski Verbier Exclusive possui alto nível de serviço, o que significa que tem custos relativamente altos. Logo, seus preços também não são baratos – certamente, não tão baratos quanto o Formule 1, que preparou sua operação de modo a fornecer um serviço altamente padronizado e a um custo mínimo.

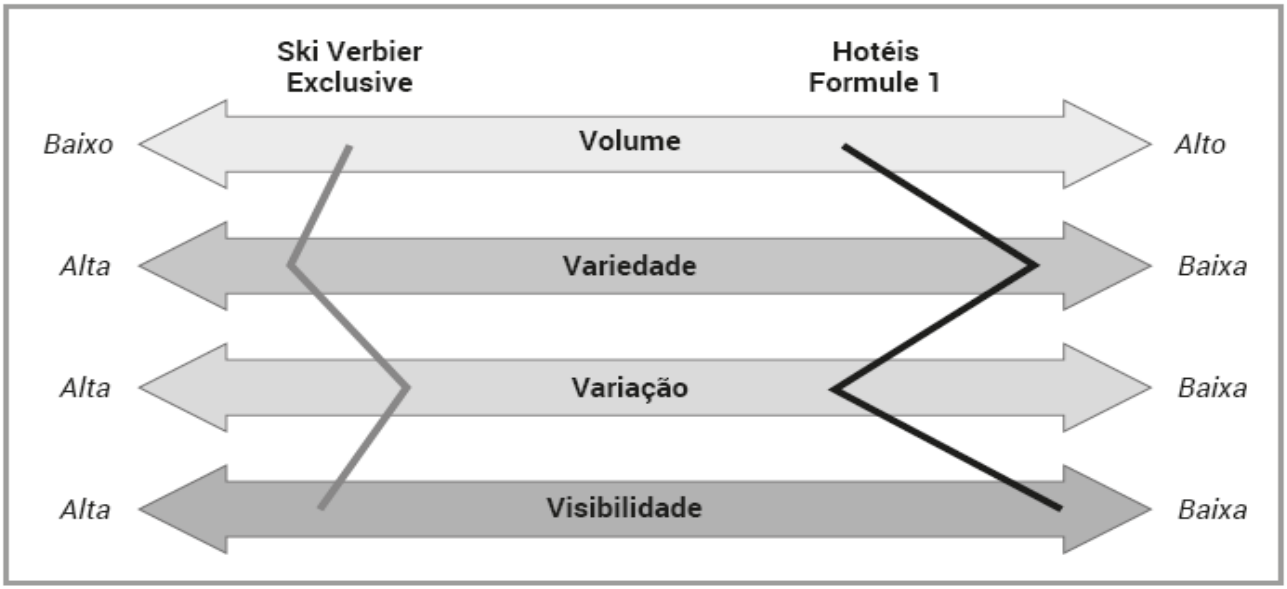


Figura 1.10 Os quatro V no perfil de duas redes hoteleiras muito diferentes.

O QUE FAZEM OS GERENTES DE PRODUÇÃO?

De certo modo, os detalhes exatos do que os gerentes de produção farão dependem de como uma organização define os limites da função. Todavia, há algumas classes gerais de atividades que se aplicam a todos os tipos de operações, independentemente de serem serviços, fabricação, setor privado ou público, e não importa como a função produção é definida. Classificamos as atividades de administração da produção sob quatro títulos: direção, projeto, entrega e desenvolvimento.

■***Dirigir*** a natureza e a estratégia global da produção. Um entendimento geral das operações e dos processos e seu propósito e desempenho estratégico, acompanhado de um comentário sobre como o propósito estratégico é transformado em realidade, são pré-requisitos para o projeto detalhado das operações e dos processos. Isso é tratado nos Capítulos 1 a 5.

■***Projetar*** os recursos e processos da operação. Projeto é a atividade de determinar a forma física, a moldagem e a composição das operações e processos, em conformidade com os produtos e serviços que elas criam. Os Capítulos 6 a 9 lidam com esses assuntos.

■Planejar e controlar a ***entrega*** do processo. Após ser projetada, a entrega dos serviços e produtos desde os fornecedores, passando por toda a operação até chegar aos clientes, deve ser planejada e controlada. Isso é tratado nos Capítulos 10 a 15.

■Desempenho do processo de ***desenvolvimento***. Reconhece-se cada vez mais que os gerentes de produção, ou quaisquer gerentes de processo, não podem simplesmente prestar serviços e produtos de rotina da mesma forma que sempre têm feito. Eles têm a responsabilidade de desenvolver as capacidades de seus processos para melhorar o desempenho do processo. Isso é tratado nos Capítulos 16 a 19.

Princípio de administração da produção

As atividades de administração da produção podem ser agrupadas em quatro categorias amplas: dirigir a estratégia global da operação, projetar os produtos, serviços e processos da operação, planejar e controlar a entrega e executar o desenvolvimento.

A administração da operação afeta a sustentabilidade ambiental

Neste ponto, vale a pena observar que muitas atividades dos gerentes de produção exercem forte impacto sobre a sustentabilidade ambiental de suas organizações. Sustentabilidade ambiental significa (de acordo com o Relatório Brundtland das Nações Unidas) "*satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades*". Em termos mais diretos, ela significa a extensão em que a atividade das empresas afeta negativamente o ambiente natural. Essa certamente é uma questão importante, não apenas devido ao impacto óbvio sobre o ambiente imediato da poluição por rejeitos perigosos, ar e até mesmo ruído, mas também devido à questão menos óbvia, porém potencialmente mais prejudicial, em torno do aquecimento global.

Isso é importante para os gerentes de produção porque os desastres que causam poluição, que ocupam as manchetes dos noticiários, parecem ser o resultado de uma variedade completa de causas – petroleiros encalhados, rejeito nuclear mal disposto, vazamento de detritos químicos em rios ou nuvens de poluição suspensas sobre cidades industriais. Na verdade, todos eles possuem algo em comum. São resultantes de falha baseada na produção. De algum modo, os procedimentos operacionais foram inadequados. Menos drástico a curto prazo, porém talvez mais importante a longo prazo, é o impacto ambiental de produtos que não podem ser reciclados e de processos que consomem grande quantidade de energia. Na verdade, muitas questões ambientais do gerente de produção tratam dos resíduos. As decisões da gerência de produção no projeto de produtos e serviços afeta significativamente a utilização de materiais na capacidade de reciclagem a curto e a longo prazo. O projeto do processo influencia a proporção de energia e mão de obra que é desperdiçada, assim como o desperdício de materiais. Planejamento e controle podem afetar o desperdício de materiais (embalagem desperdiçada por erros na aquisição, por exemplo), mas também afetam o desperdício de energia e mão de obra. Naturalmente, dedica-se grande parte da melhoria à redução do desperdício. Aqui, a responsabilidade ambiental e os aspectos convencionais da administração da produção coincidem. Reduzir o desperdício, em todas as suas formas, pode ser ambientalmente adequado, mas também evita custos para a organização.

Princípio de administração da produção

As atividades de administração da produção terão efeito significativo sobre o desempenho em sustentabilidade de qualquer tipo de empresa.

Modelo de administração da produção

Podemos agora combinar duas ideias para desenvolver o modelo de administração da produção e de processos que será usado no decorrer deste livro. A primeira é a ideia de que as *operações* e os *processos* que constituem as operações e outras funções empresariais são sistemas de transformação que assumem os *inputs* e usam recursos do processo para transformá-los em *outputs*. A segunda ideia é de que os recursos e processos precisam ser gerenciados em termos de como são *dirigidos*, como são *projetados*, como a *entrega* é planejada e controlada e como são *desenvolvidos* e melhorados. A Figura 1.11 mostra como essas duas ideias funcionam em conjunto. Este livro usará esse modelo para examinar as decisões mais importantes que devem ser de interesse de todos os gerentes de operações e processos.

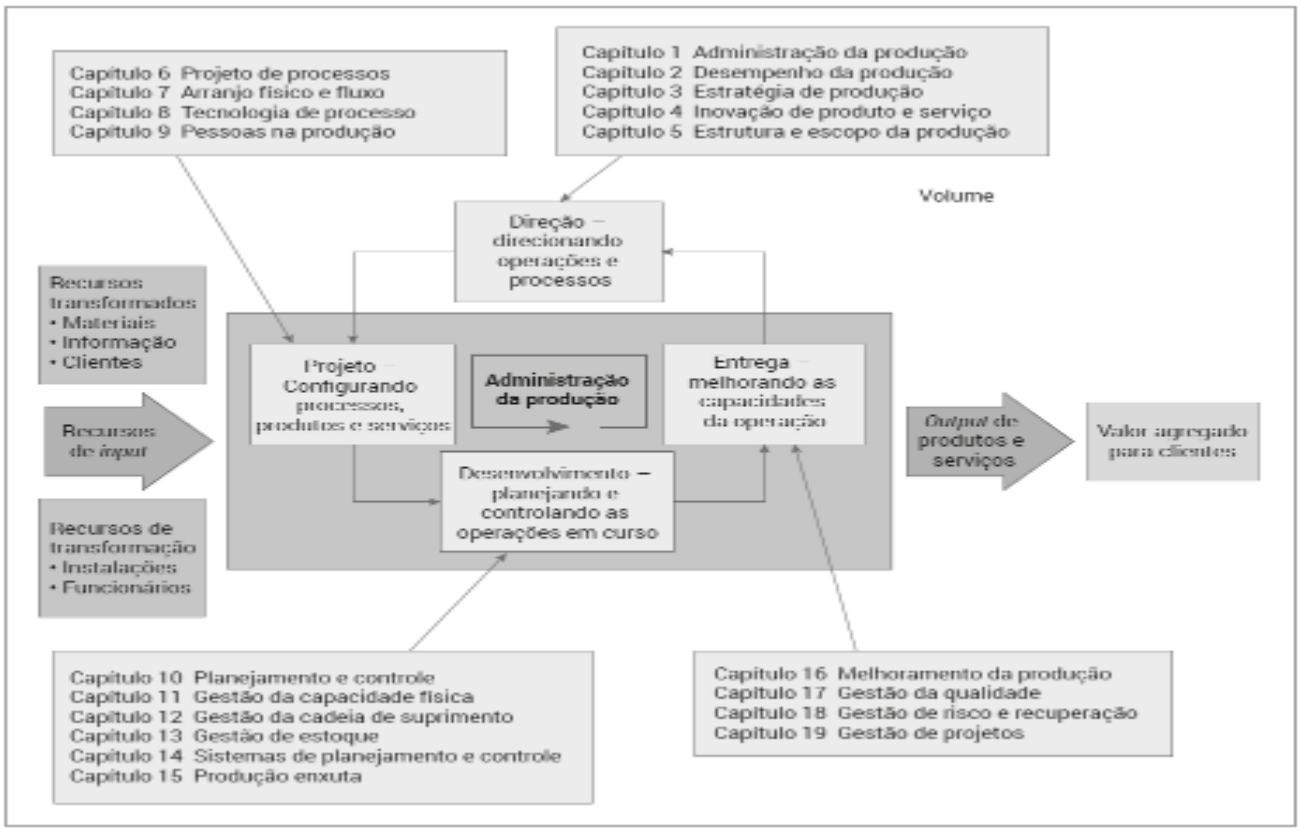


Figura 1.11 Modelo geral de administração da produção.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Atividades de reciclagem na HP[5]

A HP começou a reciclar o *hardware* em 1987, quando era o único grande fabricante de computadores a operar suas próprias instalações de reciclagem. Desde então, a HP recuperou mais de 1 bilhão de quilos de produtos para reutilização ou reciclagem. Seu programa de reciclagem busca reduzir o impacto ambiental de seus produtos, reduzindo os resíduos que vão para aterros e ajudando os clientes a descartarem seus produtos de modo conveniente e de uma maneira ambientalmente correta. O material recuperado, depois da reciclagem, é usado para fabricar diversos produtos, incluindo peças de fuselagem de automóveis, cabides, brinquedos de plástico, mourões de cerca e telhas.

A HP desenvolveu um padrão para o gerenciamento do *hardware* em final de vida útil, para garantir que esse *hardware* seja reciclado e recuperado com responsabilidade. Ela também ajuda outros recicladores de produtos eletrônicos a trabalharem de modo eficaz com seus produtos, fornecendo-lhes instruções de desmontagem. Mais de 75% de seus cartuchos de tinta e 24% dos cartuchos de *toner* LaserJet são manufaturados com aquilo que é conhecido como plástico reciclado de "ciclo fechado". Isso indica que os cartuchos de tinta que incluem plástico reciclado terão de 50% a 70% de plástico reciclado e os cartuchos de *toner* LaserJet que incluem plástico reciclado terão de 10% a 20% desse material. A HP entende que esse serviço oferece um modo fácil de reciclagem. Seus processos de última geração, desenvolvidos especialmente para ela, são projetados para assegurar que o *hardware* do computador, suprimentos de impressão HP vazios e outros itens sejam reciclados de modo responsável. O programa de reciclagem da empresa inclui características facilitadoras como reciclar cartuchos de jato de tinta e LaserJet gratuitamente, reciclar qualquer marca de *hardware* de computador, permitir o uso de sua ferramenta de pedido *online* para solicitar serviços de reciclagem e reciclar gratuitamente.

Para ser um bom gerente de produção, você precisa...[6]

Você está considerando fazer carreira em administração da produção e deseja saber se "tem alguma queda para isso"? Que habilidades e qualidades pessoais você necessitará para ter sucesso no cargo, além de seguir carreira na profissão? A primeira coisa a reconhecer é que há muitos papéis diferentes envolvidos na categoria geral de "gerente de produção". Alguém que trabalha como *designer* em um sistema de controle de risco em um banco de investimento pode não prosperar como gerente de uma mina de cobre. O gerente de projeto de *videogame* tem um conjunto diferente de tarefas diárias quando comparado a um gerente de compras de hospital. Assim, a primeira habilidade que você necessita é entender a gama de responsabilidades relacionadas à produção que existe em vários setores; e não há melhor modo de fazer isso do que ler este livro! Entretanto, há também algumas habilidades genéricas que um gerente de produção eficaz deve possuir. Aqui estão algumas delas. Quantas você compartilha?

■ *Ter prazer em fazer as coisas* – a administração da produção diz respeito a fazer as *coisas*. Exige energia e/ou comprometimento para concluir tarefas. Significa cumprir prazos e não decepcionar clientes, sejam eles internos ou externos.

■ *Entender as necessidades dos clientes* – a administração da produção diz respeito a agregar valor para os clientes. Isso significa entender plenamente o que significa "valor" para eles. Significa "colocar-se em seu lugar": saber o que é ser cliente e como assegurar que *seus* serviços ou produtos melhorem a vida dele.

■ *Saber comunicar e motivar* – a administração da produção diz respeito a direcionar recursos para fabricar produtos ou prestar serviços de maneira eficiente e eficaz. Isso significa articular o que é necessário e persuadir as pessoas a fazerem isso. Habilidades interpessoais são vitais. Os gerentes de produção devem ser "gente como a gente".

■ *Aprender sempre* – cada vez que um gerente de produção inicia uma ação (de qualquer tipo), há oportunidade de aprender em decorrência do resultado. Administração da produção significa aprendizagem, porque sem aprendizagem não há melhoria e melhoria é um imperativo para todas as operações.

■ *Comprometer-se com a inovação* – a administração da produção está sempre procurando melhorar o modo de fazer as coisas. Isso significa criar novas formas de fazê-las, ser criativo, ter imaginação e (às vezes) não ser convencional.

■ *Saber sua contribuição* – a administração da produção pode ser a função central em qualquer organização, mas não é a única. É importante que os gerentes de produção saibam como contribuir para o trabalho eficaz de outras funções.

■ *Capacidade de análise* – a administração da produção diz respeito à tomada de decisões. Cada decisão precisa ser avaliada (às vezes, em tempo muito curto). Isso envolve procurar os aspectos quantitativos e qualitativos da decisão. Os gerentes de produção não precisam necessariamente ser gênios em matemática, mas não devem temer os números!

■ *Sob pressão, permanecer "calmo"* – frequentemente, os gerentes de produção trabalham sob pressão. Precisam ter a habilidade de permanecer calmos, não importa que problema venha a ocorrer.

Comentário crítico

A ideia central deste capítulo introdutório é que todas as organizações possuem processos de operações que produzem produtos e serviços, e que todos esses processos são basicamente similares. Entretanto, acredita-se que a simples tentativa de caracterizar os processos dessa forma (talvez por chamá-los de processos) faça com que se perca ou se distorça a natureza dos mesmos, despersonalizando-os ou retirando a "humanidade" da maneira como pensamos na organização. Essa questão é comumente levantada em organizações sem fins lucrativos, particularmente pela equipe "profissional". Por exemplo, o diretor de uma "associação médica" europeia (um sindicato de médicos) criticou autoridades hospitalares por esperarem um *"serviço de fábrica de salsichas como modelo de produtividade"*. Não importa quão similar pareça no papel, argumenta-se que um hospital nunca pode ser visto da mesma forma que uma fábrica. Mesmo em empresas comerciais, profissionais, como funcionários criativos, expressam com frequência desconforto em terem sua especialização descrita como um "processo".

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é administração da produção?

■ Administração da produção é a atividade de gerenciamento dos recursos que serão destinados à criação e à entrega de produtos e serviços. É uma das funções centrais de qualquer empresa, embora possa não ser chamada administração da produção em alguns setores.

■ Administração da produção preocupa-se em gerenciar processos, e todos os processos possuem clientes e fornecedores. Como todas as funções administrativas também possuem processos, a administração da produção é relevante para todos os gerentes.

Por que a administração da produção é importante para todos os tipos de organização?

■ A administração da produção utiliza os recursos da organização para criar *outputs* que atendam às exigências definidas pelo mercado. Essa é *a* atividade fundamental de qualquer tipo de empresa.

■ A administração da produção é cada vez mais importante porque o ambiente empresarial de hoje requer novas ideias dos gerentes de produção.

O que é o processo de entrada (*input*) – transformação – saída (*output*)?

■ Todas as operações podem ser modeladas como processos de *input* – transformação – *output*. Todas têm *inputs* de recursos de transformação, geralmente divididos em "instalações" e "funcionários" e recursos transformados, que são alguma combinação de materiais, informação e clientes.

■ A maioria das operações cria e fornece uma combinação de serviços ou produtos, em vez de operações de serviço ou produto "puro".

O que é hierarquia de processos?

■ Todas as operações são parte de uma rede de suprimento mais ampla que, através das contribuições individuais de cada operação, satisfaz às exigências dos clientes finais.

■ Todas as operações são constituídas de processos que formam uma rede de relacionamentos de fornecedores e clientes internos, dentro da operação.

■ Os macroprocessos de negócios que satisfazem às necessidades dos clientes, frequentemente, cruzam processos baseados em função.

Como os processos de produção têm características diferentes?

■ Operações e processos diferem em termos do volume de seus *outputs*, da variedade de *outputs*, da variação da demanda por seus *outputs* e do grau de "visibilidade" que possuem.

■ Alto volume, baixa variedade, baixa variação e baixa "visibilidade" do cliente estão, geralmente, associados a baixo custo.

O que fazem os gerentes de produção?

■ Suas responsabilidades podem ser classificadas em quatro categorias: dirigir, projetar, entregar e desenvolver.

Dirigir inclui entender objetivos de desempenho relevantes, estabelecer uma estratégia de produção, gerenciar a inovação e o escopo da operação.

Projetar inclui desenhar a operação e seus processos e recursos.

Entregar inclui o planejamento e o controle das atividades da operação.

Desenvolver inclui o melhoramento da operação no decorrer do tempo.

■ Cada vez mais, os gerentes de produção têm responsabilidade pelo desempenho ambiental da produção.

ESTUDO DE CASO

Parceria com oficinas de *design* na Concept Design Services

"*Mal posso acreditar em quanto mudamos em um período relativamente curto. Passamos de um fabricante com o foco interno para uma operação de projeto e fabricação focada no cliente. Agora, somos fornecedor de serviços integrados. A maior parte de nossos novos negócios provém de parcerias que fizemos com oficinas de* design. *Na verdade, projetamos produtos juntamente com oficinas de* design *especializadas, que possuem uma marca conhecida, e lhes oferecemos o serviço completo de fabricação e distribuição de produtos. Em*

muitos aspectos, somos agora uma empresa business-to-business." (Jim Thompson, CEO da Concept Design Services (CDS)).

A CDS transformou-se em uma das empresas mais lucrativas de artefatos para o lar na Europa. Fundada na década de 1960, a empresa passou de fabricante de moldes industriais, principalmente para o setor aeroespacial, e de alguns utensílios baratos de limpeza, como baldes e pás de lixo vendidos com a marca "Focus", para fabricante de utensílios de alta qualidade (caros) com alto "valor de *design*".

A mudança para produtos "Concept"

A mudança para empresa de utensílios domésticos de margem mais alta foi pensada por Linda Fleet, diretora de marketing da CDS, que havia trabalhado anteriormente para uma grande rede varejista de tintas e papéis de parede.

"*A experiência na indústria de produtos decorativos ensinou-me a importância da moda e do desenvolvimento de produto, mesmo em produtos triviais como tintas. Cores especiais a preços mais altos e texturas novas permaneciam populares durante um ou dois anos, com o apoio de promoção adequada e revistas de decoração. Os fabricantes e varejistas que criavam e apoiavam tais produtos eram muito mais lucrativos do que aqueles que simplesmente ofereciam produtos padronizados. Instintivamente, senti que isso também se aplicava a utensílios domésticos. Decidimos desenvolver toda uma gama de produtos coordenados e abrir uma nova rede de distribuição para eles, direcionada a lojas finas, lojas de equipamentos de cozinha e varejistas de produtos de especialidade. Um ano após o lançamento de nossa primeira nova linha de utensílios para casa com a marca 'Concept', tínhamos contratado com mais de 3.000 varejistas o fornecimento de* displays *de ponto de venda. A cobertura da imprensa gerou imenso interesse, que foi reforçado pelo aparecimento dos produtos em vários programas de televisão sobre culinária e estilos de vida. Rapidamente, desenvolvemos um mercado totalmente novo e, em dois anos, os produtos 'Concept' eram responsáveis por 75% de nosso faturamento e 90% de nosso lucro. A faixa de preço dos produtos Concept é muito mais alta que a faixa de preço dos produtos Focus. Para ficarmos sempre à frente, lançamos frequentemente novos produtos em intervalos regulares.*"

***A mudança para parcerias com oficinas de* design**

"*Nos últimos quatro anos, temos desenhado, fabricado e distribuído produtos para algumas das mais prestigiadas oficinas de* design. *Esse tipo de negócio tende a crescer, especialmente na Europa, onde as oficinas de* design *apreciam nossa habilidade de oferecer um serviço completo. Podemos desenhar produtos juntamente com sua própria equipe de projeto e oferecer um nível de especialização em fabricação que não se consegue em nenhum outro lugar. E, o que é mais importante, podemos oferecer um serviço de distribuição adequado às suas necessidades. Do ponto de vista do cliente, os arranjos de distribuição parecem pertencer à própria oficina de* design. *De fato, eles são baseados exclusivamente em nossos recursos de* call center, *armazenagem e distribuição*."

A parceria mais bem-sucedida foi com os *designers* italianos da Villessi. Geralmente, é a experiência acumulada em *design* da CDS que é atraente para os parceiros das "oficinas de *design*". A CDS não apenas emprega *designers* respeitados profissionalmente, como também adquiriu uma reputação de ser capaz de transformar *designs* tecnicamente difíceis em produtos fabricáveis e vendáveis. As parcerias com oficinas

de *design* envolvem, comumente, longo tempo de desenvolvimento de produto, mas produzem-se produtos únicos com altas margens de lucro, quase sempre levando a marca da oficina de *design*.

"*Esse tipo de relacionamento favorece nossos pontos fortes. Nossos especialistas em* design *ganham a parceria para nós, mas em pouco tempo somos também valorizados por nossa competência em marketing, fabricação e distribuição"* (Linda Fleet).

Operações de manufatura

Toda a operação de manufatura ocorria em um prédio localizado a 20 km da sede da empresa. Sua área de moldagem abrigava grandes máquinas injetoras, muitas com capacidade de manipulação robótica do material. Os produtos e componentes eram passados para a área de empacotamento, onde eram montados e inspecionados. Geralmente, os produtos mais novos e mais complexos tinham que ser levados da moldagem à montagem e trazidos de volta para mais moldagem. Todos os produtos seguiam o mesmo roteiro geral de processo, mas, com mais produtos necessitando de vários estágios progressivos de moldagem e montagem, houve um aumento no "retorno de fluxos de processo", que aumentava a complexidade. Uma ideia era destinar uma célula separada para produtos mais novos e complexos até que eles fossem "incorporados" à linha de maior volume. Essa célula poderia também ser usada para testar novos moldes. Entretanto, essa ideia necessitaria de investimento em capacidade extra que não seria sempre utilizada completamente. Depois de fabricados, os produtos eram embalados e estocados no centro de distribuição adjacente.

"*Quando mudamos para a fabricação de produtos Concept de margens mais altas, nos desfizemos da maior parte de nossas máquinas injetoras antigas e menores. Ter máquinas maiores nos permitiu usar moldes maiores, com múltiplas cavidades. Isso acarretou aumento de produtividade ao nos permitir produzir diversos produtos ou componentes em cada ciclo da máquina. Isso também nos permitiu usar moldes de alta qualidade e complexos que, embora mais difíceis e trabalhosos de trocar, resultavam em produtos de alta qualidade. Por exemplo, com o mesmo trabalho com que antes faríamos três itens por minuto nas máquinas antigas, nas modernas podíamos fabricar 18 itens por minuto, utilizando os moldes com cavidades múltiplas. Isso representa um aumento de 600% em produtividade. Também alcançamos alta acurácia dimensional, excelente acabamento de superfície e alta consistência de cor. Conseguimos tudo isso graças a anos de experiência acumulada na fabricação de produtos aeroespaciais. Além do mais, ao padronizar em apenas grandes máquinas, qualquer molde poderia adaptar-se em qualquer máquina. Essa era a situação ideal do ponto de vista de planejamento, já que, com frequência, éramos solicitados sem muita antecedência a fabricar pequenas levas de produtos Concept*" (Grant Williams, gerente de produção da CDS).

O aumento de volume e o desejo de reduzir custos resultaram na subcontratação de boa parte dos produtos Focus para outras (geralmente menores) empresas de moldagem.

"Nunca faríamos isso com nenhum produto mais complexo ou produtos das oficinas parceiras de design, *mas a subcontratação permitiu-nos reduzir custos de fabricação de produtos básicos e, ao mesmo tempo, liberar capacidade para os produtos com margens maiores. Entretanto, tivemos alguns 'problemas de crescimento'. Coordenar o cronograma de produção é normalmente um problema, como também estabelecer consenso sobre padrões de qualidade. Em certo sentido, a falha foi nossa. Não percebemos que a subcontratação era uma habilidade por si só e, embora tenhamos resolvido alguns dos problemas, ainda não temos um relacionamento satisfatório com todos os nossos subcontratados"* (Grant Williams).

Serviços de planejamento e distribuição

O departamento de serviços de distribuição era visto como o coração que impulsionava o serviço ao cliente da empresa. Seu propósito era integrar os esforços de projeto, manufatura e vendas ao planejar o fluxo de produtos da produção, passando pelo centro de distribuição até o cliente. Sandra White, gerente de planejamento, reportava-se a Linda Fleet, e era responsável pela programação de toda a fabricação e distribuição e por manter os níveis de estoque para todos os itens do depósito.

"Tentamos manter uma sequência preferida de produção para cada máquina e molde para minimizar tempos de preparação, começando por cores mais claras e avançando na sequência até as cores mais escuras. Podemos mudar cores a cada 15 minutos, mas, como nossos moldes são grandes e complexos, a mudança de moldes pode levar até três horas. Boa programação é importante para manter alta a utilização da planta. Com maior variedade de produtos complexos, os tamanhos de lote reduziram-se e retornamos a uma utilização média. É comum não conseguirmos manter a programação. Mudanças de curto prazo são inevitáveis no mercado de moda. Certamente, melhores previsões ajudariam... mas, muitas vezes, até nossas próprias promoções são organizadas em cima da hora e nos pegam com falta em estoque. Novos produtos, em particular, são difíceis de prever, especialmente se são itens da 'moda' ou sazonais. Além disso, tenho que programar tempo de produção de teste de moldagem de novos produtos; normalmente, permitimos 24 horas para o teste de cada novo molde recebido e isso deve ser feito em máquinas da produção. Mesmo quando temos pedidos urgentes, as necessidades dos designers *têm sempre prioridade"* (Sandra White).

Os pedidos de clientes para os produtos da Concept e da parceria com as oficinas de *design* eram feitos por meio da central de vendas por telefone, localizada perto do depósito. Os pedidos individuais eram, então, despachados, utilizando-se a própria frota da empresa, de veículos pequenos e médios, para entregas no Reino Unido e empresas de transporte para o mercado continental europeu. Um cronograma de entrega padrão era utilizado e um "serviço expresso" oferecido para aqueles clientes que quisessem pagar um pequeno valor adicional. Entretanto, estudo recente mostrou que quase 40% das entregas expressas foram iniciadas pela empresa e não pelos clientes. Tipicamente, isso se dava para atender a pedidos de entrega contendo produtos não existentes em estoque no momento do pedido. O serviço de entrega expressa não era necessário para os produtos Focus porque quase todas as entregas dirigiam-se a cinco clientes principais. O tamanho de cada pedido geralmente era muito grande, com entregas diretas aos depósitos dos próprios clientes. Entretanto, embora a organização da entrega de produtos Focus fosse relativamente simples, as consequências de alguma falha eram muito grandes. Perder uma entrega significa aborrecer um grande cliente.

Desafios para a CDS

Embora a empresa fosse financeiramente bem-sucedida e muito bem vista na indústria de utensílios para o lar, havia algumas questões e desafios a serem resolvidos. O primeiro era o papel do departamento de *design* e sua influência sobre o desenvolvimento de novos produtos.

O desenvolvimento de novos produtos tornou-se particularmente importante para a CDS, especialmente desde que ela formou alianças com as oficinas de *design*. Isso levou ao aumento substancial tanto do tamanho quanto da influência do departamento de *design*, que se reportava diretamente a Linda Fleet.

"Construir e manter especialização em design *será a chave para nosso futuro. Grande parte de nosso crescimento virá de negócios atraídos pela criatividade e talento de nossos* designers. *Aqueles que*

conseguirem combinar a criatividade com o entendimento dos negócios de nossos parceiros e suas necessidades de design *poderão atrair contratos substanciais. Os negócios existentes são importantes, com certeza, mas o crescimento virá diretamente da capacitação dessas pessoas"* (Linda Fleet).

No entanto, nem todos são tão positivos a respeito da ascensão do departamento de *design*.

"É inegável que o relacionamento entre os designers *e as outras partes da empresa tem estado sob pressão recentemente. Suponho que isso seja, em certa medida, inevitável. Apesar de tudo, eles de fato necessitam ter a liberdade de desenhar o que quiserem. Posso entender por que eles ficam frustrados com algumas limitações com que precisamos lidar nas funções de produção ou distribuição da empresa. Também deveriam esperar um nível de serviço profissional de nós. Algumas vezes, eles não parecem entender as consequências ou implicações de suas decisões sobre o* design *ou das promessas que fazem às oficinas de* design. *O mais grave é que não parecem realmente entender que poderíamos, de fato, ajudá-los a desempenhar melhor seu trabalho, se eles cooperassem um pouco mais. De fato, atualmente encontro com mais frequência alguns dos* designers *de nossas oficinas parceiras do que nossos próprios* designers. *Os* designers *da Villessi estão sempre em nossa fábrica e desenvolvemos com eles um ótimo relacionamento*" (Grant Williams).

A segunda maior questão diz respeito à previsão de vendas e, novamente, apresenta duas visões. Grant Williams estava convencido de que as previsões deveriam ser aprimoradas.

"Toda sexta-feira de manhã, montamos a programação da produção e distribuição para a semana seguinte. Ainda assim, geralmente antes de terça-feira pela manhã, já teremos feito mudanças significativas devido a pedidos inesperados que chegaram de nossos clientes como efeito das vendas de final de semana. Isso causa uma tremenda interrupção em ambas as operações de produção e distribuição. Se as vendas pudessem ser previstas de forma mais precisa, poderíamos atingir níveis mais altos de utilização, melhor serviço ao cliente e, acredito eu, economias de custo significativas."

Entretanto, Linda Fleet entendia a questão de outra forma.

"*Veja, entendo a frustração do Grant, mas, acima de tudo, esse é um negócio relacionado à moda. Por definição, é impossível fazer previsões com exatidão. Em termos de volume de vendas mês a mês, somos, na verdade, bem precisos, mas tentar fazer previsões rigorosas para cada semana e cada produto é quase impossível. Desculpe, mas essa é justamente a natureza de nosso negócio. De fato, embora Grant reclame de nossa falta de previsões precisas, ele sempre faz um ótimo trabalho em responder às demandas inesperadas de nossos clientes."*

Jim Thompson, diretor geral, resume da seguinte forma sua visão da situação corrente.

"*Foram particularmente importantes nossas alianças com as oficinas de* design *italianas e alemãs. Na verdade, estamos nos posicionando como um parceiro que fornece serviço completo aos* designers. *Possuímos capacitação de* design *de nível internacional, aliada a serviços de manufatura, processamento e emissão de pedidos e distribuição. Essas habilidades nos permitem desenvolver parcerias genuínas, integrando-nos a todas as atividades da indústria*."

Linda Fleet também observou um papel cada vez maior para arranjos colaborativos.

"*Pode ser que estejamos vivendo uma mudança fundamental na maneira como fazemos os negócios na indústria. Sempre nos vimos, primordialmente, como uma empresa que satisfaz os desejos do cliente por meio do fornecimento de bom serviço aos varejistas. Os novos arranjos de parceria nos colocam mais no setor*

de relacionamento business-to-business. *Não tenho nenhum problema com esse princípio, mas estou um pouco preocupada que isso possa nos levar a áreas de negócios além de nossa especialização central*."

A questão final que tem sido debatida na empresa é de longo prazo e particularmente importante.

"*As duas grandes mudanças que fizemos nessa empresa ocorreram porque aproveitamos um ponto forte que tínhamos internamente. A mudança para os produtos Concept* só foi possível porque trouxemos nossa especialização de precisão em alta tecnologia desenvolvida no setor aeroespacial para o setor de utensílios *domésticos, uma situação de excelência em manufatura que nenhum de nossos concorrentes poderia igualar. Quando mudamos para as parcerias com oficinas de* design, *fomos bem-sucedidos porque possuíamos um corpo de designers que eram respeitados por essas mesmas oficinas internacionais. Qual será o próximo passo? Devemos expandir globalmente? Somos fortes na Europa, mas em nenhum outro lugar. Devemos estender nosso escopo de* design *para outros mercados, como o de móveis? Se fizermos isso, poderemos ser levados a áreas em que não temos especialização em manufatura. Somos ótimos em moldagem de plásticos por injeção, mas se tentarmos qualquer outro processo manufatureiro, poderemos* não ser melhores e, provavelmente, seremos piores que outras empresas com mais experiência. Assim, qual será nosso futuro?" (Jim Thompson, CEO da CDS).

QUESTÕES

1. Por que a administração da produção é importante para a CDS?
2. Desenhe um perfil dos "4 V" para os produtos e serviços da empresa.
3. Quais seriam suas recomendações para a empresa se fosse chamado a aconselhar sobre como aprimorar suas operações?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

---

1 Leia o "Operações na Prática" sobre a Pret A Manger. (a) Identifique os processos em uma loja Pret A Manger típica junto com seus *inputs* e *outputs*. (b) A Pret A Manger também fornece lanches para empresas (sanduíches e outros tipos de comida). Quais as implicações desse serviço no modo como a empresa administra seus processos na loja? (c) Quais seriam as vantagens e desvantagens se a Pret A Manger introduzisse "cozinhas centralizadas" que fizessem os sanduíches para as lojas de uma área?

2 Compare e analise a Torchbox e a Pret A Manger em termos de como precisam gerenciar suas operações.

3 Visite um hotel e uma lanchonete. Observe como elas operam; por exemplo, a movimentação dos consumidores, como os funcionários interagem com esses consumidores, qual o porte da loja, quais as opções da loja no uso do espaço disponível, que variedade de produtos/serviços ela oferece e assim por diante. Reflita sobre como essas lojas são semelhantes ou diferentes da Formule 1 e da Pret A Manger.

4 Releia o "Operações na Prática" da Lego. Essa empresa também empresta seu nome a uma cadeia de parques de diversão temáticos voltados para crianças mais novas e famílias. Embora o grupo Lego tenha uma participação nos parques, eles são quase totalmente de propriedade de uma empresa de parques temáticos – a Merlin Entertainments –, que os opera. Visite o *website* de um desses parques temáticos (ou

visite o local, se for viajar para um país onde haja um parque Lego) e compare a operação manufatureira da Lego com as operações do parque temático, usando os "4 V".

5 Visite e observe três restaurantes. Compare-os em termos dos "4 V". Reflita sobre o impacto de volume, variedade, variação e visibilidade sobre a administração diária de cada uma das operações e considere como cada operação tenta lidar com seu volume, variedade, variação e visibilidade.

6 **(Avançado)** Obtenha uma cópia de uma publicação de finanças (*Exame, Valor Econômico, Isto é Dinheiro* etc.) e identifique uma empresa descrita nessa publicação. Usando a lista de itens identificados na Figura 1.4, o que você considera que seria a *nova agenda de operações* para aquela empresa?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

Anupindi, R.; Chopra, S. *Managing business process flows*. 3. ed. Harlow: Pearson, 2013.

Oferece uma visão de "processo" das operações; a leitura compensa, embora o livro seja bastante quantitativo.

Barnes, D. *Operations management:* an international perspective. Boston: Cengage Learning, 2007.

Um texto semelhante a este em perspectiva, mas com abordagem mais internacional (e útil).

Brandon-Jones, A.; Slack, N. *Quantitative analysis in operations management*. Harlow: Financial Times: Prentice Hall, 2008.

Um livro breve que cobre alguns dos aspectos quantitativos mais avançados da administração da produção.

Hall, J.M.; Johnson, M.E. When should a process be art, not science? *Harvard Business Review*, Mar. 2009.

Um dos poucos artigos que examinam as fronteiras da teoria do processo convencional.

Hammer, M.; Stanton, S. How process enterprises really work. *Harvard Business Review*, Nov./Dec. 1999.

Hammer é um dos gurus de projeto do processo. Artigo típico dessa abordagem.

Jacobs, F.R.; Chase, R.B. *Operations and supply chain management*. 3. ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2012.

Há muitos livros-textos de boa qualidade sobre administração da produção. Este tem uma abordagem voltada para a cadeia de suprimentos, embora mais dirigido a uma audiência norte-americana.

Johnston, R.; Clark, E.; Shulver M. *Service operations management*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2012.

Que podemos dizer! Um magnífico tratamento das operações de serviço, pela mesma família deste livro.

SLACK, N.; LEWIS, M.A. (Org.). *The Blackwell encyclopedic dictionary of operations management*. 2. ed. Oxford: Blackwell Business, 2005.

Para os leitores que gostam de descrições e definições técnicas.

2

DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A administração da produção é julgada por seu desempenho. Entretanto, há muitas formas importantes de analisar o desempenho e há muitos indivíduos e grupos diferentes fazendo essa análise. Além do mais, o desempenho pode ser avaliado em diferentes níveis. Portanto, iniciamos este capítulo descrevendo uma abordagem muito ampla para mensurar o desempenho da produção em nível social, que usa o "resultado triplo" (*triple bottom line*) para avaliar o impacto social, ambiental e econômico da operação. Depois, vemos como o desempenho da produção pode ser analisado em termos da maneira com que ele afeta a capacidade da organização de alcançar sua estratégia geral. O capítulo examina então os aspectos do desempenho mais diretamente em nível operacional – qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Por fim, observamos como os objetivos de desempenho fazem *trade-off* (apresentam conflito). No modelo geral de administração da produção, os tópicos abordados neste capítulo são representados pela área marcada na Figura 2.1.

Questões-chave

- Por que o desempenho da produção é vital para qualquer organização?
- Como o desempenho da produção é analisado no nível social?
- Como o desempenho da produção é analisado no nível estratégico?
- Como o desempenho da produção é analisado no nível operacional?
- Como medir o desempenho da produção?
- Como os objetivos de desempenho da produção fazem *trade-off*?

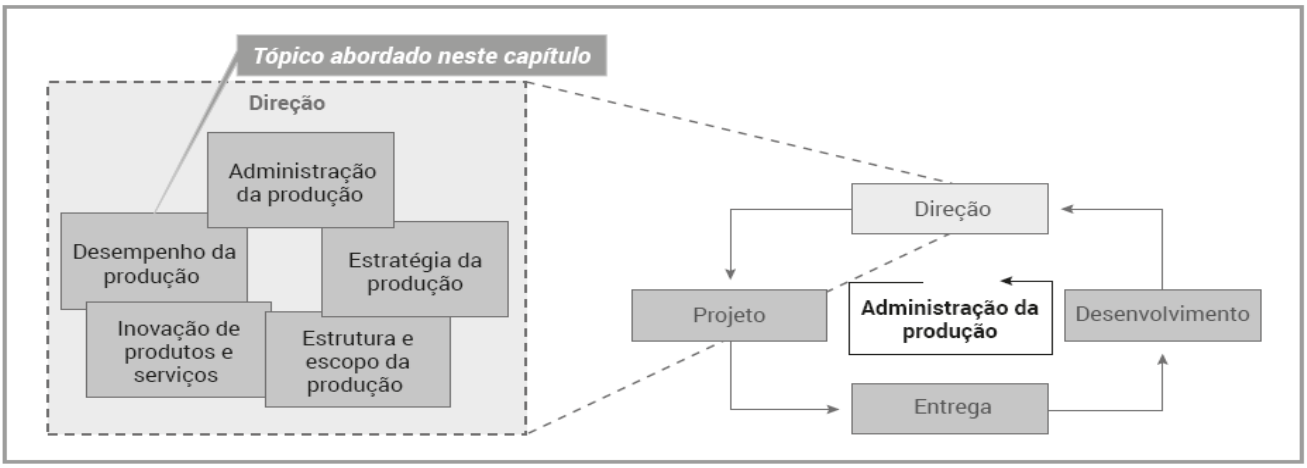


Figura 2.1 Este capítulo examina o desempenho da produção.

POR QUE O DESEMPENHO DA PRODUÇÃO É VITAL PARA QUALQUER ORGANIZAÇÃO?

Não é exagero ver a administração da produção como capaz de "construir ou destruir" qualquer empresa – não apenas porque a função produção é grande e, na maioria das empresas, representa o maior volume de seus ativos e a maioria de seus funcionários, mas também porque alavanca a habilidade de competir ao dar resposta aos clientes e ao desenvolver as capacitações que manterão a empresa à frente de seus concorrentes no futuro. Porém, quando as coisas saem errado na produção, os danos à reputação podem perdurar por muitos anos. Por exemplo, as viagens aéreas dependem da operação tranquila e eficaz dos terminais dos aeroportos, de modo que, quando o Terminal 5 do Aeroporto Heathrow de Londres foi aberto e houve caos em seus primeiros dias, isso foi percebido por muitos como uma das falhas mais evidentes da administração básica das operações na história moderna da aviação. Os problemas incluíam falta de treinamento adequado nos novos sistemas, sinalização confusa, tratamento lento da bagagem e falha em compreender como os processos individuais do terminal precisavam ser integrados. Foi preciso usar 400 voluntários adicionais e empresas de entrega para lidar com o acúmulo de bagagem atrasada, e 200 voos chegando e saindo do terminal foram cancelados em seus três primeiros dias. Agora, o terminal funciona bem e é muito popular junto aos passageiros, mas levou tempo para afastar a má reputação que ele ganhou naqueles primeiros dias caóticos.

Portanto, para compreender a importância da administração da produção, primeiro deve-se compreender por que as coisas podem sair errado na produção e o seu impacto. O Capítulo 18 tratará da natureza das falhas na produção, mas o primeiro ponto a observar é que, quando a produção sai errado, isso pode ser bastante óbvio. Veja os diversos problemas de casos proeminentes e desastres relatados nos noticiários. Muitos deles resultam diretamente da administração fraca das operações de produção. Desde falhas em caixas eletrônicos de banco que incomodam os clientes de uma operação até falhas no transporte aéreo que os mata, as falhas na produção são óbvias e também sérias. Nem todas as falhas na produção precisam ser drásticas. Pode-se argumentar que simplesmente fazer o que sempre foi feito é uma falha, pois deixa de explorar oportunidades de melhorar as coisas. Nessa visão, o que às vezes é conhecido como "não mexer com o time que está ganhando" em vez de explorar novas chances de melhoria também é uma falha. No entanto, não pense que a administração da produção significa simplesmente evitar a falha; sua contribuição para o sucesso geral de uma organização é muito maior do que isso. A administração da produção pode "construir" a organização de várias maneiras. Em primeiro lugar, a administração da produção preocupa-se em melhorar as coisas – melhor qualidade, melhor serviço, melhor reatividade, melhor confiabilidade, melhor flexibilidade, melhor custo e melhor uso do capital investido nas instalações. E é esse foco no "melhor", ou no melhoramento, que potencialmente pode fazer da produção aquilo que impulsiona a organização inteira. Segundo, através do aprendizado contínuo que pode vir de suas atividades de melhoramento, a administração da produção pode construir as competências "difíceis de serem imitadas", que podem ter um impacto estratégico significativo. (Trataremos melhor dessa questão no próximo capítulo, sobre a estratégia de produção.) Terceiro, a administração da produção consiste especialmente em "processo", ou seja, como as coisas são feitas. E há uma relação entre processo e resultado. A boa administração da produção é a melhor maneira de produzir bons produtos e serviços.

Sem dúvida, os gerentes de produção sempre enfrentam novos desafios não apenas quando têm novos projetos importantes a gerenciar como o Terminal 5, mas também, de modo geral, à medida que o

ambiente econômico, social, político e tecnológico muda. Muitas dessas decisões e desafios parecem em grande medida de natureza econômica. Qual será o impacto em nossos custos ao acrescentarmos uma nova característica a um produto ou serviço? Podemos gerar retorno aceitável se investirmos em nova tecnologia? Outras decisões têm mais de um aspecto "social". Como nos assegurarmos de que nossos fornecedores tratam seus funcionários de modo justo? Finalmente, algumas têm impacto ambiental. Estamos fazendo o suficiente para reduzir nossa emissão de carbono? Além disso, as decisões "econômicas" também têm impacto ambiental para as empresas. Uma nova característica de produto torna a reciclagem mais difícil no final da vida útil? A nova tecnologia aumentará a poluição? De modo semelhante, as decisões "sociais" devem ser tomadas no contexto de suas consequências econômicas. Com certeza, desejamos que os fornecedores tratem bem seus funcionários, mas também precisamos obter lucro. E isso é um grande dilema. Como os gerentes de produção podem ser viáveis economicamente e, ao mesmo tempo, responsáveis ambiental e socialmente? É por isso que começamos nossa abordagem do desempenho da produção no nível "social", examinando o "resultado triplo" (*triple bottom line*).

Princípio de administração da produção

A administração da produção é fundamental para o sucesso sustentável de qualquer organização.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Novozymes[1]

Talvez não seja surpresa que uma empresa cujos produtos ajudam outras firmas a operarem com mais sustentabilidade deva estar interessada em destacar seu próprio desempenho ambiental e social. Isso certamente acontece com a Novozymes, uma empresa sediada na Dinamarca, cuja produção mundial de enzimas, microorganismos e ingredientes biofarmacêuticos ajuda seus clientes nos setores de cuidados domésticos, alimentos e bebidas, bioenergia, agricultura e farmacêutico a "*fazer mais por menos, enquanto economiza energia e gera menos resíduos*". A Novozymes é a líder mundial naquilo que chama de "bioinovação", particularmente no campo da produção e aplicação de enzimas. As enzimas são proteínas que, na natureza, iniciam reações bioquímicas em todos os organismos vivos. São as enzimas que convertem o alimento no nosso estômago em energia e transformam as folhas que caem na floresta em composto. As operações da Novozymes encontram enzimas na natureza e as otimizam de modo que possam substituir produtos químicos nocivos, aceleram os processos de produção de seus clientes e minimizam o uso de recursos escassos. Essas enzimas são bastante usadas em muitos setores, como, por exemplo, lavanderia e detergentes para lavagem de louças (removendo manchas e permitindo a lavagem em baixas temperaturas), enquanto outras enzimas melhoram a qualidade do alimento, cerveja e vinho, ou aumentam o valor nutricional dos alimentos para animais. Elas também são usadas na produção de biocombustíveis, transformando amido ou celulose de biomassa em açúcares que podem ser fermentados para etanol.

Como a Novozymes avalia seu próprio desempenho? Ela é uma empresa comercial, com investidores que esperam retorno de seus investimentos, mas a empresa também tenta equilibrar um bom negócio para seus clientes e seus acionistas com o impacto que tem sobre a mudança ambiental e social. Em termos do desempenho financeiro convencional de sua produção, a empresa acompanha receitas de seus diversos mercados, além de seus custos de matéria-prima, melhorias de produtividade, investimento em pesquisa e desenvolvimento, vendas e custos administrativos, além dos efeitos de fatores operacionais como o *mix*

de produtos em suas operações de processamento. Naturalmente, a Novozymes também monitora suas operações em relação à interação com clientes e fornecedores.

Em termos de seu desempenho ambiental, a Novozymes tem dois aspectos a monitorar. O primeiro é o impacto de seus produtos e serviços sobre o desempenho de seus clientes. A empresa realiza estudos de avaliação de ciclo de vida (*life cycle analysis* ou LCA), com revisão por pares, para documentar o impacto ambiental de suas biossoluções para seus clientes e aconselhá-los sobre as formas de reduzir suas emissões de CO_2. Em relação às suas próprias operações, a Novozymes tenta reduzir o consumo de recursos naturais (incluindo o uso de água) a cada ano e diminuir o impacto ambiental negativo de seus processos produtivos. Da mesma forma, a melhoria na eficiência energética é impulsionada por otimizações de processo contínuas e pela implementação de projeto de economia de energia em seus pontos de produção globais. Mas todos os processos de produção produzem resíduos e subprodutos, de modo que a Novozymes visa à melhoria contínua na quantidade de resíduo e subprodutos enviados para aterro ou incineração. Isso tem o duplo efeito de reduzir o custo de tratamento de resíduos e minimizar a pegada ambiental da empresa. Como resultado desses esforços, o Índice de Sustentabilidade Dow Jones, um *benchmark* global de sustentabilidade, avaliou a Novozymes entre as 3% melhores empresas no setor da indústria química.

A empresa também acompanha diversos aspectos do seu desempenho social. Entre eles estão: satisfação e desenvolvimento dos funcionários, diversidade e oportunidades iguais, saúde ocupacional e segurança, conformidade com direitos humanos e padrões de mão de obra, esforços de cidadania corporativa e integridade nos negócios. Fato talvez impressionante, a Novozymes define metas de desempenho a longo prazo nos aspectos-chave de seu desempenho, que são integrados aos esquemas de incentivo por toda a organização. O desempenho financeiro a longo prazo é medido de modo convencional através da taxa de crescimento das vendas, lucratividade e retorno sobre o capital investido. Porém, além disso, a Novozymes também possui uma série de "metas de impacto". Dentro de cinco anos, a empresa diz que seu alvo é:

■ alcançar 6 bilhões de pessoas, especialmente em mercados emergentes, com seus produtos que aprimoram a sustentabilidade;

■ fornecer conhecimento do potencial da biologia a um milhão de pessoas, via treinamento em fábricas, apoio a comunidades locais e envolvimento com universidades e escolas de administração;

■ catalisar cinco parceiros globais para a mudança por meio de parcerias de alto impacto com organizações públicas e privadas, a fim de criar respostas para um mundo sustentável;

■ oferecer 10 inovações transformadoras que mudem a vida de muitas pessoas e realizem as metas de sustentabilidade;

■ poupar 100 milhões de toneladas de CO_2 por ano do mundo, através da aplicação de seus produtos pelos clientes;

■ permitir que seus empregados desenvolvam sua habilidades.

Desempenho em três níveis

Examinando o exemplo de como a Novozymes monitora e reporta seu desempenho, podemos demonstrar que "desempenho" não é um conceito tão simples. Em primeiro lugar, ele tem múltiplas facetas, no sentido

de que uma única medição nunca pode comunicar totalmente o sucesso ou o fracasso de algo tão complexo quanto uma operação. Diversas medições sempre serão necessárias para transmitir uma visão realista dos diversos aspectos do desempenho. Segundo, o desempenho pode ser avaliado em diferentes níveis, desde o nível social amplo, a longo prazo, do monitoramento ambiental da Novozymes, por exemplo, até suas questões no nível mais operacional, sobre como a empresa melhora a eficiência do dia a dia, ou como ela atende a seus clientes individuais. No restante deste capítulo, veremos como a produção pode avaliar seu desempenho em três níveis:

- O nível amplo, social, usando a ideia do "resultado triplo" (*triple bottom line*).
- O nível estratégico de como uma operação pode contribuir para a estratégia geral da organização.
- O nível operacional, usando os cinco "objetivos de desempenho" da produção.

Esses três níveis de desempenho da produção são ilustrados na Figura 2.2.

COMO O DESEMPENHO DA PRODUÇÃO É ANALISADO NO NÍVEL SOCIAL?

Nenhuma operação existe ou funciona isoladamente. As decisões tomadas dentro de qualquer operação e a forma como ela realiza suas atividades do dia a dia afetarão todos os grupos de *stakeholders. Stakeholders* são as pessoas e os grupos que têm interesse legítimo nas atividades de produção. Alguns *stakeholders* são internos, por exemplo, os funcionários da produção; outros são externos, por exemplo, os clientes, a sociedade ou grupos comunitários e os acionistas da empresa. Alguns *stakeholders* externos têm relacionamento comercial direto com a organização, por exemplo, fornecedores e clientes; outros não, por exemplo, os órgãos reguladores do setor. Nas operações que não visam o lucro, esses grupos de *stakeholders* podem se sobrepor. Assim, os trabalhadores voluntários em uma instituição de caridade podem ser funcionários, doadores e clientes ao mesmo tempo. Entretanto, em qualquer tipo de organização, é responsabilidade da função produção entender os objetivos (às vezes, conflitantes) de seus *stakeholders* e estabelecer apropriadamente seus objetivos. A Figura 2.3 ilustra apenas alguns dos grupos de *stakeholders* que teriam interesse no desempenho da função produção de uma organização. Embora esses grupos, em diferentes graus, possam estar interessados no desempenho da produção, provavelmente terão visões muito diferentes sobre qual aspecto do desempenho é importante. Apesar disso, se for preciso avaliar a produção em um nível amplamente social, dever-se-á avaliar o impacto que ela tem sobre seus *stakeholders*.

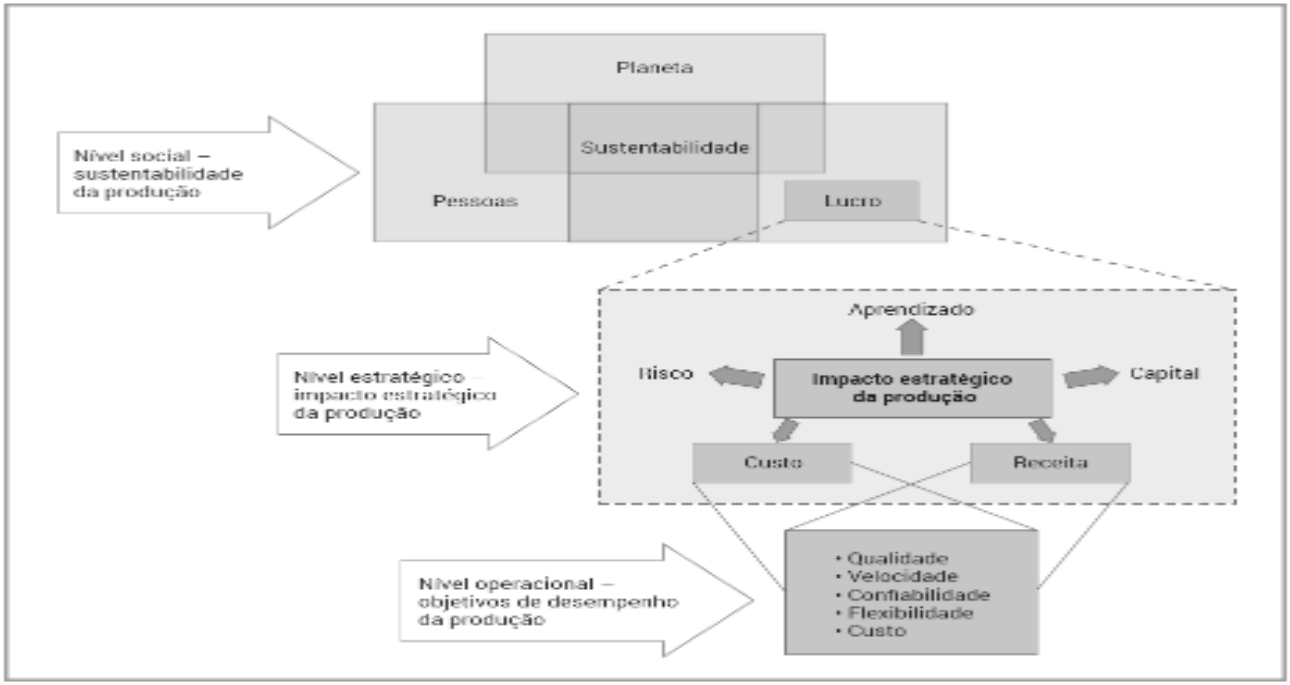


Figura 2.2 Os três níveis de desempenho da produção.

Princípio de administração da produção

Todas as decisões de produção devem refletir os interesses dos grupos de *stakeholders*.

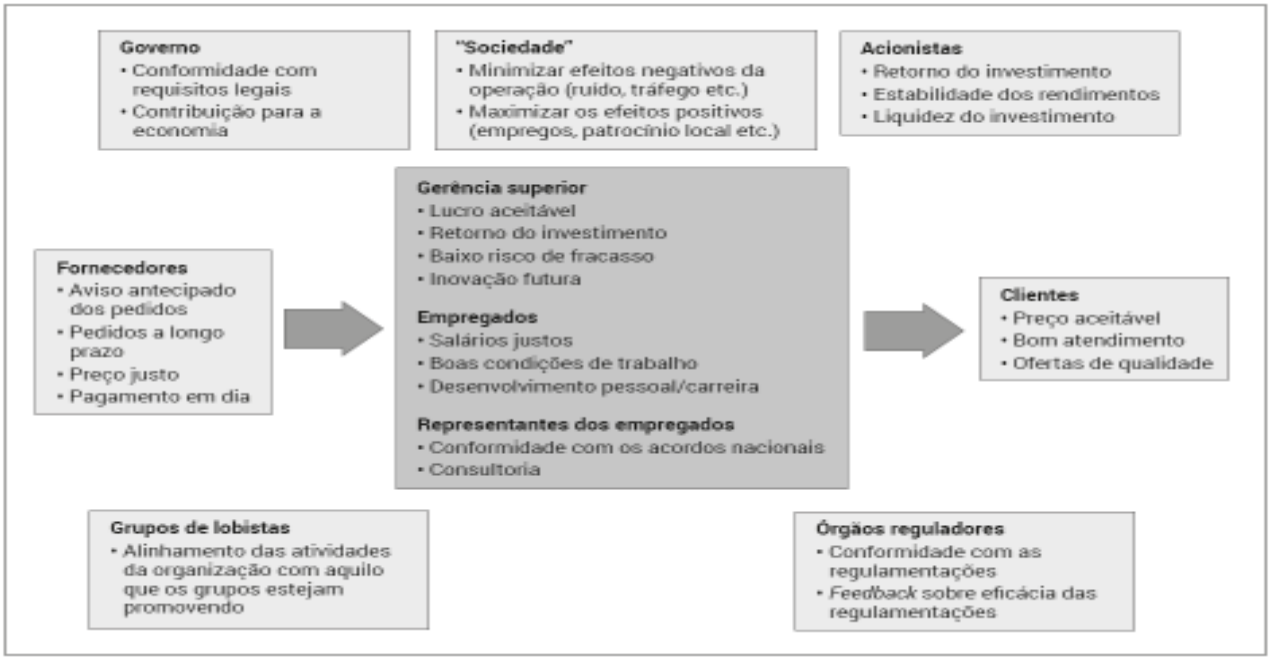


Figura 2.3 Grupos de *stakeholders* com objetivos típicos nas atividades de produção.

Responsabilidade social corporativa (RSC)

Essa ideia de que a produção deve levar em consideração seu impacto sobre o amplo *mix* de *stakeholders* é chamada de "responsabilidade social corporativa" (geralmente conhecida como RSC). Conforme a definição do governo do Reino Unido, "*A RSC trata essencialmente de como a empresa leva em consideração*

seus impactos econômicos, sociais e ambientais no modo que opera – maximizando os benefícios e minimizando os aspectos negativos [...] *Especificamente, vemos a RSC como as ações voluntárias que a empresa pode assumir, atendendo aos requisitos legais para conciliar seus interesses competitivos e os interesses da sociedade em geral*". Um vínculo mais direto com o conceito de *stakeholder* é encontrado na definição usada pela Marks and Spencer, varejista estabelecida no Reino Unido: "*A Responsabilidade Social Corporativa* [...] *está ouvindo e respondendo às necessidades dos* stakeholders *de uma empresa. Isso inclui as exigências de desenvolvimento da sustentabilidade. Acreditamos que construir bons relacionamentos com funcionários, fornecedores e a sociedade em geral é a melhor garantia de sucesso a longo prazo. Essa é a espinha dorsal de nossa abordagem de RSC."*
A questão de como os objetivos da RSC podem ser incluídos nas atividades de administração da produção é de crescente importância, do ponto de vista ético e comercial. Isso será tratado novamente em vários pontos no decorrer deste livro.

O resultado triplo (*triple bottom line*)

Um termo comum que tenta conter a ideia de uma abordagem mais ampla para avaliar o desempenho de uma organização é o "resultado triplo"[2] (*triple bottom line – TBL ou 3BL*), também conhecida como "pessoas, planeta e lucro (*profit*)". Essencialmente, é uma ideia bem clara: as organizações devem mensurar-se não apenas pelo lucro econômico tradicional que geram para seus proprietários, mas também pelo impacto que suas operações têm sobre a sociedade (amplamente, no sentido de comunidades, e individualmente, por exemplo, em termos de funcionários) e pelo impacto ecológico sobre o meio ambiente. A iniciativa influente que resultou dessa abordagem de resultado triplo é a de "sustentabilidade". Um negócio sustentável é aquele que cria lucro aceitável para seus proprietários, mas minimiza os danos ao meio ambiente e aprimora a existência das pessoas com as quais tem contato. Em outras palavras, equilibra interesses econômicos, ambientais e sociais. Isso dá à organização "licença para operar" na sociedade. A suposição básica do resultado triplo (a qual não é universalmente aceita) é que um negócio sustentável tem mais chance de permanecer bem-sucedido no longo prazo do que outro que foca apenas metas econômicas. Apenas uma empresa que produz uma abordagem de resultado triplo equilibrada está realmente contabilizando o custo total de administrar suas operações.

Princípio de administração da produção
As operações devem avaliar-se pelo princípio do resultado triplo de pessoas, planeta e lucro.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Patagonia, uma B Corp[3]

Na maioria dos países, há um princípio consagrado em lei: as empresas devem zelar pelos interesses de seus proprietários; em outras palavras, de seus acionistas. Contudo, isso está começando a mudar. Desde 2005, o Reino Unido, por exemplo, permite às pessoas formar "empresas de interesse comunitário" que tenham um conjunto de objetivos mais amplos. Há quem argumente que "empresas com fins lucrativos" convencionais sofrem pressão para descartar as metas sociais em favor do aumento do lucro. Organizações de caridade e "empresas sem fins lucrativos" são limitadas em suas condições de levantar

fundos quando precisam crescer. Em 2012, Yvon Chouinard, fundador e dono da Patagonia Inc., empresa de roupas *outdoor* que projeta, desenvolve e comercializa vestuário e equipamentos para ampla variedade de esportes ao ar livre, tornou-se o primeiro empresário a tirar proveito de uma nova lei da Califórnia que dá às empresas maior liberdade para adotar estratégias que acreditem beneficiar a sociedade como um todo, em vez de simplesmente limitar-se a maximizar o lucro. Conforme Chouinard, a Patagonia é uma das novas "corporações beneficentes" (geralmente chamadas "*B Corps*", forma abreviada de *benefit corporations*). Para atender ao critério de *B Corp*, uma empresa deve ter uma missão social e/ou ambiental clara e inequívoca e responsabilidade legal de respeitar os direitos dos trabalhadores, da comunidade, do meio ambiente, bem como de seus acionistas. Deve também publicar informações auditadas sobre seu impacto ambiental e social, além dos resultados financeiros.

A declaração de missão da Patagonia é a seguinte: "*Fabricar o melhor produto, não causar danos desnecessários e usar a empresa para inspirar e implementar soluções para a crise ambiental*." A empresa utiliza materiais ambientalmente adaptados (algodão orgânico, poliéster reciclado e reciclável, misturados com cânhamo), patrocina e participa de muitas iniciativas ambientais, como a promoção de corredores de conservação da fauna e o combate à engenharia genética. Seus funcionários desfrutam de benefícios, incluindo plano de saúde generoso, creche subsidiada, horário de trabalho flexível e dispensa do trabalho para estágios ambientais. Muitos funcionários compartilham seus valores, cuidam da qualidade e são ativos em causas ambientais e comunitárias. Entretanto, como a maioria das empresas de vestuário, a Patagonia também terceiriza a produção. Então, como ela está segura de que os valores da empresa são também apoiados por sua rede de suprimento? É importante, seus diretores dizem, trabalhar com fornecedores "*que compartilham nossos valores de integridade e ambientalismo. No passado, constatamos que não foi necessário nenhum esforço extra para conseguir isso. Nossa demanda por alta qualidade e os relacionamentos estreitos com o pequeno número de fábricas com que fazíamos negócio assegurava isso. É mesmo verdade que você não pode fabricar bons produtos em uma fábrica ruim, e fazíamos negócio com algumas das melhores fábricas do mundo. Elas eram, em sua maioria, eficientes e bem dirigidas. As pessoas que trabalhavam nelas costumavam ter muita experiência. Apesar da alta rotatividade de funcionários por toda a indústria de vestuário, essas fábricas estavam preparadas para reter funcionários porque lhes pagavam de forma justa e os tratavam humanamente*". Transparência é também importante. Em um esforço para entender os impactos sociais e ambientais de sua rede de suprimento, a Patagonia lançou suas *Footprint Chronicles*, em que traça o impacto ambiental e social dos produtos, desde o projeto, passando pela criação da fibra e pelo acabamento do produto, até o transporte para seu armazém.

O resultado social (pessoas) – a responsabilidade social, medida pelo impacto da operação sobre a qualidade de vida das pessoas

A ideia fundamental por trás do resultado social não é simplesmente a de que há conexão entre as empresas e a sociedade em que operam – isso é autoevidente. Mais propriamente, as empresas devem aceitar que assumem alguma responsabilidade pelo impacto que têm na sociedade e balanceiam as consequências "sociais" externas de suas ações em relação às consequências internas mais diretas, como o lucro. No nível individual, o desempenho do resultado social significa criar empregos e padrões de trabalho que permitam às pessoas contribuir com seus talentos sem estresse desnecessário. No nível grupal, significa reconhecer e lidar honestamente com representantes dos funcionários. Ademais, as

empresas são também parte da comunidade maior e, argumenta-se, deve ser reconhecida sua responsabilidade com as comunidades locais por ajudarem a promover seu bem-estar econômico e social. Algumas das maneiras como a produção pode afetar o desempenho do resultado social são:

- segurança de produtos e serviços para o cliente;
- impacto do local de uma operação sobre o emprego;
- implicações da terceirização sobre o emprego;
- trabalho repetitivo ou alienante;
- segurança do pessoal e estresse no local de trabalho;
- não exploração de fornecedores de países em desenvolvimento.

O resultado ambiental (planeta) – a responsabilidade ambiental, medida pelo impacto da operação sobre o meio ambiente

Sustentabilidade ambiental (conforme o Banco Mundial) significa "*assegurar que a produtividade global do capital humano e físico acumulado, resultante de ações de desenvolvimento, mais do que compensa a perda direta ou indireta ou a degradação do meio ambiente*". Em termos mais diretos, geralmente se considera o grau em que a atividade empresarial afeta negativamente o ambiente natural. Este é certamente um assunto muito importante, não apenas devido ao impacto óbvio sobre o ambiente imediato de resíduos perigosos, poluição do ar e até sonora, mas também em razão das questões menos óbvias, embora potencialmente bem mais prejudiciais, em torno do aquecimento global. Os gerentes de produção não podem evitar a responsabilidade pelo desempenho ambiental. Frequentemente, está nas falhas operacionais a origem dos desastres da poluição e as decisões operacionais (como projeto do produto) que impactam os problemas ambientais em mais longo prazo.

Algumas das maneiras como a produção pode afetar o desempenho do resultado ambiental são:

- Reciclagem de materiais, consumo de energia, geração de resíduos.
- Redução de energia relacionada ao transporte.
- Poluição sonora, fumaça e emissão de gases poluentes.
- Obsolescência e desperdício.
- Impacto ambiental das falhas do processo.
- Plano de recuperação para minimizar o impacto das falhas.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
A Holcim trabalha com o "resultado triplo"[1]

A Holcim é uma empresa global, com sede na Suíça, que emprega 80 mil pessoas e possui instalações de produção em cerca de 70 países. É um dos principais fabricantes e distribuidores de cimento e agregados (por exemplo, pedra britada, cascalho e areia). Também fornece concreto misturado e asfalto, além de fazer consultoria, pesquisa, comercialização, engenharia e outros serviços. Porém, junto com outras empresas desse setor, a Holcim enfrenta alguns desafios consideráveis para alcançar seus objetivos de sustentabilidade. Afinal, a fabricação de cimento é uma atividade que tem impacto significativo sobre quase todo aspecto da sustentabilidade e da responsabilidade social. O concreto é o segundo recurso mais usado no mundo, após a água. Como principal ingrediente do concreto, o cimento é exigência-chave da

sociedade moderna, mas sua fabricação é um processo com uso intenso de energia e de outros recursos. Isso possivelmente explique por que a Holcim dedica tanto esforço em suas estratégias de desenvolvimento sustentável. Ela aspira, como diz, a *"ser a empresa mais respeitada e atraente do mundo no setor em que atuamos, agregando valor para todos os nossos* stakeholders, *colocando o desenvolvimento sustentável no núcleo de nossa estratégia comercial para aumentar esse valor, proteger nossa reputação e contribuir para o sucesso continuado"*. A estratégia da Holcim e sua abordagem para agregar valor tentam integrar impactos econômicos, ambientais e sociais utilizando a abordagem do "resultado triplo".

Para atingir suas metas empresariais de resultado triplo, a Holcim estabeleceu um conjunto de objetivos de desempenho que abrangem todo o grupo. Porém, antes de as metas serem atingidas, a empresa visa entender seu desempenho atual. Faz isso ao estabelecer técnicas consistentes de mensuração e de relatório, bem como ao implementar sistemas gerenciais para monitorar o progresso em relação às metas. Todavia, os sistemas de mensuração do desempenho relacionados à RSC não devem, segundo a Holcim, ser separados dos sistemas empresariais mais convencionais. Para trabalhar de modo eficaz, os sistemas de desempenho de RSC estão integrados em processos de negócio globais e apoiados por treinamento apropriado.

O resultado econômico (lucro) – a responsabilidade econômica, medida pela lucratividade, retorno sobre ativos etc. da operação

A alta administração da organização representa os interesses dos proprietários (ou dos acionistas, sócios, associados etc.) e, assim, é diretamente responsável pelo desempenho econômico da organização. Geralmente, isso significa que os gerentes de produção devem usar os recursos de produção de modo eficaz, e há muitas formas de mensurar o "resultado econômico". Os especialistas em finanças têm concebido várias medidas (como retorno sobre ativos etc.), mas isso está fora do escopo deste livro.
Algumas das maneiras como a produção pode afetar o desempenho do resultado econômico são:

- Custo da produção de produtos e serviços.
- Receita vinda dos efeitos da qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade.
- Eficácia do investimento nos recursos da produção.
- Risco e resiliência da oferta.
- Criação de capacidade futura.

Analisaremos esses aspectos do "resultado econômico" na próxima seção, sobre a avaliação do desempenho operacional em nível estratégico.

COMO O DESEMPENHO DA PRODUÇÃO É ANALISADO NO NÍVEL ESTRATÉGICO?

Muitas das atividades dos gerentes de produção (mas não todas) são, por natureza, operacionais. Ou seja, elas tratam de questões relativamente imediatas, detalhadas e locais. Porém, uma ideia central na administração da produção é que o tipo de decisões e atividades que os gerentes de produção executam também tem um impacto estratégico significativo. Portanto, ao avaliar o desempenho da função produção, faz sentido perguntar como isso afeta a posição "econômica" estratégica da organização. Vamos examinar com mais detalhes o modo como o gerente de produção pode pensar a respeito do papel estratégico. Porém, em um nível estratégico, identificamos cinco aspectos do desempenho da produção que

contribuem para o aspecto "econômico" do resultado triplo e que podem ter um impacto significativo (*veja* a Figura 2.4).

Vamos começar examinando como a produção afeta o lucro. Em um nível simples (e simplista), o lucro é a diferença entre os custos da produção de produtos e serviços e a receita que, em troca, a organização obtém de seus clientes. (Para a produção no setor público, uma métrica equivalente, embora difícil de ser mensurada, poderia ser "bem-estar por gasto unitário".)

Comentário crítico

O dilema em usar essa ampla variedade de resultado triplo, *stakeholders* ou RSC para julgar o desempenho das operações é que as organizações, particularmente as empresas comerciais, têm que enfrentar as pressões conflitantes de maximizar a rentabilidade, por um lado, e a expectativa de que atenderão ao interesse da sociedade (total ou parcial) com responsabilidade e transparência, por outro. Mesmo se a empresa desejasse refletir os aspectos do desempenho além de seus próprios interesses imediatos, como ela deveria fazer isso? Conforme Michael Jensen, da Harvard Business School, "*Em termos econômicos amplos ou em nível social, a questão é esta: se pudéssemos ditar os critérios ou a função objetivo a ser maximizada pelas empresas (e, assim, o critério pelo qual os executivos optam entre alternativas políticas), o que seria? Ou, colocado o assunto em termos mais simples: como desejamos que as empresas de nossa economia mensurem seus próprios desempenhos? Como desejamos que determinem o que é melhor* versus *o que é pior?*"[5] Ele também afirma que o uso de perspectivas dos *stakeholders* atribui peso indevido a interesses especiais restritos, uma vez que estes desejam usar os recursos da organização em seu próprio benefício. A perspectiva dos *stakeholders* dá-lhes uma legitimidade espúria que *"enfraquece as bases do comportamento orientado para o valor"*.

A administração da produção afeta os custos

Parece bastante óbvio afirmar isso, mas quase todas as atividades que os gerentes de produção realizam regularmente (e todos os tópicos que são descritos neste livro) terão um efeito sobre o custo da produção de produtos e serviços. Nitidamente, a eficiência com que uma operação adquire seus recursos transformados e em transformação, e a eficiência com que ela converte seus recursos transformados, determinará o custo de seus produtos e serviços. E, para muitos gerentes de produção, esse é *o* aspecto mais importante de como eles avaliam seu desempenho. Na verdade, não haverá muitas organizações (se houver alguma) indiferentes a seus custos.

A administração da produção afeta a receita

Contudo, o custo nem sempre é necessariamente o objetivo estratégico mais importante para os gerentes de produção. Suas atividades também podem ter um efeito imenso sobre a receita. Produtos e serviços de alta qualidade, sem falhas, entregues rapidamente e no prazo, tendo a operação flexibilidade de adaptar-se às necessidades do cliente, provavelmente exigem um custo mais alto e vendem mais do que aqueles com mais baixos níveis de qualidade, entrega e flexibilidade. E os gerentes de produção são diretamente responsáveis por questões como qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade e flexibilidade, conforme discutiremos mais adiante neste capítulo.

Figura 2.4 A produção pode contribuir para o sucesso financeiro através de baixos custos, receita crescente, redução de risco, uso eficaz do capital e criação das capacidades de inovação futura.

O principal ponto aqui é que as atividades de produção podem ter efeito significativo sobre a lucratividade da organização e, portanto, devem ser avaliadas, sob essa ótica. Além do mais, melhorias até mesmo relativamente pequenas sobre o custo e a receita podem ter efeito proporcionalmente ainda maior sobre a lucratividade. Por exemplo, suponha que uma empresa tenha receita anual de 1 milhão de euros e custo anual de 900 mil euros; portanto, um lucro de 100 mil euros. Agora suponha que, devido à excelência de seus gerentes de produção na melhoria da qualidade e da entrega, a receita aumente em 5% e os custos sejam reduzidos em 5%. A receita agora é de 1.050.000 euros e os custos são de 855 mil euros. Portanto, o lucro agora é de 195 mil euros. Em outras palavras, uma mudança de 5% no custo e na receita melhorou a lucratividade em 95%. Mas o lucro não é o único aspecto do desempenho estratégico afetado pelas atividades da produção.

A administração da produção afeta o nível de investimento exigido

A forma como uma operação gerencia os recursos de transformação que são necessários para produzir tipo e quantidade exigidos de seus produtos e serviços também terá um efeito estratégico. Por exemplo, se uma operação aumentar sua eficiência de modo que possa produzir, digamos, 10% mais *output*, e se ela não precisar fazer investimento (às vezes chamado de capital empregado) para produzir 10% mais *output*. A produção de mais *output* com os mesmos recursos (ou, às vezes, a produção do mesmo *output* com menos recursos) afeta o nível de investimento exigido.

A administração da produção afeta o risco de falha operacional

Operações bem projetadas e conduzidas terão menos chances de falhar. Ou seja, elas provavelmente operarão em uma taxa previsível e aceitável, sem frustrar seus clientes ou contrair custos em excesso. E, se passar por falhas, a produção bem executada deverá ser capaz de gerar uma recuperação mais rápida e com menos interrupção (isso se chama resiliência).

A administração da produção afeta a facilidade de criação das competências em que a inovação futura é baseada

Gerentes de produção têm uma oportunidade única de aprender com sua experiência de operar seus processos a fim de compreender mais sobre esses processos. Esse acúmulo de conhecimento do processo poderá formar as habilidades, o conhecimento e a experiência que permitam à empresa aprimorar-se com o passar do tempo. Porém, mais do que isso, pode incorporar as chamadas "competências" que permitem que a empresa inove no futuro. Vamos examinar essa ideia de competências operacionais com mais detalhe no próximo capítulo.

Princípio de administração da produção

Espera-se que todas as operações contribuam para a sua empresa em um nível estratégico controlando custos, aumentando a receita, tornando o investimento mais eficaz, reduzindo riscos e aumentando as capacidades a longo prazo.

COMO O DESEMPENHO DA PRODUÇÃO É ANALISADO NO NÍVEL OPERACIONAL?

A avaliação do desempenho em um nível social, através da ideia do triplo resultado, e o julgamento de como uma operação está contribuindo para os seus objetivos estratégicos gerais, certamente, são muito importantes, particularmente a longo prazo. Esses dois níveis formam o pano de fundo para toda a tomada de decisão operacional. Mas dirigir as operações no nível operacional cotidiano requer um conjunto de objetivos mais rigorosamente definidos. Esses são chamados de "objetivos de desempenho" da produção. Há cinco deles, e se aplicam a todos os tipos de operação. Imaginemos que você seja um gerente de produção em qualquer ramo de empresa – por exemplo, um administrador hospitalar ou um gerente de produção de uma montadora de automóveis. Que tipo de coisas você poderia querer fazer para satisfazer aos clientes e contribuir para a competitividade?

■ Você pode querer fazer as coisas certo; isto é, não quer cometer erros e deseja satisfazer a seus clientes fornecendo serviços sem erro e produtos que estejam "conforme seu propósito". Isso é dar uma vantagem em qualidade.

■ Você pode querer fazer as coisas com rapidez, minimizando o tempo entre o pedido de um cliente por serviços ou produtos e a entrega a ele por completo, aumentando assim a disponibilidade de seus serviços e produtos e dando uma vantagem em velocidade.

■ Você pode querer fazer as coisas no prazo acordado, mantendo assim as promessas de entrega que havia feito. Se a operação fizer isso, estará dando uma vantagem em confiabilidade.

■ Você pode querer ter condições de mudar o que faz; isto é, ser hábil em variar ou adaptar as atividades de produção para enfrentar circunstâncias inesperadas ou dar tratamento individual aos clientes. Ser capaz de fazer mudanças grandes e rápidas para atender às exigências dos clientes dá uma vantagem em flexibilidade.

■ Você pode querer fazer as coisas do modo mais barato possível; isto é, criar e entregar serviços e produtos a um custo que possibilite uma boa formação de preço para o mercado, além de permitir bom retorno para a organização; ou, em uma organização sem fins lucrativos, dar bom valor aos pagadores de impostos ou a quem mais estiver financiando a operação. Quando a organização está disposta a fazer isso, dá uma vantagem em custo.

Princípio de administração da produção

Os objetivos de desempenho da produção podem ser agrupados como qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

A próxima parte deste capítulo examina esses cinco objetivos de desempenho em mais detalhes ao verificar o que significam para quatro diferentes operações: um hospital geral, uma montadora de automóveis, uma empresa de ônibus urbanos e uma rede de supermercados.

Por que qualidade é importante?

Qualidade é o atendimento consistente às expectativas dos clientes; em outras palavras, "fazer as coisas certo", mas as coisas que a operação precisa fazer corretamente variarão conforme o tipo de operação. Todas as operações consideram a qualidade como um objetivo particularmente importante. De certa forma, qualidade é a parte mais visível de uma operação. Além disso, é algo que um cliente encontra com relativa facilidade para julgar a operação. O produto ou o serviço é o que realmente deveria ser? Está certo ou errado? Há algo fundamental sobre qualidade. Em razão disso, esta é claramente a principal influência na satisfação ou na insatisfação do cliente. A percepção do cliente sobre produtos e serviços de alta qualidade significa sua satisfação e, assim, a possibilidade de que retornará. A Figura 2.5 ilustra como a qualidade pode ser julgada em quatro operações.

Qualidade na operação

Quando qualidade significa criar e entregar consistentemente produtos e serviços conforme a especificação, ela não apenas leva à satisfação do cliente externo, mas também torna a vida mais fácil dentro da operação.

Qualidade reduz custos

Quanto menores os erros cometidos em cada processo da operação, menos tempo será necessário para corrigir os erros e menos confusão e irritação serão espalhados. Por exemplo, se o depósito regional de um supermercado envia os bens errados a uma loja, isso significará que o tempo dos funcionários e portanto, o custo serão usados para resolver o problema.

Qualidade pode significar...

Hospital

- Pacientes recebem o tratamento mais apropriado
- O tratamento é conduzido de maneira correta
- Os pacientes são consultados e mantidos informados
- Os funcionários são corteses, amigáveis e prestativos

Montadora de automóveis

- Todas as peças são fabricadas conforme as especificações
- A linha de montagem atende às especificações
- O produto é confiável
- O produto é atraente e sem defeito

Empresa de ônibus

- Os ônibus são limpos e arrumados
- Os ônibus são silenciosos e não emitem fumaça
- Os horários são precisos e convenientes aos usuários
- Os funcionários são corteses, amigáveis e prestativos

Supermercado

- Os bens estão em boas condições
- A loja é limpa e arrumada
- A decoração é apropriada e atraente
- Os funcionários são corteses, amigáveis e prestativos

Figura 2.5 Qualidade significa coisas diferentes em diferentes operações.

Qualidade aumenta a confiabilidade

Maiores custos não são a única consequência da má qualidade. No supermercado, má qualidade pode também significar falta de produtos nas prateleiras, resultando em perda de venda para a operação e irritação para os clientes externos. Resolver o problema pode também desviar a atenção da administração do supermercado de outras partes da operação. Por sua vez, isso pode resultar em mais erros sendo cometidos. Portanto, qualidade (como também os outros objetivos de desempenho, conforme veremos) tem impacto externo, que influencia a satisfação do cliente, e impacto interno, que leva a processos estáveis e eficientes.

Princípio de administração da produção

A qualidade pode render potencial para melhores serviços e produtos e para reduzir custos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Qualidade na Quality Street[6]

Este tem sido um tema de debate há gerações de crianças (e de alguns adultos): "*qual é o seu favorito entre os muitos chocolates da Quality Street?*" A marca de chocolates sortidos famosa no mundo inteiro é fabricada na mesma região do Reino Unido onde John Mackintosh fabricou inicialmente esse novo tipo de guloseima, misturando caramelo duro e macio em 1890. Mas foi o filho de John Mackintosh que idealizou e desenvolveu a Quality Street em 1936. Sua ideia (nova, na época) foi produzir cada doce individual separadamente e empacotá-los em uma lata para preservar sua qualidade. E a Nestlé, que detém a marca desde 1988, manteve essa ênfase na qualidade. De fato, assim como todos os produtos Nestlé, os doces Quality Street são fabricados sob os padrões de qualidade estritos consagrados na política de qualidade

da empresa, que reforça seu compromisso de "*gerar confiabilidade ao oferecer produtos e serviços que correspondam às expectativas e preferências do consumidor*". Em outras palavras, a Nestlé compreende que a qualidade tem um efeito profundo sobre o modo como seus produtos são vistos pelos consumidores. Como empresa de alimentos (a maior do mundo), ela também sabe de sua responsabilidade em cumprir com todos os requisitos de segurança alimentar e regulamentares. "*Acredito que a maioria das pessoas não tem ideia da quantidade de trabalho que realizamos para garantir que o alimento que elas comem é seguro*", informa John O'Brien, líder do programa de segurança alimentar e pesquisa de integridade no Nestlé Research Center, em Lausanne, Suíça. "*Somente quando algo saiu errado* é *que elas tomam conhecimento... Os consumidores certamente esperam que o produto que eles compram seja seguro para se comer e que contenha o que diz a embalagem*", afirma ele. "*Mas eles também esperam menos conservantes nessa embalagem.*" Na Quality Street, os doces são isentos de corantes artificiais, aromatizantes e conservantes, e desde 2009 a embalagem se tornou completamente reciclável. Os plásticos coloridos são biodegradáveis e podem ser compostos de resíduos de jardim, enquanto o material em contato com o doce e o recipiente metálico podem ser reciclados da mesma maneira que outras latas. No entanto, embora a percepção do consumidor e a segurança em particular sejam uma preocupação básica na Quality Street, operações de alta qualidade também têm impacto sobre os custos. Uma das diretrizes de qualidade da Nestlé é "*ter atitude de zero defeito e nenhum desperdício por parte de todos em nossa empresa*". Seu "Sistema de Gestão da Qualidade" é usado globalmente para garantir a conformidade com os padrões de qualidade e agregar valor para os consumidores. Ele é auditado e verificado por agências de certificação independentes, para provar a conformidade com os padrões internos, leis e requisitos reguladores. E a qualidade é uma prioridade por toda a rede de suprimento. A "qualidade por *design*" está incorporada durante o desenvolvimento do produto e o "Código de Fornecedor" da empresa define os padrões mínimos que ela exige que seus fornecedores, funcionários, agentes e subcontratados respeitem e sigam o tempo inteiro. Na fábrica, ela aplica boas práticas de manufatura, reconhecidas internacionalmente e que abrangem todos os aspectos da manufatura, incluindo procedimentos operacionais padrão, gestão e treinamento de pessoal, manutenção de equipamento e manuseio de material. Mesmo quando os chocolates chegam aos consumidores, a organização do atendimento ao cliente no mundo inteiro permite que se responda imediatamente a qualquer dúvida, pergunta ou preocupação do consumidor.

E o sabor favorito da Quality Street? Bem, diversas variantes já vieram e se foram, incluindo Malt Toffee, Fruits of the Forest Cream, Almond Octagon e Gooseberry Cream. Porém, dos 12 Quality Streets que você encontra em cada lata atualmente, um estudo (não científico, admitimos) afirmou que o favorito era Strawberry Cream.

Por que velocidade é importante?

Velocidade significa o tempo decorrido desde que o cliente solicita produtos ou serviços até o momento em que os recebe. A Figura 2.6 ilustra o que significa velocidade para as quatro operações. O principal benefício da entrega veloz de bens e serviços para os clientes (externos) da operação é que, quanto mais rápido puderem receber o produto ou serviço, mais provável é que comprarão ou pagarão, ou maior o benefício que receberão (*veja* o "Operações na Prática" "Quando velocidade significa vida ou morte").

Velocidade na operação

Dentro da operação, a velocidade também é importante. A resposta rápida aos clientes externos é grandemente ajudada pela rapidez na tomada de decisão e pela movimentação rápida de materiais e informações dentro da operação. Mas também há outros benefícios.

Velocidade reduz estoques

Por exemplo, tomemos a montadora de automóveis. As chapas de aço para as portas são entregues ao setor de estampagem onde são prensadas no molde, transportadas à seção de pintura, revestidas com cor e proteção e enviadas à linha de montagem, onde serão fixadas nos automóveis. Esse é um processo simples de três estágios mas, na prática, o material não flui suavemente de um estágio ao seguinte. Primeiramente, o aço é entregue como parte de um lote maior contendo matéria-prima suficiente para tornar possível várias centenas de produtos. Depois, a peça é encaminhada à área de prensagem, é prensada em um molde e, novamente, espera para ser transportada à área de pintura. Nova espera para ser pintada para depois esperar novamente para ser encaminhada à linha de montagem. Nova espera para ser fixada no veículo. O tempo de percurso do material é bem maior do que o tempo necessário para fabricar e fixar o produto. Realmente, gasta-se a maior parte do tempo esperando como estoque de peças e produtos. Quanto mais tempo os itens levarem para se moverem através de um processo, mais tempo estarão esperando e mais elevados serão os níveis de estoque. Essa é uma ideia importante que será explorada no Capítulo 15, sobre operações enxutas.

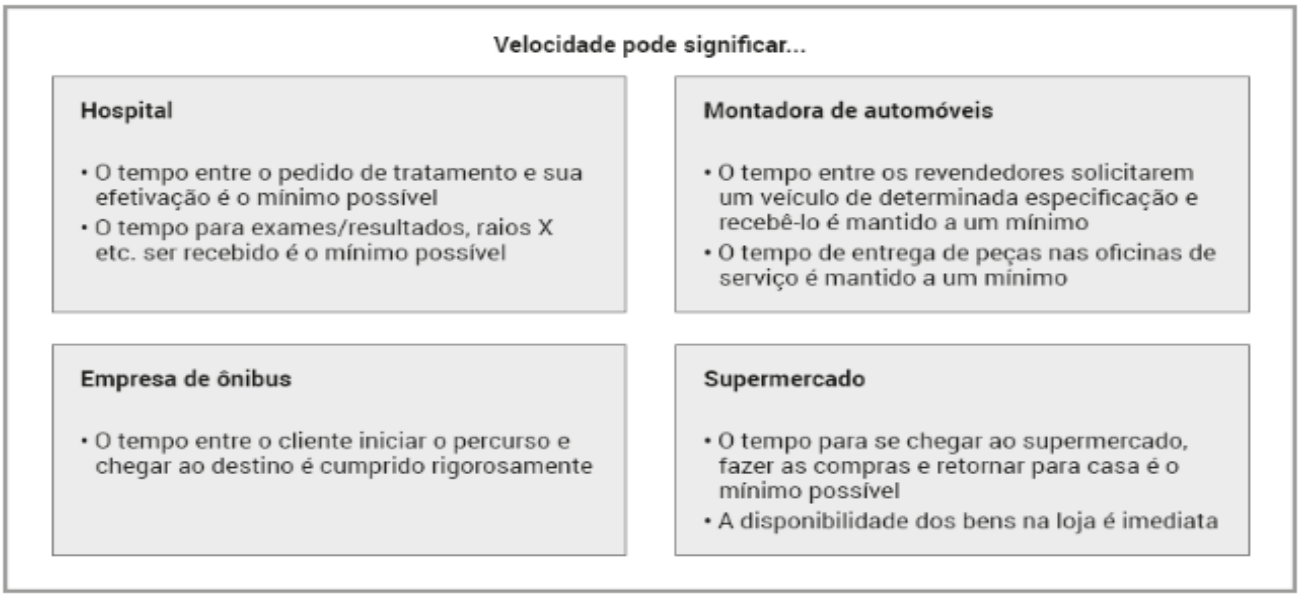


Figura 2.6 Velocidade significa coisas diferentes em diferentes operações.

Velocidade reduz riscos

Prever os eventos de amanhã é bem menos arriscado do que prever eventos para o próximo ano. Quanto mais longo o prazo de previsão das empresas, maior a probabilidade de errarem. Quanto mais rápido o tempo decorrido em um processo, mais a previsão poderá ser dispensada. Consideremos novamente a montadora de automóveis. Se o tempo total do fluxo de produção das chapas da porta for de seis semanas,

elas serão processadas no decorrer da primeira operação seis semanas antes de chegarem a seu destino final. A quantidade de portas a serem processadas será determinada pelas previsões de demanda com seis semanas de antecedência. Se, ao invés de seis semanas, houver apenas uma semana para as portas passarem pelo fluxo, as que serão processadas em seu primeiro estágio serão destinadas a atender à demanda de apenas uma semana. Sob essas circunstâncias, é bem mais provável que o número dos tipos de portas a serem processados seja o número e os tipos que, eventualmente, serão necessários.

Princípio de administração da produção

Velocidade pode representar o potencial para entrega mais rápida de serviços e produtos e redução de custos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Quando velocidade significa vida ou morte

Ela normalmente é chamada de "A Hora de Ouro" (*The Golden Hour*). É a hora imediatamente após um acidente traumático, na qual o tratamento médico para impedir danos internos irreversíveis e otimizar a chance de sobrevivência é mais eficaz. A hora de ouro foi descrita pela primeira vez pelo Dr. R. Adams Cowley, no University of Maryland Medical Center em Baltimore, a partir de suas experiências pessoais na Europa após a Segunda Guerra Mundial. Depois, nos anos 1960, em Baltimore, o Dr. Cowley reconheceu que, quanto mais cedo os pacientes com trauma recebessem tratamento definitivo – particularmente, se chegassem dentro de 60 minutos a partir do acidente –, melhores seriam suas chances de sobrevivência. Assim, de todos os serviços que têm de responder rapidamente à demanda do cliente, poucos têm maior necessidade de velocidade do que os serviços de emergência. Para responder especialmente aos acidentes rodoviários, cada segundo é crítico. Um trauma importante é a principal causa de morte nas pessoas com menos de 45 anos de idade, e também é uma causa decisiva de invalidez a longo prazo. Fazer pleno uso da hora de ouro significa agilizar três elementos do tempo total para tratamento: o tempo que leva para os serviços de emergência tomarem conhecimento do acidente, o tempo para chegarem ao local do acidente e o tempo necessário para dar o tratamento apropriado ao acidentado. É por isso que os profissionais do serviço de ambulância da London Air ficaram felizes quando um novo aplicativo para *tablet* poupou dois minutos na resposta às emergências. Ao invés de terem que coletar todos os detalhes de uma emergência antes de correrem para seu helicóptero, o aplicativo lhes permite, juntamente com uma comunicação móvel avançada, que eles partam imediatamente e recebam os detalhes em seu *tablet* quando estiverem no ar. Mas receber uma aeronave dois minutos mais cedo é realmente significativo? Sim, quando se considera que, se ficarem sem oxigênio, um milhão de células cerebrais podem morrer a cada minuto. Mais rapidez permite que os médicos e paramédicos especializados em trauma do serviço realizem procedimentos para aliviar a dor, realinhar membros quebrados, até mesmo realizar cirurgia com técnicas de tórax aberto para reabilitar o coração, normalmente dentro de minutos após a lesão. Com efeito, a inclusão de médicos traumatologistas na equipe leva o hospital ao paciente, onde quer que ele esteja. Quando a maioria dos salvamentos é feita em apenas alguns minutos, a velocidade do voo até o hospital pode de fato salvar vidas. Entretanto, nem sempre é possível aterrissar um helicóptero com segurança à noite (devido a possíveis redes de fiação aérea e outros perigos). Assim, ambulâncias convencionais serão sempre necessárias para que os paramédicos cheguem de pronto às vítimas do acidente e as levem rapidamente ao hospital. A equipe do serviço de ambulância da London Air trabalha

em conjunto com o serviço de ambulância convencional para fornecer um tratamento rápido e eficaz o mais rápido possível após a lesão. Um método cada vez mais comum de assegurar que as ambulâncias cheguem rápido ao local do acidente é posicioná-las, não nos hospitais, mas próximo de onde os acidentes ocorrem com mais frequência. Análise de computador dos dados de acidentes anteriores ajuda a selecionar a posição de espera da ambulância e o sistema de posicionamento global (GPS) ajuda os controladores a mobilizar a unidade mais próxima.

Por que confiabilidade é importante?

Confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os clientes receberem seus serviços ou produtos exatamente quando são necessários ou pelo menos quando foram prometidos. A Figura 2.7 ilustra o que significa confiabilidade nas quatro operações. Os clientes só podem julgar a confiabilidade de uma operação após o produto ou serviço ter sido entregue ou prestado. Inicialmente, isso pode não afetar a possibilidade de os clientes selecionarem o serviço – eles já o "consumiram". Entretanto, no decorrer do tempo, a confiabilidade pode sobrepujar todos os outros critérios. Não importa quão barato ou rápido seja o serviço de ônibus; se o serviço estiver sempre atrasado (ou fora do horário) ou os ônibus estiverem sempre lotados, os passageiros potenciais preferirão chamar um táxi.

Confiabilidade na operação

Dentro da operação, os clientes internos julgarão o desempenho de cada um, em boa parte, pela confiabilidade dos outros processos na entrega de material ou informação no tempo certo. As operações em que a confiabilidade interna é alta são mais eficazes do que as que não o são, por várias razões.

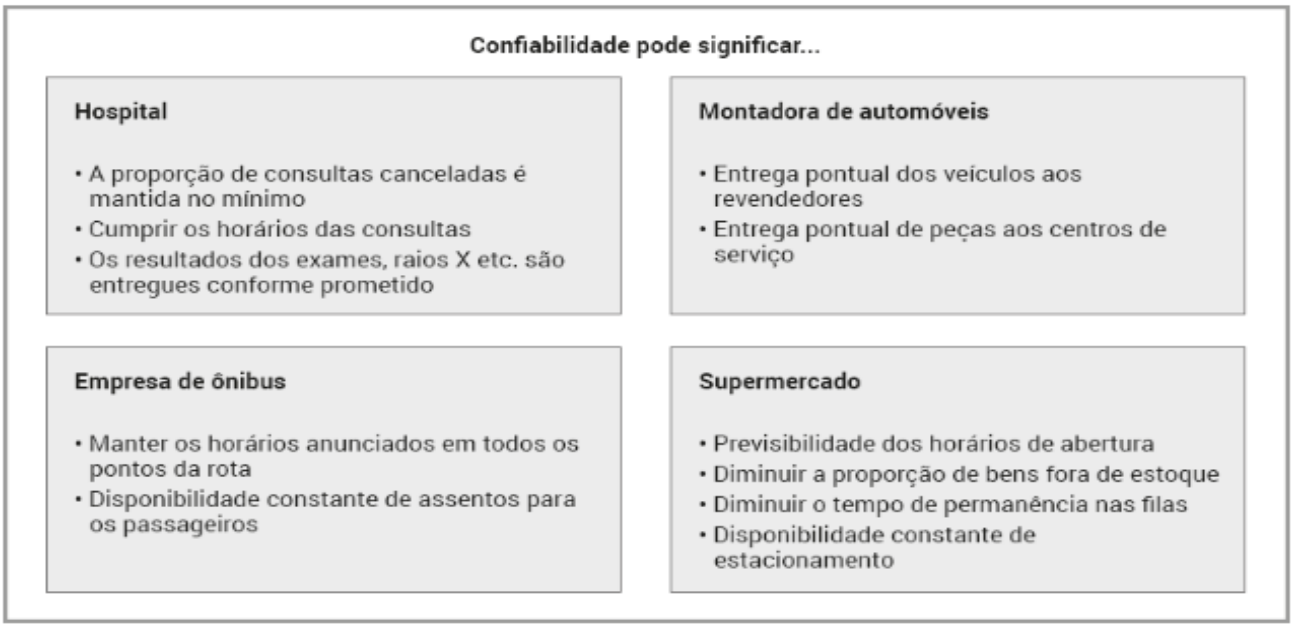


Figura 2.7 Confiabilidade significa coisas diferentes em diferentes operações.

Confiabilidade economiza tempo

Por exemplo, tomemos a oficina de manutenção e consertos da empresa de ônibus urbano. Se a oficina não possui algumas peças cruciais críticas, o gerente precisará perder tempo tentando pedir uma entrega especial das peças necessárias e os recursos alocados à oficina de ônibus não serão usados tão produtivamente quanto teriam sido sem essa interrupção. Mais grave é que a frota de ônibus ficará reduzida até que os veículos sejam recuperados e o gerente de operações de frota terá que gastar tempo reprogramando o serviço. Portanto, devido totalmente a uma única falha de confiabilidade no suprimento, parte significativa do tempo de operação é desperdiçada com a interrupção do serviço.

Confiabilidade poupa dinheiro

O uso ineficaz do tempo resultará em custo extra. As peças sobressalentes podem custar mais para serem entregues em prazo menor e os funcionários de manutenção esperam ser remunerados mesmo quando não há ônibus para consertar. Nem os custos fixos da operação, como aquecimento e aluguel, serão reduzidos porque dois ônibus não estão sendo consertados. Provavelmente, a reprogramação do serviço significará que algumas rotas possuem ônibus de tamanho inadequado e alguns serviços podem ter que ser cancelados. Isso resultará em lugares vazios nos ônibus (se dois ônibus maiores tiverem que ser usados) ou em perda de faturamento (se passageiros potenciais não forem transportados).

Confiabilidade gera estabilidade

A interrupção causada às operações pela falta de confiabilidade vai além de tempo e custo. Afeta a "qualidade" do tempo de operação. Se tudo em uma operação for sempre perfeitamente confiável, um nível de confiabilidade terá que existir entre diferentes partes da operação. Não haverá "surpresas" e tudo será previsível. Sob tais circunstâncias, cada parte da operação pode concentrar-se em melhorar sua própria área de responsabilidade sem ter sua atenção continuamente desviada pela falta de serviço confiável das outras partes.

Princípio de administração da produção

A confiabilidade pode representar o potencial para a entrega mais confiável de serviços e produtos, além de reduzir custos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Como a UPS mantém a confiabilidade[8]

O que você faz quando está chegando o maior momento do ano para presentear, você é responsável pelo fornecimento e seu avião, que é vital para a entrega confiável, está parado em razão de uma nevasca em um continente distante, ou por problemas mecânicos ou por um litígio dos controladores do tráfego aéreo na França, dentre outros motivos? Esse é o problema potencial enfrentado por todas as empresas globais de entrega de pacotes. A situação é pior ainda quando os clientes reclamam por não terem recebido suas encomendas. Geralmente, as operadoras de frete têm que absorver o custo quando uma entrega não chega a tempo, seja por condições climáticas ou por outras interrupções que afetam diretamente o serviço ao cliente, a reputação da empresa e, finalmente, a rentabilidade. A UPS, maior empresa de entrega expressa de encomendas do mundo, reconhece que cada embarque atrasado custará entre $ 5 e $ 30 de seu

faturamento. Com quase 16 milhões de pacotes e documentos mundialmente entregues todos os dias, basta apenas uma pequena fração de um ponto porcentual de atraso para o custo total de qualquer falta de confiabilidade ser enorme.

Assim, o que a UPS faz para minimizar a interrupção de sua rede de entrega quando está enfrentando um pico de demanda, como o Natal, e há uma possibilidade de mau tempo? A coisa óbvia é observar constantemente a previsão do tempo e, de fato, há meteorologistas e outros funcionários da empresa que fazem isso. Contudo, a empresa mantém capacidade operacional de reserva. Em sua sede, a UPS tem um "quadro de *status*" na parede que identifica as cidades e regiões onde possui pilotos e aviões extras cuja tarefa é "resgatar volume": isto é, os recursos de reserva são usados para ajudar a localizar pacotes em qualquer lugar do mundo. A UPS diz que esse programa recupera anualmente mais de um milhão de pacotes e com isso economiza mais de $ 20 milhões em faturamento.

Por que flexibilidade é importante?

Flexibilidade significa ser hábil em mudar a operação de alguma forma. Isso pode significar mudar o que a operação faz, como está fazendo ou quando está fazendo. Especificamente, os clientes precisarão que a operação mude de forma que possa proporcionar quatro tipos de requisitos:

- **flexibilidade de serviço/produto –** habilidade de introduzir serviços e produtos novos ou modificados;
- **flexibilidade de *mix* –** habilidade de produzir amplo conjunto ou *mix* de serviços e produtos;
- **flexibilidade de volume –** habilidade de mudar seu nível de *output* ou atividade para produzir quantidades ou volumes diferentes de serviços e produtos no decorrer do tempo;
- **flexibilidade de entrega –** habilidade de mudar o tempo de entrega de seus serviços ou produtos.

A Figura 2.8 contém exemplos do que esses diferentes tipos de flexibilidade significam para as quatro diferentes operações.

Customização em massa

Um dos efeitos externos mais benéficos da flexibilidade é a crescente habilidade das operações de fazerem coisas diferentes para diferentes clientes. Assim, alta flexibilidade permite a habilidade de criar alta variedade de serviços ou produtos. Normalmente, alta variedade significa alto custo (*veja* o Capítulo 1). Além disso, as operações de alta variedade, geralmente, não produzem altos volumes. Algumas empresas desenvolvem sua flexibilidade de tal maneira que os produtos e serviços sejam customizados para cada cliente individual. Todavia, administram para produzi-los em alto volume, modo de produção em massa que mantém os custos baixos. Essa abordagem é denominada customização em massa. Às vezes, isso é atingido mediante a flexibilidade de projeto. Por exemplo, a Dell é uma das maiores fabricantes em volume de microcomputadores no mundo. Todavia, permite que cada cliente "projete" (embora com limitações) sua própria configuração. Às vezes, a tecnologia flexível é usada para atingir o mesmo efeito. Outro exemplo é a Paris Miki, rede de óticas sofisticadas com maior número de lojas no mundo, que usa seu próprio *Mikissimes Design System* para capturar uma imagem digital do cliente a fim de analisar suas características faciais. Acompanhado de uma lista de preferências pessoais, o sistema recomenda um *design* particular e o exibe sobre a imagem do rosto do cliente. Em consulta com o oculista, o cliente pode

ajustar formatos e tamanhos até o *design* final ser escolhido. No interior da loja, as armações são montadas a partir de uma variedade de componentes pré-fabricados e as lentes, fixadas e ajustadas. O processo completo leva em torno de uma hora. Outro exemplo é o *meu muesli* (*veja* o quadro "Operações na Prática").

Flexibilidade pode significar...

Hospital

- Flexibilidade de serviço/produto — introdução de novos tipos de tratamento
- Flexibilidade do *mix* — ampla variedade de tratamentos disponíveis
- Flexibilidade de volume — habilidade de ajustar o número de pacientes tratados
- Flexibilidade de entrega — habilidade de reprogramar as consultas

Montadora de automóveis

- Flexibilidade de serviço/produto — introdução de novos modelos
- Flexibilidade de *mix* — ampla variedade de opções disponíveis
- Flexibilidade de volume — habilidade de ajustar o número de veículos fabricados
- Flexibilidade de entrega — habilidade de reprogramar as prioridades de manufatura

Empresa de ônibus

- Flexibilidade de serviço/produto — introdução de novas rotas ou excursões
- Flexibilidade de *mix* — maior número de locais atendidos
- Flexibilidade de volume — habilidade de ajustar a frequência dos serviços
- Flexibilidade de entrega — habilidade de reprogramar as viagens

Supermercado

- Flexibilidade de serviço/produto — introdução de novos bens ou promoções
- Flexibilidade de *mix* — ampla variedade de bens estocados
- Flexibilidade de volume — habilidade de ajustar o número de clientes atendidos
- Flexibilidade de entrega — habilidade de obter itens fora de estoque (muito ocasionalmente)

Figura 2.8 Flexibilidade significa coisas diferentes em diferentes operações.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
566 quatrilhões de *mixes* individuais de *muesli* – isso é que é flexibilidade[2]

A ideia pode soar um pouco estranha, mas mostrou ser um grande sucesso. Três universitários, Hubertus Bessau, Philipp Kraiss e Max Wittrock, na pequena cidade de Passau, Alemanha, apresentaram o conceito de *meu muesli* – a primeira plataforma baseada na *web* onde você pode misturar seu próprio *muesli* orgânico *online*, com a opção de 75 ingredientes diferentes. Isso torna possível criar 566 quatrilhões de *mixes* de *muesli* – e você pode até mesmo dar nome ao seu próprio *muesli*. Assim, independentemente de você ser viciado em chocolate, um abominador de uvas-passas ou um atleta, essa incrível variedade tornará fácil dizer *meu muesli* para alguém inventar a todo o momento seu *muesli* favorito. *"Desejávamos dar ao consumidor nada menos do que um* muesli *perfeito"*, eles dizem. "*Sem dúvida, a ideia de misturar o* muesli online *pode parecer maluca... mas pense bem – é o café da manhã que você sempre esteve procurando."* Todo *muesli* é misturado no local de produção de Passau conforme padrões estritos de qualidade e exigências legais de higiene. Os ingredientes são estritamente orgânicos, sem adição de açúcar, aditivos, conservantes ou colorantes artificiais. Na primeira visita ao *website* os clientes precisam, primeiramente, preparar um *muesli* básico (as informações nutricionais são fornecidas). Após isso, os clientes podem acrescentar outro *muesli* básico e ingredientes como frutas, castanhas e sementes e suplementos. A empresa entregará a mistura diretamente na porta da sua casa! O nome para o *muesli* (escolhido pelo cliente) é impresso na lata para torná-lo ainda mais pessoal. Os nomes escolhidos pelos clientes para seus *mixes* de *muesli* incluem: "comida de rena", "café da manhã rústico", "sonho doce",

"refeição do paraíso" e, com maior charme, "café da manhã de minha querida". A empresa compra os ingredientes de fornecedores e revendedores selecionados espalhados pelo mundo. Um dos grandes ativos do *meu muesli* é a quantidade enorme de ingredientes excêntricos e exóticos (de mais de 20 países) incluídos na vasta gama de produtos, como cenouras, *goji-berries* tibetanos, castanhas de cedro ou docinhos de geleia. Philipp Kraiss, um dos fundadores da empresa, está constantemente em busca de ingredientes "novos, malucos e saborosos" para o *muesli*. Durante o primeiro ano, o *meu muesli* recebeu vários prêmios (um deles do *Financial Times Germany*), e agora totaliza uma venda anual de um milhão de euros, com cerca de 40 pessoas trabalhando para a empresa. Agora a operação expandiu-se para o Reino Unido. "*Esperamos seriamente que o* meu muesli *encontre tantos amigos aqui no Reino Unido como na Alemanha e na* Áustria", diz Max Wittrock, um dos três fundadores da empresa. "*Esperamos receber bastante* feedback *para continuarmos melhorando nossos produtos. No último ano, milhares de* e-mails *e respostas de usuários da Alemanha ajudaram-nos imensamente no projeto. Porque, afinal"*, Wittrock afirma, *"supõe-se que se trate de um café da manhã criado pelo usuário"*.

Agilidade

Julgar as operações em termos de sua agilidade tornou-se algo bastante popular. A agilidade é, realmente, uma combinação de todos os cinco objetivos de desempenho, mas, particularmente, flexibilidade e velocidade. Além disso, agilidade implica que uma operação e a rede de suprimento da qual faz parte (as redes de suprimento são descritas nos Capítulos 5 e 12) podem responder à incerteza do mercado. Agilidade significa responder às exigências do mercado ao produzir serviços e produtos novos e existentes com rapidez e flexibilidade.

Flexibilidade na operação

Desenvolver uma operação flexível pode também representar vantagens para clientes internos na operação.

Flexibilidade agiliza resposta

Frequentemente, o serviço rápido depende de a operação ser flexível. Por exemplo, se o hospital precisa enfrentar um fluxo imediato de pacientes de um acidente rodoviário, há clara necessidade de tratar rapidamente dos feridos. Sob tais circunstâncias, um hospital flexível, que pode transferir rapidamente funcionários extras habilitados e equipamentos ao serviço de pronto-socorro, fornecerá o serviço rápido que os pacientes necessitam.

Flexibilidade economiza tempo

Em muitas partes do hospital, os funcionários têm de enfrentar ampla variedade de situações de emergência. Fraturas, cortes ou overdoses não vêm em lotes. Cada paciente é um indivíduo com necessidades particulares. Os funcionários do hospital não podem perder tempo para "estabelecer uma rotina" de tratar uma emergência particular; devem ter a flexibilidade de se adaptar rapidamente. Devem também ter instalações e equipamentos suficientemente flexíveis, de modo que não haja desperdício de

tempo até que um equipamento esteja disponível para o paciente. O tempo dos recursos hospitalares está sendo economizado porque eles são flexíveis em passar de uma tarefa para a seguinte.

Flexibilidade mantém confiabilidade

A flexibilidade interna pode também ajudar a manter a operação programada quando eventos inesperados interrompem os planos da operação. Por exemplo, se o fluxo repentino de pacientes para o hospital requer procedimentos cirúrgicos de emergência, as operações rotineiras serão interrompidas. É provável que essa situação venha a causar aflição e considerável inconveniência. Um hospital flexível pode ter condições de minimizar a interrupção ao, eventualmente, ter reservado salas preparadas para tal emergência e ser capaz de convocar rapidamente médicos e enfermeiras que estejam de plantão.

Princípio de administração da produção

A flexibilidade pode representar o potencial para a criação de novos serviços e produtos, em variedade mais ampla e com volumes e datas de entrega diferentes, além de reduzir custos.

Por que custo é importante?

Para as empresas que competem diretamente em preço, o custo será, por óbvio, seu principal objetivo nas operações. Quanto menor o custo de prestar e entregar serviços e produtos, menor pode ser o preço pago pelos clientes. Mesmo as empresas que não competem em preço estarão interessadas em manter os custos baixos. Qualquer euro ou dólar removido da base de custo de uma operação será um dólar ou um euro acrescentado ao lucro. Não surpreende que o custo baixo é um objetivo universalmente atraente. O quadro "Preços baixos todo dia no Aldi" descreve como um varejista mantém seus custos baixos.

Princípio de administração da produção

O custo é sempre um objetivo importante para a administração de produção, mesmo se a organização não compete diretamente em preço.

As maneiras pelas quais a administração de produção pode influenciar o custo dependerá largamente de onde incorrem os custos da operação. A operação gastará dinheiro em funcionários (dinheiro gasto para empregar pessoas), instalações, tecnologia e equipamentos (dinheiro gasto para comprar, cuidar, operar e substituir o "*hardware*" da operação). A Figura 2.9 mostra discriminações típicas de custo para o hospital, a montadora de automóveis, o supermercado e a empresa de ônibus.

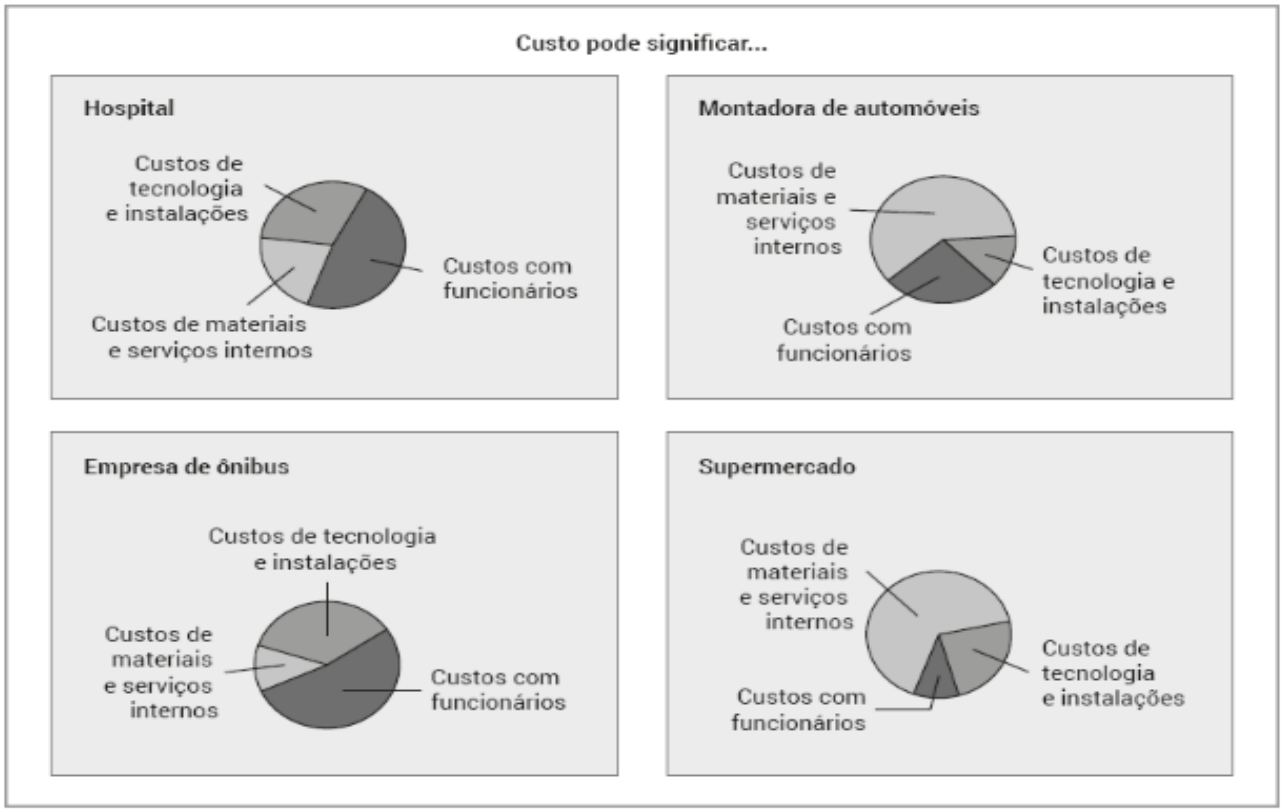


Figura 2.9 Custo significa coisas diferentes em diferentes operações.

Mantendo os custos operacionais baixos

Todas as operações têm interesse em manter seus custos tanto baixos quanto compatíveis aos níveis de qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade que seus clientes requerem. A medida que é mais frequentemente usada para indicar quão bem-sucedida é uma operação para fazer isso é a produtividade. Produtividade é o índice resultante do que é produzido por uma operação (seu *output*), dividido pelo que é exigido para produzi-lo (seu *input*):

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Preços baixos todo dia no Aldi[10]

O Aldi é um supermercado internacional de "sortimento limitado", especializado em "marcas próprias", principalmente produtos alimentícios. Foca cuidadosamente seu conceito de serviço e sistema de entrega para atrair clientes em um mercado altamente competitivo. A empresa acredita que sua abordagem única à administração da produção torna "*praticamente impossível aos concorrentes igualar sua combinação de preço e qualidade*". E tal abordagem provou ser especialmente bem-sucedida ao condizer com o comportamento do cliente, cada vez mais conscientizado dos preços. Como ela fez isso? Desafiando as normas do varejo. Suas operações são deliberadamente simples, usando instalações básicas para manter os custos indiretos baixos. A maioria de suas lojas estoca apenas uma variedade limitada de bens (tipicamente em torno de 700, comparados aos 25.000 a 30.000 estocados pelas redes convencionais de supermercados). A abordagem de marca própria significa que os produtos são produzidos de acordo com

as especificações de qualidade do Aldi e vendidos apenas em suas lojas. Sem os altos custos de marketing e propaganda das marcas e com o formidável poder de compra do Aldi, os preços podem ser 30% menores que os das marcas famosas equivalentes. Outras práticas de redução de custos incluem a utilização de caixas abertas que eliminam a necessidade de estocagem em prateleiras, o não fornecimento de sacos para estimular o reuso de sacolas e a economia de custos e o uso de um sistema de "aluguel de carrinhos" que requer que os clientes os devolvam para obter o retorno da moeda depositada.

Frequentemente, as medidas parciais de *input* ou *output* são usadas para que comparações possam ser feitas. Por exemplo, a produtividade da fábrica de automóveis é às vezes medida em termos do número de carros produzidos por ano e por funcionário. Isso é denominado medida de produtividade de fator único.

Isso permite que operações diferentes possam ser comparadas excluindo-se os efeitos dos custos do *input*. Uma operação pode ter custo total elevado por carro, embora tenha produtividade alta em termos do número de carros por funcionário e por ano. A diferença entre as duas medidas é explicada em termos da distinção entre o custo dos *inputs* da operação e o modo como a operação é gerenciada para converter *inputs* em *outputs*. Os custos dos *inputs* podem ser altos, mas a operação em si é boa o bastante para convertê-los em bens e serviços. A produtividade de fator único pode incluir os efeitos dos custos dos outros *inputs* se o fator de *input* único for expresso em termos de custos, como "custos de mão de obra". Produtividade de fator total é a medida que inclui todos os fatores de *input*.

Melhorando a produtividade

Um modo óbvio de melhorar a produtividade de uma operação é reduzir o custo de seus *inputs* enquanto mantém o nível de seus *outputs*. Isso significa reduzir os custos de alguns ou de todos os seus *inputs* de recursos transformados e em transformação. Por exemplo, um banco pode optar por realocar seus *call centers* para locais em que seus custos relacionados às instalações (por exemplo, aluguel) sejam mais baratos. Uma empresa desenvolvedora de *software* pode realocar toda a sua operação na Índia ou na China, onde a mão de obra habilitada está disponível a taxas significativamente menores do que nos países europeus. Um fabricante de computadores pode mudar o projeto de seus produtos para permitir o uso de materiais mais baratos. A produtividade também pode ser aprimorada ao fazer-se melhor uso dos *inputs* da operação. Por exemplo, fabricantes de roupas tentam cortar as várias peças de tecido que compõem a roupa ao posicionar cada parte sobre o molde de modo que o desperdício de material seja minimizado. Todas as operações estão cada vez mais orientadas a reduzir o desperdício, seja de materiais, de tempo de trabalho ou de subutilização das instalações.

Exemplo resolvido

Uma clínica de *check-up* possui cinco funcionários e "processa" 200 pacientes por semana. Cada funcionário trabalha 35 horas semanais. O total da folha de salários da clínica é de $ 3.900 e o total das despesas gerais é de $ 2.000 por semana. Qual a produtividade da mão de obra de fator único da clínica e sua produtividade multifatorial?

$$\text{Produtividade da mão de obra} = \frac{200}{5} = 40 \text{ pacientes/funcionário/semana}$$

$$\text{Produtividade da mão de obra} = \frac{200}{5 \times 35} = 1{,}143 \text{ pacientes/hora}$$

$$\text{Produtividade multifatorial} = \frac{200}{3{,}900 + 2{,}000} = 0{,}0339 \text{ paciente/\$}$$

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
O corte de custo pode ir tão longe?[11]

Há uma boa razão para explicar por que a maioria dos componentes eletrônicos é fabricada na China: é barato. Empresas como a taiwanesa Foxconn, que fabrica muitos dos produtos de computador, eletrônicos de consumo e de comunicações para clientes como Apple, Dell, Nokia e Sony, aperfeiçoaram a arte e a ciência de eliminar custos de seus processos de produção. Porém, o corte de custos entra em conflito com o respeito pelas pessoas (no sentido do resultado triplo, visto anteriormente). Embora a Foxconn seja conhecida por ter a obsessão em reduzir custos e tenha transferido grande parte de seu processo de manufatura para a China e outras áreas de custo baixo, com fábricas no Sudeste Asiático, Europa Oriental e América Latina, ela é criticada por cobrar muito de seus funcionários. No passado, houve acúmulo de suicídios em suas fábricas, com 18 operários se atirando dos topos dos prédios da empresa (14 pessoas morreram), e violência entre os funcionários. A empresa opera um imenso parque industrial, denominado Foxconn City, em Shenzhen, próximo à fronteira com Hong Kong, com 15 prédios de manufatura de vários andares, cada um dedicado a um cliente. É aí que os suicídios ocorreram. Isso levou a empresa a instalar redes de segurança em algumas de suas fábricas e contratar conselheiros para ajudar seus funcionários.

Entretanto, Boy Lüthje, do Institute of Social Research de Frankfurt, disse que as condições atuais da empresa não são más em comparação a muitos outros fabricantes. Comida e alojamento são gratuitos, como também são as extensas instalações recreativas. Entretanto, os trabalhadores fazem horas extras além das 36 mensais permitidas pela lei chinesa, e é grande o número de pessoas que procuram trabalho na empresa. Além disso, a taxa de suicídios na empresa é inferior ao que ocorre entre a população geral da China. Todavia, as mortes levantaram dúvidas sobre as condições de trabalho na fabricação de produtos eletrônicos em geral e em particular na Foxconn. Nem foi essa a última vez que foi levantada a preocupação sobre as condições de trabalho. Em 2012, em torno de 150 trabalhadores de Wuhan ameaçaram cometer suicídio atirando-se da cobertura da fábrica, em protesto por suas condições de trabalho. Eles foram persuadidos a não fazer isso pelos gerentes após dois dias no topo da fábrica de três andares. *"Fomos postos a trabalhar sem qualquer treinamento e pagos em parcelas"*, disse um dos trabalhadores que protestava. "*A linha de montagem corre muito rápido e após uma manhã todos tínhamos bolhas e a pele de nossas mãos estava escurecida. A fábrica estava também afogada em poeira e ninguém podia suportar."* Alguns relatórios indicam que a Foxconn é mais avançada em projetar seus processos do que muitos de seus concorrentes, mas é dirigida de modo arregimentado, o que nem sempre é popular entre os trabalhadores.

Redução de custos mediante eficácia interna

Nossa discussão anterior distinguiu entre os benefícios de cada objetivo de desempenho, sejam internos e internos. Cada um dos vários objetivos de desempenho tem diversos efeitos internos, mas *todos eles* afetam os custos. Portanto, uma forma importante de melhorar o desempenho em custos é melhorar o desempenho dos outros objetivos da produção (*veja* a Figura 2.10):

■ As operações de alta qualidade não desperdiçam o tempo ou o esforço de ter que refazer as coisas, nem seus clientes internos são prejudicados pelo serviço falho.

■ As operações rápidas reduzem o nível de estoque em processo, entre as micro operações, além de reduzir os custos administrativos (indiretos).

■ As operações confiáveis não causam surpresas desagradáveis a seus clientes internos. Há confiança de que executem suas tarefas exatamente como planejadas. Isso elimina o desperdício e permite que outras micro operações operem eficientemente.

■ As operações flexíveis adaptam-se rapidamente às circunstâncias mutantes, sem interromper o restante da operação. As micro operações flexíveis podem também mudar rapidamente entre as tarefas, sem desperdiçar tempo e capacidade.

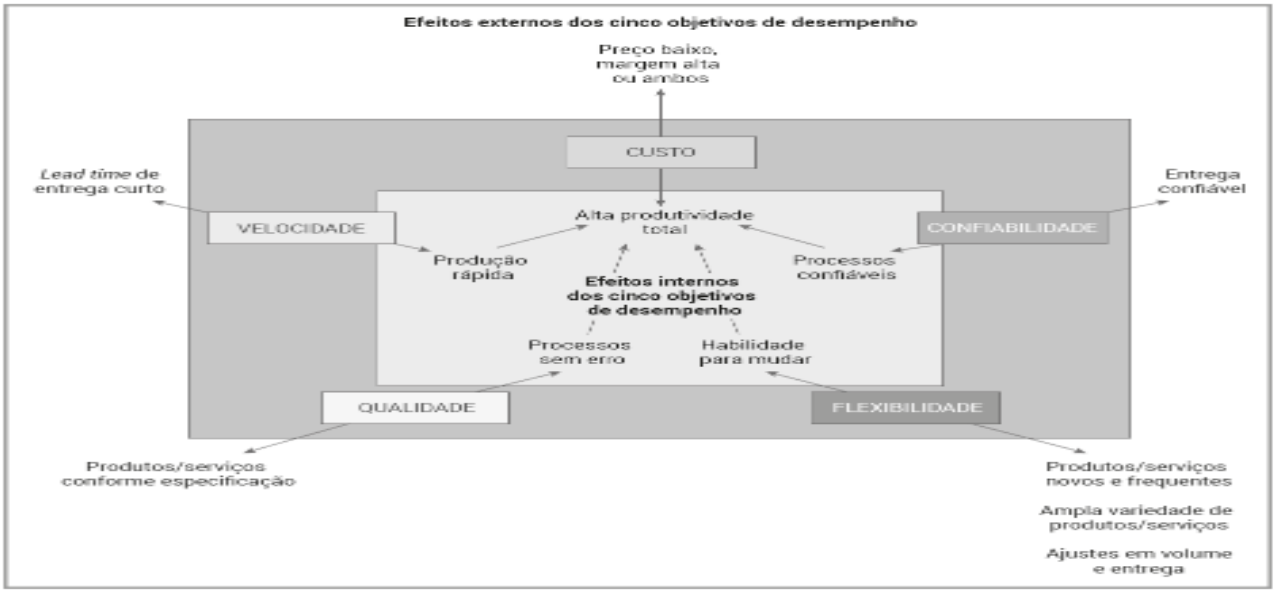


Figura 2.10 Objetivos de desempenho têm efeitos externos e internos. Internamente, o custo é influenciado por outros objetivos de desempenho.

Representação polar dos objetivos de desempenho

Uma forma útil de representar a importância relativa dos objetivos de desempenho para um produto ou serviço é mostrada na Figura 2.11(a). Isso é denominado representação polar porque as escalas que representam a importância de cada objetivo de desempenho têm a mesma origem. Uma linha descreve a importância relativa de cada objetivo de desempenho. Quanto mais próxima a linha estiver do centro, menos importante é o objetivo de desempenho para a operação. Dois serviços são mostrados, um serviço de táxi e outro de ônibus. Essencialmente, cada um fornece o mesmo serviço básico, mas com objetivos diferentes. As diferenças entre os dois serviços são claramente mostradas pelo diagrama. Sem dúvida, o

diagrama polar pode ser adaptado para acomodar qualquer número de diferentes objetivos de desempenho. Por exemplo, a Figura 2.11(b) mostra uma proposta de uso de diagrama polar para avaliar o desempenho relativo de diferentes forças policiais no Reino Unido.[12]

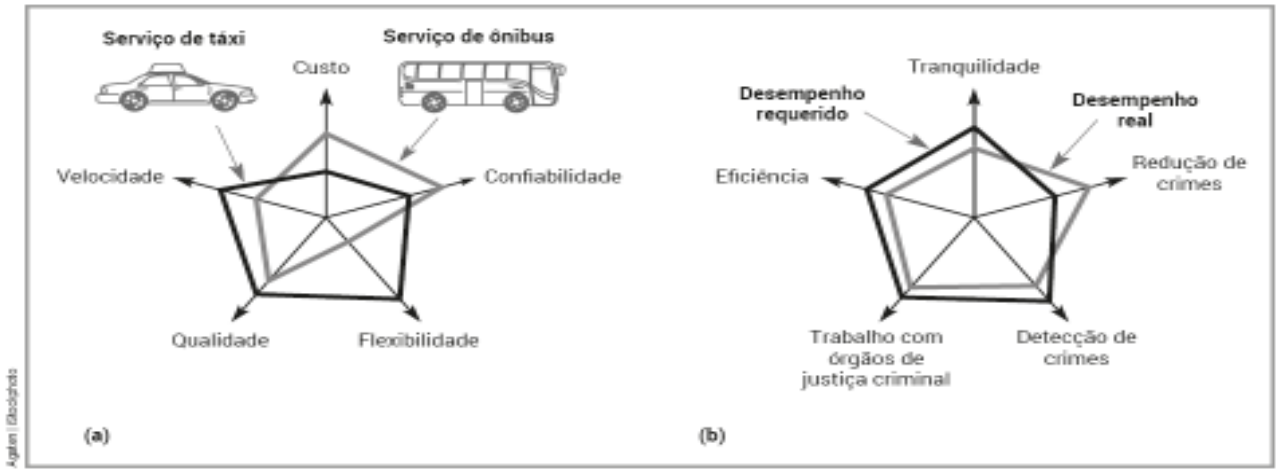


Figura 2.11 Representações polares de (a) importância relativa dos objetivos de desempenho e (b) metas e desempenho da força policial.

Exemplo resolvido

A slap.com é varejista especializada em cosméticos, vendidos pela internet. Encomenda produtos de vários fornecedores, estoca, embala conforme os pedidos dos clientes e, depois, os despacha usando uma empresa de distribuição. Embora amplamente bem-sucedida, a empresa está muito inclinada a reduzir seus custos operacionais. Várias sugestões são feitas para fazer isso. São as seguintes:

■ Tornar cada empacotador responsável por sua própria qualidade. Isso pode, potencialmente, reduzir a porcentagem de itens empacotados com erro de 0,25% para próximo de zero. Reempacotar um item que foi mal empacotado custa $ 2 por item.

■ Negociar com fornecedores para assegurar que entreguem os pedidos com maior rapidez. Estima-se que isso reduzirá o valor dos estoques mantidos pela **slap.com** em $ 1.000.000.

■ Instituir um sistema de controle simples para avisar se o número total de pedidos que devem ser despachados no final do dia foi realmente despachado no prazo. Atualmente, 1% dos pedidos não é empacotado no final do dia e, assim, precisa ser enviado por transporte expresso no dia seguinte. Isso custa mais $ 2 por item.

Em razão de a demanda variar ao longo do ano, às vezes os funcionários precisam fazer horas extras. Atualmente, a folha de pagamento de horas extras é de $ 150.000 por ano. Os funcionários da empresa indicaram que estariam dispostos a adotar um esquema de trabalho flexível, em que as horas extras poderiam ser trabalhadas quando necessário em troca de horas de folga quando o trabalho fosse menos intenso, recebendo algum tipo de pagamento extra. Esse pagamento extra poderia ser de $ 50.000 por ano.

Se a empresa despachar cinco milhões de itens por ano e se o custo de manutenção de estoque for 10% desse valor, quanto a empresa economizará em custo em cada uma dessas sugestões?

Análise

Eliminar pacotes com erro resultaria em melhoria da qualidade. Atualmente, 0,25% dos cinco milhões de itens é empacotado com erro. Isso representa 12.500 itens por ano. A um custo de reempacotamento de $ 2 por item, haveria uma economia de custo de $ 25.000.

Obter entrega mais rápida dos fornecedores ajuda a reduzir o volume de estoque em $ 1.000.000. Se a empresa estiver pagando 10% do valor do estoque para mantê-lo, a economia será de $ 1.000.000 × 0,1 = $ 100.000.

A segurança de que todos os pedidos são despachados no final do dia aumenta a confiabilidade das operações da empresa. Atualmente, 1% dos pedidos chega com atraso – em outras palavras, 50.000 itens por ano. Isso está custando $ 2 × 50.000 = $ 100.000 por ano, que seriam economizados ao aumentar a confiabilidade.

Mudar para um sistema de horário de trabalho flexível aumenta a maleabilidade da operação e custa $ 50.000 por ano, embora leve a uma economia de $ 150.000 por ano. Desse modo, aumentar a flexibilidade pode economizar $ 100.000 por ano.

Assim, no total, ao melhorarem a qualidade, a velocidade, a confiabilidade e a flexibilidade da operação, um total de $ 325.000 pode ser economizado.

COMO MEDIR O DESEMPENHO DA PRODUÇÃO?

Depois de ter definido os três níveis de desempenho da produção, qualquer empresa precisará mensurar seus esforços. Essa é a mensuração do desempenho. É o processo de *quantificar a ação*, em que mensuração significa o processo de quantificação e assume-se que o desempenho da operação é derivado das ações tomadas por sua administração. Algum tipo de *mensuração do desempenho* é um pré-requisito para julgar se uma operação é boa, má ou indiferente. Sem mensuração do desempenho seria impossível exercer qualquer controle sobre uma operação de forma contínua, ou avaliar se alguma melhoria está sendo feita.

A mensuração do desempenho, como estamos tratando aqui, envolve três questões genéricas:

- Quais fatores incluir como medidas de desempenho?
- Quais são as medidas de desempenho mais importantes?
- Quais medidas detalhadas usar?

Quais fatores incluir como medidas de desempenho?

Anteriormente neste capítulo, explicamos como o desempenho da produção poderia ser descrito em três níveis: o nível social, que incluía a consideração de fatores sociais e ambientais, bem como os econômicos; o nível estratégico, que incluía consideração de risco, capital e inovação, além da lucratividade; e o nível operacional, que incluía os fatores mais diretamente relacionados à produção: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Devemos fazer duas considerações importantes aqui. Em primeiro lugar, essas medições são agregadas em medições "mistas", que combinam várias delas, como "satisfação do cliente", "nível global de serviço" ou "agilidade das operações". Essas medidas de desempenho "mistas" ajudam a desenhar um quadro do desempenho global da empresa, embora, ao fazerem isso, incluam

necessariamente muitas influências, fora aquelas que o melhoramento do desempenho das operações normalmente aborda (a satisfação do cliente pode ser parcialmente uma função do modo como um serviço é anunciado, por exemplo). Em segundo lugar, todos os fatores em cada nível podem ser desmembrados em medições mais detalhadas. A Figura 2.12 contém exemplos disso. Essas medidas de desempenho mais detalhadas normalmente são monitoradas mais de perto e com mais frequência, e embora forneçam uma visão limitada do desempenho de uma operação, elas fornecem um quadro mais descritivo e completo do que deve ser e do que está ocorrendo dentro da operação. Na prática, a maioria das organizações optará por usar medições de desempenho de todos os três níveis.

Figura 2.12 Medidas de desempenho nos três níveis.

Quais são as medidas de desempenho mais importantes?

Um dos problemas de conceber um sistema de mensuração do desempenho útil é tentar atingir algum equilíbrio entre, por um lado, ter algumas medidas-chave (diretas e simples, mas que podem não refletir a ampla variedade de objetivos organizacionais), e, por outro lado, ter muitas medidas detalhadas (complexas e difíceis de administrar, mas capazes de apresentar muitas nuances do desempenho). De modo geral, um equilíbrio é alcançado ao se assegurar que haja um vínculo claro entre a estratégia global da operação, os indicadores de desempenho mais importantes (ou "desempenho-chave", ou KPIs – *Key Performance Indicators*) que refletem os objetivos estratégicos e o conjunto de medidas detalhadas que são usadas para "completar" cada indicador de desempenho-chave. Obviamente, a menos que a estratégia seja bem definida, é difícil "visar" uma faixa estreita de indicadores de desempenho-chave.

Quais medidas detalhadas usar?

Os cinco objetivos de desempenho – qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo – são na realidade compostos de muitas medidas menores. Por exemplo, o custo de uma operação é derivado de muitos fatores, que podem compreender a eficiência de compra da operação, a eficiência com que ela converte os materiais, a produtividade de seus funcionários, o índice de funcionários diretos em relação aos indiretos e assim por diante. Cada uma dessas medidas, individualmente, dá uma visão parcial do desempenho em custo da operação e muitas delas se sobrepõem em termos das informações que incluem. Entretanto, cada uma delas oferece uma perspectiva sobre o desempenho de custo de uma operação, o que pode ser útil para identificar áreas de melhoramento ou para monitorar a extensão do melhoramento. Se uma organização considera seu desempenho em "custo" como insatisfatório, desagregá-lo em "eficiência de compra", "eficiência da produção", "produtividade dos funcionários" etc. pode explicar a causa raiz do mau desempenho. O nível "operacional" na Figura 2.12 mostra algumas das medidas parciais que podem ser usadas para julgar o desempenho de uma operação.

A abordagem *balanced scorecard*

A forma de mensuração do desempenho talvez mais conhecida, e usada por muitas organizações, é a abordagem *"balanced scorecard"* criada por Kaplan e Norton: "*O* balanced scorecard *retém medidas financeiras tradicionais. Mas as medidas financeiras contam a história de eventos passados, uma história adequada para as empresas da era industrial nas quais os investimentos em capacidade física a longo prazo e em relacionamentos com os clientes não eram críticos para o sucesso. Entretanto, essas medidas financeiras são inadequadas para orientar e avaliar o caminho que as empresas da era da informação devem tomar para agregar valor futuro mediante investimento em clientes, fornecedores, funcionários, processos, tecnologia e inovação*."[13]

Na estrutura de três níveis utilizada aqui, o *balanced scorecard* atravessa os níveis estratégico e operacional. Além de incluir medidas de desempenho financeiro, da mesma forma que os sistemas tradicionais de mensuração, a abordagem do *balanced scorecard* também tenta fornecer as informações importantes necessárias para permitir que a estratégia global de uma organização seja refletida adequadamente em medidas específicas de desempenho. Além das medidas de desempenho financeiro, o *balanced scorecard* também inclui mais medidas operacionais, como satisfação dos clientes, processos internos, inovação e outras atividades de melhoramento. Ao fazer isso, mensura os fatores por trás do desempenho financeiro que são vistos como os direcionadores-chave do sucesso financeiro futuro. Argumenta-se sobretudo que uma faixa balanceada de medidas possibilita aos gerentes solucionarem as seguintes questões (*veja* a Figura 2.13):

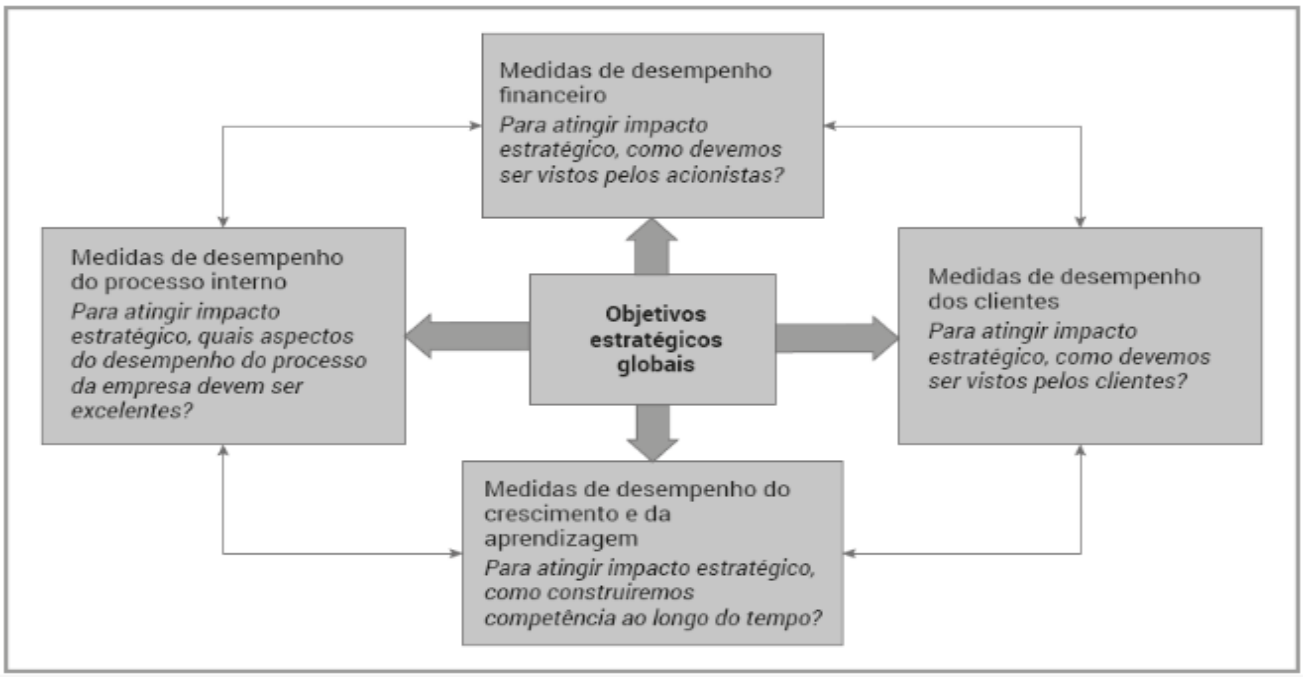


Figura 2.13 Medidas usadas no *balanced scorecard*.

- Como olhamos para nossos acionistas (perspectiva financeira)?
- Em que devemos ser excelentes (perspectiva do processo interno)?
- Como nossos clientes nos veem (perspectiva do cliente)?
- Como podemos continuar melhorando e construindo competências (perspectiva de aprendizagem e crescimento)?

Princípio de administração da produção

As abordagens multidimensionadas de medição do desempenho, como o *balanced scorecard*, dão uma indicação mais ampla do desempenho geral.

O *balanced scorecard* tenta reunir os elementos que refletem a posição estratégica de uma empresa, incluindo medidas de qualidade de produtos ou serviços, tempos de desenvolvimento de produtos e serviços, reclamações dos clientes, produtividade da mão de obra e assim por diante. Ao mesmo tempo, tenta evitar que o relatório de desempenho fique fora de controle ao restringir o número de medidas e focar, especialmente, aquelas consideradas essenciais. As vantagens da abordagem são que ela apresenta um quadro global do desempenho da organização em um único relatório e, ao ser abrangente nas medidas de desempenho que usa, encoraja as empresas a tomar decisões de interesse de toda a organização em vez de subotimizar em torno de medidas restritas.

TRADE-OFFS ENTRE OBJETIVOS DE DESEMPENHO

Anteriormente, apuramos que melhorar o desempenho de um objetivo de administração da produção pode também melhorar outros objetivos de desempenho. Mais notadamente, a melhor qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade pode melhorar o desempenho de custo. Mas, externamente, esse nem sempre é o caso. De fato, pode haver *trade-offs* entre os objetivos de desempenho. Em outras palavras, melhora na execução de um objetivo de desempenho pode ser atingida apenas pelo sacrifício do

desempenho de outro. Por exemplo, uma operação pode desejar melhorar sua eficiência em custo reduzindo a variedade de produtos ou serviços que oferece a seus clientes. *"Não há almoço grátis"* pode ser um resumo dessa abordagem. A síntese mais conhecida da ideia de *trade-off* provavelmente venha do Prof. Wickham Skinner, que disse: "*a maioria dos gerentes admitirá prontamente que há compromissos ou trade-offs a serem assumidos no projeto de um avião ou caminhão. No caso de um avião, os trade-offs envolveriam assuntos como velocidade-cruzeiro, distâncias de decolagem e aterrissagem, custo inicial, manutenção, consumo de combustível, conforto dos passageiros e capacidade de passageiros e carga. Por exemplo, ninguém hoje consegue projetar um avião de 500 passageiros que possa aterrissar em um porta-aviões e também romper a barreira do som. O mesmo se aplica a [operações]*".[14]

Mas há duas visões de *trade-offs*. A primeira enfatiza "reposicionar" os objetivos de desempenho pela compensação de melhorias em alguns objetivos para uma redução no desempenho em outros. A outra enfatiza aumentar a "eficácia" da operação ao superar os *trade-offs* de modo que as melhorias em um ou mais aspectos do desempenho possam ser atingidas sem qualquer redução no desempenho de outros. A maioria das empresas, em um momento ou outro, adotará ambas as abordagens. Isso é mais bem ilustrado através do conceito de "fronteira eficiente" no desempenho da produção.

Princípio de administração da produção

A curto prazo, as operações não podem atingir desempenho notável em todos os seus objetivos operacionais.

Trade-offs e a fronteira eficiente

A Figura 2.14(a) mostra o desempenho relativo de várias empresas do mesmo setor em termos de eficiência em custo e variedade de produtos ou serviços que oferecem a seus clientes. Supõe-se que todas as operações, idealmente, gostariam de ser hábeis em oferecer variedade muito alta e, ao mesmo tempo, ter níveis muito altos de eficiência em custo. Entretanto, o aumento da complexidade que uma variedade alta de ofertas de produto ou serviço traz, geralmente, reduz a habilidade da operação para operar eficientemente. Por outro lado, uma forma de melhorar a eficiência em custo é limitar severamente a variedade a oferecer aos clientes. A dispersão dos resultados na Figura 2.14(a) é típica de um exercício como esse. As operações A, B, C e D optaram por um equilíbrio diferente entre variedade e eficiência em custo. Mas nenhuma é dominada por qualquer outra, no sentido de que qualquer operação necessariamente tenha desempenho "superior". Entretanto, a operação X tem desempenho inferior porque a operação A é capaz de oferecer variedade mais alta no mesmo nível de eficiência em custo e a operação C oferece a mesma variedade, mas com melhor eficiência em custo. A linha convexa na qual as operações A, B, C e D se encontram é conhecida como "fronteira eficiente". Elas podem escolher posicionar-se de forma diferente (presumivelmente em razão de estratégias de mercado diferentes), mas não podem ser criticadas por serem ineficientes. Sem dúvida, qualquer uma dessas operações que se situe na fronteira eficiente pode vir a acreditar que o equilíbrio que escolheram entre variedade e eficiência em custo seja inapropriado. Nessas circunstâncias, podem escolher reposicionar-se em algum outro ponto ao longo da fronteira eficiente. Em contraste, a operação X também escolheu equilibrar variedade e eficiência em custo de maneira particular, mas não está fazendo isso com muita eficácia. A operação B apresenta a mesma proporção entre os dois objetivos de desempenho, mas está atingindo-os de modo mais eficaz.

Entretanto, uma estratégia que enfatiza aumentar a eficácia não está confinada às operações que são dominadas, como a operação X. Aquelas posicionadas na fronteira eficiente, em geral, também desejarão melhorar a eficácia de suas operações ao superar o *trade-off* que está implícito na curva da fronteira eficiente. Por exemplo, suponhamos que a operação B da Figura 2.14(b) deseje melhorar, simultaneamente, a variedade e a eficiência em custo, movendo-se para a posição B1. Ela pode ser capaz de fazer isso, mas apenas se adotar melhorias nas operações que expandem a fronteira eficiente. Por exemplo, uma das decisões que qualquer gerente de supermercado tem que tomar é quantas posições de caixa abrir em qualquer tempo. Se muitos caixas forem abertos, haverá momentos em que os funcionários não terão nenhum cliente para atender e ficarão ociosos. Porém, os clientes terão um excelente serviço em termos de pouco ou nenhum tempo de espera. Ao contrário, se poucos caixas forem abertos, os funcionários estarão trabalhando o tempo todo, mas os clientes terão que enfrentar longas filas. Parece haver um *trade-off* direto entre a utilização de funcionários (e, assim, de custo) e o tempo de espera do cliente (velocidade do serviço). Todavia, o gerente do supermercado pode, por exemplo, alocar um número-base de funcionários para operarem os caixas, mas também treinar funcionários de outras funções para assumir as posições de caixa quando houver aumento repentino da demanda. Se o gerente em serviço observar o acúmulo de clientes junto aos caixas, os outros funcionários treinados poderão rapidamente assumir outras posições de caixa. Ao proporcionar um sistema flexível de alocação de funcionários, o gerente pode melhorar o serviço e manter alta a utilização de funcionários.

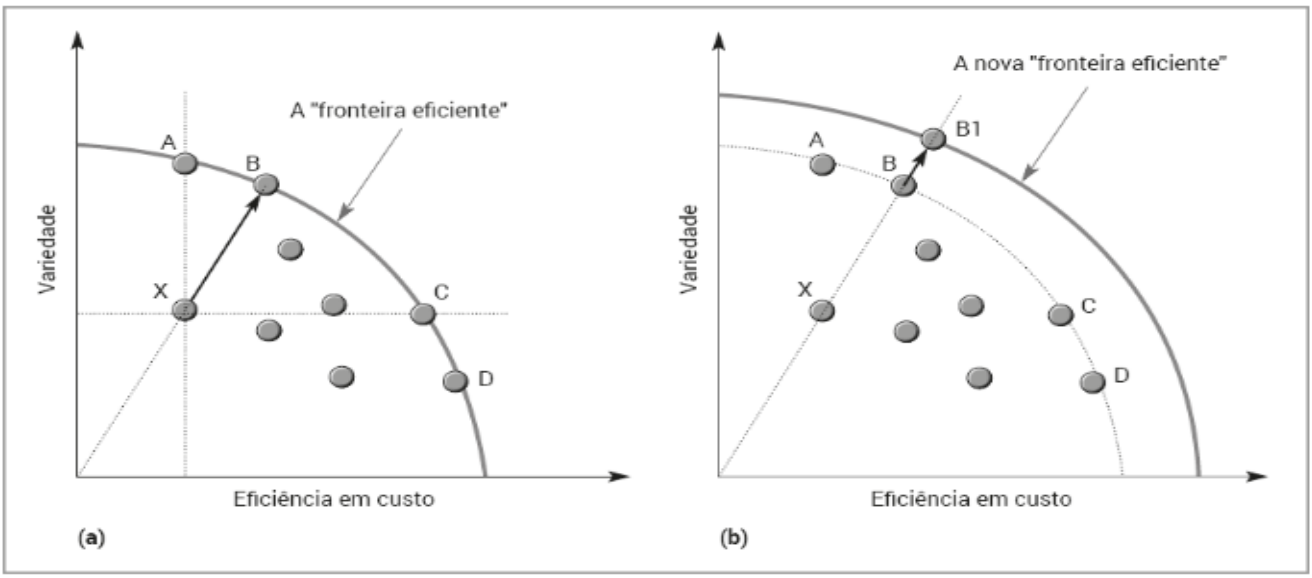


Figura 2.14 A fronteira eficiente identifica as operações com desempenhos que prevalecem sobre outro desempenho de produção.

Princípio de administração da produção

As operações que se encontram na "fronteira eficiente" têm níveis de desempenho que prevalecem sobre as que não se encontram.

Essa distinção entre posicionar-se na fronteira eficiente e aumentar a eficácia das operações pela extensão da fronteira eficiente é importante. Qualquer empresa deve deixar clara a extensão em que espera que a operação reposicione-se em termos de objetivos de desempenho e a extensão em que espera que a operação melhore sua eficácia de várias maneiras simultâneas.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

Por que o desempenho da produção é vital para qualquer organização?

■ A administração da produção pode "construir ou destruir" qualquer empresa. Na maioria das empresas, representa o maior volume de seus ativos.

■ Os efeitos positivos de uma operação bem conduzida incluem um foco no melhoramento, a criação de competências "difíceis de imitar" e uma compreensão dos processos que são os blocos de montagem de todas as operações.

■ Os efeitos negativos de uma operação mal conduzida incluem falhas óbvias aos clientes (e gastos para a organização), uma complacência que leva a deixar de explorar as oportunidades de melhoria.

Como o desempenho da produção é analisado em um nível social?

■ As decisões da produção afetam uma série de "*stakeholders*". *Stakeholders* são as pessoas e grupos que possuem interesse legítimo nas atividades da operação.

■ Essa ideia de que a produção deve levar em consideração o impacto sobre um amplo *mix* de *stakeholders* é denominada "responsabilidade social corporativa" (RSC).

■ O desempenho no nível social geralmente utiliza a ideia do resultado triplo (3BL, TBL ou *triple bottom line*), também conhecido como "Pessoas, Planeta e Lucro (*Profit*)". Inclui o resultado social, o resultado ambiental e o resultado econômico.

■ O resultado social incorpora a ideia de que as empresas devem aceitar que assumem alguma responsabilidade pelo impacto que têm sobre a sociedade e equilibram as consequências "sociais" externas de suas ações com as consequências internas mais diretas, como o lucro.

■ O resultado ambiental incorpora a ideia de que a administração da produção deve aceitar que assume alguma responsabilidade pelo impacto que tem sobre o ambiente natural.

■ O resultado econômico incorpora as medidas financeiras convencionais de desempenho derivadas do uso eficaz dos recursos da operação.

Como o desempenho da produção é analisado em um nível estratégico?

■ O tipo de decisões e atividades que os gerentes de produção executam pode ter um impacto estratégico significativo.

■ Em particular, a administração da produção pode afetar o desempenho econômico de cinco modos:

Pode reduzir os custos.

Pode obter a satisfação do cliente mediante o serviço.

Pode reduzir o risco de falha operacional.

Pode reduzir o montante do investimento que for necessário.

Pode fornecer a base para inovação *futura*.

Como o desempenho da produção é analisado no nível operacional?

■ Os cinco "objetivos de desempenho" que são usados para avaliar o desempenho da produção em um nível operacional são: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

■ A qualidade é importante porque:

■ Ao "fazer as coisas certo", a administração da produção procura influenciar a qualidade dos bens e serviços da empresa.

Externamente, qualidade é um aspecto importante da satisfação ou da insatisfação do cliente.

Internamente, as operações de qualidade reduzem os custos e aumentam a confiabilidade.

A velocidade é importante porque:

■ Ao fazer as coisas com rapidez, a administração da produção procura influenciar a velocidade com que os bens e serviços são entregues.

Externamente, velocidade é um aspecto importante do serviço ao cliente.

Internamente, velocidade reduz estoques ao diminuir o tempo da produção interna e reduz riscos ao retardar o comprometimento de recursos.

A confiabilidade é importante porque:

■ Ao fazer as coisas dentro do prazo, a administração da produção procura influenciar a confiabilidade de entrega de bens e serviços.

Externamente, confiabilidade é um aspecto importante do serviço ao cliente.

Internamente, confiabilidade na administração da produção aumenta a confiabilidade operacional, reduzindo, assim, o tempo e o dinheiro que, de outro modo, seriam empregados na solução de problemas de confiabilidade e também em dar estabilidade à operação.

A flexibilidade é importante porque:

■ Ao "mudar o que faz", a administração da produção procura influenciar a flexibilidade com que a empresa produz bens e serviços.

Externamente, flexibilidade pode produzir novos produtos e serviços (flexibilidade de produto/serviço);

Externamente, flexibilidade pode produzir ampla variedade ou *mix* de produtos e serviços (flexibilidade de *mix*);

Externamente, flexibilidade pode produzir quantidades ou volumes diferentes de produtos e serviços (flexibilidade de volume);

Externamente, flexibilidade pode produzir produtos e serviços em momentos diferentes (flexibilidade de entrega).

Internamente, flexibilidade pode ajudar a agilizar os tempos de resposta, reduzir o tempo desperdiçado em transições e manter a confiabilidade.

O custo é importante porque:

■ Ao "fazer as coisas mais barato", a administração da produção procura influenciar o custo dos bens e serviços da empresa.

Externamente, custos baixos permitem às organizações reduzir o preço para obter maiores volumes ou, alternativamente, aumentar sua rentabilidade sobre os níveis de volume existentes.

Internamente, o desempenho em custo é ajudado pelo bom desempenho em outros objetivos de desempenho.

Como o desempenho da produção pode ser medido?

■ É pouco provável que, para qualquer operação, uma única medida de desempenho reflita adequadamente todo um objetivo de desempenho. Em geral, a administração da produção terá que reunir um grupo de medidas parciais de desempenho.

■ O *balanced scoreboard* (BSC) é uma técnica normalmente utilizada para a medição de desempenho, incorporando medidas relacionadas a:

Como olhamos para nossos acionistas (perspectiva financeira)?

Em que devemos ser excelentes (perspectiva do processo interno)?

Como nossos clientes nos veem (perspectiva do cliente)?

Como podemos continuar melhorando e construindo competências (perspectiva de aprendizagem e crescimento)?

Como os objetivos de desempenho da produção fazem *trade-off*?

■*Trade-offs* são a medida em que as melhorias em um objetivo de desempenho podem ser obtidas apenas sacrificando o desempenho de outros. O conceito de "fronteira eficiente" é uma abordagem útil para articular *trade-offs* e distinguir entre reposicionar o desempenho na fronteira eficiente e melhorar o desempenho ao superar os *trade-offs*.

ESTUDO DE CASO

Objetivos de produção no Penang Mutiara[15]

Há muitos hotéis de luxo na região do Sudeste Asiático, mas poucos podem ser comparados ao Penang Mutiara, hotel de alto nível, com 440 apartamentos, situado na luxuosa costa verde do oceano Índico, na Malásia. Propriedade da Pernas-OUE da Malásia e administrado pelos Singapore Mandarin International Hotels, seu gerente-geral não tem qualquer ilusão sobre a importância de dirigir uma operação eficaz. *"Administrar um hotel deste tamanho é tarefa bem complicada"*, afirma. *"Nossos clientes têm todo o direito de exigir. Esperam serviço de primeira classe e isso é o que devemos oferecer-lhes. Se tivermos qualquer problema para administrar essa operação, o cliente perceberá imediatamente, e esse é o maior incentivo para desempenharmos seriamente as operações. A qualidade de nossos serviços deve ser impecável. Isso significa lidar com o básico. Por exemplo, nossos funcionários devem ser corteses e simpáticos com os hóspedes. Sem dúvida, devem ter conhecimento para estar em condições de responder a todas as suas perguntas. O edifício e os equipamentos, de fato todo o* hardware *da operação, devem apoiar a atmosfera de luxo que criamos no hotel. O estilo do* design *e os materiais de alta classe não apenas criam a impressão correta mas, quando os escolhemos cuidadosamente, são também duráveis e mantêm o hotel conservado no decorrer dos anos. O mais importante de tudo é que qualidade significa antecipar as necessidades dos hóspedes, pensar à frente para identificar o que os encantará ou irritará."*

O hotel tenta antecipar-se às necessidades dos hóspedes de várias formas. Por exemplo, se eles já estiveram no hotel, o funcionário evita pedir as informações que já foram fornecidas na visita anterior. Os funcionários da recepção simplesmente verificam se os clientes já se hospedaram antes, complementam as informações e os encaminham a seus apartamentos, sem demoras irritantes. Qualidade do serviço também significa ajudar os hóspedes a resolver problemas particulares. Por exemplo, se a linha aérea extraviar a bagagem de um deles, este chegará ao hotel compreensivelmente

irritado. *"O fato de não sermos os causadores da irritação não é realmente a questão. É nosso trabalho fazê-los sentir-se melhor."*

Velocidade em termos de resposta ágil às exigências dos clientes é algo também importante. *"Um hóspede não deve ficar esperando. Se tem um pedido a fazer, vai fazer agora e precisa ser atendido agora. Nem sempre isso é fácil, mas fazemos o máximo. Por exemplo, se todos os hóspedes do hotel, à noite, decidirem chamar o serviço de quarto e pedirem uma refeição, em vez de se dirigirem aos restaurantes, obviamente nosso departamento de serviço ficará sobrecarregado e os clientes terão que esperar muito até os pedidos chegarem a seus apartamentos. Tratamos esse problema observando atentamente a evolução da demanda por serviço de quarto. Quando constatamos que o nível de resposta está ficando demorado, convocamos os funcionários dos restaurantes. Sem dúvida, para fazer isso, temos que estar seguros de que eles são capacitados. De fato, temos uma política de assegurar que os funcionários dos restaurantes possam sempre exercer mais de uma função. É esse tipo de flexibilidade que nos permite manter resposta rápida aos clientes."*

Confiabilidade é também princípio fundamental em um hotel bem administrado. *"Devemos sempre manter nossas promessas. Por exemplo, os apartamentos devem ser preparados em tempo e a conta deve estar pronta no momento de saída do hóspede. Ele espera um serviço confiável e algo inferior a isso se torna causa legítima de insatisfação."* Entretanto, é em grandes oportunidades que a confiabilidade é particularmente importante no hotel. Por exemplo, na realização de um banquete, tudo deve estar preparado. As bebidas, os alimentos e o entretenimento precisam estar disponíveis exatamente como planejado. Qualquer desvio do plano será logo percebido pelos convidados. *"O negócio é planejar os detalhes e prever o que pode dar errado. Uma vez feito o planejamento, podemos antecipar possíveis problemas e planejar como enfrentá-los ou, ainda, evitar que ocorram em primeiro lugar."*

Flexibilidade significa várias coisas para o hotel. Primeiramente, significa que os funcionários devem estar preparados para atender às solicitações dos hóspedes. *"Não gostamos de dizer NÃO! Por exemplo, se um hóspede solicita queijo Camembert e não temos em estoque, pedimos a um funcionário para ir a um supermercado e comprá-lo. Apesar do esforço, se o queijo não for encontrado, negociamos com o hóspede uma solução alternativa. Isso tem um efeito importante – ajuda a manter a motivação de nossos funcionários. Somos constantemente solicitados a fazer praticamente o impossível – todavia, fazemos e eles acham isso importante. Todos gostamos de nos sentir parte de uma organização que é capaz de fazer o mais difícil, se não o impossível."* Flexibilidade no hotel também significa a habilidade de enfrentar flutuações sazonais de demanda. Consegue-se isso em parte contratando funcionários em tempo parcial. Isso não chega a ser problema quando se trata de tarefas de retaguarda. Por exemplo, na lavanderia, é relativamente fácil contratar pessoas no período de pico. Entretanto, há problema quando se trata de funcionários que têm contato direto com o cliente. *"Não podemos esperar que os funcionários temporários tenham o mesmo preparo dos efetivos para trabalhar diretamente com o cliente. Por exemplo, um garçom que normalmente anota pedidos, serve as refeições e retira os pratos sujos limitaria suas atividades a anotar pedidos e servir as refeições. A parte menos qualificada do trabalho, que é retirar os pratos, pode ser transferida a funcionários temporários."*

No que diz respeito a custos, cerca de 60% do custo operacional do hotel é representado por alimentos e bebidas. Assim, uma forma óbvia de manter os custos baixos é evitar o desperdício de alimentos. O custo de energia representa 6% do custo total de operação e é fonte potencial de economia. Entretanto, embora as economias de custo sejam bem-vindas, o hotel é sempre cuidadoso em não comprometer a qualidade de seus serviços para reduzir custos. *"É o serviço impecável que nos dá vantagem competitiva, não o preço. Bom serviço significa que nossos hóspedes sempre voltarão. Metade de nossos hóspedes são pessoas que já estiveram no hotel antes. Quanto mais hóspedes recebermos,*

maior a utilização de nossos apartamentos e restaurantes, e é isso que realmente mantém o custo por hóspede baixo e a rentabilidade razoável. Assim, no final, fechamos o círculo: é a qualidade de nossos serviços que mantém nossos volumes altos e nossos custos baixos."

QUESTÕES

1. Descreva como você imagina que a gerência do hotel irá:

a) garantir que sua gestão seja apropriada para a competitividade do negócio;

b) implementar qualquer mudança na estratégia;

c) desenvolver a operação de modo que possa impulsionar a estratégia do hotel a longo prazo.

2. O estudo de caso descreve como qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo afetam os hóspedes do hotel. Explique como cada um desses objetivos de desempenho pode trazer benefícios internos.

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 O serviço de "ciência forense" de um país europeu é tradicionalmente organizado para cuidar dos laboratórios forenses destinados a cada força policial em torno do país. Para reduzir custos, o governo decidiu centralizar esse serviço em uma grande central próxima à capital do país. Quais as vantagens e desvantagens externas disso para os *stakeholders* da operação? Quais as implicações internas para a nova operação centralizada que fornecerá esse serviço?

2 A clínica médica descrita no exemplo resolvido do capítulo expandiu-se ao contratar mais um funcionário e agora possui seis funcionários. Também alugou novo equipamento de monitoramento de saúde que permite aos pacientes ser processados com maior rapidez. Isso significa que sua produção total é agora de 280 pacientes por semana. Seu custo médio aumentou para $ 4.680 por semana e os custos indiretos são de $ 3.000 por semana. Quais são agora sua produtividade de mão de obra de fator único e sua produtividade multifatorial?

3 Uma editora planeja substituir seus quatro revisores que procuram erros nos originais por uma nova máquina de escaneamento e um revisor, no caso de a máquina quebrar. Atualmente, os revisores leem 15 originais por semana. Cada revisor recebe $ 80.000 por ano. Contratar a nova máquina de escaneamento custará $ 5.000 por mês, mas poderá conferir 50 originais por semana. Como esse novo sistema afetará a produtividade do departamento de revisão?

4 A Bongo's Pizzas possui uma garantia de serviço em que o consumidor não pagará pela *pizza* se ela não for entregue até 30 minutos após o recebimento do pedido. Uma investigação mostrou que 10% de todas as *pizzas* são entregues entre 15 e 20 minutos após o pedido, 40% entre 20 e 25 minutos após o pedido, 40% entre 25 e 30 minutos após o pedido, 5% entre 30 e 35 minutos, 3% entre 35 e 40 minutos e 2%, mais de 40 minutos após o pedido. Se o lucro médio por *pizza* entregue pontualmente for de $ 1 e o custo médio, de $ 5, o fato de a Bongo's não cobrar por 10% de suas *pizzas* representará um problema significativo para o negócio? Quanto lucro extra por *pizza* seria obtido se 5 minutos fossem reduzidos em todas as entregas?

5*Etapa 1*. Examine novamente as figuras do capítulo que ilustram o significado de cada objetivo de desempenho para as quatro operações. Considere a empresa de ônibus e o supermercado e, em particular, leve em conta seus clientes externos.

Etapa 2. Desenhe o desempenho relativo requerido para ambas as operações em um diagrama polar.

Etapa 3. Considere os efeitos internos de cada objetivo de desempenho. Para ambas as operações, identifique como qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade podem ajudar a reduzir o custo da produção de seus serviços.

6 Visite os *websites* de duas ou três grandes empresas petrolíferas, como Esso, Shell, Petrobras etc. Examine como descrevem suas políticas em relação a clientes, fornecedores, acionistas, funcionários e sociedade em geral. Identifique áreas de administração da produção da empresa em que possa haver conflitos entre as necessidades desses diferentes grupos de *stakeholders*. Discuta ou reflita sobre como (se for o caso) tais empresas tentam e reconciliam esses conflitos.

7 Crie um esquema de medição de desempenho para o desempenho do curso que você está frequentando.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

BOURNE, M.; KENNERLEY, M.; FRANCO, M. Managing through measures: a study of the impact on performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 16, n. 4, p. 373-395, 2005.

O conteúdo corresponde ao título.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. The balanced scorecard: measures that drive performance. *Harvard Business Review*, July/Aug. 2005.

Os últimos pronunciamentos sobre a abordagem *balanced scorecard*.

NEELY, A. *Business performance measurement*: unifying theory and integrating practice. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Um conjunto de trabalhos a respeito dos detalhes da medição dos objetivos de desempenho.

PINE, B.J. *Mass customization*. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

Primeiro trabalho substancial sobre a ideia de customização em massa. Ainda um clássico.

SAVITZ, A.W.; WEBER, K. *The triple bottom line*: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success – and how you can too. San Francisco: Jossey-Bass, 2006.

Bom tratamento do resultado triplo (*triple bottom line*).

WADDOCK, S. Stakeholder performance implications of corporate responsibility. *International Journal of Business Performance Management*, v. 5, n. 2-3, p. 114-124, 2003.

Uma introdução à análise dos *stakeholders*.

3

ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Nenhuma organização pode planejar em detalhes cada aspecto de suas ações futuras; há sempre algum grau de incerteza em relação às condições que o futuro lhe reserva. Sempre deverá haver algum ajuste nos planos, a fim de acomodar as circunstâncias. Mas simplesmente reagir sempre aos problemas atuais, possivelmente de curto prazo, pode levar a mudanças constantes na direção e fazer com que a operação se torne volátil e instável. É por isso que as organizações necessitam do "pano de fundo" de alguma direção estratégica bem compreendida, para que saibam (razoavelmente) para onde estão indo e como podem chegar lá. Uma vez que a função produção tenha entendido seu papel na empresa, será necessário formular um conjunto de princípios gerais que orientarão sua tomada de decisão. Essa é a estratégia de produção da empresa. Todavia, o conceito de "estratégia" não é direto; nem da estratégia de produção. Este capítulo considera quatro perspectivas; cada uma faz parte da maneira pela qual ilustramos as forças que moldam a estratégia de produção. A Figura 3.1 mostra onde este capítulo se encaixa no modelo global de administração da produção.

Questões-chave

- O que é estratégia e o que é estratégia de produção?
- Qual a diferença entre uma visão *top-down* (de cima para baixo) e uma *bottom-up* (de baixo para cima) da estratégia de produção?
- Qual a diferença entre as visões de "exigências do mercado" e de "recursos de produção" da estratégia de produção?
- Como uma estratégia de produção pode formar a base para o melhoramento da produção?
- Como uma estratégia de produção pode ser constituída? O processo da estratégia de produção.

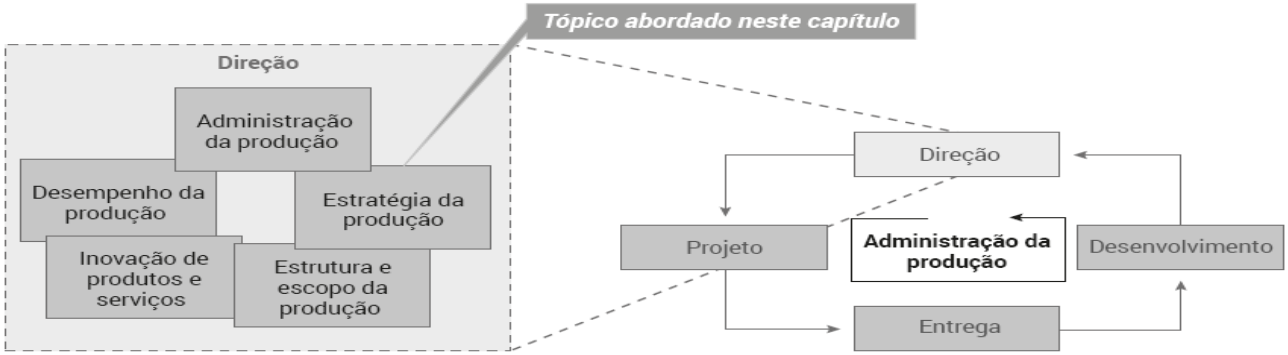


Figura 3.1 Este capítulo examina a estratégia da produção.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Mudando a economia da exploração do espaço[1]

Você não imagina que satélites espaciais sejam itens baratos, e é claro que eles não são. Eles podem ser muito, muito caros. E nos primeiros dias das missões espaciais, isso significava que apenas as superpotências podiam se dar ao luxo de desenvolvê-los e lançá-los no espaço. A sabedoria convencional era de que o espaço era um ambiente tão hostil que os satélites teriam de ser construídos usando apenas componentes especialmente desenvolvidos, que pudessem suportar as condições severas encontradas no espaço. Os satélites, portanto, sempre seriam itens muito caros. No entanto, no final da década de 1970 essa suposição foi desafiada por *Sir* Martin Sweeting, que então estudava para o seu PhD na University of Surrey, no Reino Unido. A equipe de pesquisa aeroespacial do Departamento de Engenharia Elétrica dessa universidade tinha construído seu primeiro satélite (chamado UoSAT-1) usando componentes comerciais prontos para o uso. Tinha mais ou menos o tamanho de dois fornos de micro-ondas, pesando cerca de 72 kg. Em contraste, alguns dos enormes satélites lançados pelas agências espaciais do governo eram tão grandes quanto um ônibus de dois andares de Londres. O UoSAT-1 foi lançado em 1981 com a ajuda da NASA, que tinha sido persuadida a proporcionar lançamento gratuito, de carona com uma missão que colocaria um grande satélite científico em órbita. Depois disso, a equipe desenvolveu um segundo satélite (UoSAT-2), construído em apenas seis meses e lançado em 1984. Um ano depois, a Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) foi formada como empresa derivada da Universidade de Surrey para transferir os resultados de sua pesquisa para uma empresa comercial. A visão da empresa era abrir o mercado para a exploração espacial como pioneira no uso de satélites pequenos e relativamente baratos mas confiáveis, construídos a partir de componentes prontamente disponíveis para uso – uma ideia revolucionária. Hoje, a SSTL é a empresa líder mundial em pequenos satélites e realizou missões espaciais para toda uma gama de aplicações, incluindo observação da Terra, ciência, comunicações e demonstração de tecnologia em órbita. A empresa está na vanguarda da inovação espacial, explorando avanços em tecnologias e questionando ideias convencionais para tornar a exploração do espaço acessível a clientes internacionais. A empresa, que lançou mais de 40 satélites, está localizada em quatro pontos no sudeste da Inglaterra e emprega mais de 500 funcionários. Desde 2014, a SSTL é uma empresa independente no grupo de defesa e espaço da Airbus.

À medida que o mercado dos satélites se desenvolveu, as inovações científicas e tecnológicas levaram àquilo que se chamou "democratização" do espaço, com a SSTL mantendo uma fatia de 40% do mercado global de exportação de satélites pequenos e acessíveis. Como conseguiu esse sucesso, vinda de um início tão pequeno? Bem, em parte porque foi uma das primeiras no mercado a ter visão para perceber que haveria um mercado para pequenos satélites que poderiam atender às ambições de países menores, empresas, grupos de pesquisa e até escolas. Como diz a empresa, a revolução dos pequenos satélites começou com a SSTL. Mas, além disso, sempre foi inovadora em encontrar maneiras de manter o mínimo custo possível para a construção de satélites. A SSTL foi pioneira na abordagem de baixo custo e baixo risco para a realização de missões de satélites operacionais dentro de curtos prazos de desenvolvimento e com a capacidade que os clientes potenciais queriam. No início dos anos 1980, quando os primeiros microcomputadores se tornaram comercialmente disponíveis, *Sir* Martin Sweeting especulou que seria possível usar a tecnologia programável para construir pequenos satélites que fossem "inteligentes" em

comparação com satélites convencionais grandes e caros. Também permitiria que o satélite fosse reprogramado a partir do solo. Particularmente importante foi a utilização pela empresa de tecnologia comercial pronta para uso. Combinado com a determinação de aprender algo de cada novo projeto, uma abordagem pragmática para a fabricação e produção de baixo custo, isso permitiu que a SSTL mantivesse os custos tão baixos quanto fosse realisticamente possível. Com efeito, usar peças padrão da indústria significava explorar os (muitas vezes enormes) investimentos de empresas fabricantes de produtos eletrônicos de consumo, fabricantes de peças de automóveis e outros que desenvolveram componentes complexos para seus produtos. Mesmo que isso às vezes limitasse o que um satélite poderia fazer, proporcionava economias de escala que seriam impossíveis se a SSTL estivesse projetando e fabricando componentes personalizados a partir do zero. "*Estávamos sendo parasitas, por assim dizer*", admite *Sir* Martin.

No entanto, nem todos os componentes comercialmente disponíveis feitos para uso terrestre são capazes de suportar as condições no espaço, o que é uma questão extremamente importante. A confiabilidade é essencial em um satélite. (É difícil repará-lo, uma vez no espaço.) E até mesmo componentes e sistemas prontos para uso que se tornam cada vez mais confiáveis devem ser rigorosamente testados para garantir que estejam de acordo com as condições severas encontradas no espaço. Um dos principais problemas é como os componentes reagem aos altos níveis de radiação no espaço. Por exemplo, diferentes partes dos *smartphones* (uma fonte regular de componentes) reagem de diferentes maneiras à radiação. Saber quais componentes podem ser usados e quais não podem é uma parte importante do conhecimento. No entanto, embora componentes e sistemas individuais sejam muitas vezes comprados prontos para uso, a própria empresa faz a maior parte de suas atividades de produção. Isso permite que a SSTL forneça um serviço completo de *design*, fabricação, lançamento e operação, bem como uma gama de serviços de aconselhamento, análise e consultoria. "*O que nos distingue é a nossa capacidade de integração vertical, desde o projeto e pesquisa até a fabricação e operações"*, diz *Sir* Martin. "*Nós não temos que depender de fornecedores, embora, obviamente, compremos componentes quando isso é vantajoso*." E a inovação? Ainda é tão importante como foi no início da empresa. A University of Surrey reteve uma participação de 1% na empresa porque "*queríamos cimentar uma relação muito estreita entre a empresa e a universidade*", diz *Sir* Martin. "*Trabalhamos juntos em uma série de projetos de pesquisa e os funcionários fluem de um lado para o outro entre nós*."

O QUE É ESTRATÉGIA E O QUE É ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO?

Surpreendentemente, "estratégia" não é tão fácil de definir. Linguisticamente, a palavra deriva do grego *strategos*, que significa "liderança de um exército". Embora não haja vínculo histórico direto entre a prática militar grega e as ideias modernas de estratégia, a metáfora militar é poderosa. As estratégias militar e empresarial podem ser descritas de modo similar e abrangem alguns dos seguintes itens:

- Estabelecer objetivos amplos que direcionam uma empresa à sua meta global.
- Planejar o caminho (em termos gerais, não específicos) para se chegar a essas metas.
- Enfatizar os objetivos a longo e não a curto prazo.
- Lidar com o quadro amplo, em vez de enfatizar atividades isoladas.
- Manter-se afastado e acima da confusão e distrações das atividades do dia a dia.

Aqui, denominamos estratégicas as decisões que: são difundidas em seu efeito na organização à qual a estratégia se refere; definem a posição da organização em seu ambiente; e a levam para mais próximo de suas metas de longo prazo. Mas "estratégia" é mais do que uma decisão isolada; é o *padrão total de decisões* e ações que influenciam a direção a longo prazo da empresa. Pensar na estratégia dessa maneira ajuda-nos a discutir a estratégia de uma organização, mesmo quando não está explicitamente declarada. Observar o padrão geral de decisões dá uma indicação do comportamento estratégico *real*.

Estratégia de produção

A estratégia de produção diz respeito ao padrão de decisões e ações estratégicas que definem o papel, os objetivos e as atividades da produção. O termo "*estratégia de produção"* soa, à primeira vista, como uma contradição. Como podem as "operações de produção", assunto geralmente vinculado à criação e entrega diária de bens e serviços, ser estratégica? Geralmente, a "estratégia" é vista como oposta às atividades da rotina diária. Mas "operações" não é sinônimo de "operacionais". "Produção" ou "operação" diz respeito aos recursos que criam produtos e serviços. "Operacional" é o oposto de estratégico, significando atividades diárias e detalhadas. Portanto, podem-se examinar tanto os aspectos operacionais como os estratégicos da produção. Também é importante considerar a distinção entre "conteúdo" e "processo" da estratégia de produção. O *conteúdo* da estratégia de produção envolve decisões e ações específicas que estabelecem o papel, os objetivos e as atividades da produção. O *processo* da estratégia de produção é o método usado para tomar decisões específicas de "conteúdo".

Princípio de administração da produção
"Operações" não é o mesmo que "operacionais"; operações têm papel estratégico.

Implementação, apoio e impulso da estratégia

A maioria das empresas espera que a estratégia de produção melhore o desempenho das operações ao longo do tempo. Ao fazerem isso, devem passar de um estágio em que contribuem muito pouco para o sucesso competitivo da empresa até o ponto em que são diretamente responsáveis por seu sucesso competitivo. Isso significa que devem estar habilitadas, por extensão, a dominar as habilidades para "implementar" primeiro, depois, "apoiar" e, então, "impulsionar" a estratégia da organização.

Implementando a estratégia empresarial

O papel mais básico das operações é implementar a estratégia. Afinal, você não pode tocar em uma estratégia; você não pode vê-la; tudo o que pode perceber é como a operação se comporta na prática. Por exemplo, se uma seguradora possui a estratégia de se mudar totalmente para um serviço *online*, sua função produção terá que supervisionar o projeto de todos os processos que permitam aos clientes acessar informações *online*, fazer cotações, solicitar informações complementares, conferir detalhes de crédito, encaminhar documentação e assim por diante. Sem uma implementação eficaz, mesmo a estratégia mais brilhante e original será considerada totalmente ineficaz.

Apoiando a estratégia empresarial

O apoio à estratégia vai além de simplesmente implementar a estratégia. Significa desenvolver as competências que permitam à organização melhorar e aperfeiçoar suas metas estratégicas. Por exemplo, um fabricante de telefone celular deseja ser o primeiro no mercado com inovações de produto, de modo que suas operações precisam ser capazes de acompanhar a inovação constante. Deve desenvolver processos flexíveis o suficiente para fabricar componentes inovadores, organizar seus funcionários para entender as novas tecnologias, desenvolver relacionamentos com fornecedores que os ajudem a responder rapidamente com o fornecimento de novas peças e assim por diante.

Impulsionando a estratégia empresarial

O terceiro e mais difícil papel das operações é impulsionar a estratégia para obter vantagem exclusiva a longo prazo. Por exemplo, uma empresa especializada em serviço de alimentação fornece a restaurantes peixe congelado e frutos do mar. No decorrer dos anos, construiu fortes relacionamentos com clientes (*chefs*), bem como com fornecedores ao redor do mundo (empresas de pesca e criatórios de peixe). Além disso, possui pequena fábrica própria que desenvolve e produz um fluxo contínuo de novos e excelentes produtos. De fato, todo o sucesso da empresa está baseado largamente nas capacidades de suas operações exclusivas. A operação impulsiona a estratégia da empresa.

4

INOVAÇÃO DE PRODUTO E SERVIÇO

INTRODUÇÃO

A inovação de produto e serviço é responsável por colocar novas ideias em prática incorporando-as em produtos e serviços. Inovação diz respeito a novas ideias. O projeto transforma as ideias em práticas. É por isso que a atividade de inovação de produto e serviço e a atividade de projeto estão diretamente vinculadas. Ambas são importantes porque os produtos e serviços são, frequentemente, a primeira coisa que os clientes veem em uma empresa. Portanto, elas precisam causar impacto. Embora os gerentes de produção nem sempre possam ter responsabilidade total pela inovação de produto e serviço, sempre têm alguma responsabilidade, mesmo que seja apenas para fornecer informações e aconselhamento dos quais depende o desenvolvimento bem-sucedido do produto ou serviço. Cada vez mais, espera-se que os gerentes de produção assumam parte mais ativa na inovação de produto e serviço. Entretanto, a menos que um serviço bem concebido possa ser implementado, e a menos que um produto bem projetado possa ser fabricado com alto padrão, nunca trarão seus benefícios completos. A Figura 4.1 mostra onde os assuntos aqui tratados se encaixam no modelo global de produção.

Questões-chave

- O que é inovação de produto e serviço?
- Qual é o papel estratégico da inovação de produto e serviço?
- Quais são os estágios da inovação de produto e serviço?
- Quais são os benefícios da inovação interativa de produto e serviço?

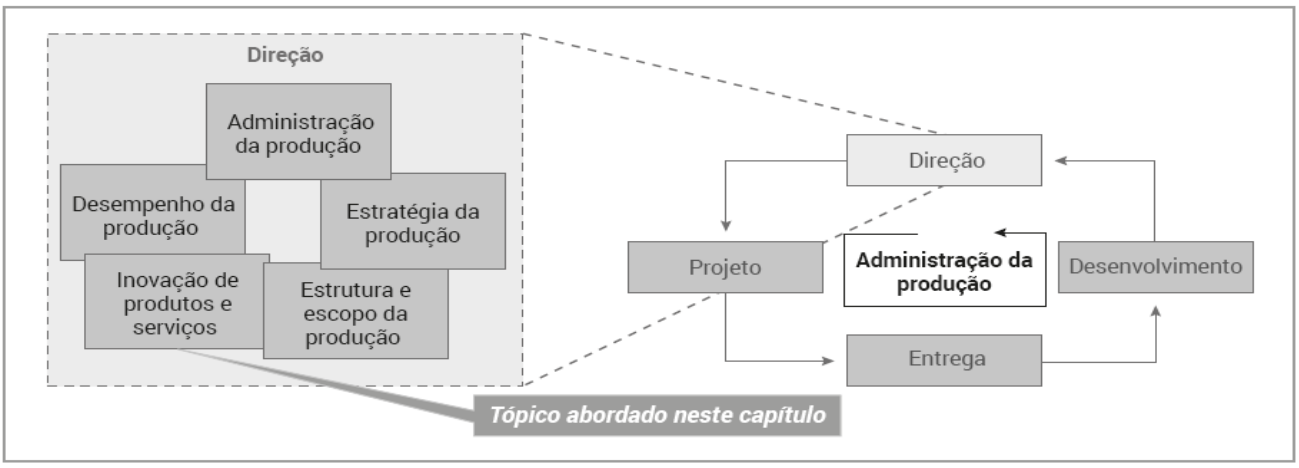


Figura 4.1 Este capítulo examina a inovação de produto e serviço.

O QUE É INOVAÇÃO DE PRODUTO E SERVIÇO?

Neste capítulo, usaremos vários termos com significados semelhantes, que são definidos de formas distintas por diferentes autoridades ou se sobrepõem de alguma maneira, embora estejam inter-relacionados. Por exemplo, o que é "inovação"? É o mesmo que "criatividade"? Como o "projeto" (ou *design*) se relaciona aos dois termos? Logo, um primeiro passo razoável poderia ser estabelecer como usaremos esses termos.

Inovação, projeto e criatividade

Dado que este capítulo trata da inovação de produtos e serviços, vamos começar com o que exatamente queremos dizer com "inovação". Na verdade, existem muitas definições. O termo é notoriamente ambíguo e carece de uma única definição ou medida. É "*um novo método, ideia, produto etc.*" (*Oxford English Dictionary*), "*mudança que cria uma nova dimensão de desempenho*" (Peter Drucker, conhecido escritor de gestão), "*o ato de introduzir algo novo*" (*American Heritage Dictionary*), "*uma nova ideia, método ou dispositivo*" (*Webster Online Dictionary*), "*novo conhecimento incorporado em produtos, processos e serviços*".[1] O que permeia todas essas definições é a ideia de novidade e mudança. Inovação é simplesmente o processo de fazer algo novo. Mas vale a pena notar que a ideia de inovação é mais ampla e completa do que a de "invenção". Uma "invenção" é também algo novo ou único (normalmente aplicado a um dispositivo ou método), mas não implica necessariamente que o novo dispositivo ou método tenha o potencial de ser prático, econômico ou capaz de ser desenvolvido comercialmente. A inovação vai além da "invenção". Implica não apenas a ideia de novidade, mas também o processo de transformar a ideia em algo que forneça retorno para os clientes de uma organização, seus proprietários ou ambos. O estudo da inovação, do que a influencia e de como gerenciá-la é um assunto amplo e está fora do escopo deste livro. No entanto, há um atributo particular que é central para a inovação – a criatividade. "Criatividade" é a capacidade de ir além de ideias, regras ou suposições convencionais, a fim de gerar novas ideias significativas. É um ingrediente vital na inovação. É vista como essencial não apenas na inovação de produtos e serviços, mas também no projeto e gestão dos processos operacionais de modo mais genérico. Em parte devido à natureza rapidamente cambiante de muitas indústrias, a falta de criatividade (e, consequentemente, de inovação) é vista como um grande risco.

Princípio de administração da produção
A atividade de inovação é parte importante do projeto de produto e serviço.

Assim, se a criatividade é um ingrediente essencial da inovação e a inovação implica fazer com que novas ideias funcionem de modo prático, comercial, qual é o processo que transforma ideias inovadoras em algo mais concreto? É o "projeto". A inovação cria a nova ideia; o projeto faz a inovação funcionar na prática. Projetar é *"conceber a aparência, o arranjo e o funcionamento de algo. Um projeto deve apresentar uma solução que funcionará na prática"*. O projeto também é uma atividade que pode ser abordada em diferentes níveis de detalhe. Pode-se imaginar a forma e a intenção gerais de algo antes de se começar a definir seus detalhes (observaremos isso mais adiante neste capítulo, quando examinarmos o processo de projeto de produto e serviço, e quando olharmos para o projeto de processo no Capítulo 6). A Figura 4.2 ilustra a relação entre criatividade, inovação e projeto conforme utilizamos os termos aqui. Esses conceitos estão intimamente

relacionados, razão pela qual os tratamos no mesmo capítulo. Primeiro, vamos examinar algumas das ideias básicas que ajudam a compreender a inovação.

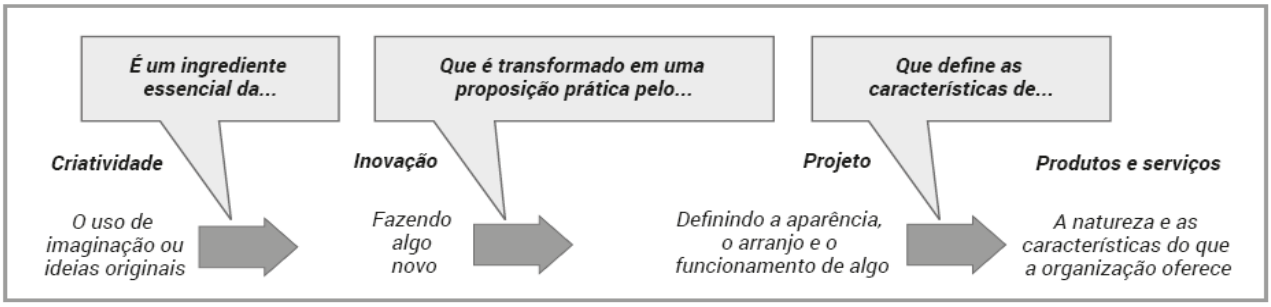


Figura 4.2 A relação entre criatividade, inovação e projeto.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Como o iPhone agitou o mercado de *smartphones*[2]

Quando a Apple apresentou o iPhone original, o mundo dos *smartphones* mudou para sempre. Foi indiscutivelmente um dos produtos mais influentes a serem lançados no mercado de tecnologia de consumo e estabeleceu uma referência para os (muitos) *smartphones* que vieram depois dele. Vendeu milhões de itens em todo o mundo e ajudou a fazer da Apple a empresa mais valiosa do mundo. Ainda assim, a Apple e seu então líder visionário, Steve Jobs, gerenciaram o processo de inovação, que permaneceu como segredo por anos após o lançamento do produto. Originalmente visualizado como um computador *tablet*, o trabalho no iPhone foi iniciado em parte devido ao sucesso do produto anterior da empresa, o leitor de música iPod. Foi o efeito profundo que o iPod teve na indústria da música que incentivou a Apple a considerar quais outros mercados poderia desafiar. No entanto, foi um avanço tecnológico, a tela *multi-touch*, que permitiu à empresa mudar seu rumo. Como Steve Jobs disse mais tarde: "*Eu tive essa ideia sobre ter uma tela de vidro, um* display multi-touch *em que você poderia digitar. Perguntei ao nosso pessoal sobre isso. E seis meses depois eles voltaram com essa incrível tela*. [Quando] *conseguimos fazer funcionar a rolagem inercial e algumas outras coisas, eu pensei: 'meu Deus, podemos construir um telefone com isso'; aí colocamos o* tablet *de lado e fomos trabalhar no telefone*." Mas tornar a tela *multi-touch* uma proposta de trabalho foi um desafio para a equipe de engenharia da Apple. A equipe teve que criar uma maneira inteiramente nova pela qual os usuários pudessem interagir com seus telefones. Havia muitos novos problemas não resolvidos a serem superados. Cada parte isolada do projeto teve que ser repensada para se adaptar ao toque. Por exemplo, os engenheiros tiveram que fazer o trabalho de rolagem no iPhone não apenas quando o dedo de um usuário se movia para cima e para baixo, mas também quando o polegar de um usuário se movia em um arco na tela. E havia muitos outros obstáculos a superar, alguns deles parecendo quase insuperáveis. *Sir* Jonathan Ive, vice-presidente sênior de *design* da Apple, admitiu que problemas com o *touchscreen* eram tão difíceis que o projeto quase foi abortado. "*Houve várias ocasiões em que quase o arquivamos, porque havia problemas fundamentais que não conseguíamos resolver*", disse *Sir* Jonathan. "*Eu colocava o telefone ao meu ouvido e ele discava um número. O desafio é que você tem que então detectar todos os tipos de formas de orelha, formas de queixo, cor da pele e penteados. Tivemos que desenvolver tecnologia, basicamente inúmeros sensores, para informar ao telefone que 'ele agora estava indo para uma orelha, e o* touchscreen *teria que ser desativado*'."

Segurança durante o desenvolvimento foi obsessivamente acirrada. Por exemplo, o executivo sênior da Apple encarregado de desenvolver o que mais tarde se tornaria conhecido como o sistema operacional iOS foi informado de que ele poderia escolher qualquer pessoa que quisesse dentro da Apple para se juntar à embrionária equipe do iPhone, mas não poderia contratar alguém de fora da empresa. Ele nem sequer conseguia transmitir aos membros potenciais da equipe exatamente no que eles estariam trabalhando, apenas que era um projeto novo e fascinante, e que eles teriam de "*trabalhar duro, abrir mão das noites e trabalhar fins de semana por alguns anos*". Quando a equipe de desenvolvimento se formou, ela foi levada para um andar separado e seguro nas instalações da Apple. A área de desenvolvimento foi "trancada" com o uso rigoroso de leitores de crachá e câmeras de segurança. Os membros da equipe poderiam ter que mostrar seus crachás cinco ou seis vezes para obter acesso. Dentro da Apple, o codinome para o projeto do iPhone era "Projeto Roxo" com a própria área de desenvolvimento chamada de "dormitório roxo", porque a equipe trabalhava continuamente e de forma tão próxima que se sentia "como um dormitório de faculdade". O local cheirava a *pizza*.

A estética do iPhone foi tratada como sendo tão importante quanto a tecnologia do iPhone. Essa era a responsabilidade do grupo de *design* industrial secreto da Apple. O *designer* da Apple, Christopher Stringer, disse que seu objetivo era criar um "*objeto novo, original e bonito* [que fosse] *tão maravilhoso que você não poderia imaginar como ficar sem ele*". O grupo de *design*, explicou Stringer, era composto por 16 indivíduos "maníacos" que compartilhavam um único propósito – "*imaginar produtos que não existem e acompanhá-los pela vida*". Os membros da equipe trabalhavam em conjunto, reunindo-se em torno de uma "mesa de cozinha" onde trocavam ideias, muitas vezes de maneira "brutalmente honesta". Para os *designers*, até mesmo o detalhe mais insignificante era importante. Muitas vezes, criariam até 50 projetos de um único componente antes de passar para a modelagem do projeto assistido por computador e a criação das maquetes físicas.

O fato de que os *designers* da Apple resolveram vários problemas de tecnologia e de produção durante seu desenvolvimento é em parte um testemunho da crença da equipe de *design*, tanto em suas habilidades tecnológicas como em sua compreensão do que as pessoas iriam comprar. No entanto, a Apple evita realizar pesquisas de mercado ao projetar seus produtos, uma política introduzida por Steve Jobs, seu antigo diretor executivo. "*Nós absolutamente não fazemos grupos de foco"*, disse Ive. *"Isso significa* designers *e líderes abdicando responsabilidade. São eles procurando uma apólice de seguro de forma que, se algo der errado, eles podem dizer, bem, este grupo de foco disse que só 30% das pessoas se ofenderam com isso e, olhe só, 40% acharam que estava tudo bem. O que um grupo de foco faz é garantir a mediocridade*."

A curva S da inovação

Quando novas ideias são introduzidas em serviços, produtos ou processos, raramente têm impacto que aumente uniformemente com o passar do tempo. Geralmente, o desempenho segue uma curva na forma de S. Assim, nos estágios iniciais da introdução de novas ideias, embora (frequentemente) grandes volumes de recursos, tempo e esforço sejam necessários para introduzir a ideia, melhorias relativamente pequenas de desempenho são experimentadas. Entretanto, com o tempo, à medida que a experiência e o conhecimento sobre a nova ideia crescem, o desempenho aumenta. Contudo, à medida que a ideia fica estabelecida, aumentar ainda mais seu desempenho torna-se cada vez mais difícil; *veja* a Figura 4.3(a).

Porém, quando uma ideia chega a sua maturidade, o período de "nivelamento", ela é vulnerável a uma nova ideia sendo introduzida que, por sua vez, move-se na forma de uma curva S. É assim que funciona a inovação: os limites de uma ideia sendo atingidos, o que dá condições a uma ideia melhor e mais nova, com cada nova curva S exigindo algum grau de reprojeto; *veja* a Figura 4.3(b).

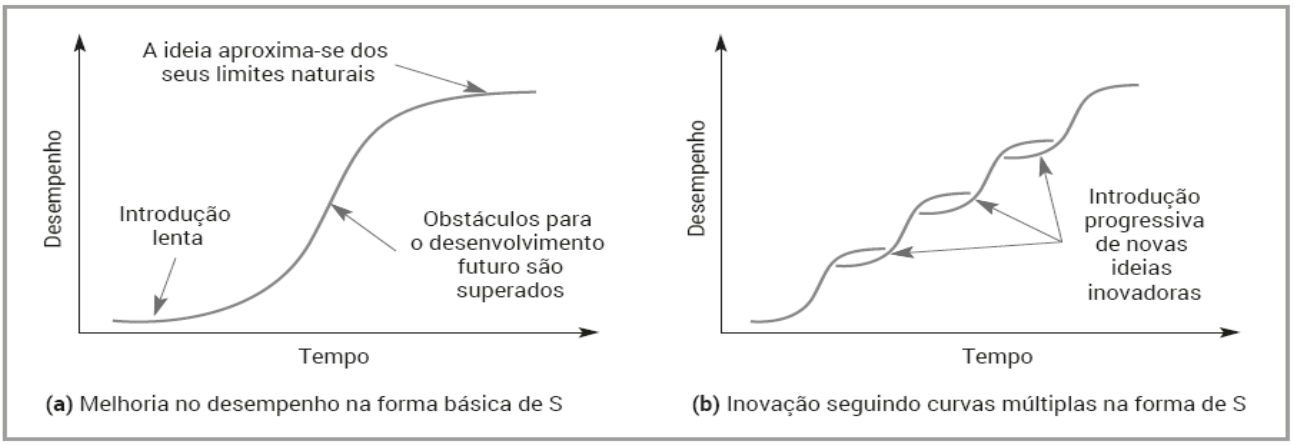


Figura 4.3 Curva de inovação na forma de S.

Inovação incremental ou radical

Uma diferença óbvia relacionada à forma como o padrão de novas ideias aparece em diferentes operações ou setores é a taxa e escala da inovação. Alguns setores, como o de telecomunicações, desfrutam inovações frequentes e bastante significativas. Outros, como o de construção de moradias, têm inovações que são, geralmente, menos significativas. Assim, alguma inovação é radical, resultante de mudança descontínua, revolucionária, enquanto outras inovações são mais incrementais, levando a mudanças menores e contínuas. Frequentemente, a inovação radical inclui grandes avanços tecnológicos que podem exigir recursos e/ou conhecimento totalmente novos, tornando obsoletos os produtos e serviços existentes e, portanto, não competitivos. Por outro lado, é mais provável que a inovação incremental envolva mudanças tecnológicas relativamente modestas, em cima do conhecimento e/ou os recursos existentes, de modo que os produtos e serviços atuais não sejam fundamentalmente mudados. É por isso que as empresas estabelecidas podem favorecer a inovação incremental, porque têm a experiência vinda do acúmulo de um *pool* de conhecimento significativo (no qual a inovação incremental está baseada). Além disso, é mais provável que as empresas estabelecidas tenham uma mentalidade que enfatize a continuidade, talvez até mesmo sem reconhecer oportunidades potenciais de inovação (*veja* o caso "Operações na Prática" sobre a Kodak). Entretanto, novos entrantes no mercado não têm posição estabelecida a perder nem têm um vasto *pool* de experiência. É mais provável que venham a experimentar uma inovação mais radical.

O modelo de Henderson-Clark

Embora seja útil fazer distinção entre inovação incremental e inovação radical, isso não esclarece totalmente por que algumas empresas são bem-sucedidas e outras fracassam na inovação. Dois pesquisadores, Henderson e Clark,[3] procuraram descobrir por que algumas empresas estabelecidas, às

vezes, deixam de explorar inovações incrementais aparentemente óbvias. Eles responderam a essa questão dividindo o conhecimento tecnológico exigido para desenvolver novos produtos e serviços em "conhecimento dos componentes do conhecimento" e "conhecimento de como os componentes do conhecimento estão vinculados". Denominaram isso de "conhecimento arquitetural". A Figura 4.4 mostra o que ficou conhecido como modelo de Henderson-Clark. Esse modelo aperfeiçoa a ideia mais simples da divisão entre inovação incremental e inovação radical. Nesse modelo, a inovação incremental é construída sobre o componente arquitetural e o conhecimento existente, enquanto a inovação radical modifica o conhecimento arquitetural e do componente. A inovação modular é construída sobre o conhecimento arquitetural existente, mas requer novo conhecimento para um ou mais componentes. Ao contrário, a inovação arquitetural terá grande impacto sobre o vínculo entre os componentes (ou sobre a arquitetura), mas o conhecimento dos componentes isolados fica inalterado.

Por exemplo, em serviços de assistência médica, as inovações simples (embora úteis e, possivelmente, novas no momento) em uma clínica de serviços básicos (formada por clínicos gerais), como marcação de consulta *online*, seriam classificadas como inovação incremental porque nenhum elemento ou o relacionamento entre os serviços é modificado. Se a clínica investir em um novo *scanner* para diagnóstico cardíaco, esse elemento modifica a tarefa de diagnosticar e, provavelmente, necessitará de novo conhecimento, embora a arquitetura geral do serviço não mude. Essa inovação seria classificada como "modular". Um exemplo de inovação arquitetural seria a clínica disponibilizar ambulatórios no centro da cidade. Ela forneceria mais ou menos o mesmo serviço, como pequenas cirurgias (sem novos componentes), mas modificaria o relacionamento entre o serviço e os pacientes. Finalmente, se a clínica adotasse alguma tecnologia de "telemedicina" que monitora os sinais vitais do paciente e pode reagir a mudanças significativas em suas condições de saúde, essa seria uma inovação radical. Os componentes são novos (monitores), assim como nova é a arquitetura global do serviço (diagnóstico a distância).

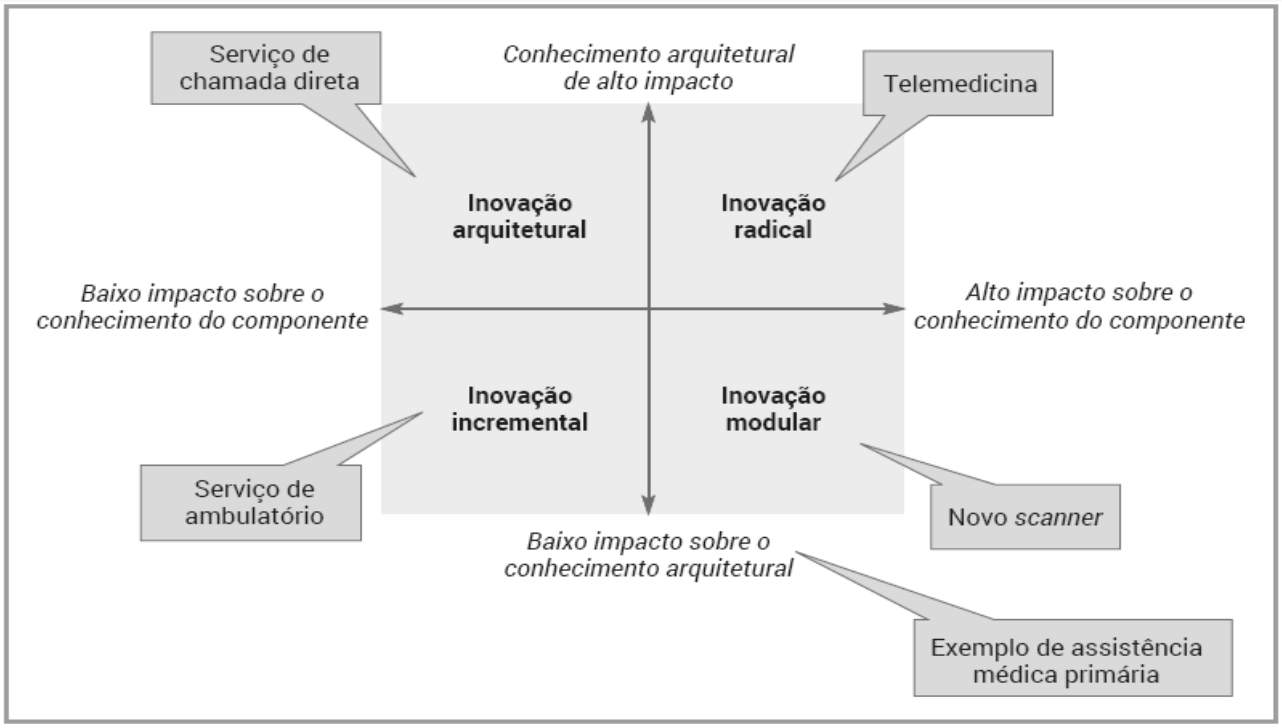


Figura 4.4 Modelo de Henderson-Clark.

Princípio de administração da produção

A inovação pode ser classificada em duas dimensões: a inovação dos componentes de um projeto e a inovação dos vínculos entre esses componentes.

O PAPEL ESTRATÉGICO DA INOVAÇÃO DE PRODUTO E SERVIÇO

Inovação é uma atividade arriscada. Nem toda ideia é transformada em um produto ou serviço bem-sucedido e nem toda ideia é capaz de ser incorporada ao projeto de tal produto. Às vezes, isso acontece porque uma ideia inovadora simplesmente é muito difícil, pelo menos, com a tecnologia realisticamente disponível ou sob condições prevalecentes no mercado. Outras vezes, o custo de desenvolvimento está fora do alcance da empresa que teve a ideia original. As ideias podem ser abundantes, mas os recursos são limitados. Todavia, apesar dos obstáculos ao sucesso da inovação, quase todas as empresas se esforçam para ser inovadoras. O motivo é que existe evidência esmagadora de que a inovação pode gerar um retorno significativo para as organizações que gerenciam a incorporação de ideias inovadoras no projeto de seus produtos e serviços. O que importa é a capacidade de identificar as inovações e gerenciar sua transformação em projetos eficazes, de modo que possam sustentar a vantagem competitiva e/ou gerar um retorno social.

Projeto torna úteis as ideias inovadoras

Vale a pena repetir por que o projeto é tão importante. O bom projeto assume ideias inovadoras e as torna práticas. O bom projeto também comunica o propósito do serviço ou produto a seu mercado e traz recompensas financeiras à empresa. Assim, o projeto de produto e serviço pode ser visto como tendo início e fim no cliente. Logo, a atividade de projeto tem um objetivo primordial: fornecer produtos, serviços e processos que satisfarão os clientes da operação. Os projetistas do *produto* tentam realizar projetos esteticamente atraentes, que atendam ou excedam as expectativas dos clientes. Também tentam projetar um produto com bom desempenho e que seja confiável durante seu tempo de vida. Além disso, devem projetar o produto de modo que possa ser fácil e rapidamente fabricado. De modo semelhante, os projetistas de *serviço* tentam oferecer um serviço que atenda ou exceda as expectativas do cliente. Todavia, o serviço deve ao mesmo tempo estar de acordo com a capacidade física da operação e ser entregue a custo razoável.

Comentário crítico

Lembre-se de que nem todos os novos serviços e produtos são criados em resposta a uma necessidade do cliente clara e articulada. Embora isso normalmente aconteça, especialmente para produtos e serviços que são semelhantes a seus antecessores (mas presumivelmente melhores), as inovações mais radicais geralmente resultam da pressão criada pela própria inovação. Normalmente, os clientes não sabem que necessitam de algo radical. Por exemplo, no final da década de 1970, as pessoas não estavam procurando microprocessadores – elas nem sequer sabiam o que isso significava. Eles foram improvisados por um engenheiro norte-americano para um cliente japonês que fabricava calculadoras. Somente mais tarde essa tecnologia propiciou o surgimento do PC e, depois dele, de todos os inúmeros dispositivos que atualmente dominam nossas vidas.

O projeto se paga[4]

Há uma aceitação cada vez mais comum de que o projeto pode agregar valor significativo a todos os tipos de organização. Um número cada vez maior de livros, artigos, relatórios e *blogs* têm analisado empresas e os benefícios que elas obtiveram levando a sério o processo de projeto. Esse interesse no projeto se deve em parte ao sucesso de empresas como Apple (*veja* o quadro "Operações na Prática", anteriormente neste capítulo), que são consideradas excelentes em projeto. Diversos autores confirmaram o impacto do projeto sobre o desempenho. Um relatório do Design Council no Reino Unido mostrou que, na média, para cada libra que as empresas investem em projeto, elas ganham mais de £ 4 de lucro operacional líquido, mais de £ 20 de volume de negócios líquido e mais de £ 5 de exportações líquidas.[5]

O projeto pode agregar valor a qualquer organização. Em particular, uma boa prática de projeto pode:

- impulsionar e operacionalizar a inovação, aumentando a fatia de mercado e abrindo novos mercados;
- diferenciar produtos e serviços, tornando-os mais atraentes para os clientes, enquanto aumentam a consistência na gama da empresa e ajudam a garantir os lançamentos bem-sucedidos de produtos;
- fortalecer a marca, de modo que produtos e serviços incorporem os valores de uma empresa;
- reduzir os custos gerais associados à inovação, através do uso mais eficaz de recursos, menor taxa de falhas de projeto e prazo de comercialização mais curto.

Todos esses benefícios são estratégicos no sentido de que afetam o futuro de uma empresa de forma muito significativa. Como um diretor de empresa disse, "*o projeto é tudo, pois sem ele não temos negócio* [...] Há uma competição intensa, e qualquer um pode projetar um produto decente. Mas nem todos podem projetar produtos fora de série. Assim, o projeto é o diferenciador".

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

A triste história da Kodak e sua câmera digital[6]

A então poderosa Eastman Kodak dominou os mercados fotográfico e de filme por décadas. Porém, isso não ocorre mais: há 30 anos, empregava mais de 140.000 pessoas e obtinha lucro substancial; em 2010, enxugou para 19.000 funcionários, com prejuízos trimestrais regulares. Essa forte queda de seu apogeu é, geralmente, apontada pela falha da empresa em ver a ascensão da fotografia digital ou de compreender plenamente como isso enfraqueceria totalmente seus produtos tradicionais. Todavia, ironicamente, a Kodak esteve mais à frente de seus concorrentes do que a maioria das pessoas fora da empresa percebia. Ela realmente inventou a câmera digital. Infelizmente, faltou-lhe a visão de tirar o máximo dessa invenção. Durante anos a empresa possuiu, como comentou um especialista da área, "*mais tecnologia em seus laboratórios do que no mercado"*.

Em 1975, Steve Sasson, um cientista recém-contratado, recebeu a tarefa de construir uma câmera usando um tipo de sensor eletrônico comparativamente novo – um dispositivo de acoplamento por carga (CCD – *Charged Coupled Device*). Ele encontrou pouca pesquisa na área, de modo que usou as lentes de uma câmera de filmagem da Kodak, um conversor analógico-digital, alguns *chips* CCD e alguns circuitos digitais que ele mesmo fabricou. Em dezembro de 1975, chegou a um protótipo operacional. Todavia, o avanço foi bastante, embora não totalmente, ignorado dentro da empresa. *"Algumas pessoas comentavam sobre as razões para que isso não fosse adiante, enquanto outras consideravam a invenção importante"*, ele afirma.

Também decidiu não usar a palavra "digital" para descrever o protótipo. *"Minha proposta era de uma câmera fotográfica sem filme, uma câmera eletrônica. Chamá-la 'digital' na época não teria sido vantagem; esse não era um termo muito bom. Significava tecnologia nova, esotérica."* Alguma resistência foi apoiada em motivos técnicos genuínos. Entretanto, outros temiam a magnitude das mudanças que a fotografia digital poderia trazer. Objeções *"saíram do âmago das pessoas: uma percepção de que [digital] mudaria tudo – e ameaçaria o modelo de negócio da empresa baseado no filme"*. Alguns viam como compreensível a relutância da Kodak em abandonar sua gama tradicional de produtos. A empresa vinha obtendo grande lucro e, em 1999, faturou três bilhões de dólares com a venda de filmes. Todd Gustavson, curador de tecnologia do George Eastman House Museum, afirma que *"a Kodak era quase à prova de recessão até a ascensão digital. Uma máquina fotográfica com filme parecia ser uma máquina que imprimia dinheiro"*. Assim, sua primeira câmera digital, a Quicktake, foi licenciada e vendida à Apple em 1994.

Em 2012, a Kodak pediu concordata.

A atividade de projeto é, por si só, um processo

Produzir projetos de produtos e serviços é um processo em conformidade com o modelo de *input*-transformação-*output* descrito no Capítulo 1. Embora as organizações tenham suas próprias formas de gerenciar inovação e projeto, o *processo* de projeto em si é basicamente muito semelhante entre os diversos setores. Assim, precisa ser projetado e gerenciado como qualquer outro processo. Em termos gerais, quanto melhor o processo de projeto for gerenciado, melhores serão as ofertas de produtos e serviços. A Figura 4.5 ilustra a atividade de projeto como um diagrama de *input*-transformação-*output*. Os recursos de *input* a serem transformados consistirão basicamente em informações, como previsões de mercado, preferências de mercado, dados técnicos, ideias de projeto em potencial e assim por diante. São essas ideias e informações que serão transformadas no processo de projeto para o projeto final. Os recursos de *input* de transformação incluirão gerentes de produção e gerentes de projeto que gerenciam o processo, além de especialistas técnicos com o conhecimento necessário para resolver problemas de projeto. Também podem incluir fornecedores, outros colaboradores e até mesmo grupos de interesse do cliente (também chamados "usuários de frente"), que são chamados para contribuir com sua *expertise*. Recursos de transformação também podem incluir equipamento e *software* de projeto assistido por computador (CAD).

Princípio de administração da produção

A atividade de projeto é um processo que pode ser gerenciado através dos mesmos princípios usados em outros processos.

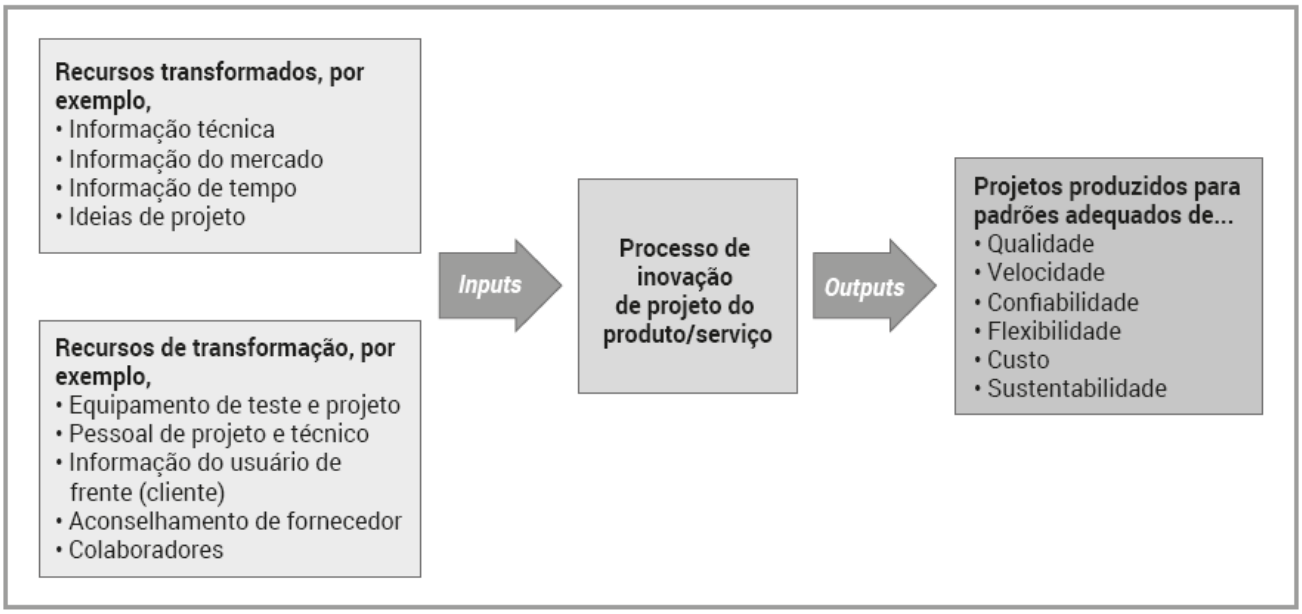


Figura 4.5 A atividade de projeto é, por si só, um processo.

Objetivos do processo de projeto

O desempenho do processo de projeto pode ser avaliado da mesma forma que consideraríamos os produtos e serviços que dele resultam, a saber, em termos de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Aqui, também incluímos "sustentabilidade" como objetivo de projeto. Poderíamos, é claro, colocar a sustentabilidade entre os objetivos do "resultado triplo" expostos no Capítulo 2, mas, como o projeto de produto e serviço exerce tal influência na sustentabilidade, o pusemos juntamente com nossos objetivos normais de nível operacional. Esses objetivos de desempenho têm tanta relevância para a inovação quanto para a entrega contínua de ofertas uma vez que elas são introduzidas no mercado.

Princípio de administração da produção

Os processos de inovação podem ser avaliados em termos de seus níveis de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade, custo e sustentabilidade.

O que significa qualidade para o processo de projeto?

A qualidade do projeto nem sempre é fácil de definir com precisão, sobretudo se os clientes estiverem relativamente satisfeitos com as ofertas de produtos e serviços existentes. Muitas empresas de *software* falam sobre a síndrome do "eu não sei o que quero, mas vou saber quando o vir", o que significa que somente quando os clientes usarem o *software* estarão em posição de articular o que eles precisam ou não. No entanto, é possível distinguir projetos de alta e baixa qualidade (embora isso seja mais fácil de fazer em retrospectiva) julgando-os em termos de sua capacidade de atender as exigências do mercado. Fazendo-se isso, a distinção entre a qualidade da especificação e a qualidade de conformidade dos projetos ganha importância. Nenhuma empresa desejaria um processo de *design* que fosse indiferente aos "erros" em seus projetos, mas algumas são mais tolerantes do que outras. Por exemplo, no desenvolvimento farmacêutico, o potencial de dano é particularmente elevado porque os medicamentos afetam diretamente a nossa saúde. É por isso que as autoridades insistem em um processo de "projeto" tão prolongado e completo (mais comumente chamado de "desenvolvimento" nesse setor). Embora a

retirada de um medicamento do mercado seja incomum, ela ocorre ocasionalmente. Muito mais frequentes são os "*recalls* de produtos", que são relativamente comuns, por exemplo, na indústria automobilística. Muitos destes são relacionados ao projeto e resultantes das falhas de "conformidade" no processo de projeto. A qualidade da "especificação" do projeto é diferente. Significa o grau de funcionalidade, experiência, estética ou aquilo em que o produto ou serviço esteja competindo inicialmente. Algumas empresas exigem projetos de produtos ou serviços que sejam relativamente básicos (embora livres de erros), enquanto outros exigem projetos que sejam claramente especiais em termos da resposta que esperam obter do cliente.

O que significa velocidade para o processo de projeto?

A velocidade do projeto importa mais para alguns setores do que para outros. Por exemplo, a inovação de projeto nos setores de construção e aeroespacial ocorre em um ritmo muito mais lento do que no de vestuário ou microeletrônica. No entanto, a inovação rápida do projeto ou a "concorrência baseada no tempo" tornou-se a norma para um número cada vez maior de setores. Às vezes, esse é o resultado do padrão de consumo que muda rapidamente. Às vezes, é forçado por uma base de tecnologia em constante mudança. As telecomunicações, por exemplo, são atualizadas com frequência porque sua tecnologia básica melhora constantemente. No entanto, não importa qual seja a motivação, o projeto rápido traz uma série de vantagens:

- Lançamento antecipado no mercado – a capacidade de inovar rapidamente traz a vantagem de que as ofertas de produtos e serviços podem ser introduzidas mais cedo no mercado e, dessa forma, gerar receita por mais tempo e impor preços maiores.
- Iniciar o projeto mais tarde – como alternativa, iniciar o processo de projeto mais tarde tem suas vantagens, especialmente quando a natureza da demanda do cliente ou a disponibilidade de tecnologia é incerta e dinâmica, de modo que o projeto rápido permite que as decisões de projeto sejam feitas mais perto do momento em que as ofertas do produto ou serviço são introduzidas no mercado.
- Estímulo frequente do mercado – as inovações rápidas permitem a introdução frequente de ofertas novas ou atualizadas no mercado.

O que significa confiabilidade para o processo de projeto?

Processos de projeto rápidos, com os quais não podemos contar para entregar de modo confiável, na realidade nem sequer são rápidos. O adiamento do cronograma de projeto pode estender os tempos de projeto, mas, pior, a falta de confiabilidade aumenta a incerteza em torno do processo de inovação. Ao contrário, os processos que são confiáveis minimizam a incerteza do projeto. Dificuldades técnicas inesperadas, como fornecedores que não entregam soluções no prazo, clientes ou mercados que mudam durante o próprio processo de inovação e assim por diante, contribuem para um ambiente de projeto incerto e ambíguo. Uma gestão de projeto (*ver* Capítulo 19) do processo de inovação pode ajudar a reduzir a incerteza e evitar (ou prevenir) os prazos perdidos, os gargalos dos processos e a escassez de recursos. No entanto, permanecem as perturbações externas ao processo de inovação. Estas podem ser minimizadas através de uma ligação estreita com os fornecedores, bem como monitoração do mercado ou do ambiente. No entanto, interrupções inesperadas sempre ocorrerão e, quanto mais inovador for o

projeto, mais provavelmente eles ocorrerão. É por isso que a flexibilidade no processo de inovação é uma das formas mais importantes de garantir a entrega confiável de novos produtos e serviços.

O que significa flexibilidade para o processo de projeto?

A flexibilidade no processo de inovação é a capacidade de lidar com mudanças externas ou internas. O motivo mais comum para a mudança externa é o fato de que os mercados, ou clientes específicos, mudam seus requisitos. Embora a flexibilidade possa não ser necessária em mercados relativamente previsíveis, ela certamente é valiosa em mercados mais rápidos e voláteis, onde os próprios clientes e mercados mudam, ou onde os projetos das ofertas dos competidores determinam um movimento de correspondência ou salto qualitativo (*leapfrogging*). As mudanças internas incluem o surgimento de melhores soluções técnicas. Além disso, a crescente complexidade e interconectividade dos componentes de produtos e serviços em uma oferta pode exigir flexibilidade. Um banco, por exemplo, pode agrupar uma série de serviços separados para determinado segmento de seu mercado. Os titulares de contas privilegiadas podem obter taxas especiais de depósito, cartões de crédito *premium*, ofertas de seguros, facilidades de viagem e assim por diante, juntos no mesmo pacote. Alterar um aspecto desse pacote pode exigir que sejam feitas alterações em outros elementos. Assim, estender os benefícios do cartão de crédito para incluir seguro de viagem extra também pode significar o reprojeto do elemento de seguro separado do pacote. Uma maneira de medir a flexibilidade de inovação é comparar o custo de modificar um projeto em resposta a tais mudanças com as consequências para a lucratividade se nenhuma mudança for feita. Quanto menor o custo de modificar uma oferta em resposta a determinada mudança, maior é o nível de flexibilidade.

O que significa custo para o processo de projeto?

O custo da inovação normalmente é analisado de forma semelhante ao custo contínuo da entrega de ofertas aos clientes. Estes fatores de custo são divididos em três categorias: o custo de compra dos insumos para o processo, o custo de fornecer a mão de obra no processo e os outros custos gerais de execução do processo. Na maioria dos processos internos de inovação, os dois últimos custos superam o primeiro.

Uma forma de pensar no efeito dos outros objetivos de desempenho da inovação sobre o custo é mostrada na Figura 4.6. Seja causado por erros de qualidade, seja por processo de inovação intrinsecamente lento, falta de confiabilidade do projeto ou atrasos causados por inflexibilidade, o resultado final é que o projeto atrasa. O atraso na conclusão do projeto resulta tanto em mais gastos com o projeto como em receitas adiadas (e provavelmente reduzidas). A combinação desses efeitos geralmente significa que o ponto de equilíbrio financeiro para uma nova oferta é adiado muito mais do que o atraso original em seu lançamento.

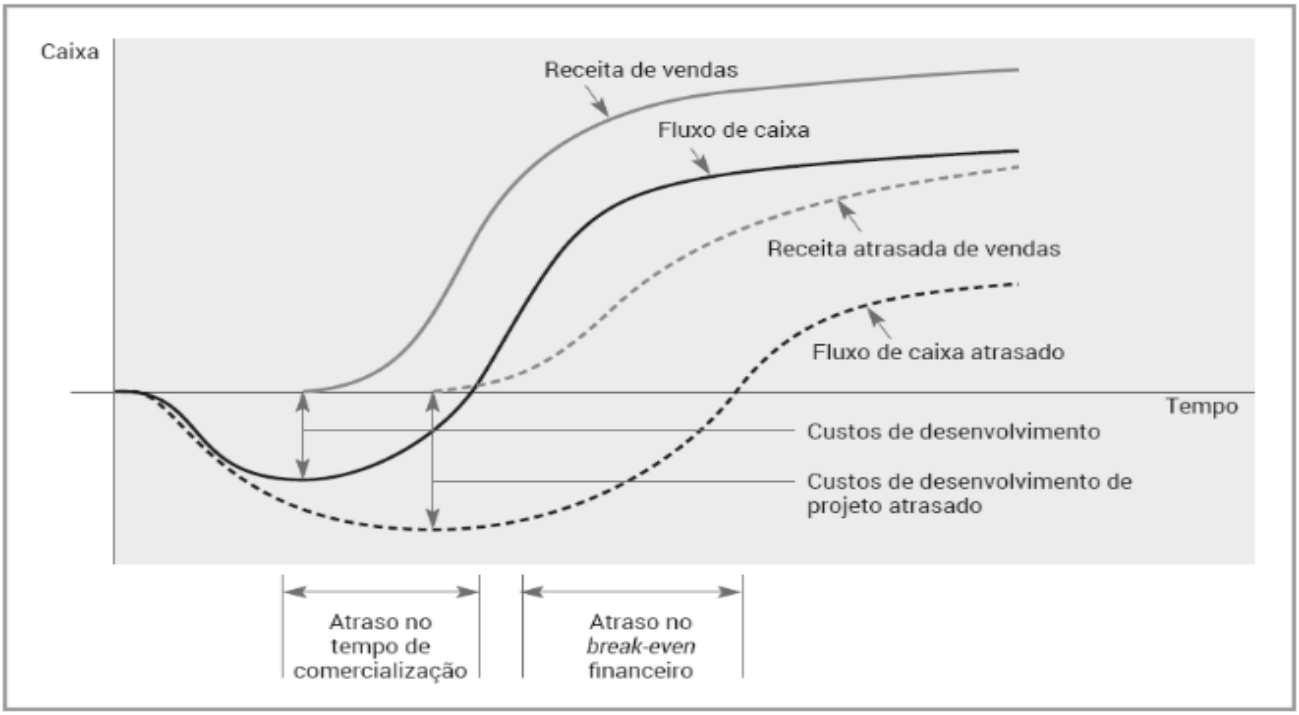


Figura 4.6 O atraso no tempo de mercado de novas inovações não só reduz e atrasa as receitas, mas também aumenta os custos de desenvolvimento. A combinação desses dois efeitos geralmente atrasa o ponto de equilíbrio financeiro muito mais do que o atraso no lançamento.

O que significa sustentabilidade para o processo de projeto?

A sustentabilidade de uma inovação de projeto é a extensão em que ela beneficia o "resultado triplo" – pessoas, planeta e lucro. Quando as organizações realizam suas atividades de inovação de projeto, devem considerar seus objetivos em relação a esse tríplice resultado. O processo de inovação de projeto é particularmente importante para, em última instância, impactar o bem-estar social/ético, ambiental e econômico das partes interessadas. E a incorporação de critérios de sustentabilidade no processo de projeto é cada vez mais comum. Às vezes, isso ocorre por pressões externas, como uma nova legislação, às vezes por causa da mudança nas atitudes dos clientes. Por exemplo, algumas atividades de inovação focam particularmente a dimensão ética da sustentabilidade. Os bancos passaram a oferecer aos clientes investimentos éticos, que buscam maximizar o benefício social, além dos retornos financeiros. Esses investimentos tendem a evitar negócios que envolvam armamentos, jogos de azar, álcool e tabaco, por exemplo, e favorecem aqueles que promovem a educação dos trabalhadores, a conscientização ambiental e a defesa do consumidor. Outros exemplos de inovações eticamente focadas incluem o desenvolvimento de produtos "justos". Da mesma forma, os fabricantes de vestuário podem estabelecer iniciativas de comércio ético com seus fornecedores; os supermercados podem assegurar o bem-estar dos animais para carnes e produtos lácteos; empresas *online* podem instituir formulários de reclamação para clientes.

A inovação em *design* também pode se concentrar na dimensão ambiental da sustentabilidade. Examinar criticamente os componentes dos produtos para uma mudança de materiais no projeto pode reduzir significativamente seu impacto ambiental. Alguns exemplos são o uso de algodão orgânico ou bambu em roupas; madeira ou papel de reflorestamento utilizados em mobiliário de jardim, artigos de papelaria e pisos; materiais reciclados para sacos de transporte; e tinturas naturais para roupas, cortinas e estofados.

Outras inovações podem estar mais focadas na etapa de uso de uma oferta. O MacBook Air, por exemplo, introduziu um avançado sistema de gerenciamento de energia que reduziu seu consumo. Na indústria de detergentes, Unilever e Procter & Gamble desenvolveram produtos que permitem que a roupa seja lavada a temperaturas muito mais baixas. Firmas de arquitetura cada vez mais projetam casas que podem operar com energia mínima ou usar fontes sustentáveis, como painéis solares. Algumas inovações visam tornar os componentes do produto, dentro de uma oferta, mais fáceis de reciclar ou remanufaturar quando chegarem ao fim de sua vida. Por exemplo, algumas embalagens de alimentos foram projetadas para se fragmentar e degradar facilmente quando descartadas, permitindo sua conversão em composto de alta qualidade. Os telefones móveis muitas vezes são projetados para serem desmontados no final da sua vida, de modo que matérias-primas valiosas possam ser reutilizadas. No setor automotivo, mais de 75% dos materiais são reciclados.

OS ESTÁGIOS DA INOVAÇÃO DE PRODUTO E SERVIÇO

Projetos plenamente especificados raramente surgem, totalmente formados, da imaginação de um projetista. A atividade de projeto geralmente passa por vários estágios. Estes formam a sequência mostrada na Figura 4.7, embora, na prática, os projetistas costumem reciclar ou voltar atrás nos estágios. Essa sequência também não descreve os estágios empregados por todas as empresas, embora a maioria vá usar algum modelo semelhante a esse. Ele move-se do estágio de geração do conceito o de triagem, uma etapa do projeto preliminar que produz um projeto para ser avaliado e transformado em protótipo, antes de atingir o projeto final.

Princípio de administração da produção

Os processos do projeto envolvem vários estágios que levam a inovação de um conceito a uma situação totalmente especificada.

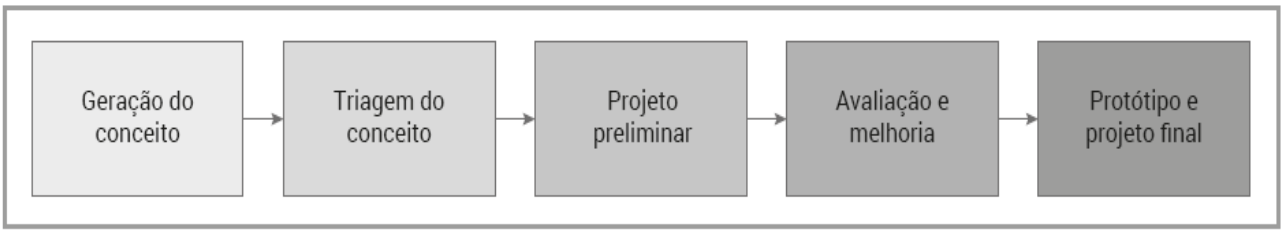


Figura 4.7 Os estágios da inovação do projeto do produto/serviço.

Geração do conceito

É onde as ideias inovadoras tornam-se inspiração para novos conceitos de produto ou serviço. E a inovação pode vir de muitas fontes diferentes:

■ **Ideias de clientes** – marketing, função geralmente responsável por identificar novas oportunidades de produtos ou serviços, pode utilizar muitas ferramentas de pesquisa de mercado para obter dados de clientes de maneira estruturada, para o teste de ideias externas ou a verificação de produtos ou serviços em relação a critérios predeterminados.

■ **Ouvir os clientes** – as ideias podem vir diariamente de clientes: de reclamações ou de transações cotidianas. Embora algumas organizações possam não considerar importante a coleta dessas informações (e podem mesmo não ter mecanismos estabelecidos para facilitá-la), essa é uma importante fonte potencial de ideias.

■ **Ideias provindas das atividades dos concorrentes** – a maioria das organizações acompanha as atividades de seus concorrentes. Pode valer a pena imitar ou, melhor ainda, melhorar a nova ideia de um concorrente. Destrinchar o produto ou serviço de um concorrente para explorar novas ideias em potencial é denominado "engenharia reversa". Alguns aspectos dos serviços podem ser difíceis para a engenharia reversa (especialmente os serviços de *back-office*), uma vez que são menos visíveis para os concorrentes.

■ **Ideias de funcionários** – funcionários de contato com o cliente em uma organização de serviço ou vendedores em uma organização orientada para produto podem atender clientes todos os dias. Esse pessoal com certeza terá boas ideias sobre o que os clientes gostam ou não gostam. Pode ter acumulado sugestões dos clientes ou ter ideias próprias. Um exemplo bem conhecido – a princípio, uma lenda urbana – é o de um funcionário da Swan Vestas, fabricante de fósforos, que sugeriu colocar a fita de atrito em apenas um lado da caixa. Isso economizou uma fortuna!

■ **Ideias da equipe de pesquisa e desenvolvimento** – muitas organizações têm uma função formal de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Como o nome indica, seu papel é duplo. Pesquisa significa tentar desenvolver novos conhecimentos e ideias para resolver determinado problema ou aproveitar uma oportunidade. Desenvolvimento é o esforço para tentar utilizar e operacionalizar as ideias decorrentes da pesquisa. E, embora "desenvolvimento" não soe tão empolgante quanto "pesquisa", frequentemente requer muita criatividade e ainda mais persistência. Um produto celebrou a persistência de seus engenheiros de desenvolvimento em nome de sua empresa. Em 1953, a Rocket Chemical Company resolveu criar um produto desengordurante e solvente para prevenção de ferrugem que seria utilizado no setor aeroespacial. Foram necessárias 40 tentativas até se chegar à fórmula eficaz de remoção de água. Decidiu-se, então, denominar o produto de WD-40, que significa literalmente *Water Displacement* (remoção de água) após 40 tentativas.

Software livre – usando uma "comunidade de desenvolvimento"[7]

Nem todos os "produtos" ou serviços são criados por *designers* profissionais empregados com propósitos comerciais. Muitas das aplicações de *softwares* que todos nós usamos, por exemplo, são desenvolvidas por uma comunidade aberta, incluindo as pessoas que usam os produtos. Se você usa o Google, o mecanismo de busca da internet, ou a Wikipedia, enciclopédia *online*, ou faz compras na Amazon, está usando um *software* livre (ou *open-source*). O conceito básico de *software* livre é extremamente simples. Grandes comunidades de pessoas ao redor do mundo que têm habilidade em escrita de código computacional se reúnem e produzem o *software*. O produto acabado não só fica disponível para ser usado gratuitamente por qualquer pessoa ou organização, como também é regularmente atualizado para assegurar que se mantenha atualizado com as melhorias necessárias. A produção do *software* livre é muito bem organizada e, como sua versão comercial equivalente, possui suporte e manutenção contínuos. Entretanto, diferentemente da versão comercial, seu uso é totalmente gratuito. Nos últimos anos, o crescimento do *software* livre tem sido fenomenal, com muitas organizações passando a usá-lo com

segurança por sua estabilidade, robustez e segurança. Com a maturidade que o *software* livre agora oferece, as organizações obtêm benefício certo de seu uso ao reduzirem custos e estabelecerem-se em uma plataforma segura e estável. O *software* livre foi a maior mudança no desenvolvimento de *software* em décadas e está estabelecendo novos padrões abertos no modo como o *software* é usado. A natureza livre desse tipo de desenvolvimento também encoraja a compatibilidade entre os produtos. Por exemplo, a BMW informou estar desenvolvendo uma plataforma livre para eletrônica veicular. Usando uma abordagem de *software* livre, em vez de usar *software* proprietário, a empresa pode permitir que provedores de serviços de informação e entretenimento desenvolvam aplicações *plug-and-play* compatíveis.

Crowdsourcing[8]

Diretamente relacionado à ideia de *software* livre está o *crowdsourcing*. Trata-se o ato de tomar uma tarefa tradicionalmente desempenhada por um agente designado (geralmente, *online*) e terceirizá-la a um grande grupo de pessoas na forma de convite aberto. Embora, na essência, não seja uma ideia totalmente nova, tornou-se fonte valiosa de ideias mediante o uso da internet e de redes sociais. Por exemplo, a Procter & Gamble, empresa de produtos de consumo, pediu a cientistas amadores para explorarem ideias sobre corante de detergente cuja cor mudasse quando despejado em uma máquina lava-louças. Outro uso da ideia é feito por órgãos governamentais quando convocam os cidadãos para definir prioridades nos gastos (ou corte de gastos) em projetos.

Abordagem de caminhos paralelos

Visto que a probabilidade de inovação bem-sucedida vinda de uma única fonte de ideias é altamente incerta, argumenta-se que as empresas poderiam melhorar as chances de sucesso na inovação usando o que às vezes é chamado de "estratégia de caminhos paralelos". Isso significa simplesmente utilizar diversas fontes e abordagens diferentes para gerar ideias.

Tradicionalmente, considerava-se que havia um *trade-off* entre a profundidade e a amplitude da utilidade das ideias que pudessem vir de fontes variadas. Podia-se buscar algumas fontes de ideias em profundidade ou uma grande amplitude de fontes de maneira relativamente superficial. Além disso, o custo marginal da exploração de uma nova fonte poderia aumentar à medida que se ampliasse o número de fontes examinadas. Assim, a variedade de fontes de conhecimento também podia estar sujeita ao conceito de "retornos decrescentes". No entanto, a pesquisa[9] mais recente sugere que as empresas também podem melhorar suas chances de inovação bem-sucedida acessando uma grande quantidade de fontes de conhecimento.

Gestão de ideias

A obtenção de ideias para novos produtos ou serviços (ou, de fato, quaisquer ideias inovadoras) dos funcionários era feita tradicionalmente através do uso de "esquemas de sugestão" em papel, sendo que os funcionários colocavam suas ideias em uma "caixa de sugestões". Tais esquemas eram muitas vezes apenas parcialmente eficazes, produzindo poucas ideias de baixa qualidade. A menos que a execução do esquema fosse bem administrada, poderia ser difícil garantir que todas as ideias fossem avaliadas de

forma consistente e rápida. Além disso, o esquema poderia perder credibilidade, a menos que os funcionários pudessem acompanhar suas ideias para garantir que elas "não desaparecessem". No entanto, o advento das ferramentas de *software* para "gerenciamento de ideias" superou algumas dessas dificuldades. Os sistemas de gerenciamento de ideias são um tipo de *software* corporativo (geralmente baseado na *web*) que pode ajudar as operações a coletar ideias dos funcionários, avaliá-las e, se apropriado, implementá-las de forma rápida e eficiente. Tais sistemas podem rastrear ideias desde o início até a implementação, facilitando a compreensão de importantes medidas de desempenho, como onde as ideias estão sendo geradas, quantas ideias apresentadas são realmente implementadas, as economias de custo estimadas das ideias enviadas e quaisquer novas receitas geradas por ideias implementadas. Muitas vezes, os sistemas de gestão de ideias são usados para focalizar ideias sobre objetivos e metas organizacionais específicas, o que se afirma melhorar tanto a qualidade como a quantidade de ideias, quando comparado com esquemas de sugestão "abertos".

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Melancias quadradas![10]

Parece piada, mas é uma inovação de produto genuína, motivada por necessidade do mercado. É verde, é quadrada e, originalmente, veio do Japão. É uma melancia quadrada! Por que quadrada? Porque as mercearias japonesas não são grandes e o espaço não pode ser desperdiçado. Uma melancia redonda não fica convenientemente exibida em um refrigerador e há também o problema de tentar cortar a fruta quando ela fica rolando. Assim, um fazendeiro inovador da ilha de Shikoku, no sudeste do Japão, resolveu o problema com a ideia de produzir uma melancia no formato de cubo que pudesse facilmente ser embalada e estocada. Não há modificação genética ou desenvolvimento científico envolvido no crescimento das melancias. Consiste em simplesmente colocar a fruta jovem em caixas de madeira com aberturas laterais. Durante o crescimento, a fruta preenche naturalmente os espaços da caixa. Mas a ideia não ficou restrita ao Japão. *"A melancia está entre os frutos mais deliciosos e refrescantes, embora algumas pessoas tenham dificuldade de colocá-la em* freezers *ou em cortá-la, porque rola"*, disse Damien Sutherland, comprador de frutas exóticas do Tesco, supermercado inglês. *"Temos visto amostras dessas melancias que, literalmente, fazem a gente parar para olhar de* tão atraentes. Essas melancias quadradas são mais fáceis de comer porque podem ser servidas em longas tiras e não em formato de lua crescente." Entretanto, nem todos gostam da ideia. Comentários em *websites* de notícias diziam: "*Até onde vão as novas descobertas da engenharia para nossa conveniência irracional? Prefiro melancias no formato de melancias!*" "*Provavelmente, da próxima vez estarão trabalhando em bananas retas!*" *"Gostaria de comprar linguiças quadradas. Assim, seria mais fácil colocá-las na frigideira. Salsichas redondas são difíceis de virar."*

Triagem do conceito

Nem todos os conceitos gerados resultarão necessariamente em produtos e serviços. Os projetistas precisam ser seletivos na escolha dos conceitos nos quais trabalharão até a próxima etapa do projeto. O propósito do estágio de triagem do conceito é considerar os conceitos, avaliando o mérito ou valor de cada opção de projeto. Isso abrange avaliação de cada conceito ou opção de acordo com determinado número de critérios de projeto. Embora os critérios utilizados em qualquer exercício de projeto

dependam da natureza e circunstâncias específicas do exercício, é útil pensar em termos de três categorias gerais de critérios de projeto:

■ A viabilidade da opção de projeto – podemos realizá-lo?

■ Possuímos as habilidades (qualidade de recursos)?

■ Possuímos capacidade organizacional (quantidade de recursos)?

■ Temos recursos financeiros suficientes?

■ A aceitabilidade da opção de projeto – queremos realizá-lo?

■ A opção satisfaz aos critérios de desempenho que o projeto está tentando alcançar? (Isso difere para projetos diferentes.)

■ Nossos clientes desejarão o produto?

■ A opção trará um retorno financeiro satisfatório?

■ A vulnerabilidade de cada opção de projeto – queremos correr o risco? Isto é,

■ Entendemos todas as consequências da adoção da opção de projeto?

■ Sendo pessimistas, o que pode dar errado se adotarmos a opção de projeto? Quais serão as consequências se tudo der errado? (Isso é chamado o lado negativo do risco da opção de projeto.)

Princípio de administração da produção

A triagem de projetos deve incluir critérios de viabilidade, aceitabilidade e vulnerabilidade.

O "funil" do projeto

A aplicação progressiva desses critérios de avaliação reduz o número de opções disponíveis ao longo da atividade de projeto. Por exemplo, a decisão de fazer o estojo de uma câmera fotográfica de alumínio em vez de plástico limita as decisões futuras, como o tamanho e a forma do estojo. Isso significa que a incerteza em torno do projeto é reduzida à medida que o número de alternativas do projeto em consideração diminui. A Figura 4.8 mostra o que é algumas vezes denominado "funil do projeto", demonstrando a progressiva redução das opções de projeto de muitas para uma. Entretanto, a redução de incerteza do projeto também tem impacto sobre o custo de mudar de opinião sobre algum detalhe do projeto. Na maior parte das etapas do projeto, o custo de mudar a decisão é limitado a algum tipo de reconsideração e recálculo dos custos envolvidos. Nas etapas iniciais da atividade de projeto, antes que muitas decisões tenham sido tomadas, os custos de mudança são relativamente baixos. Entretanto, à medida que o projeto se desenvolve, as decisões inter-relacionadas e acumuladas que já foram tomadas tornam cada vez mais onerosa sua mudança.

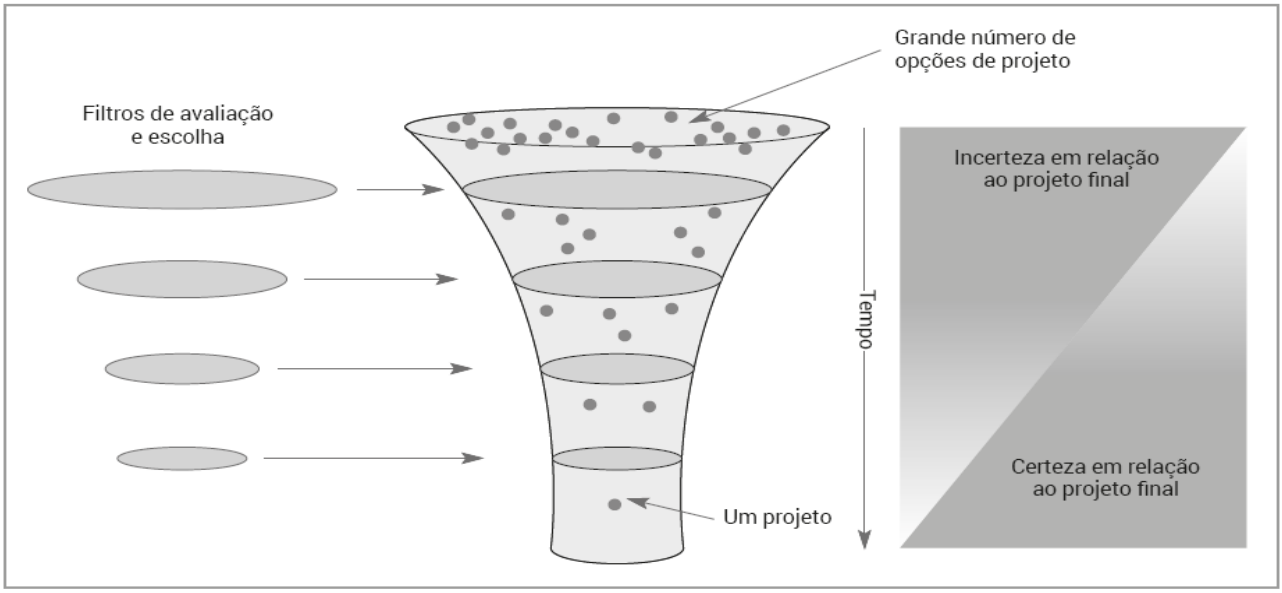


Figura 4.8 Funil de projeto – redução progressiva do número de alternativas até que o projeto final seja atingido.

Projeto preliminar

Tendo-se gerado um conceito de produto ou serviço aceitável, viável e exequível, o próximo estágio é criar um projeto preliminar. O objetivo desse estágio é ter uma primeira versão, tanto da especificação dos componentes ou elementos individuais dos produtos e serviços, quanto da relação entre eles, que constituirá a oferta final.

Comentário crítico

Nem todos concordam com o conceito de funil de projeto. Para alguns, ele é uma ideia muito elegante e organizada demais para refletir de forma precisa a atividade de projeto, caracterizada por criatividade, discussões e, muitas vezes, por caos. Primeiramente, argumenta-se que os gerentes não iniciam o processo com um número infinito de opções. Ninguém poderia processar tal volume de informações – e, de qualquer forma, os projetistas normalmente possuem algum tipo de conjunto de soluções em mente, esperando oportunidade para serem usadas. Em segundo lugar, o número de opções em consideração, geralmente, *aumenta* com o tempo. Isso pode, na verdade, ser muito bom, especialmente se a atividade não tiver sido inicialmente especificada de forma imaginativa. Em terceiro lugar, o processo real de projeto frequentemente envolve ciclos e retrocessos, às vezes vários deles, à medida que soluções de projeto potenciais levantem novas questões ou alcancem becos sem saída. Em resumo, a ideia de funil de projeto não descreve o que realmente acontece na atividade de projeto, nem necessariamente descreve o que *deveria* acontecer.

Especificando os componentes do projeto

A primeira tarefa deste estágio do projeto é definir exatamente o que será incluído no produto ou serviço. Isso exigirá a coleta de informações sobre as *partes componentes* do pacote de produtos ou serviços e a estrutura do componente (ou produto), a ordem na qual as partes componentes do pacote devem ser reunidas. Por exemplo, os componentes de um *mouse* sem fio para computador podem incluir o *mouse*

em si, uma unidade receptora e a embalagem. Todos esses componentes são constituídos de outros componentes e assim por diante. A "estrutura de componentes" é o diagrama que mostra como esses componentes juntam-se para formar o produto final (*veja* a Figura 4.9).

Reduzindo a complexidade do projeto

A simplicidade é geralmente vista como uma virtude entre projetistas de produtos ou serviços. Frequentemente, as soluções mais elegantes de projeto são as mais simples. Entretanto, quando uma operação produz uma variedade de produtos ou serviços (como a grande maioria), a gama de produtos e serviços considerados como um todo pode tornar-se complexa, o que, por sua vez, aumenta o custo. Os projetistas adotam inúmeras abordagens para reduzir a complexidade inerente ao projeto da gama de seus produtos ou serviços. Descrevemos, a seguir, três abordagens comuns para a redução da complexidade – padronização, comunalidade e modularização.

Princípio de administração da produção

Um objetivo-chave do projeto deve ser a simplificação do projeto mediante padronização, comunalidade, modularização e customização em massa.

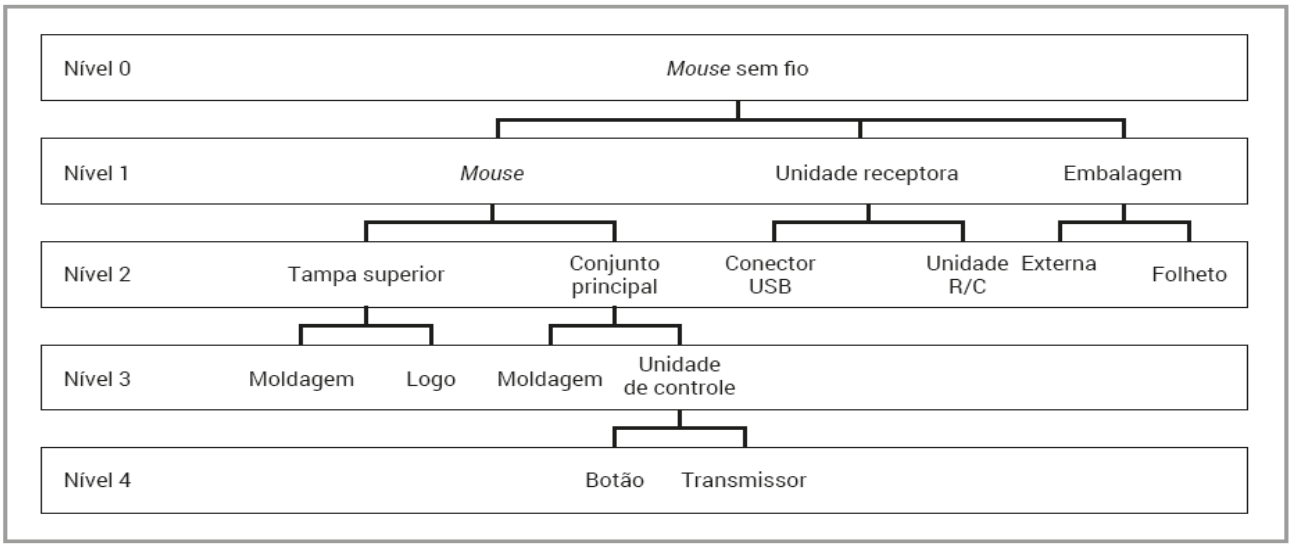


Figura 4.9 Estrutura de componentes de um *mouse* sem fio.

Padronização

Às vezes, a administração da produção tenta conter os custos excessivos devidos à alta variedade por meio da padronização de seus produtos, serviços ou processos. Isso permite a eles restringir a variedade a um ponto que possua valor real para o consumidor final. Frequentemente, são os *outputs* da produção que são padronizados. Exemplos disso são os restaurantes *fast-food*, os supermercados de desconto e as empresas de seguro baseadas em telemarketing. Talvez o exemplo mais comum de padronização sejam as roupas que muitos de nós compramos. Embora nossos corpos tenham perfis diferentes, os fabricantes de vestuário produzem roupas em um número limitado de tamanhos. A variedade de tamanhos é escolhida para acomodar razoavelmente a maioria dos corpos. Para acomodar todos os consumidores potenciais e/ou assegurar um caimento perfeito das roupas, os fabricantes teriam que oferecer uma variedade inviável de tamanhos. Por outro lado, precisariam oferecer serviços personalizados. Ambas as

soluções teriam impacto significativo no custo. Esse controle de variedade é uma questão importante para muitas empresas. Um perigo que ameaça as operações estabelecidas é permitir que a variedade cresça de forma excessiva. Essas operações são frequentemente obrigadas a enfrentar a tarefa de *redução de variedade*, em geral por meio da avaliação do lucro ou da contribuição real de cada produto ou serviço. Muitas organizações aprimoraram significativamente a lucratividade ao reduzir sua variedade de forma cuidadosa. De modo a superar a possível perda de negócios, as organizações podem oferecer a seus clientes produtos ou serviços alternativos que tenham valor semelhante.

Comunalidade

Usar elementos comuns dentro de um produto ou serviço pode também simplificar a complexidade do projeto. Usar os mesmos componentes em toda uma linha de automóveis é prática comum. Da mesma forma, a padronização do formato dos *inputs* de informação em um processo pode ser alcançada pelo uso de formas ou formatos de tela apropriadamente projetados. Quanto mais produtos e serviços diferentes puderem ser baseados em elementos comuns, tanto menos complexo será o processo de fabricação. Por exemplo, a fábrica europeia de aviões Airbus projetou sua nova geração de aviões a jato com alto grau de comunalidade. Isso significa que dez modelos de aviões, variando desde o A318 para 100 passageiros até o maior avião do mundo, o A380 para 500 passageiros, possuem cabines de voo praticamente idênticas, sistemas comuns e características de manuseio similares. Em alguns casos, como em toda a família A320, o avião até compartilha a mesma "classificação de categoria de piloto", possibilitando que os pilotos voem em qualquer um deles com a mesma licença. As vantagens da comunalidade para os operadores de linhas aéreas incluem um tempo de treinamento muito menor para pilotos e engenheiros, quando estes alternam de um avião para outro. Isso oferece aos pilotos a possibilidade de voar em maior número de rotas, desde percursos curtos a ultralongos, e garante maior eficiência, dado que os procedimentos comuns de manutenção podem ser projetados com equipes de manutenção capazes de operar em qualquer aeronave da mesma família. Ademais, quando até 90% de todas as peças são comuns dentro de uma mesma família de aviões, há menor necessidade de manter uma ampla variedade de peças sobressalentes.

Modularização

O uso de princípios de projeto modular implica projetar "subcomponentes" padronizados de um produto ou serviço, que podem ser agrupados de diferentes maneiras. É possível criar uma gama de escolhas através do conjunto totalmente intercambiável de diversas combinações de um número menor de subconjuntos padrão; por exemplo, os computadores são fabricados dessa forma. Esses módulos padronizados, ou subconjuntos, podem ser produzidos em maior volume, reduzindo assim o custo. De modo semelhante, as agências de turismo podem montar pacotes de férias para atender às exigências de um cliente específico, desde a viagem aérea planejada e paga com antecedência até acomodações, seguro e assim por diante. Na educação também há crescente uso de cursos modulares que permitem a escolha dos "clientes", mas também permitem que cada módulo obtenha volumes econômicos de estudantes.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Projeto inovador da Dyson[11]

Em 1907, um zelador chamado Murray Spangler juntou uma fronha, um ventilador, uma lata velha de biscoitos e um cabo de vassoura. Foi uma grande inovação, o primeiro aspirador de pó do mundo, mas que nunca foi comercializado. Um ano mais tarde, vendeu sua ideia patenteada a William Hoover, cuja empresa desenvolveu-se até dominar o mercado de aspiradores de pó por décadas, especialmente em seu país natal, os Estados Unidos. Todavia, quando a participação de mercado da Hoover caiu significativamente, foi porque um produto rival, comparativamente caro e de aparência futurística, o aspirador de pó Dyson, passou do nada para uma posição onde dominava o mercado. O produto pode ter sido novo, mas a empresa não era. De fato, o produto Dyson data de 1978, quando James Dyson (agora, *Sir* James) percebeu que o filtro de ar em uma sala de pintura e acabamento de uma empresa onde trabalhava estava constantemente entupido com partículas de poeira (exatamente como a bolsa do aspirador de pó entope com a sujeira). Resolveu, então, projetar e construir uma torre de ciclone industrial, que removia as partículas de poeira por força centrífuga. A pergunta que passou a intrigá-lo era: *"Será que o mesmo princípio poderia funcionar em um aspirador de pó doméstico?"* Cinco anos após e 5.000 protótipos testados, chegou a um projeto de trabalho do qual se orgulhava por ser "único e funcional". Entretanto, os fabricantes existentes de aspiradores de pó não ficaram igualmente impressionados – dois logo rejeitaram o projeto. Dyson decidiu, então, fabricar ele mesmo seu novo projeto. Em poucos anos, no Reino Unido, os aspiradores Dyson estavam ultrapassando os concorrentes que o rejeitaram. A estética e a funcionalidade do projeto ajudaram a manter as vendas crescentes, apesar do alto preço no varejo. Para Dyson, bom *"é observar as coisas do dia a dia com novos olhos e trabalhá-las de modo que possam funcionar melhor. É desafiar a tecnologia existente"*. Os engenheiros da Dyson levaram essa tecnologia um estágio à frente e desenvolveram a tecnologia do separador de núcleo para capturar ainda mais a sujeira microscópica. Agora, a sujeira passa por três estágios de separação. Primeiro, a sujeira é retirada em um poderoso ciclone externo. As forças centrífugas deslocam os fragmentos maiores, como pelos de animais e partículas de sujeira, para o interior de um recipiente transparente a 500 G (a força-G máxima que o corpo humano pode suportar é 8 G). Segundo, um estágio ciclônico posterior, o separador de núcleo, remove do fluxo de ar partículas de sujeira tão pequenas como 0,5 micra – você poderia agrupar 200 delas no ponto final desta frase. Finalmente, um conjunto de ciclones menores e ainda mais rápidos gera forças centrífugas que chegam a 150.000 G – extraindo partículas minúsculas como fungos e bactérias.

Outras inovações seguiram. O Dyson Airblade é um secador de mãos elétrico, que seca as mãos com maior rapidez (em torno de 10 segundos) e usa menos eletricidade do que os secadores de mão convencionais. Depois vieram os Dyson Air Multiplier. São ventiladores e aquecedores que funcionam bem diferente dos ventiladores e aquecedores elétricos convencionais. Não têm pás que girem rapidamente e cortam o ar, causando turbulência desconfortável. Ao contrário, usam a tecnologia Air Multiplier® para receber o ar e amplificá-lo 18 vezes, produzindo um fluxo suave e ininterrupto de ar. *Sir* James, que permanece engenheiro-chefe e único acionista da Dyson, disse que o aquecedor era parte do esforço da empresa para se transformar em *"empresa de tecnologia de linha ampla"* em vez de ser vista apenas como fabricante de eletrodomésticos. *"Eu n*ão limitaria a empresa a áreas específicas de tecnologia ou mercados. Estamos

desenvolvendo várias tecnologias para melhorar produtos industriais e de consumo, *para que as pessoas os utilizem a fim de obter melhor experiência do que com itens comparáveis que existem atualmente."*

Avaliação e melhoria do projeto

O propósito dessa etapa da atividade de inovação do projeto é considerar o projeto preliminar e sujeitá-lo a uma série de avaliações, para verificar se pode ser melhorado antes que o produto ou serviço seja testado no mercado. Há diversas técnicas que podem ser empregadas nesta etapa para avaliar e melhorar o produto preliminar. Talvez a mais conhecida seja o desdobramento da função qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*).

Desdobramento da função qualidade (QFD)

O propósito principal do desdobramento da função qualidade é tentar assegurar que a eventual inovação realmente atenda às necessidades de seus clientes. Essa é uma técnica que foi desenvolvida, no Japão, no estaleiro da Mitsubishi em Kobe, e bastante utilizada pela Toyota, fabricante de veículos, e seus fornecedores. O QFD é também conhecido como "casa da qualidade" (devido a sua aparência) e "voz do cliente" (devido a seu propósito). A técnica tenta captar o que o cliente necessita e como isso pode ser atingido. A Figura 4.10 mostra um exemplo da matriz QFD simples usada no projeto de um *pendrive* USB promocional. A matriz QFD é uma articulação formal de como a empresa vê o relacionamento entre os requisitos do cliente (os *quês*) e as características de projeto do novo produto (os *comos*):

- Os *quês* ou "requisitos do cliente" formam a lista de fatores competitivos que os clientes consideram relevantes. Sua importância relativa recebe uma nota, nesse caso em uma escala de 10 pontos, com o *preço* tendo a avaliação mais alta.
- As notas competitivas indicam o desempenho relativo do produto, neste caso em uma escala de 1 a 5. Também é indicado o desempenho de dois produtos concorrentes.
- Os *comos* ou "características do projeto" do produto são as várias "dimensões" do projeto que irão operacionalizar os requisitos dos clientes dentro do serviço ou produto.
- A matriz central (muitas vezes chamada de matriz de relacionamento) representa uma visão dos inter-relacionamentos entre os *quês* e os *comos*. Geralmente, isso se baseia em avaliações de valor feitas pela equipe de projeto. Os símbolos indicam a força do relacionamento. Todos os relacionamentos são estudados, mas em muitos casos, quando a célula da matriz está em branco, não existe relacionamento.
- A última linha da matriz representa uma avaliação técnica do produto. Contém a importância absoluta de cada característica do projeto.
- O "teto" triangular da "casa" captura qualquer informação que a equipe tenha sobre as correlações (positivas e negativas) entre as diversas características do projeto.

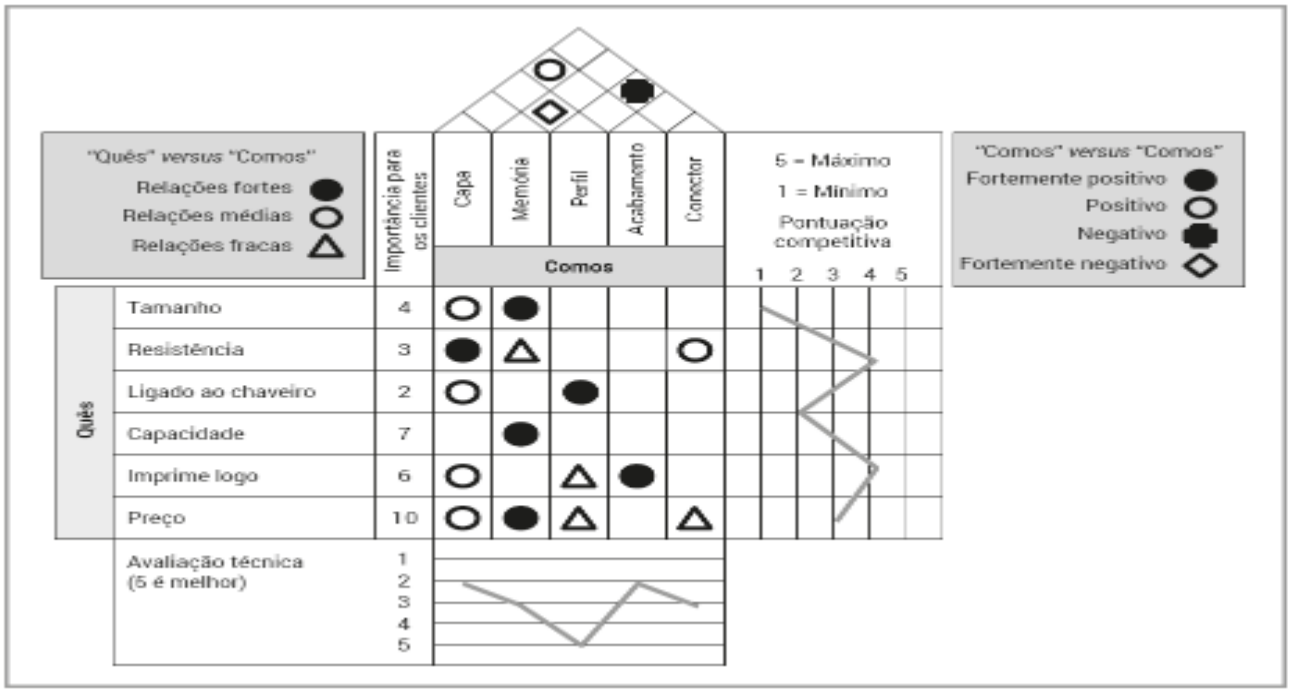


Figura 4.10 Matriz QFD para um *pendrive* USB promocional.

Protótipo e projeto final

Nesse estágio da atividade de projeto, é necessário transformar o projeto melhorado em um protótipo que possa ser testado. Pode ser muito arriscado iniciar um produto ou serviço antes de testá-lo. Portanto, normalmente é mais apropriado criar um "protótipo" (no caso de um produto) ou "teste" (no caso de um serviço). Os protótipos de produtos incluem tudo, desde modelos em argila até simulações em computador. Os testes de serviços podem também incluir simulações em computador, mas também a implementação real do serviço em uma base-piloto. Muitas organizações varejistas realizam testes-piloto de novos produtos e serviços em um pequeno número de lojas para testar a reação dos clientes a eles. Simulações baseadas em realidade virtual permitem às empresas testar novos produtos e serviços, além de visualizar e planejar os processos que os produzirão. As partes dos componentes individuais podem ser posicionadas virtualmente e testadas para verificar sua adaptação ou interferência. Mesmo trabalhadores virtuais podem ser introduzidos no sistema de prototipagem para verificar a facilidade da montagem ou da operação.

Projeto assistido por computador (CAD – Computer-Aided Design)

Os sistemas CAD proporcionam a capacidade de criar e modificar desenhos de produtos. Esses sistemas permitem adicionar formas convencionalmente usadas, como pontos, linhas, arcos, círculos e texto, a uma representação do produto baseada no computador. Uma vez incorporadas ao projeto, essas formas podem ser copiadas, transferidas de lugar, giradas em diferentes ângulos, ampliadas ou apagadas. Assim, os projetos criados podem ser salvos na memória do sistema e recuperados para uso posterior. Isso permite construir uma biblioteca de desenhos padronizados de peças e componentes a serem montados. A vantagem mais óbvia dos sistemas CAD é que sua capacidade de armazenar e recuperar rapidamente os dados do projeto, bem como sua capacidade de manipular seus detalhes, pode aumentar

consideravelmente a produtividade da atividade de projeto. Além disso, em razão das mudanças que podem ser feitas rapidamente nos projetos, os sistemas CAD podem aumentar consideravelmente a flexibilidade da atividade de projeto, possibilitando que modificações sejam feitas muito mais rapidamente. Além disso, o uso de bibliotecas padronizadas de formas e entidades pode reduzir a possibilidade de erros no projeto.

Testes alfa e beta

Uma distinção que se originou na indústria de desenvolvimento de *software*, mas se espalhou em outras áreas, é aquela entre os testes alfa e beta de um produto ou serviço. A maioria dos produtos de *software* inclui fases de testes alfa *e* beta, ambos destinados a descobrir *bugs* (falhas) no produto. Não é surpresa que o teste alfa venha antes do teste beta. O teste alfa é basicamente um processo *interno* em que os desenvolvedores ou fabricantes (ou às vezes uma agência externa que eles comissionaram) examinam o produto em busca de falhas. Geralmente, esse também é um processo privado, não aberto ao mercado ou a potenciais clientes. Embora se destine a procurar erros que, de outra forma, surgiriam quando o produto estivesse em uso, ele é efetivamente executado em um ambiente virtual ou simulado e não "no mundo real". Após o teste alfa, o produto é liberado para o teste beta. O teste beta é quando o produto é lançado para testes por clientes selecionados. É um "teste piloto" *externo* que ocorre no "mundo real" (ou perto do mundo real, pois ainda é uma amostra relativamente pequena) antes da produção comercial. No momento em que um produto chega ao estágio beta, a maioria dos piores defeitos já deve ter sido removida, mas o produto ainda pode ter alguns problemas menores que só podem se tornar evidentes com a participação do usuário. É por isso que o teste beta é quase sempre realizado nas instalações do usuário, sem qualquer equipe de desenvolvimento presente. O teste beta também é chamado às vezes de "teste de campo", teste de pré-lançamento, validação do cliente, homologação, teste de aceitação do cliente ou teste de aceitação do usuário.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Inovação de produto para a economia circular[12]

A inovação no projeto não se limita apenas à concepção inicial de um produto; também se aplica ao fim de sua vida. Essa ideia é muitas vezes chamada de "projetar para a economia circular". A "economia circular" é proposta como uma alternativa à economia linear tradicional (ou criar-usar-descartar, como também é chamada). A ideia é manter os produtos em uso o maior tempo possível, extrair o valor máximo deles enquanto estão em uso e, em seguida, recuperar e regenerar produtos e materiais no final de sua vida útil. Mas a economia circular é muito mais do que uma preocupação com a reciclagem em oposição à eliminação. A economia circular examina o que pode ser feito diretamente ao longo da cadeia de suprimento e uso, de modo que seja usado o mínimo de recursos possível, então (e esta é a parte mais importante) recuperar e regenerar produtos no final de sua vida convencional. Isso significa projetar produtos visando longevidade, reparabilidade, facilidade de desmontagem e reciclagem.

Típica das empresas que adotaram esta ideia, ou foram criadas especialmente para promovê-la, é a Newlife Paints, sediada na costa sul da Inglaterra. Ela "remanufatura" resíduos de tinta à base de água de volta em uma emulsão de grau *premium*. Todos os produtos da gama de tintas da empresa garantem um

mínimo de 50% de conteúdo reciclado, composto de resíduos de tinta retirados de aterro ou da incineração. A ideia da empresa começou a enraizar-se na mente de um químico industrial, Keith Harrison. Sua garagem estava se tornando um pouco desordenada, depois de muitos anos de projetos próprios. Encorajado por sua esposa a limpar a bagunça, percebeu que as latas empilhadas de tinta representavam um imenso desperdício. Foi então que começou sua busca por uma solução sensata e ambientalmente responsável para os resíduos de tinta. "*Eu continuei pensando que poderia fazer algo com ela, pois a tinta tinha um valor intrínseco. Teria sido um enorme desperdício apenas jogá-la fora*", disse o ex-químico industrial. Keith pensou que alguém deveria estar reciclando, mas ninguém estava, e ele começou a encontrar uma maneira de reprocessar a tinta usada em uma emulsão de qualidade superior. Depois de dois anos de pesquisa, ele desenvolveu com sucesso sua tecnologia, que consiste em remover restos de tinta das latas que foram retiradas do aterro sanitário e misturá-las e filtrá-las para produzir novas tintas com cores correspondentes. A empresa também lançou uma marca *premium*, dirigida a clientes ricos com consciência ambiental, chamada Reborn Paints, cujo desenvolvimento foi parcialmente financiado pela Akzo Nobel, fabricante das tintas Dulux. Embora Keith tivesse começado pequeno (em sua garagem), ele agora licencia sua tecnologia para companhias como a gigantesca empresa de resíduos Veolia. "*Com o licenciamento, podemos ter mais impacto e propagação internacional*", diz ele. Ele também indica que os fabricantes poderiam planejar com mais imaginação a vida pós-morte de seus produtos. Por exemplo, o simples acréscimo de mais símbolos nas embalagens seria útil para ajudar na classificação dos tipos de resíduos de tinta. "*No momento, estamos fazendo o que é possível, porque as tintas que tiramos do lixo hoje foram fabricadas há cinco anos, quando a economia circular mal despontava no horizonte*", diz ele.

BENEFÍCIOS DA INOVAÇÃO INTERATIVA DE PRODUTO E SERVIÇO

É ilusório tratar cada estágio da inovação de um projeto como atividades totalmente separadas e sequenciais (como fizemos). Conforme dissemos anteriormente, é comum que as empresas abordem os estágios como um ciclo, uma ou mais vezes. Também é cada vez mais comum detalhar os limites, outrora rígidos, entre cada etapa no processo de inovação do projeto. Isso se aplica especialmente ao limite entre o projeto do produto ou serviço e o projeto do processo que o produzirá.

Geralmente, considera-se um erro separar o projeto de produtos e serviços do projeto do processo. O gerente de produção deve ter algum envolvimento desde a avaliação inicial do conceito até a fabricação do produto ou serviço e seu lançamento no mercado. Às vezes, o ato de fundir os estágios do processo de inovação do projeto é denominado "projeto interativo". O principal benefício da fusão das etapas reside na redução do tempo utilizado para a atividade completa de inovação do produto, desde o conceito até o lançamento no mercado. Frequentemente, isso é chamado tempo até o lançamento (TTM – *time to market*). O argumento a favor da redução do tempo até o lançamento é que isso aumenta a vantagem competitiva. Por exemplo, se uma empresa leva cinco anos para desenvolver um produto, desde o conceito até o lançamento no mercado, com determinado conjunto de recursos, ela só pode lançar um novo produto uma vez a cada cinco anos. Se o concorrente consegue fazer isso em apenas três anos, poderá lançar seu novo produto com desempenho (supostamente) melhorado, uma vez a cada três anos. Isso significa que o concorrente não precisa fazer aperfeiçoamentos tão radicais no desempenho cada vez que lançar um novo produto, uma vez que lança seus produtos com mais frequência. Em outras palavras,

menor tempo até o lançamento significa que as empresas têm mais oportunidades de melhorar o desempenho de seus produtos ou serviços.

Três fatores em particular são sugeridos para reduzir significativamente o tempo de lançamento de um produto ou serviço no mercado:

- desenvolvimento simultâneo de várias etapas no processo global;
- resolução a tempo de conflitos e incertezas do projeto;
- uma estrutura organizacional que reflita o projeto de desenvolvimento.

Desenvolvimento simultâneo

Descrevemos o processo de projeto como, basicamente, um conjunto de estágios individuais predeterminados, cada um com um começo claro e um ponto de término. Supõe-se implicitamente que uma etapa seja concluída antes que a próxima comece. Essa abordagem passo a passo ou sequencial era a forma tradicional de desenvolvimento de produtos/serviços. Ela tem algumas vantagens. É fácil gerenciar e controlar o processo organizado dessa forma, pois cada etapa é claramente definida. Além disso, como cada etapa é concluída antes que a próxima comece, cada etapa pode focalizar suas capacidades e experiências em um conjunto limitado de tarefas. No entanto, o principal problema da abordagem sequencial é que consome muito tempo e é dispendiosa. Quando cada estágio é separado, com um conjunto claramente definido de tarefas, quaisquer dificuldades encontradas durante o projeto em uma etapa podem exigir que o projeto fique parado, enquanto a responsabilidade volta para a etapa anterior. Essa abordagem sequencial é mostrada na Figura 4.11(a).

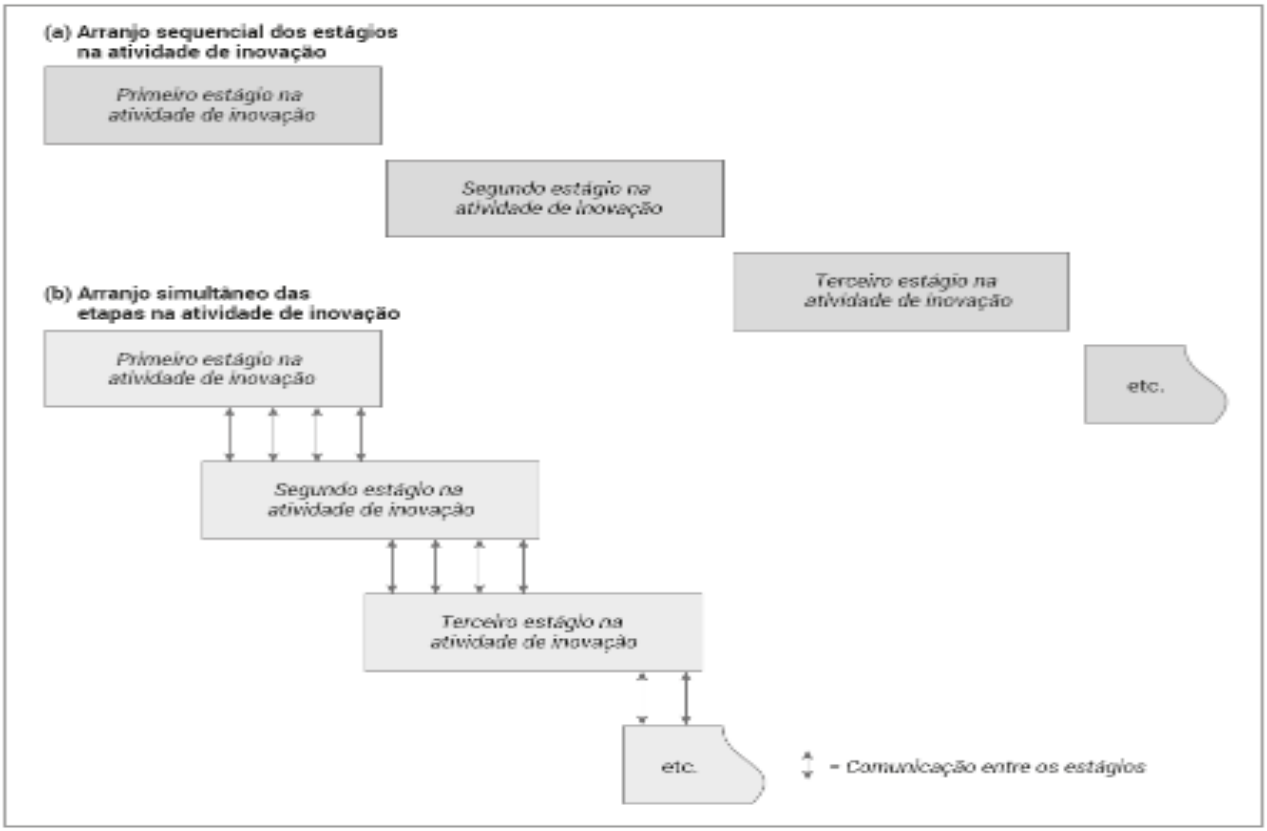


Figura 4.11 (a) Arranjo sequencial dos estágios na atividade de projeto; (b) Arranjo simultâneo dos estágios na atividade de projeto.

Todavia, com frequência, há pouca necessidade de esperar até a finalização absoluta de um estágio antes de iniciar o outro. Por exemplo, enquanto o conceito estiver sendo gerado, talvez a atividade de triagem e seleção possa ser iniciada. É provável que alguns conceitos possam ser julgados como "inviáveis" relativamente cedo no processo de geração de ideias. De modo semelhante, durante o estágio de triagem, é provável que alguns aspectos do projeto tornem-se óbvios antes que a fase esteja totalmente completa. Assim, o trabalho preliminar nessas partes do projeto pode ser iniciado nesse ponto. Esse princípio pode ser considerado em todas as etapas do projeto, uma começando antes que a anterior esteja concluída, de forma que haja trabalho simultâneo ou concorrente nos estágios (*veja* a Figura 4.11 (b)). (Observe que o desenvolvimento simultâneo é frequentemente denominado engenharia simultânea ou concorrente nas operações de manufatura.)

Princípio de administração da produção

O desenvolvimento simultâneo eficaz reduz o tempo de lançamento do produto no mercado.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Processo de desenvolvimento lento na IKEA[13]

A maioria das empresas é obcecada por reduzir o tempo até o lançamento (TTM) de seu processo de projeto. Um TTM curto significa menores custos de desenvolvimento e mais oportunidades de alcançar o mercado com projetos novos. Algumas montadoras de automóveis reduziram o tempo de projeto dos seus produtos para menos de três anos, enquanto um novo *smartphone* (um mercado bem mais dinâmico) pode ser desenvolvido em seis meses. Logo, por que a IKEA, fabricante de artigos para o lar mais bem-sucedida de todos os tempos, leva cinco anos para projetar suas cozinhas? Porque, com os imensos volumes que a IKEA vende, os custos de desenvolvimento são pequenos em comparação com a economia resultante de projetos de produtos que reduzem o preço final em suas lojas.

"São cinco anos de trabalho para encontrar maneiras de reduzir o custo do sistema, para melhorar a funcionalidade", disse o novo executivo-chefe da IKEA, Peter Agnefjäll, sobre a nova cozinha "Metod" (que significa "método"). Metod é um produto complexo. Ele possui mais de mil componentes diferentes. A cozinha é um produto do processo de "projeto democrático" da IKEA, que garante projetos que funcionarão em casas de qualquer lugar do mundo – uma consideração importante, quando se vende cerca de 1 milhão de cozinhas por ano. Além disso, diferentemente de algumas compras de alto valor, o gosto do consumidor para artigos do lar não muda rapidamente. "*Ainda penduramos quadros acima do sofá e colocamos uma TV no canto*", diz a diretora criativa da IKEA, Mia Lundström. Porém, mesmo que as tendências não se materializem da noite para o dia, ainda é importante localizar as preferências emergentes do consumidor. Uma equipe de pesquisa visita milhares de lares anualmente e prepara relatórios que parecem antecipar uma década. Logo, sem a necessidade de mudar os projetos de produtos com muita frequência, os custos do produto tornam-se um fator primordial. Em vez de comprar componentes pré-fabricados de fontes externas, a IKEA desenvolve o seu próprio produto e consegue reduzir os custos. Por exemplo, os projetistas da IKEA criaram seu próprio sistema LED para iluminar um dos armários de cozinha.

Resolução a tempo de conflitos no processo

Caracterizar a atividade de projeto como uma série coerente de decisões é uma forma útil de pensar sobre projetos. Entretanto, a decisão, uma vez tomada, não precisa comprometer totalmente a organização. Por exemplo, se uma equipe de projeto estiver projetando um novo aspirador de pó, a decisão de adotar um estilo e tipo de motor elétrico específico pode ter parecido razoável no momento em que a decisão foi tomada, mas pode ter que ser mudada depois, à luz de novas informações. Poderia ser o surgimento de um novo motor elétrico, claramente superior ao inicialmente selecionado. Sob essas circunstâncias, os projetistas podem muito bem desejar mudar de decisão.

Entretanto, há outras razões, mais fáceis de evitar, pelas quais os projetistas podem mudar sua opinião durante a atividade de projeto. Talvez uma das decisões iniciais de projeto não tenha sido suficientemente discutida entre o pessoal da organização que tinha uma contribuição válida para dar. Pode ser que, quando a decisão foi tomada, não havia acordo suficiente para formalizá-la e a equipe de projeto decidiu seguir em frente sem que uma decisão formal fosse tomada. Todavia, as decisões subsequentes poderiam ter sido tomadas, independentemente de aquela decisão ter sido formalizada. Por exemplo, suponhamos que a empresa não concordasse sobre o tamanho correto do motor elétrico a ser usado em seu aspirador de pó. Ela poderia muito bem continuar com o restante do projeto do produto, enquanto ocorressem discussões e investigações posteriores a respeito de qual tipo de motor elétrico incorporar no projeto. Entretanto, grande parte do restante do projeto do produto poderia depender da escolha do motor elétrico. As carcaças de plástico, os rolamentos, o tamanho de diversos orifícios, por exemplo, poderiam ser afetados por essa decisão. Deixar de resolver esses conflitos e/ou de tomar essas decisões logo no início do processo poderia prolongar o grau de incerteza na atividade global do projeto. Além disso, se uma decisão fosse tomada (mesmo que implicitamente) e mudada depois, no processo, os custos dessa mudança poderiam ser muito grandes. Entretanto, se a equipe de projeto conseguir resolver conflitos logo no início da atividade, isso reduzirá o grau de incerteza no projeto, o custo extra e, mais significativamente, o tempo associado à administração dessa incerteza ou à mudança nas decisões já tomadas. A Figura 4.12 ilustra dois padrões de mudança no decorrer da vida do projeto, que implica diferentes desempenhos de tempo até o lançamento.

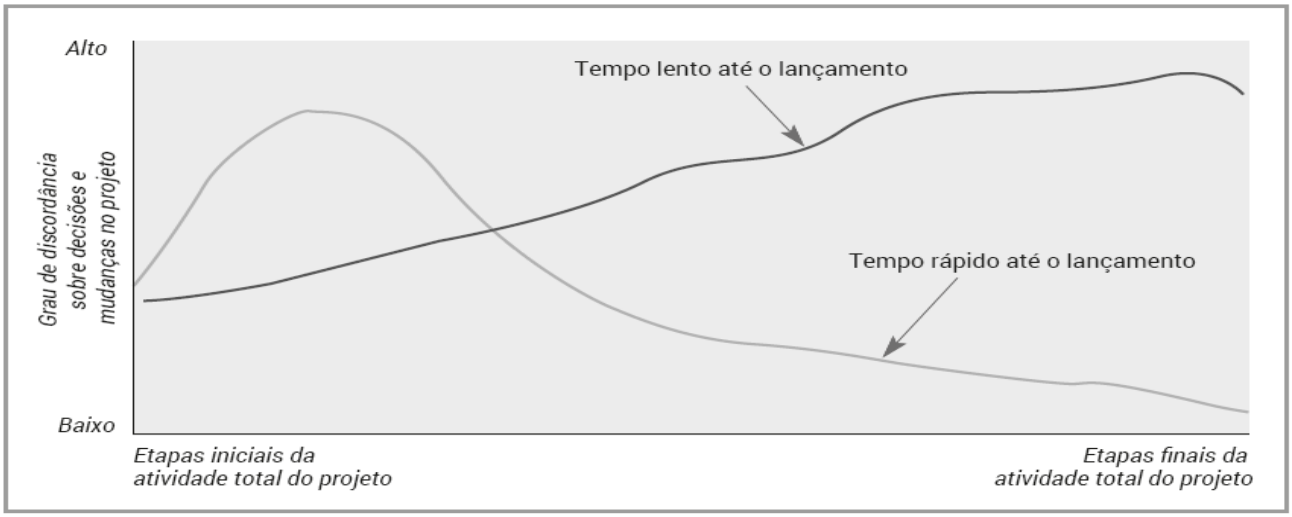


Figura 4.12 Solucionar os problemas logo de início reduz as interrupções no final da atividade de projeto.

Princípio de administração da produção

O processo do projeto requer atenção estratégica desde o início, quando há maior potencial para afetar as decisões de projeto.

Estruturas organizacionais baseadas em projeto

O processo total de desenvolvimento dos conceitos em relação ao mercado quase certamente envolverá pessoal de diferentes áreas da organização. Continuando com o exemplo do aspirador de pó, é provável que a empresa fabricante envolva funcionários dos departamentos de pesquisa e desenvolvimento, engenharia, produção, marketing e finanças. Todas essas diferentes funções terão seu papel na tomada de decisões que determinarão o projeto final. Todavia, qualquer projeto terá vida própria. Terá um nome de projeto, um gerente individual ou grupo de pessoas que estarão defendendo o projeto, um orçamento e, espera-se, um propósito estratégico claro na organização. A questão organizacional é: qual dessas duas ideias – as várias funções organizacionais que contribuem para o projeto ou o próprio projeto – deve dominar a forma como a atividade de projeto é gerenciada?

Antes de responder a essa questão, é útil examinar a variedade de estruturas organizacionais que existem – desde a forma funcional pura até o projeto puro. Em uma organização funcional pura, todos os funcionários associados ao projeto pertencem, sem ambiguidade, a seus grupos funcionais. Não há nenhum grupo baseado no projeto. Podem estar trabalhando em tempo integral no projeto, mas quaisquer comunicações e relacionamentos são feitos por seus gerentes funcionais. O projeto existe devido ao acordo entre esses gerentes funcionais. Em outro extremo, todos os colaboradores funcionais que estão envolvidos no projeto podem ser transferidos de suas funções e, talvez, mesmo fisicamente, realocados para uma força-tarefa dedicada apenas ao projeto. A força-tarefa pode ser liderada por um gerente de projeto que pode ser responsável por todo o orçamento alocado ao projeto. Não é necessário que todos os membros da força-tarefa permaneçam na equipe durante o período de desenvolvimento, mas um grupo substancial deve participar do projeto do início ao fim. Alguns membros de uma equipe de projeto podem ser até de outras empresas. Entre esses dois extremos há vários tipos de organização matricial com ênfase variável nesses dois aspectos da organização (*veja* a Figura 4.13). Embora o tipo de organização "força-tarefa", especialmente para pequenos projetos, possa, às vezes, ser um pouco desajeitada, parece haver consenso geral de que, pelo menos para grandes projetos, é mais eficaz para reduzir o tempo total até o lançamento do produto ou serviço no mercado.

Skunkworks[14] Encorajar a criatividade no projeto, enquanto ao mesmo tempo se reconhecem as restrições da vida cotidiana dos negócios, sempre tem sido um dos maiores desafios do projeto industrial. Uma abordagem bem conhecida para realizar a criatividade de projeto e desenvolvimento de um grupo é denominada *Skunkworks*. Esse nome geralmente se aplica a uma pequena equipe retirada de seu ambiente normal de trabalho e liberada de suas atividades e restrições administrativas normais. A ideia teve origem na empresa de aviões Lockheed nos anos 1940, quando projetistas eram retirados da estrutura organizacional normal com a tarefa de projetar um avião de combate de alta velocidade. O experimento foi tão bem-sucedido que a empresa continuou com ele para desenvolver outros produtos inovadores. Desde essa época, muitas outras empresas vêm adotando uma abordagem parecida, embora "Skunk Works" seja marca registrada da Lockheed Martin Corporation.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é inovação de produto e serviço?

■ Inovação é o ato de introduzir algo novo. Projeto é "conceber as perspectivas, o arranjo e o funcionamento de algo". É a capacidade de ir além de ideias, regras ou suposições convencionais, a fim de gerar novas ideias significativas. Os três conceitos estão intimamente relacionados.

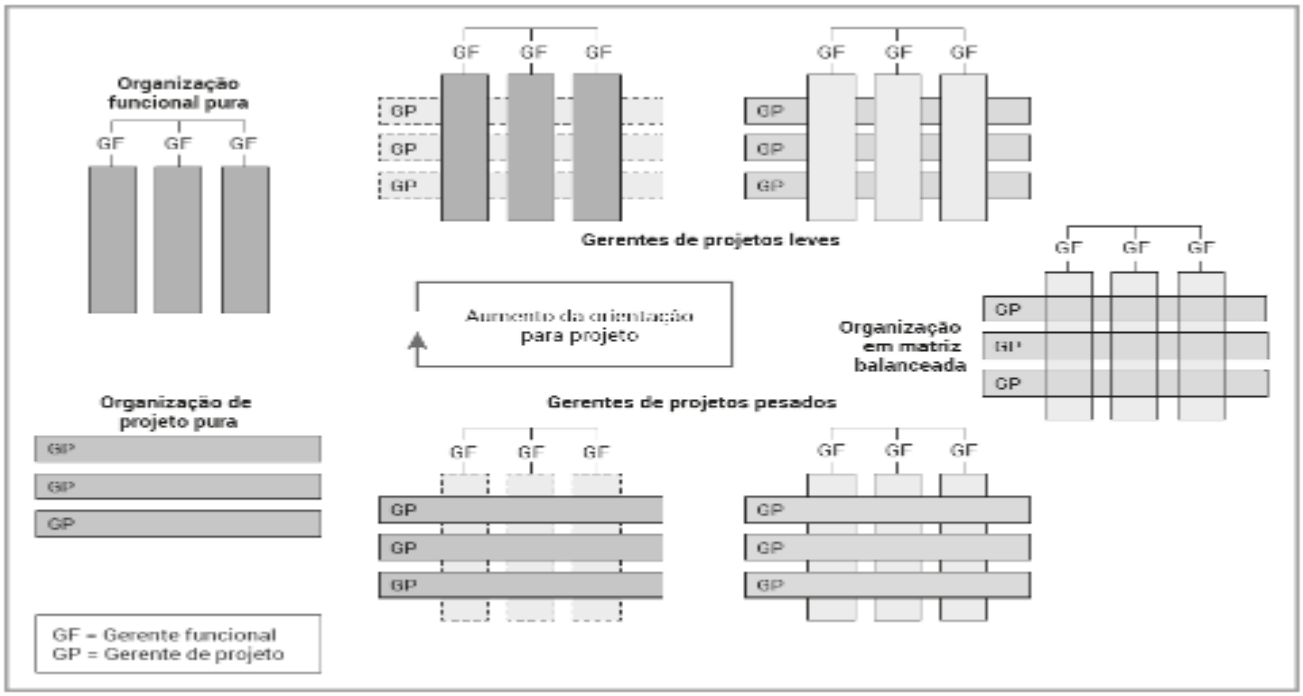


Figura 4.13 Estruturas organizacionais para o processo de inovação de projeto.

■ A curva S da inovação descreve o impacto de uma inovação no decorrer do tempo, lento no início, crescente na fase intermediária e diminuindo até chegar ao nivelamento.

■ As inovações incrementais e radicais diferem na maneira como usam o conhecimento. Frequentemente, a inovação radical requer recursos e/ou conhecimento totalmente novos, tornando obsoletos os produtos e serviços existentes. A inovação incremental é construída sobre o conhecimento e/ou os recursos existentes.

■ O modelo Henderson-Clark vai além de fazer a distinção entre "o conhecimento dos componentes da inovação" e "o conhecimento de como os componentes da inovação estão vinculados entre si" (denominado conhecimento arquitetural).

Qual é o papel estratégico da inovação de produto e serviço?

■ O bom projeto parte de ideias inovadoras e as coloca em prática.

■ Há uma aceitação cada vez mais comum ao fato de que o projeto pode agregar bastante valor a todos os tipos de organização.

■ A produção de inovações no projeto de produtos e serviços é, por si só, um processo em conformidade com o modelo de *input*-transformação-*output*, descrito no Capítulo 1.

■ O desempenho do processo de projeto pode ser avaliado da mesma forma que qualquer processo, a saber, em termos de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade, custo e sustentabilidade.

Quais são os estágios da inovação de produto e serviço?

■ A *geração do conceito* transforma uma ideia do produto ou serviço em um conceito que envolve a natureza do produto ou serviço e fornece uma especificação global para seu projeto.

■ A *triagem do conceito* consiste em examinar sua viabilidade, aceitabilidade e vulnerabilidade em termos amplos para assegurar que seja um acréscimo sensato ao portfólio da empresa.

■ O *projeto preliminar* consiste na identificação de todas as partes componentes do serviço ou produto e no modo que elas se ajustam. As ferramentas típicas usadas durante essa fase incluem estruturas de componentes e fluxogramas.

■ A *avaliação e a melhoria do projeto* cuidam do reexame do projeto para verificar se ele pode ser feito de maneira melhor, mais barata ou mais fácil. Uma técnica típica usada aqui é o desdobramento da função qualidade.

■ A *prototipagem e o projeto final* consistem em definir os últimos detalhes que permitem que a oferta seja entregue ou criada. O resultado desta etapa é uma especificação plenamente desenvolvida incluindo a embalagem dos produtos e serviços, bem como uma especificação dos processos que os fabricarão e os entregarão aos clientes.

Quais são os benefícios da inovação interativa de produto e serviço?

■ O exame em conjunto dos estágios do projeto pode melhorar a qualidade do projeto do produto ou serviço e o projeto do processo. Ajuda a atingir o ponto de equilíbrio (*break even*) de seus investimentos mais rapidamente do que aconteceria de outra maneira. É eficaz particularmente se os gerentes:

empregarem *desenvolvimento simultâneo*, quando as decisões de projeto são tomadas o mais cedo possível, sem esperar necessariamente a conclusão de uma fase completa do projeto;

assegurarem a *resolução de conflitos a tempo*, o que permite que decisões contenciosas sejam resolvidas no início do processo do projeto, não permitindo, assim, mais atrasos e confusão se aparecerem no final do processo;

utilizarem uma *estrutura organizacional baseada em projeto*, que pode assegurar que uma equipe de projetistas focada e coerente seja dedicada a um único projeto ou grupo de projetos.

ESTUDO DE CASO

Desenvolvendo "salgadinhos de batata rosti" na Dreddo Dan's

"A maioria das pessoas considera o mercado de lanches dinâmico e inovador, mas na verdade é surpreendentemente conservador. A maior parte do que passa por inovação é, na verdade, mexer com nossa abordagem de marketing, coisas como ofertas especiais, promoções de ofertas casadas e assim por diante. Ocasionalmente, colocamos novas embalagens em nossos produtos existentes e ainda mais ocasionalmente introduzimos sabores novos entre os que já existem. Raramente, porém, alguém nesse setor introduz algo radicalmente diferente. É por isso que o 'Projeto Orlando' é emocionante e assustador."

Monica Allen, vice-presidente técnica da Divisão Snack da PJT, comentava sobre um novo produto a ser comercializado sob a marca mais conhecida da PJT, "Dreddo Dan's Surfer Snacks". A marca Dreddo Dan usava imagens de surfe e de "juventude orientada para a ação" ao ar livre, mas na verdade estava voltada para uma geração ligeiramente mais velha que, apesar de aspirar a tal estilo de vida, gastava mais com os lanches *premium*, em que a marca se especializava. Os produtos então comercializados sob a marca incluíam lanches fritos e assados em diversos sabores exóticos. O projeto, conhecido internamente como Projeto Orlando, era um produto assado que estava "em desenvolvimento" há quase três anos, mas que até então tinha sido visto como desenvolvimento de longo prazo, sem garantia de que chegasse a ser lançado no mercado. A PJT punha vários desses projetos de longo prazo em execução a qualquer momento. Eles recebiam uma verba para desenvolvimento, mas geralmente nenhum recurso dedicado foi associado ao projeto. Menos da metade desses projetos de longo prazo chegou a atingir o estágio de ser testado no mercado. Cerca de 20% nunca passou da fase de conceito, e menos de 20% sequer entrou em produção. No entanto, a empresa considerava valioso o esforço de desenvolvimento colocado nesses produtos "fracassados", porque muitas vezes levava a ideias e desenvolvimentos embrionários, que poderiam ser usados em outro lugar. Até este ponto, vinha-se considerando improvável que "Orlando" t chegasse ao estágio de teste, mas isso então mudou radicalmente.

"Orlando" foi um conceito para diversos tipos de lanches, descritos na empresa como "saborosos salgados de batata". Basicamente, eram discos de batata frita de 4 cm de diâmetro, com recheio tipo requeijão. A ideia de incorporar recheio de requeijão em lanches tinha sido discutida dentro do setor há algum tempo, mas os problemas de fabricação de um produto desse tipo eram imensos. Não era fácil manter o produto crocante na parte externa, mas macio no meio, garantindo também sua segurança microbiológica. Além disso, tal produto teria de ser armazenado à temperatura ambiente, manter a sua consistência física e ter uma vida útil de pelo menos três meses.

Trazer os produtos Orlando para o mercado envolvia superar três tipos de problema técnico. Em primeiro lugar, a formulação e a mistura de ingredientes para o produto tinham de manter a textura requerida, mas ser capazes de serem assados nas instalações de preparo existentes na empresa. O risco de desenvolver uma tecnologia de produção inteiramente nova para a oferta foi considerado muito grande. Em segundo lugar, a extrusão da mistura em moldes de assar, mantendo a integridade microbiológica (produtos lácteos são difíceis de manusear), exigiria nova tecnologia de extrusão. Em terceiro lugar, o produto precisaria ser embalado em um material que refletisse a imagem de sua marca e mantivesse o produto fresco durante sua vida útil. Era improvável que os materiais de embalagem então existentes proporcionassem uma vida útil suficiente. O primeiro desses problemas tinha sido praticamente resolvido nos laboratórios de desenvolvimento da PJT. Os outros dois problemas pareciam agora mais fáceis de resolver, devido a uma série de avanços tecnológicos recentes feitos por fornecedores de equipamentos e fabricantes de embalagens. Isso convenceu a empresa de que Orlando valeria um investimento significativo e que receberia *status* de desenvolvimento prioritário pelo conselho da empresa. Mesmo assim, não se esperava que chegasse ao mercado nos próximos dois anos, e foi visto por alguns como o desenvolvimento de novo produto potencialmente mais importante na história da empresa.

A equipe de projeto

Imediatamente após a decisão da diretoria, Monica tinha aceitado a responsabilidade de levar o desenvolvimento adiante. Ela decidiu montar uma equipe de projeto dedicada à realização o desenvolvimento. *"É importante ter representantes de todas as partes relevantes da empresa. Embora a equipe realize grande parte do trabalho, eles ainda precisarão da cooperação e dos recursos de seus próprios departamentos. Assim, além de fazerem parte da equipe, eles também são os pontos de passagem de sua* expertise *para a empresa."* A equipe era formada por representantes do marketing, das cozinhas de desenvolvimento (laboratórios), do centro tecnológico da PJT (uma unidade de desenvolvimento que atendia a todo o grupo, não apenas à divisão de lanches), engenheiros de embalagens e representantes das duas fábricas da divisão. Todos, exceto os representantes das fábricas, foram alocados para a equipe do projeto em tempo integral. Infelizmente, a fábrica não contava com ninguém que tivesse conhecimento suficiente do processo e pudesse ser poupado de suas atividades do dia a dia.

Objetivos do desenvolvimento

Monica tentou definir os objetivos do projeto em seus comentários de abertura para os membros da equipe do projeto quando eles se reuniram pela primeira vez. "*Temos uma chance real de desenvolver um produto que não só terá grande impacto no mercado, mas também nos dará uma vantagem competitiva sustentável. Precisamos fazer este projeto funcionar de tal forma que os concorrentes tenham dificuldade em copiar o que fazemos. A formulação é um verdadeiro sucesso para o nosso pessoal de desenvolvimento, e se descobrirmos como usar o novo método de extrusão e o material da embalagem, seremos imbatíveis. O sucesso do Orlando no mercado dependerá de nossa capacidade de operacionalizar e integrar as diversas soluções técnicas às quais agora temos acesso. O principal problema com este tipo de produto é que seu desenvolvimento será caro e, no entanto, uma vez que nossos concorrentes percebam o que estamos fazendo, eles chegarão rápido para tentar inovar mais do que nós. Seja lá o que fizermos, temos de garantir que haja flexibilidade suficiente no projeto para nos permitir responder rapidamente quando os concorrentes nos seguirem no mercado com seus próprios produtos "eu também". Não estamos correndo contra o relógio para lançar no mercado, mas uma vez que tomarmos a decisão de lançar, teremos que nos mover rapidamente e cumprir a data de lançamento de forma confiável. Talvez o mais importante é que devemos garantir que as batatas sejam 200% seguras. Não temos experiência em lidar com os testes microbiológicos que a produção de alimentos à base de leite requer. Outras divisões da PJT têm essa experiência e creio que dependeremos bastante deles.*"

Monica, que tinha sido encarregada de gerir o processo de desenvolvimento (agora muito expandido), já tinha elaborado uma lista de decisões-chave que ela teria de tomar:

■ **Como criar recursos para o projeto de inovação** – a divisão tinha uma pequena equipe de desenvolvimento, sendo que alguns dos membros haviam trabalhado no Projeto Orlando, mas um projeto desse tamanho exigiria uma equipe extra com cerca de duas vezes o número atual de pessoas dedicadas ao processo de inovação.

■ **Investir em uma fábrica-piloto?** – a tecnologia de processo exigida para o novo projeto seria diferente de qualquer tecnologia atual da divisão. Tecnologia semelhante foi utilizada por algumas empresas da indústria de alimentos congelados e uma opção seria realizar ensaios nos locais dessas empresas (não concorrentes). Como alternativa, a equipe do Orlando poderia construir sua própria fábrica-piloto, que lhe permitiria experimentar internamente. Além da despesa significativa envolvida, isso levantaria o

problema de saber se quaisquer inovações no processo funcionariam quando a escala fosse ampliada ao máximo. No entanto, isso seria muito mais conveniente para a equipe do projeto e permitiria que seus membros "cometessem seus erros" em particular.

■ **Quanto desenvolvimento deve ser terceirizado?** – em virtude do tamanho do projeto, Monica tinha considerado terceirizar algumas das atividades de inovação. Outras divisões dentro da empresa podiam ser capazes de realizar alguns dos trabalhos de desenvolvimento e também havia consultorias especializadas que operavam nos setores de processamento de alimentos. A divisão nunca havia usado qualquer uma dessas consultorias antes, mas outras divisões ocasionalmente faziam isso.

■ **Como organizar as atividades de inovação** – à época, a pequena função de desenvolvimento tinha sido organizada em torno de especialidades funcionais soltas. Monica questionou-se se esse projeto justificaria a criação de um departamento separado, independente da estrutura atual. Isso poderia sinalizar a importância desse projeto de inovação para toda a divisão.

Acertando o orçamento

O orçamento para desenvolver o Projeto Orlando até o lançamento foi estabelecido em US$ 30 milhões. Isto permitiu aumentar a dimensão da atual equipe de inovação em 70% durante um período de 20 meses (para o lançamento dois anos mais tarde). Também abrangia financiamento suficiente para construir uma fábrica-piloto que permitiria à equipe a flexibilidade de desenvolver respostas à reação potencial de um concorrente após o lançamento. Assim, dos US$ 30 milhões, cerca de US$ 18 milhões eram para pessoal extra e trabalho de inovação contratado, US$ 7,5 milhões para a fábrica-piloto e US$ 4,5 milhões para custos pontuais (como a compra de equipamentos de teste etc.). Monica não tinha certeza se o orçamento seria grande o suficiente. "*Eu sei que todos na minha posição querem mais dinheiro, mas é importante não subestimar os fundos para um projeto como este. Aumentar a nossa equipe de desenvolvimento em 70% não é mesmo suficiente. Na minha opinião, precisamos de um aumento de pelo menos 90% para garantir que possamos fazer o lançamento quando quisermos. Isso exigiria mais US$ 5 milhões, distribuídos nos próximos 20 meses. Podemos conseguir se não construirmos a fábrica-piloto, suponho, mas estou relutante em abrir mão disso. Significaria mendigar capacidade de teste nas fábricas de outras empresas, o que nunca é satisfatório do ponto de vista da aquisição do conhecimento. Isso também comprometeria a segurança. O conhecimento do que estamos fazendo pode facilmente escapar para os concorrentes. Como alternativa, subcontratar mais pesquisa pode ser menos dispendioso, especialmente a longo prazo, mas duvido que isso economizasse os US$ 5 milhões de que precisamos. Mais importante ainda, não tenho certeza de que devamos subcontratar qualquer coisa que comprometa a segurança, o que poderia acontecer se a quantidade de trabalho enviado para fora aumentasse. Não, tem que ser dinheiro extra – ou o projeto pode desandar. As projeções de lucro para os produtos Orlando parecem* ótimas [veja a Tabela 4.1], *mas o atraso ou nossa incapacidade de responder às pressões da concorrência reduziria essas cifras significativamente. Nossos concorrentes poderiam entrar no mercado apenas um pouco depois de nós. Os cálculos do marketing indicam que um atraso de apenas seis meses não só pode atrasar o fluxo de caixa em pelos seis meses, mas também cortá-lo em até 30%.*"

Tabela 4.1 Projeções preliminares do "fluxo de caixa" para a oferta do Projeto Orlando, considerando lançamento em 24 meses

Período de tempo*	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa (em milhões)	10	20	50	90	120	130	135
*Períodos de seis meses.							

Monica estava interessada em explicar duas questões para o comitê de gestão, quando este se reunisse para considerar seu pedido de verba extra. Primeiro, que havia uma estratégia coerente e bem pensada para o projeto de inovação nos próximos dois anos. Segundo, que economizar US$ 5 milhões no orçamento do Projeto Orlando seria uma falsa economia.

QUESTÕES

1. Como você classificaria os objetivos de inovação para o projeto?
2. Quais são as questões-chave na aquisição de recursos para esse processo de inovação?
3. Quais são os principais fatores que influenciam as decisões sobre recursos?
4. Que conselho você daria a Monica?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Como você avaliaria o projeto deste livro?

2 Uma empresa está desenvolvendo novo aplicativo que permite aos clientes rastrear o andamento de seus pedidos. Os desenvolvedores do aplicativo cobram € 10.000 por semana de desenvolvimento e estima-se que o projeto demorará 10 semanas, do início do projeto até o lançamento ao público. Uma vez lançado, estima-se que o novo aplicativo atrairá negócios extras que gerarão lucros de € 5.000 por semana. Entretanto, se o aplicativo atrasar mais de cinco semanas, o lucro extra gerado reduzirá para € 2.000 por semana. Como um atraso de cinco semanas afetará o tempo em que o projeto chegará ao ponto de equilíbrio em termos de fluxo de caixa?

3 Como o conceito de modularização pode ser aplicado a um pacote de férias vendido *online* por um agente de viagem?

4 Um produto em que ampla variedade de tipos é valorizada pelos clientes é a tinta para uso doméstico. A maioria das pessoas gosta de expressar sua criatividade na escolha de tintas e de outros produtos para decoração da casa. Está claro que a oferta de grande variedade de tintas deve ter sérias implicações de custo para as empresas que fabricam, distribuem e vendem o produto. Visite uma loja que vende tintas para ter uma ideia da variedade de produtos disponíveis no mercado. Como você acha que os fabricantes e os vendedores de tinta conseguem projetar seus produtos e serviços de forma a oferecer alta variedade e manter os custos sob controle?

5 Algumas empresas são especializadas em ajudar clientes a inovar e projetar seus produtos e serviços. Uma das mais conhecidas é a IDEO (ideo.com). Visite o *website* e:

(a) Identifique os estágios de inovação de projeto que a empresa realiza com seus clientes.

(b) Avalie sua abordagem para a inovação de projeto. Quais são os aspectos mais importantes, segundo a empresa, do desenvolvimento bem-sucedido de novos produtos e serviços?

(c) Por que você acha que a IDEO está disposta a dizer a todos como realizar o processo de inovação de projeto? Isso não significa revelar a *expertise* da empresa gratuitamente?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

BANGLE, C. The ultimate creativity machine: how BMW turns art into profit. *Harvard Business Review*, p. 47-55, Jan. 2001.

Boa descrição sobre como um projeto de boa estética se transforma em sucesso no negócio.

BRUCE, M.; BESSANT, J. *Design in business*: strategic innovation through design, Harlow: Financial Times: Prentice Hall: The Design Council, 2002.

Provavelmente uma das melhores visões amplas de projeto em contexto empresarial disponíveis hoje.

CHRISTENSEN, C. *The innovator's dilemma*. Boston: Harvard Business School Press, 1997; New York: Harper Business, 2000.

Importante influência sobre teoria da inovação.

DYSON, J. *Against the odds*: an autobiography. London: Orion Business, 1997.

Um dos mais famosos *designers* da Europa comenta sua filosofia.

KELLY, T. *The art of innovation*: success through innovation from IDEO. London: Profile Books, 2002.

Ideias da IDEO, a mais conhecida firma de consultoria em projeto e inovação.

NAMBISON, S.; SAWHNEY, M. A buyer's guide to the innovation bazaar. *Harvard Business Review*, Jun. 2007.

Ideias inovadoras e provocativas.

ROSE, D. *Enchanted objects*: innovation, design, and the future of technology. New York: Scribner, 2015.

Uma visão interessante de como a tecnologia tem e terá impacto sobre o projeto.

TIDD, J.; BESSANT, J. *Managing innovation*: integrating technological, market and organizational change. 5. ed. Chichester: Wiley, 2013.

O livro-texto definitivo na área de inovação.

5

ESTRUTURA E ESCOPO DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Tanto a estrutura quanto o escopo da rede de suprimento da produção são decisões que dão forma ao modo como a operação interage com outras operações, com seus mercados e com seus fornecedores – na verdade, com o mundo em geral. Afinal, nenhuma operação existe isoladamente. Todas as operações fazem parte de uma rede com outras operações, maior e interconectada. Esta é denominada rede de suprimento da operação. Incluirá os fornecedores e os clientes da operação. Também incluirá os fornecedores dos fornecedores e os clientes dos clientes, e assim por diante. Em um nível estratégico, os gerentes de produção estão envolvidos na decisão sobre a forma de sua rede. Esta é denominada estrutura da rede. Abrange decisões sobre o molde geral da rede, o local de cada operação e o tamanho que deverão ter as partes da rede que a operação possui. E esse é o próximo desafio enfrentado por todas as operações. Exatamente quanto da rede a operação deverá deter? Isso é denominado escopo da produção. Em outras palavras, o escopo da produção define o que ela mesma fará e o que comprará de fornecedores. Este capítulo aborda as questões relacionadas às decisões de estrutura e escopo (*veja* a Figura 5.1).

Questões-chave

- O que significa "estrutura" e "escopo" das redes de suprimento da produção?
- Que configuração uma rede de suprimento deverá ter?
- Quanta capacidade deve ter um plano de produção?
- Onde uma operação deve estar localizada?
- Como deve ser a integração vertical de uma rede de produção?
- Como a produção decide o que fazer internamente e o que terceirizar?

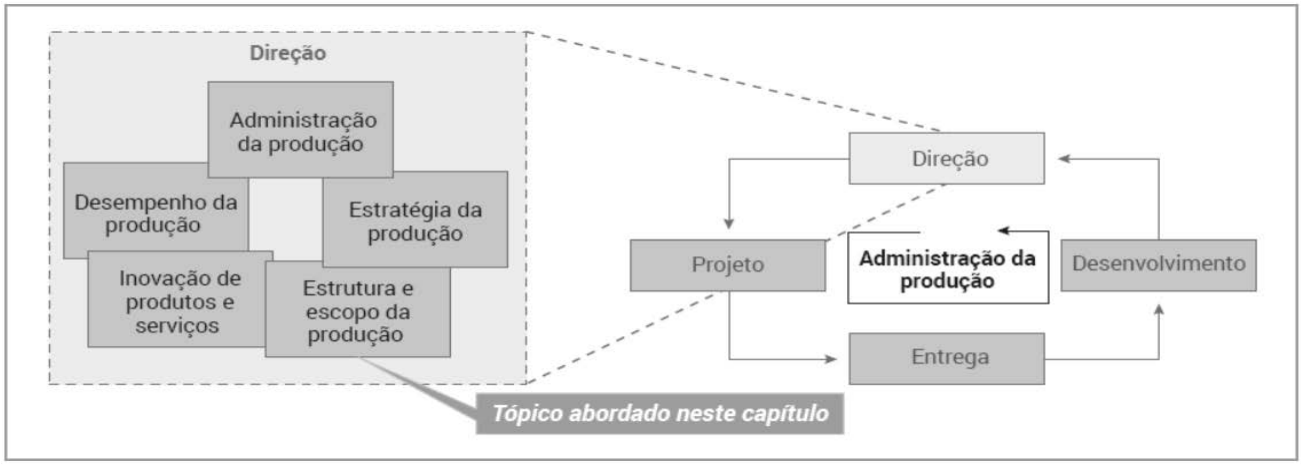


Figura 5.1 Este capítulo examina a estrutura e o escopo da produção.

O SIGNIFICADO DE "ESTRUTURA" E "ESCOPO" DA REDE DE SUPRIMENTO DA PRODUÇÃO

A "estrutura" da rede de suprimento de uma operação diz respeito ao modelo e à forma da rede. O escopo da rede de suprimento de uma operação diz respeito à medida em que uma operação decide realizar por si só as atividades feitas pela rede, em vez de solicitar a um fornecedor que as execute. Mas antes de examinarmos essas questões, precisamos estabelecer o que queremos dizer com "uma rede de suprimento": "*Uma rede de suprimento é uma interconexão das empresas que se relacionam por meio de vínculos a montante (*upstream*) e a jusante (*downstream*) entre os processos que produzem valor ao consumidor final na forma de produtos e serviços.*"[1] Em outras palavras, uma rede de suprimento é o meio que define uma operação no contexto de todas as outras operações com as quais interage, algumas das quais são seus fornecedores e seus clientes. Materiais, peças, informações, ideias e, às vezes, pessoas podem todos fluir pela rede de relações cliente-suprimento formadas por todas essas operações. No lado da oferta, uma operação tem seus fornecedores de materiais, informações ou serviços. Esses fornecedores têm seus próprios fornecedores, que por sua vez podem ter fornecedores e assim por diante. No lado da demanda, a operação tem clientes. Esses clientes podem não ser os consumidores finais dos serviços ou produtos da operação; podem ter seu próprio conjunto de clientes. No lado da oferta há um grupo de operações que abastecem diretamente a operação; estas são muitas vezes chamadas de fornecedores de primeira camada. Elas são abastecidas por fornecedores de segunda camada. No entanto, alguns fornecedores de segunda camada também podem fornecer uma operação diretamente, perdendo assim uma conexão na rede. Da mesma forma, no lado da demanda da rede, os clientes de "primeira camada" formam o principal grupo de clientes da operação, que, por sua vez, suprem os clientes da "segunda camada", embora, novamente, a operação possa às vezes suprir diretamente os clientes da segunda camada. Fornecedores e clientes que têm contato direto com uma operação são chamados de rede de suprimento imediata, enquanto todas as operações que formam a rede de fornecedores de fornecedores e clientes de clientes etc. são denominadas rede de suprimento total.

A Figura 5.2 ilustra a rede de suprimento total para duas operações. A primeira, um fabricante de artigos domésticos de plástico (tigelas de cozinha, potes para alimentos etc.). Observe que, no lado da demanda, o fabricante de artigos domésticos fornece alguns de seus produtos básicos a atacadistas que atendem pontos de varejo. Entretanto, também atende diretamente alguns varejistas, eliminando uma etapa da

rede – situação não incomum. À medida que os produtos fluem dos fornecedores aos clientes, pedidos e informações fluem dos clientes para os fornecedores. É um processo de mão dupla, com bens fluindo em um sentido e informações passando em outro. Porém, não pense que apenas fabricantes podem fazer parte de redes de suprimento. A segunda ilustração da Figura 5.2 mostra uma rede de suprimento centrada em um *shopping center*. Também há fornecedores e clientes que possuem seus próprios fornecedores e clientes.

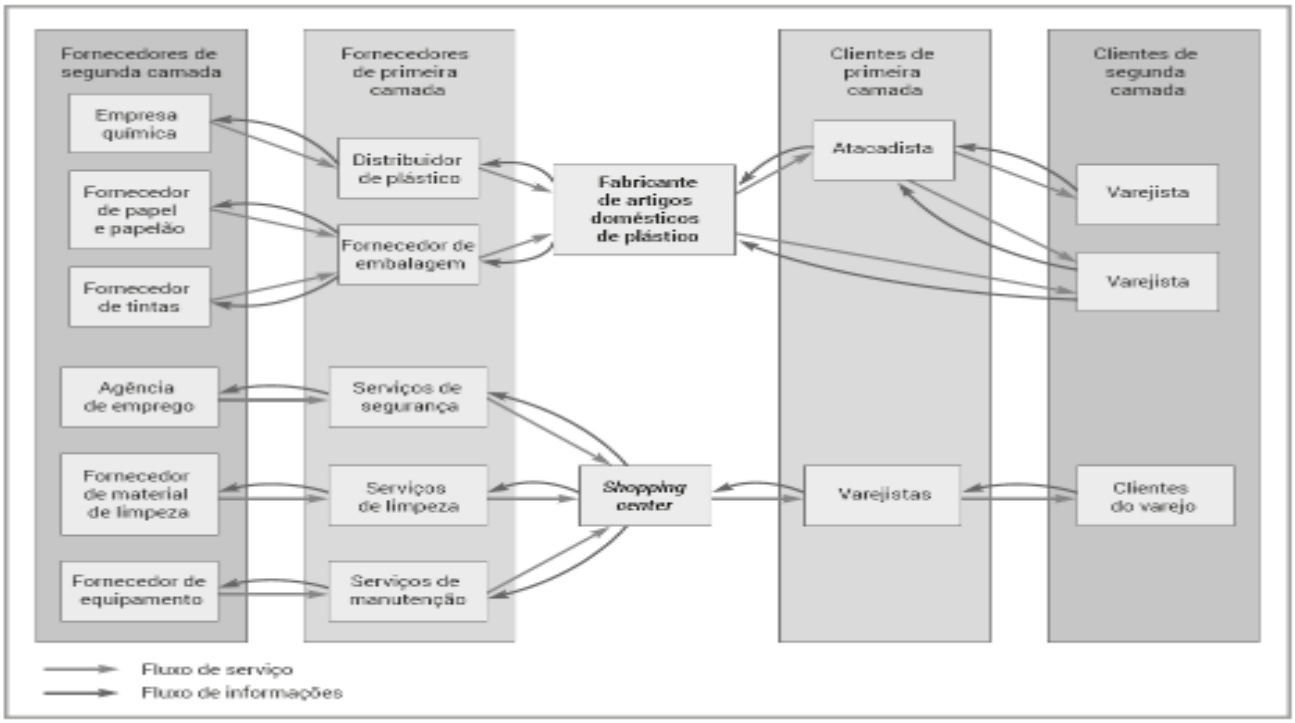


Figura 5.2 Rede de operações para um fabricante de artigos domésticos de plástico e para um *shopping center*.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Estratégias contrastantes em estrutura e escopo: ARM e Intel[2]

Nada ilustra mais bem a ideia de que há mais de uma técnica para competir no mesmo mercado do que os modelos de negócios contrastantes da ARM e da Intel no negócio de *microchips*. A certa altura em 2015, os projetos de *chips* da ARM estavam disponíveis em quase 99 por cento dos dispositivos móveis no mundo, enquanto a Intel dominava os mercados de PCs e servidores. No entanto, ARM e Intel são empresas muito diferentes, com diferentes abordagens para a estrutura e o escopo de suas operações e, alguns afirmam, perspectivas muito diferentes para o futuro. Certamente são de portes diferentes. Em termos de receita, a Intel era cerca de 50 vezes maior que a ARM. Mais interessante, a Intel é verticalmente integrada, tanto no projeto quanto na manufatura de seus próprios *chips*, enquanto ARM é basicamente um projetista de *chips*, desenvolvendo propriedade intelectual. Em seguida, ela licencia seus projetos de processador para fabricantes como Samsung, que por sua vez dependem da subcontratação de empresas de "fundição de *chips*" para realizar a fabricação real (inclusive, ironicamente, a Intel).

A rede de suprimento integrada da Intel monitora e controla todas as etapas da produção, desde a concepção original do projeto até a manufatura. Para manter-se no topo das operações em constante mudança (e extremamente caras – construir uma nova planta de fabricação de *chips* pode custar cerca de

US$ 5 bilhões), é necessário haver grandes investimentos. É o quase monopólio da Intel (portanto, alto volume) dos mercados de servidores e PC que ajuda a manter seus preços unitários elevados, o que por sua vez lhe dá a capacidade de financiar a construção dos mais modernos equipamentos de fabricação de semicondutores antes de seus concorrentes. E ter a mais moderna tecnologia de fabricação é importante; pode significar *chips* mais rápidos, menores e mais baratos, com menor consumo de energia. Como disse uma fonte do setor: "*A Intel é uma das poucas empresas que têm recursos financeiros para investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de ponta. Todas as outras – incluindo todas as licenciadas da ARM* – têm de se contentar com a tecnologia de fabricação compartilhada, comum, e com uma física menos *avançada*." Em contrapartida, a estratégia da rede de suprimento da ARM foi resultado direto de sua falta inicial de dinheiro. Não tinha o dinheiro para investir em suas próprias instalações de fabricação (ou para assumir o risco de subcontratar a fabricação), por isso se concentrou no licenciamento de seus "projetos de referência". Os projetos de referência fornecem o "gabarito técnico" de um microprocessador que terceiros podem aprimorar ou modificar conforme necessário. Isto significa que os parceiros podem apanhar os projetos de referência da ARM e integrá-los de forma flexível para produzir projetos finais diferentes. E, ao longo dos anos, um "ecossistema" de ferramentas completo surgiu para ajudar os desenvolvedores a criar aplicativos em torno da arquitetura de projeto da ARM. A importância do "ecossistema" de suprimento da ARM não deve ser subestimada. É uma abordagem que permite aos parceiros da ARM fazer parte do sucesso da empresa, em vez de removê-los das oportunidades de faturamento.

Por que a estrutura e o escopo da rede de suprimento de uma operação são importantes?

Então, por que é importante se distanciar e examinar a rede de suprimento total (ou grande parte dela), em vez de examinar uma operação individual? Há três razões:

■ **Ajuda a entender a competitividade.** Faz sentido que clientes e fornecedores imediatos sejam a principal preocupação das empresas com mentalidade competitiva. Entretanto, às vezes, elas precisam olhar além dessas relações imediatas para compreender *por que* clientes e fornecedores agem da forma como agem. Qualquer operação tem apenas duas opções se deseja entender as necessidades de seus clientes no final da rede. Pode confiar em todos os clientes intermediários e clientes de clientes etc. que formam os vínculos na rede entre a empresa e seus clientes finais. Como alternativa, pode olhar além de seus clientes e fornecedores imediatos. Considera-se que confiar na rede imediata de alguém é colocar muita fé no julgamento de alguém em relação às coisas que são centrais para a própria saúde competitiva da organização.

■ **Ajuda a identificar elos significativos na rede.** Nem todos na rede têm o mesmo grau de influência sobre o desempenho da rede como um todo. Algumas operações contribuem mais para os objetivos de desempenho, de modo que são valorizadas pelos clientes finais. Assim, uma análise das redes precisa entender as operações a jusante e montante que contribuem mais para o serviço ao cliente final. Por exemplo, os clientes finais importantes para encanamentos e eletrodomésticos são os instaladores e as empresas de serviço que lidam diretamente com os clientes. Eles são supridos por "distribuidores" que precisam ter todas as peças em estoque e fornecê-las rapidamente. Os fornecedores das peças aos distribuidores contribuem da melhor forma para a competitividade de seus clientes, em parte porque

oferecem um prazo de entrega curto, mas principalmente pela confiabilidade de entrega. Os elementos-chave neste exemplo são os distribuidores. A melhor forma de conquistar pedidos do cliente final, neste caso, é fornecer imediatamente aos distribuidores, o que ajuda a manter os custos baixos e, ao mesmo tempo, a alta disponibilidade de peças.

■ **Ajuda a focar em questões de longo prazo.** Há ocasiões em que circunstâncias tornam algumas partes da rede de suprimento mais fracas do que seus elos adjacentes. Por exemplo, as lojas físicas de música vêm sendo em grande parte substituídas por serviços de *streaming* e de *download*. Uma rede de suprimento de longo prazo estará envolvida constantemente no exame das mudanças tecnológicas e do mercado para observar como cada operação das redes de suprimento pode ser afetada.

Princípio de administração da produção

Uma perspectiva de rede de suprimento ajuda a compreender as questões de competitividade, relacionamento e de operações em prazo mais longo.

Estrutura e escopo

Então, o que queremos dizer com a estrutura e o escopo da rede de suprimento de uma operação? O primeiro ponto a considerar é que a estrutura e o escopo estão fortemente relacionados (e é por isso que tratamos deles juntos). Por exemplo, veja novamente a rede de suprimento para o *shopping center* na Figura 5.2. Suponha que a empresa que administra o *shopping* está insatisfeita com o serviço que recebe da empresa que fornece a segurança. Suponha também que está considerando três alternativas. A opção 1 é trocar de fornecedor e contratar um concorrente do fornecedor de serviços de segurança atual. A opção 2 é aceitar uma oferta da empresa que fornece serviços de limpeza para prover serviços de segurança e limpeza. A opção 3 é o próprio *shopping* assumir a responsabilidade pela segurança, contratando seu próprio pessoal de segurança, que seria colocado em sua própria folha de pagamento. Essas opções estão ilustradas na Figura 5.3. A primeira dessas opções não altera nem a estrutura nem o escopo dessa parte da rede de suprimento. O *shopping* ainda tem três fornecedores e está fazendo exatamente o que fazia antes. Tudo que mudou é que os serviços de segurança do *shopping* estão sendo supridos por outro fornecedor (melhor, espera-se). No entanto, a opção 2 altera a estrutura da rede de suprimento (o *shopping* agora tem apenas dois fornecedores, o fornecedor conjunto de limpeza e segurança e o fornecedor de manutenção), mas não o âmbito do que o *shopping* faz (exatamente o que fazia antes). A Opção 3 altera tanto a estrutura da rede (mais uma vez, o *shopping* tem apenas dois fornecedores, serviços de limpeza e manutenção) quanto o escopo do que o *shopping* faz (agora também assume a responsabilidade pela própria segurança).

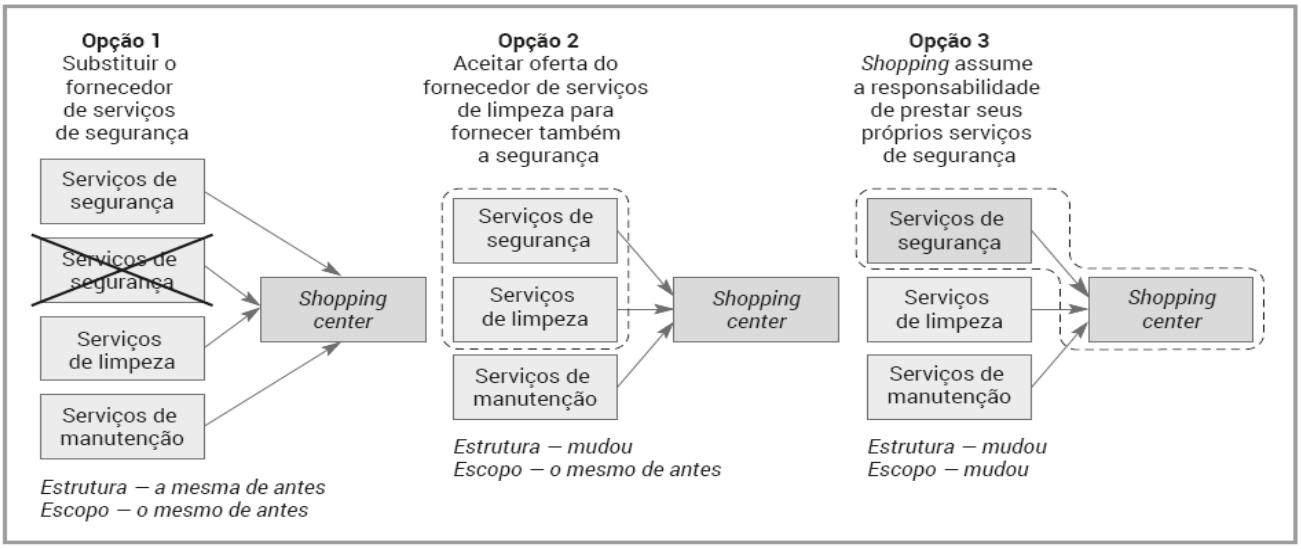


Figura 5.3 Três opções para a rede de suprimento do *shopping*.

Assim, as decisões relativas à estrutura e ao escopo são muitas vezes inter-relacionadas. Mas, para simplificar, iremos tratá-las separadamente neste capítulo.

O segundo ponto a considerar é que as decisões relativas à estrutura e ao escopo são, na realidade, compostas por várias outras decisões "constituintes". Estas são mostradas na Figura 5.4. A estrutura da rede de suprimento de uma operação é determinada por três conjuntos de decisões:

- Como a rede deverá ser configurada?
- Que capacidade física deverá ter cada parte da rede (a decisão de capacidade de longo prazo)?
- Onde deverá ficar localizada cada parte da rede (a decisão de local)?

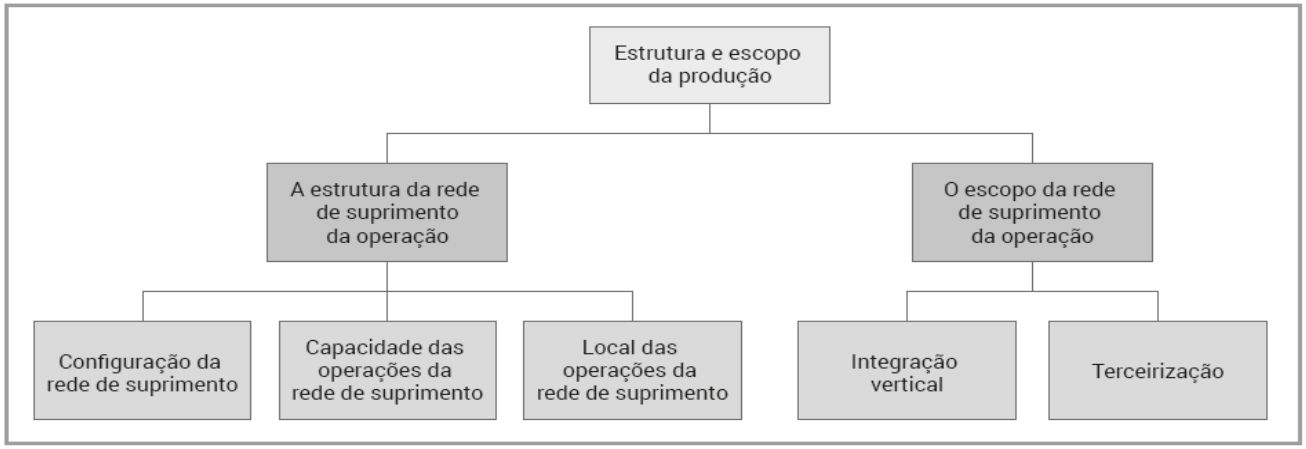


Figura 5.4 O que determina a estrutura e o escopo de uma operação?

O escopo das atividades de uma operação dentro da rede é determinado por duas decisões:

1. A extensão e a natureza da integração vertical da operação.
2. A natureza e o grau de terceirização que ela adota.

Note, porém, que todas essas decisões contam com previsões de demanda futura, exploradas com mais detalhes no suplemento deste capítulo.

A última consideração aqui é que as decisões de estrutura e escopo são inegavelmente estratégicas. Volte ao exemplo de "Operações na Prática" sobre as estratégias contrastantes de ARM e Intel, no início do capítulo. As técnicas (muito diferentes) de estrutura e escopo de suas operações definiram totalmente como cada empresa faz negócios em mercados essencialmente semelhantes. Existem poucas decisões mais estratégicas do que "com quais outras empresas você irá negociar" (estrutura) e "por quanto do total de atividades na rede de suprimento você assumirá responsabilidade" (escopo). Todavia, tanto a estrutura quanto o escopo possuem um aspecto mais operacional. Conforme ilustrado na Figura 5.3, uma operação como o *shopping* pode mudar suas formas de suprimento em relativamente pouco tempo, por exemplo, simplesmente trocando seus fornecedores. Trataremos os aspectos mais operacionais do dia a dia da estrutura e escopo no Capítulo 12, que trata da gestão da cadeia de suprimento.

A CONFIGURAÇÃO DE UMA REDE DE SUPRIMENTO

"Configurar" uma rede de suprimento significa determinar seu padrão geral. Em outras palavras, quais devem ser o padrão, a forma ou a disposição das várias operações que compõem a rede de suprimento? Mesmo quando uma operação não dispõe diretamente, nem mesmo controla, outras operações em sua rede, pode ainda querer mudar o formato da rede. Isso envolve a tentativa de gerenciar o comportamento da rede, reconfigurando-a de modo a alterar a natureza das relações entre essas operações. A reconfiguração de uma rede de suprimento abrange, às vezes, partes da operação que estão sendo fundidas – não necessariamente no sentido de uma mudança de propriedade de quaisquer partes de uma operação, mas sim da forma como a responsabilidade é atribuída na realização das atividades. O exemplo mais comum de reconfiguração de rede vem de muitas empresas que recentemente reduziram o número de seus fornecedores diretos. A complexidade de lidar com muitas centenas de fornecedores pode ser dispendiosa para uma operação e (às vezes, mais importante) impede que a operação desenvolva uma relação estreita com um fornecedor. Não é fácil estar perto de centenas de fornecedores diferentes.

Desintermediação

Outra tendência em algumas redes de suprimento é as empresas passarem por cima de clientes ou fornecedores para contatarem diretamente clientes de clientes ou fornecedores de fornecedores. Esse modo de "cortar os intermediários" é denominado desintermediação. Um exemplo evidente disso é a forma que a internet tem permitido que alguns fornecedores "desintermedeiem" varejistas tradicionais no suprimento de bens e serviços aos clientes. Por exemplo, muitos serviços do setor de viagem que habitualmente eram vendidos por lojas de varejo (agências de viagem) são agora disponibilizados diretamente pelos fornecedores. A opção de comprar itens individuais de férias através de *websites* de linhas aéreas, hotéis, locadoras de carro etc. é agora mais fácil para os consumidores. Sem dúvida, os consumidores podem ainda desejar a compra de um "pacote fechado" de agentes de viagem, que podem oferecer a vantagem da conveniência. Todavia, o processo da desintermediação desenvolveu novos elos na rede de suprimento.

Coopetição

Uma abordagem para refletir sobre as redes de suprimento vê qualquer empresa cercada por quatro tipos de protagonistas: fornecedores, clientes, concorrentes e complementadores. Os complementadores possibilitam que os produtos ou serviços de alguma empresa sejam valorizados mais pelos clientes porque podem também ter produtos ou serviços de complementadores, em oposição àqueles que são comercializados sem essa associação. Os concorrentes são o oposto: fazem com que os clientes valorizem menos seus produtos ou serviços em favor de seus próprios produtos ou serviços. Concorrentes podem também ser complementadores e vice-versa. Por exemplo, restaurantes adjacentes podem ser vistos como concorrentes em relação à escolha do cliente. Um consumidor, posado diante de dois restaurantes e desejando uma refeição, optará entre eles. Todavia, de outra forma, eles são complementadores. O cliente viria a essa parte da cidade se não houvesse mais de um restaurante para escolher? Geralmente, restaurantes, teatros, galerias de arte e atrações turísticas agrupam-se na forma de cooperação para aumentar o tamanho total de seu mercado conjunto. É importante distinguir entre a forma como empresas cooperam para aumentar o tamanho total de um mercado e a forma com que competem por uma parcela desse mercado. Argumenta-se que consumidores e fornecedores deveriam ter papéis "simétricos". Explorar o valor de fornecedores é tão importante quanto ouvir as necessidades do consumidor. Destruir o valor de um fornecedor de modo a agregar valor em um consumidor não aumenta o valor da rede como um todo. Assim, pressionar fornecedores não irá, necessariamente, agregar valor. A longo prazo, o que cria valor para toda a rede é encontrar formas de aumentar valor para fornecedores e consumidores. Todos os protagonistas da rede, sejam consumidores, fornecedores, concorrentes ou complementadores, podem ser parceiros ou oponentes, dependendo do momento. O termo usado para capturar essa ideia é "coopetição".

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Praticamente como Hollywood

No que diz respeito ao escopo e à estrutura das redes de suprimento, a mais efêmera de todas as indústrias, a indústria do cinema de Hollywood, pode ser compreendida em suas mais sóbrias operações? É uma indústria cuja complexidade a maioria de nós não valoriza completamente. O escritor americano Scott Fitzgerald disse: "*Você pode aceitar Hollywood sem questionar, como eu fiz, ou pode descartá-la com o desprezo que reservamos para o que não entendemos* [...] *nem meia dúzia de homens foram capazes de manter na cabeça toda a equação contida na produção dos filmes*." A "equação" envolve o equilíbrio entre a criatividade artística e a consciência de moda, necessárias para criar um mercado para os seus produtos, com a eficiência e as estritas práticas operacionais que produzem e distribuem filmes a tempo. Mas, embora a forma da equação permaneça a mesma, a forma como seus elementos se relacionam entre si mudou profundamente. O típico estúdio de Hollywood fazia tudo sozinho. Empregava desde os carpinteiros que faziam o cenário até as estrelas do cinema. O astro Cary Grant (um dos maiores de sua época) era um empregado tanto quanto o motorista que o levava ao estúdio, embora seu contrato fosse provavelmente mais restritivo. O produto acabado eram rolos de filme que tinham de ser produzidos em massa e distribuídos fisicamente para os cinemas do mundo. Agora, não mais. Os estúdios hoje lidam quase exclusivamente com ideias. Eles compram e vendem conceitos, organizam as finanças, fecham

acordos de marketing e, acima de tudo, gerenciam a rede virtual de talento criativo e não tão criativo envolvida na produção de um filme. Uma habilidade-chave é a capacidade de reunir equipes de estrelas autônomas de cinema e a pequena produção especializada, que fornece suporte técnico. É um mundo difícil de ser controlado pelos estúdios. Os participantes dessa rede virtual, desde estrelas de cinema aos eletricistas, aproveitaram a oportunidade de aumentar seus ganhos até o ponto em que, apesar do aumento na frequência ao cinema, os retornos ficaram menores do que em muitos momentos do passado. Isso abre oportunidades para estúdios menores e independentes. Uma maneira de reduzir os custos é usar o talento novo e barato. A tecnologia também pode ajudar nesse processo. Processos digitais permitem uma customização mais fácil do "produto" e também possibilitam que os filmes sejam transmitidos diretamente para os cinemas e para as casas dos consumidores individuais.

A ideia do "ecossistema empresarial"[3]

Uma ideia estritamente relacionada com a coopetição nas redes de suprimento é a do "ecossistema empresarial". Ela pode ser definido assim: "*Comunidade econômica apoiada por uma base de organizações e indivíduos interagindo – os organismos do mundo dos negócios. A comunidade econômica produz bens e serviços de valor para os clientes, que também são membros do ecossistema. Organismos membros também são fornecedores, produtores, concorrentes e outras partes interessadas. Ao longo do tempo, eles desenvolvem juntos suas capacidades e papéis e tendem a alinhar-se com as direções estabelecidas por uma ou mais empresas centrais.*"[4]

Uma das principais diferenças entre essa ideia e a da rede de suprimento, em geral, é a inclusão, na ideia, do ecossistema de empresas que podem ter pouco ou nenhum relacionamento direto com a rede principal de suprimento, mas que só existem devido a essa rede. Elas interagem umas com as outras, predominantemente complementando ou contribuindo com componentes significativos da proposta de valor para os clientes. Muitos exemplos vêm dos setores de tecnologia. Os produtos e serviços inovadores que são desenvolvidos nesses setores não podem evoluir no vácuo. Eles precisam atrair toda uma gama de recursos, buscar conhecimentos, capital, fornecedores e clientes para criar redes cooperativas. Por exemplo, os desenvolvedores de aplicativos para plataformas de sistemas operacionais particulares podem não ser "fornecedores" como tal, mas a relação entre eles e a rede de suprimento que fornece o dispositivo móvel é mutuamente benéfica. A construção de um ecossistema de desenvolvedores em torno de um produto principal pode aumentar seu valor para o cliente final e, ao fazê-lo, complementa o uso do produto principal. Esse ecossistema de produtos e serviços complementares também pode criar barreiras significativas à entrada de novos concorrentes. Qualquer possível concorrente teria de competir não só com o produto principal, mas também contra todo o ecossistema de produtos e serviços complementares. A terminologia e as metáforas usadas para descrever os ecossistemas empresariais são obviamente baseadas naquela usada para descrever sistemas biológicos "naturais", onde elementos no "ecossistema" afetam e são afetados pelos outros. Isso cria um conjunto de relações em constante evolução onde, se quiserem sobreviver, as empresas devem ser flexíveis, adaptáveis e, de preferência, inovadoras. Para um ecossistema prosperar, as relações entre os elementos (empresas, neste caso) devem comunicar, estabelecer confiança, compartilhar informações, colaborar, experimentar e evoluir numa forma simbiótica de apoio mútuo. A comparação com o ecossistema biológico natural também é importante

porque enfatiza que as relações entre as coisas importam e que, de certa forma, tudo em uma rede de suprimento toca tudo o mais.

Descrevendo as redes de suprimento – díades e tríades

As redes de suprimento ilustradas na Figura 5.2 são, naturalmente, simplificações. Qualquer diagrama de rede de suprimento realista será muito mais complexo. Existem muitas operações, todas interagindo de maneiras diferentes para produzir serviços e produtos finais. Devido a isso, e para compreendê-lo melhor, acadêmicos de rede de suprimentos e profissionais muitas vezes optam por se concentrar na interação individual entre duas operações específicas na rede. Isso é chamado de interação "diádica" (que significa simplesmente "dois"), ou relacionamento diádico, e as duas operações são referidas como uma "díade". Portanto, se fosse preciso examinar as interações que uma operação focal tem com um de seus fornecedores e um de seus clientes, examinar-se-iam as duas díades, "operação focal com fornecedor" e "operação focal com cliente"; *veja* a Figura 5.5(a). Durante muitos anos, a maioria das discussões (e pesquisas) sobre redes de suprimento foi baseada em relações diádicas. Isso não é surpreendente, pois todos os relacionamentos em uma rede são baseados na díade simples. No entanto, mais recentemente, e por certo ao examinar redes de suprimento de serviços, muitas autoridades consideram que as díades não refletem a verdadeira essência de uma rede de suprimento. Pelo contrário, dizem eles, são tríades, não díades, os elementos básicos de uma rede de suprimento; *veja* a Figura 5.5(b). Não importa a complexidade de uma rede, ela pode ser dividida em uma coleção de interações triádicas. A ideia de tríades é especialmente relevante nas redes de suprimento de serviços. A produção cada vez mais terceiriza a prestação de alguns aspectos de seu serviço a provedores especializados, que lidam diretamente com os clientes em favor da operação focal (mais comumente chamada de "operação de compra" ou apenas "comprador", neste contexto). Por exemplo, a Figura 5.5(b) ilustra o exemplo comum de uma companhia aérea contratando uma empresa especialista em bagagens para prestar serviços aos seus clientes em nome dela. Da mesma forma, os serviços internos são cada vez mais terceirizados para formar relações triádicas internas. Por exemplo, se uma empresa terceiriza suas operações de TI, está formando uma tríade entre quem compra o serviço em nome da empresa, o provedor de serviços de TI e os funcionários que usam os serviços de TI.

Pensar em redes de suprimento como uma coleção de tríades em vez de díades é estrategicamente importante. Primeiro, enfatiza-se a dependência que as organizações colocam no desempenho de seus fornecedores quando terceirizam a prestação de serviços. O desempenho do serviço de um fornecedor constitui uma parte importante da forma como é visto o desempenho do comprador. Em segundo lugar, o controle que o comprador do serviço tem sobre a prestação de serviços ao seu cliente é reduzido em uma relação triádica. Em uma cadeia de suprimento convencional, com diversas relações diádicas, há a oportunidade de intervir antes que o cliente receba o produto ou serviço. No entanto, produtos ou serviços em relações triádicas ignoram a organização de compra para ir diretamente do provedor para o cliente. Em terceiro lugar, e parcialmente em consequência do ponto anterior, nas relações triádicas a ligação direta entre o provedor de serviços e o cliente pode resultar, com o passar do tempo, na transferência gradual de poder da organização compradora para o fornecedor que presta o serviço. Em quarto lugar, torna-se cada vez mais difícil para a organização compradora entender o que está acontecendo entre o fornecedor e o cliente no dia a dia. Pode nem mesmo ser do interesse do fornecedor

ser totalmente honesto em prestar *feedback* de desempenho para o comprador. Finalmente, essa proximidade entre fornecedor e cliente, se excluir o comprador, pode impedir que o comprador acumule um conhecimento importante. Por exemplo, suponha que um fabricante de equipamentos especializados tenha terceirizado a manutenção de seu equipamento para um provedor especializado de serviços de manutenção. A capacidade do fabricante de equipamento de entender como seus clientes estão usando o equipamento, como o equipamento está funcionando sob diversas condições e como os clientes gostariam que o equipamento fosse melhorado é perdida. O fabricante do equipamento pode ter terceirizado o custo e o trabalho de fornecer serviços de manutenção, mas também terceirizou os benefícios e o aprendizado que vêm da interação direta com seus consumidores.

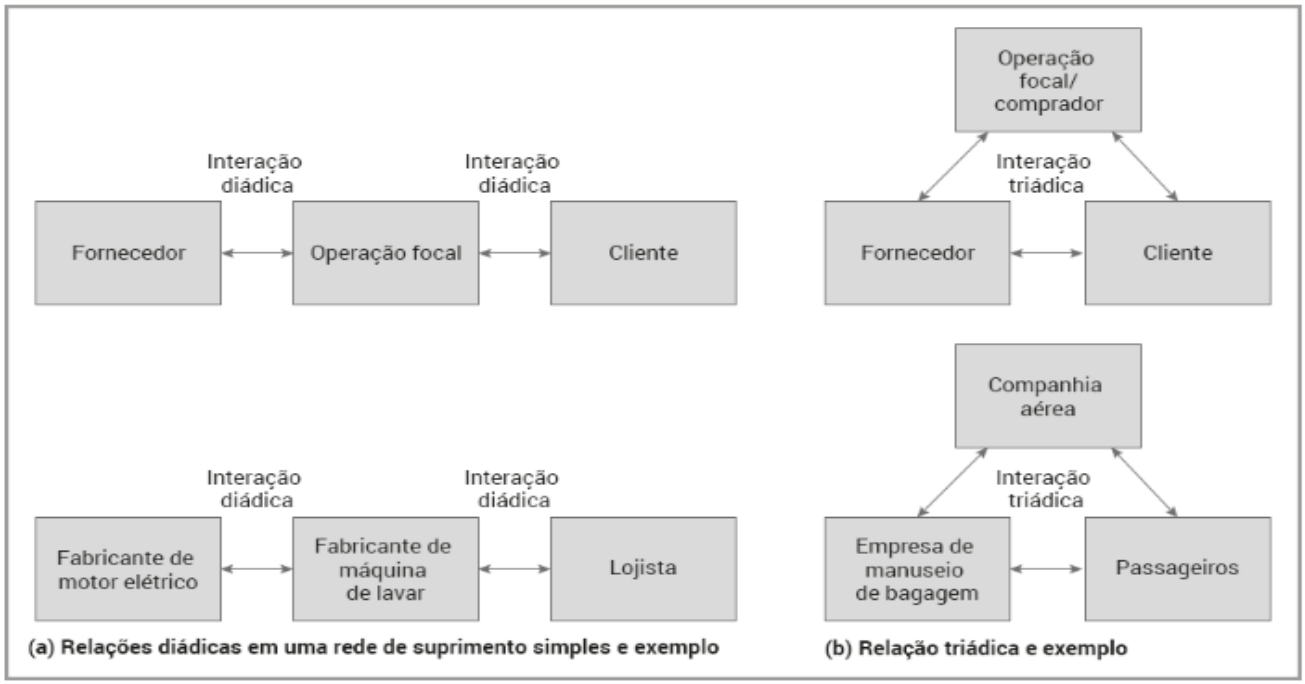


Figura 5.5 Relações diádicas e triádicas em duas redes de suprimento simples, com exemplos.

A CAPACIDADE QUE O PLANO DE PRODUÇÃO PRECISA TER

O próximo conjunto de decisões de rede de suprimento diz respeito ao tamanho ou à capacidade de cada parte da rede. Aqui, trataremos da capacidade em sentido amplo e a longo prazo. As questões específicas envolvidas na medição e ajuste da capacidade a médio e a curto prazos são examinadas no Capítulo 11.

Nível ótimo de capacidade

A maioria das organizações precisa decidir sobre o tamanho (em termos de capacidade) de cada uma de suas instalações. Uma cadeia de centros de manutenção de caminhões, por exemplo, pode operar centros que tenham várias capacidades. O custo efetivo de operar cada centro dependerá da ocupação média da baia de manutenção. A baixa ocupação por causa de poucos clientes resultará em alto custo por cliente atendido porque os custos fixos da operação estão sendo compartilhados entre poucos clientes. Como o aumento da demanda e, portanto, da ocupação da baia de manutenção, o custo por cliente será reduzido. No entanto, operar em níveis muito altos de utilização da capacidade (níveis de ocupação próximos à

capacidade) pode significar maiores tempos médios de espera dos clientes e menos atendimento ao cliente. Também pode haver penalidades de custo menos óbvias para os centros operacionais em níveis próximos da capacidade nominal. Por exemplo, longos períodos de horas extras podem reduzir os níveis de produtividade, além de custar mais em pagamentos extras ao pessoal; o uso de baias com utilização muito elevada reduz o tempo de manutenção e limpeza, o que pode aumentar as avarias, reduzir a vida útil e assim por diante. Isso geralmente significa que os custos médios começam a aumentar após um ponto que muitas vezes será menor do que a capacidade teórica da operação.

Princípio de administração da produção

Todos os tipos de operação mostram os efeitos da economia de escala em que os custos operacionais diminuem à medida que a escala de capacidade aumenta.

As curvas tracejadas na Figura 5.6 mostram esse efeito para os centros de manutenção com capacidades de 5, 10 e 15 baias. À medida que a capacidade nominal dos centros aumenta, o ponto de custo mais baixo diminui inicialmente. Isso ocorre porque os custos fixos de qualquer operação não aumentam proporcionalmente à medida que sua capacidade aumenta. Um centro de 10 baias tem menos do que o dobro dos custos fixos de um centro de 5 baias. Também os custos de capital de construção das operações não aumentam proporcionalmente à sua capacidade. Um centro de 10 baias custa menos para construir do que o dobro do custo de um centro de 5 baias. Esses dois fatores, considerados em conjunto, são muitas vezes citados como economias de escala – um conceito universal que se aplica (até certo ponto) a todos os tipos de operação. No entanto, as economias de escala não continuam indefinidamente. Acima de um certo tamanho, o ponto de menor custo nas curvas, como aquele mostrado na Figura 5.6, pode aumentar. Isso ocorre por causa das chamadas deseconomias de escala, duas das quais são particularmente importantes. Primeiro, os custos de complexidade aumentam com o tamanho. Os esforços de comunicação e coordenação necessários para gerenciar uma operação produtiva tendem a aumentar mais rapidamente do que a capacidade. Embora não considerados como custo direto, podem ser muito significativos. Em segundo lugar, é mais provável que um centro maior seja parcialmente subutilizado, porque a demanda dentro de um local fixo será limitada. O equivalente em operações que processam itens físicos são os custos de transporte. Por exemplo, se um fabricante fornecer a todo o mercado global a partir de uma grande fábrica na Dinamarca, todos os insumos deverão ser levados para lá, e todos os produtos enviados de lá para diversos países da Europa.

Princípio de administração da produção

As deseconomias de escala aumentam os custos operacionais após certo nível de capacidade de produção, resultando em um nível de capacidade de custo mínimo.

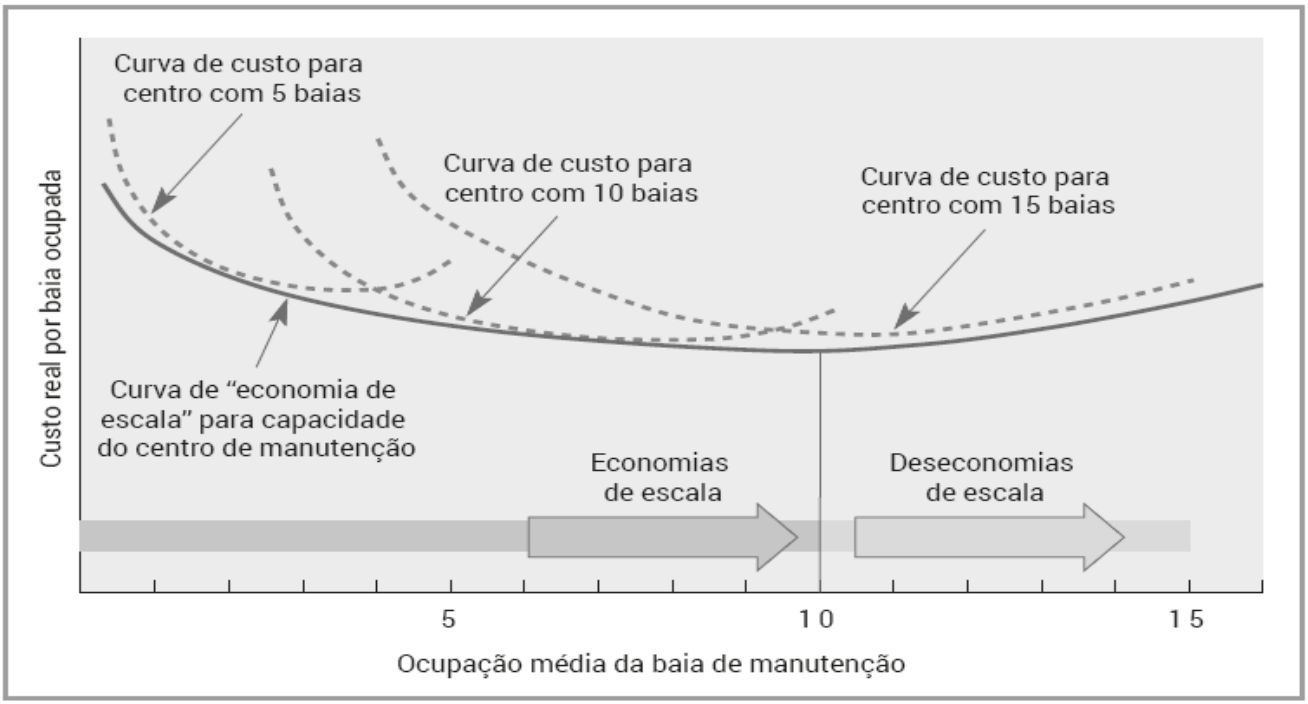


Figura 5.6 Curvas de custo unitário para centros de manutenção de caminhões individuais com diferentes capacidades.

Ser pequeno pode ser vantajoso

Embora as operações de capacidade em larga escala geralmente sejam vantajosas no custo em relação às unidades menores, existem também vantagens potencialmente significativas que podem ser exploradas por operações em pequena escala. Uma pesquisa significativa mostrou que as operações em pequena escala podem proporcionar vantagens consideráveis nas seguintes quatro áreas:

- Permitem que as empresas se localizem perto de "pontos quentes" que podem acessar as redes de conhecimento locais. Muitas vezes as grandes empresas centralizam seus esforços de pesquisa e desenvolvimento, perdendo o contato com os locais onde as ideias inovadoras são geradas.
- Podem responder rapidamente às necessidades e tendências dos clientes regionais, distribuindo unidades em maior número e em tamanho menor, com capacidade próxima dos mercados locais.
- Podem aproveitar o potencial de desenvolvimento de recursos humanos ao permitir que o pessoal tenha maior grau de autonomia local. Operações de maior escala geralmente têm planos de carreira mais longos, com menos oportunidades para "assumir cargos de liderança".
- Podem explorar tecnologias radicalmente novas agindo da mesma forma que um concorrente menor e mais empreendedor. Atividades de desenvolvimento maiores e mais centralizadas são muitas vezes mais burocráticas do que centros de desenvolvimento ágeis, de menor escala.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Economias de escala em cirurgia cardíaca e em navios de carga[5]

Não pense que a ideia de economias de escala aplica-se apenas às operações de manufatura. É um conceito universal. Aqui estão apenas dois exemplos.

No hospital Narayana Hrudayalaya, com capacidade para mil leitos e localizado em Bangalore, Índia, o Dr. Devi Shetty (conhecido como o "Henry Ford" da cirurgia cardíaca) criou, conforme a revista *Forbes*, a maior fábrica de coração do mundo. É uma nova abordagem radical, diz ele, e mostra que as economias de escala podem transformar o custo da cardiologia. O Dr. Shetty denomina essa abordagem de "Walmartização" da cirurgia – referindo-se à abordagem de alto volume da maior cadeia de supermercados do mundo, o WalMart. O hospital possui 42 cirurgiões que realizam 6 mil operações cardíacas por ano, das quais 3 mil em crianças. Isso torna essa instalação hospitalar a mais ocupada do mundo. E é necessária: estima-se que a Índia necessita de 2,5 milhões de cirurgias cardíacas por ano, embora apenas 90 mil sejam realizadas. "É um jogo de números", disse o Dr. Shetty, que já realizou 15.000 cirurgias cardíacas. "*Cirurgiões são técnicos. Quanto maior a prática, mais especializados se tornam e melhores* são os resultados." O resultado é que os custos são reduzidos e o hospital pode ser lucrativo, embora muitos pacientes sejam pobres. Os custos hospitalares para cirurgias cardíacas de peito aberto são, em média, um décimo do valor dos procedimentos mais baratos nos Estados Unidos. Mesmo assim, o tratamento é caro para muitas pessoas, de modo que os pacientes mais abastados pagam mais para subsidiar os mais pobres.

O *Eleonora Maersk* é um dos sete navios em sua classe pertencentes à Maersk Lines, maior empresa de transporte de contêineres do mundo. Com quase 400 metros de extensão (correspondentes a quatro campos de futebol), está entre os maiores navios já construídos. O *Eleonora Maersk* é também poderoso: possui o maior motor a combustão interna já construído, tão potente quanto mil carros de passeio, que possibilita mover sua carga da China à Europa em apenas três semanas. É tão automatizado que requer uma tripulação de apenas 13 pessoas. O navio pode transportar 15 mil contêineres de 6 metros, cada um podendo carregar 70 mil camisetas. São essas economias de escala que permitem que uma camiseta fabricada na China seja enviada à Holanda por apenas 2,5 centavos de dólar. As economias de escala envolvidas na construção e no funcionamento desses navios significam que as coisas ficarão ainda maiores. Esperando reduzir ainda mais o custo, os proprietários encomendaram 20 navios ainda maiores, com capacidade para 18 mil contêineres de 6 metros, cada navio custando US$ 200 milhões.

O *TIMING* DA MUDANÇA DE CAPACIDADE

Princípio de administração da produção

As estratégias de antecipação da capacidade aumentam as oportunidades de atender à demanda. As estratégias de acompanhamento da demanda aumentam a utilização da capacidade.

Mudar a capacidade de uma operação não é apenas uma questão de decidir sobre sua capacidade ótima. A operação também precisa decidir quando colocar "para funcionar" a nova capacidade. Por exemplo, a Figura 5.7 mostra a previsão de demanda para o novo produto de um fabricante. Para decidir *quando* introduzir nova capacidade, a empresa pode escolher entre três estratégias (também ilustradas na Figura 5.7):

- Geralmente, é introduzida uma capacidade para antecipar a demanda – determinar o tempo da introdução da capacidade de modo que haja capacidade suficiente para atender à demanda prevista.
- Geralmente, é introduzida uma capacidade para acompanhar a demanda – determinar o tempo da introdução da capacidade de modo que a demanda sempre seja igual ou maior que a capacidade.

■ A capacidade é introduzida às vezes para antecipar e às vezes para atrasar a demanda, mas o estoque acumulado durante o período de "antecipação" é usado para ajudar a suprir a demanda durante o período de acompanhamento. Isso é chamado de "ajuste com estoque".

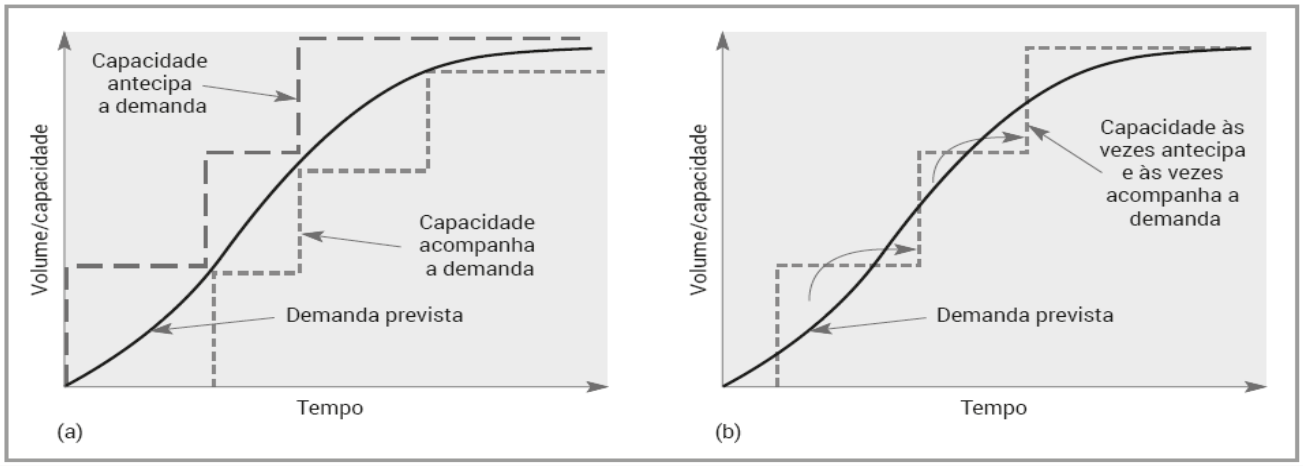


Figura 5.7 (a) Estratégias em que a capacidade antecipa-se e acompanha a demanda. (b) Ajuste com estoque significa usar o excesso de capacidade em um período para produzir estoque que supra o período de baixa capacidade.

Cada estratégia apresenta suas próprias vantagens e desvantagens, que são mostradas na Tabela 5.1. A abordagem real adotada por qualquer empresa dependerá de como vê essas vantagens e desvantagens. Por exemplo, se o acesso da empresa a fundos de investimento for limitado, é provável que ela considere a estratégia de acompanhamento da demanda relativamente atraente. Naturalmente, a terceira estratégia, ajuste com estoque, é apropriada somente para operações que produzem produtos que possam ser armazenados. Operações de processamento de clientes, como hotéis, não podem satisfazer a demanda em uma temporada usando quartos que ficaram vagos na temporada anterior, por exemplo.

Princípio de administração da produção

Uso de estoques para conciliar o desequilíbrio entre demanda-capacidade tende a aumentar as necessidades de capital de giro.

Análise do ponto de equilíbrio da expansão de capacidade

Uma visão alternativa sobre a expansão da capacidade, baseada no ponto de equilíbrio, pode ser obtida examinando-se as consequências nos custos da adição de incrementos de capacidade. A Figura 5.8 mostra como a forma de aumentar a capacidade pode levar uma operação do lucro ao prejuízo. Cada unidade adicional de capacidade resulta em uma *quebra dos custos fixos*, isto é, um gasto adicional passa a incidir na operação, antes que qualquer outra atividade possa ser realizada. A operação tem pouca probabilidade de ser rentável com volumes de produção muito baixos. Eventualmente, assumindo que os preços sejam maiores do que os custos marginais, a receita excederá o custo total. Entretanto, o nível de rentabilidade no ponto em que o nível de produção é igual à capacidade da operação pode não ser suficiente para absorver todos os custos fixos extras de um incremento adicional na capacidade. Isso pode tornar a operação não rentável em algumas etapas de sua expansão.

Tabela 5.1 Argumentos a favor e contra as estratégias puras de antecipar a capacidade, de acompanhamento da demanda e de ajuste com estoques

Vantagens	Desvantagens
Estratégias de antecipação da capacidade	
■ Sempre há capacidade suficiente para atender à demanda, logo, a receita é maximizada e os clientes são satisfeitos. ■ Na maior parte do tempo há um "pulmão de capacidade" que pode absorver demanda extra se as previsões forem pessimistas. ■ Quaisquer problemas críticos de implementação (*start-up*) com novas práticas têm menor probabilidade de afetar o suprimento aos clientes.	■ A utilização das fábricas é relativamente baixa, logo, os custos serão altos. ■ Riscos de sobrecapacidade maiores (ou mesmo permanentes) se a demanda não atingir os níveis previstos. ■ Antecipação de gastos de capital.
Estratégias de acompanhamento da demanda	
■ Demanda sempre suficiente para manter as fábricas funcionando a plena capacidade; assim, os custos unitários são minimizados. ■ Problemas de sobrecapacidade são minimizados se as previsões forem otimistas. ■ O gasto de capital com as fábricas é adiado.	■ Capacidade insuficiente para atender plenamente à demanda, logo, receita reduzida e os clientes, insatisfeitos. ■ Nenhuma habilidade para explorar aumentos da demanda a curto prazo. ■ Risco de falta ainda pior se houver problemas de implementação (*start-up*) nas novas fábricas.
Estratégias de ajuste com estoques	
■ Toda a demanda é satisfeita, logo, os clientes são satisfeitos e as receitas são maximizadas. ■ A utilização da capacidade é alta e, logo, os custos são baixos. ■ Muitos picos de demanda a curto prazo podem ser atendidos com base nos estoques.	■ O custo dos estoques em termos de necessidade de capital de giro pode ser alto. Isso é especialmente sério em momentos nos quais a empresa precisa de fundos para aumento do capital. ■ Riscos de deterioração e obsolescência do produto.

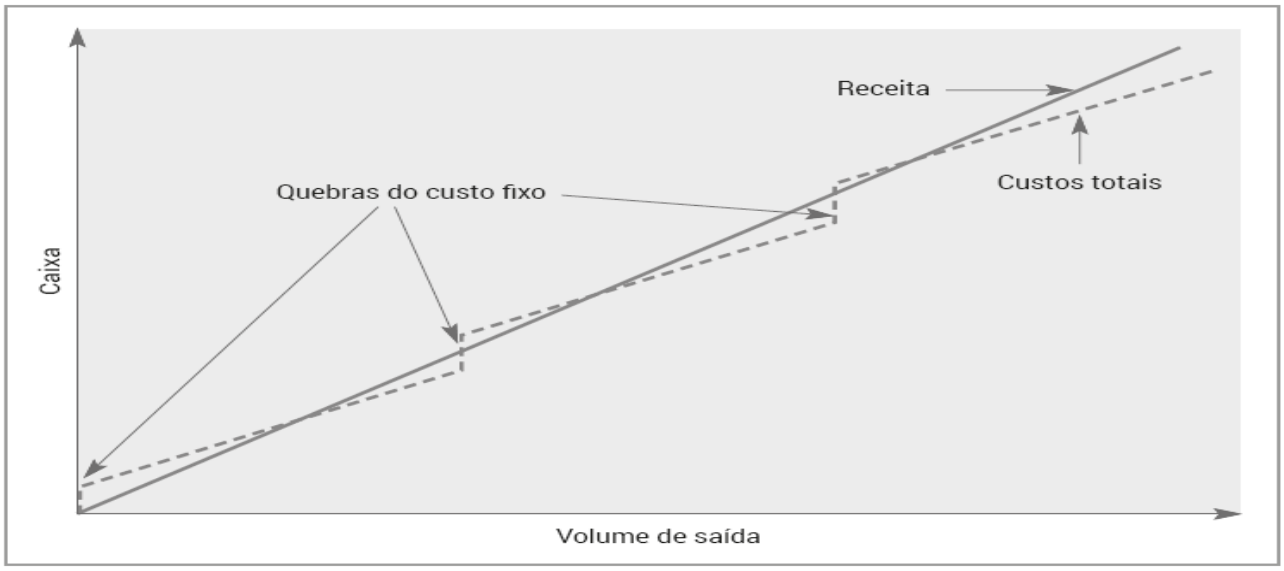


Figura 5.8 Incidência repetida de custos fixos pode aumentar o custo total acima da receita.

Exemplo resolvido

Uma empresa gráfica especializada está investindo em uma nova máquina que possibilita fazer impressão de alta qualidade para seus clientes. A demanda prevista para esse tipo de impressão é de cerca de 100 mil unidades para o primeiro ano e 220 mil unidades para o segundo ano. A capacidade máxima de cada máquina que a empresa vai comprar para processar essas impressões é de 100.000 unidades por ano. Elas possuem um custo fixo de $ 200.000 por ano e um custo variável de processamento de $ 1 por unidade. A empresa acredita que será capaz de cobrar $ 4 por unidade para produzir tais impressões.

Questão

Qual será o provável lucro que a empresa obterá no primeiro e no segundo anos?

Demanda do primeiro ano = 100.000 unidades; assim, a empresa precisará de uma máquina.

Custo de produção = custo fixo para uma máquina + custo variável unitário × 100.000

= $ 200.000 + ($ 1 × 100.000)

= $ 300.000

Receita = Demanda × Preço

= 100.000 × $ 4

= $ 400.000

Assim, lucro = $ 400.000 – $ 300.000

= $ 100.000

Demanda do primeiro ano = 220.000; assim, a empresa precisará de três máquinas

Custo de produção = Custo fixo para três máquinas + Custo variável × 220,000

= (3 × $ 200.000) + ($ 1 × 220.000)

= $ 820.000

Receita = Demanda × Preço

= 220.000 × $ 4

= $ 880.000

Assim, lucro = $ 880.000 – $ 820.000

= $ 60.000

Note que o lucro do segundo ano será mais baixo em razão do custo fixo adicional com o investimento nas duas máquinas extras.

ONDE UMA OPERAÇÃO DEVE ESTAR LOCALIZADA?

O local de cada operação em uma rede de suprimento é um elemento-chave na definição de sua estrutura, além de ter impacto sobre o modo como a rede opera na prática. Se alguma operação em uma rede de suprimento estiver mal localizada, isso poderá ter um impacto significativo, não apenas sobre os lucros, mas também sobre outros integrantes da rede. Por exemplo, localizar um centro de dados onde não moram funcionários qualificados afetará seu desempenho e também o atendimento que ele presta a seus clientes. Geralmente, as decisões de localização têm efeito nos custos de produção, bem como em sua capacidade de atender aos clientes (e, assim, em seu faturamento). Além disso, as decisões de localização, uma vez tomadas, são difíceis de reverter. Os custos de mudança de uma operação de um local para outro podem ser extremamente altos, assim como o risco de criar grandes inconvenientes aos clientes. Nenhuma operação deseja mudar de local com muita frequência.

Razões para as escolhas de localização

Nem todas as operações podem justificar sua localização de forma lógica. Algumas situam-se onde estão por razões históricas. Ainda assim, mesmo as operações que estão "lá porque estão lá" decidem, implicitamente, não mudar. Presumivelmente, a suposição é que o custo e a interrupção inerentes à mudança de local ultrapassariam quaisquer benefícios potenciais de uma nova localização. Quando as operações mudam sua localização, é, geralmente, por uma, por duas razões ou por ambas – mudanças na demanda ou mudanças na oferta.

■ **Mudanças na demanda –** mudança de localização pode ser causada por alterações na demanda dos clientes. Por exemplo, um fabricante de roupas mudou-se para a Ásia e foi seguido por seus fornecedores de zíper, linha etc. Mudanças no volume da demanda também podem causar realocações. Para atender à demanda maior, uma operação pode expandir seu local atual ou escolher um local maior em outra região, ou ainda manter a fábrica existente e encontrar uma segunda localização para uma fábrica adicional; as duas últimas alternativas envolvem uma decisão de localização. Operações de alta visibilidade podem não ter a opção de expandir-se no mesmo local para atender a uma demanda em crescimento. Uma lavanderia pode atrair marginalmente poucos negócios adicionais ao expandir suas operações no mesmo local porque oferece um serviço local e, assim, conveniente. Encontrar nova localização para uma operação adicional provavelmente seja sua única opção para expansão.

■ **Mudanças na oferta –** o outro estímulo para a realocação vem de alterações no custo ou disponibilidade da oferta de insumos para a operação. Por exemplo, uma empresa de mineração ou de perfuração de petróleo precisa deslocar-se quando os minérios que está extraindo tornam-se escassos. A razão por que tantas empresas de *software* estejam localizadas na Índia é a disponibilidade de funcionários talentosos, bem formados e com salários relativamente baixos.

Objetivos da decisão de localização

O propósito da decisão de localização é atingir um equilíbrio adequado entre três objetivos relacionados:

■ os custos espacialmente variáveis da operação (espacialmente variável significa que algo se altera com a localização geográfica);

■ o serviço que a operação é capaz de prestar a seus clientes;

■ o potencial de receita da operação.

Princípio de administração da produção

Uma operação deve apenas mudar sua localização se os benefícios da mudança superarem os custos da operação na nova localização, além do custo da própria mudança.

Nas organizações com fins lucrativos, os dois últimos objetivos estão relacionados. A suposição é que, quanto melhor o serviço que a operação pode prestar a seus cientes, melhor será seu potencial de atrair novos clientes e, consequentemente, de gerar receita. Nas organizações sem fins lucrativos, o potencial de receitas pode não ser um objetivo relevante, logo, custo e serviço ao cliente são, em geral, considerados objetivos principais da localização. Ao tomar decisões sobre onde localizar uma operação, os gerentes de produção devem preocupar-se em minimizar os custos espacialmente variáveis e maximizar as receitas e os serviços ao cliente. A localização afeta os dois, mas nem sempre da mesma forma. Por exemplo, os

consumidores podem não se importar muito com o local onde alguns produtos são fabricados, de modo que a localização tem pouca probabilidade de afetar significativamente as receitas. Entretanto, os custos podem ser bastante afetados pela localização. Por outro lado, os serviços geralmente têm custos e receitas, ambos afetados pela localização. A decisão de localização para qualquer operação é determinada pela força relativa de diversos fatores, como os seguintes:

■ **Custos de mão de obra –** os custos de empregar pessoas com habilidades específicas podem variar entre diferentes regiões e países. Os custos de mão de obra podem ser expressos de duas maneiras. Porém, os custos de salário podem ser enganosos se forem comparados em diferentes países. Os custos de mão de obra, portanto, também devem levam em consideração as diferenças de produtividade e diferentes taxas de câmbio das moedas. A variação na taxa de câmbio pode levar a aumentos significativos do custo unitário ao longo do tempo. Todavia, os custos de mão de obra exercem uma grande influência na decisão de localização, especialmente em alguns setores industriais (como o de vestuário) nos quais os custos de mão de obra em relação ao custo total são relativamente altos.

■ **Habilidades da mão de obra –** as habilidades da força de trabalho local certamente são importantes. Por exemplo, "parques tecnológicos" são normalmente localizados próximos às universidades, porque esperam atrair empresas interessadas em usar as competências disponíveis nos *campi* universitários.

■ **Custos dos terrenos –** o custo de aquisição do terreno é, às vezes, um fator relevante na escolha da localização. Os custos dos terrenos e dos aluguéis variam entre países, estados e cidades. Uma operação de varejo, ao escolher pontos em "ruas principais", pagará determinado preço de aluguel apenas se acreditar que possa gerar certo nível de faturamento em decorrência de local privilegiado.

■ **Custos de energia –** operações que consomem muita energia, como fundições de alumínio, podem ser influenciadas em suas decisões de localização pela disponibilidade de energia relativamente barata.

■ **Custos de transporte –** os custos de transporte incluem o transporte de insumos da fonte ao local da operação e o transporte de bens do local da operação até os clientes. Enquanto quase todas as operações preocupam-se em alguma extensão com o primeiro, nem todas transportam bens aos clientes; ao contrário, os clientes chegam a elas (por exemplo, os hotéis). A proximidade das fontes de *suprimento* domina a decisão de localização quando o custo de transporte dos insumos é alto ou difícil. Por exemplo, o processamento de alimentos e outras atividades baseadas na agricultura estão frequentemente localizados próximo às áreas de plantio. Inversamente, o transporte até os *clientes* domina as decisões de localização quando o custo é alto ou o acesso é difícil. Por exemplo, os projetos de engenharia civil são construídos principalmente onde sejam necessários.

■ **Fatores comunitários –** fatores comunitários são aquelas influências sobre os custos de uma operação decorrentes do ambiente social, político e econômico local: por exemplo, taxas e impostos locais, assistência financeira governamental, estabilidade política e corrupção, idioma, amenidades locais (escolas, teatros, lojas etc.), relações trabalhistas, regulamentações ambientais e descarte de resíduos, procedimentos de planejamento etc.

■ **Adequação do local em si –** locais diferentes têm características intrínsecas diferentes que podem afetar a capacidade de uma operação em atender a seus clientes e gerar faturamento. Por exemplo, a localização de um hotel *resort* de luxo próximo à praia é muito atraente para seus clientes. Se sua localização for mudada em alguns quilômetros, para o centro de um distrito industrial, perderá rapidamente sua atratividade.

■ **Imagem do local –** alguns locais são firmemente associados na mente dos clientes com uma imagem específica: por exemplo, tecnologia avançada no Vale do Silício, polo de roupas em Milão e serviços financeiros de Wall Street, Nova York.

■ **Conveniência para os clientes –** este é, para muitas operações, o fator mais importante quando o atendimento importa. Por exemplo, localizar um hospital geral em uma área rural pode ter muitas vantagens para seus funcionários e mesmo para seus custos, mas, claramente, seria muito inconveniente para seus clientes (pacientes). Por esses motivos, os hospitais geralmente estão localizados próximos aos centros de demanda.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Enumerando agrupamentos[6]

Frequentemente, empresas similares com necessidades também similares agrupam-se na mesma área geográfica. Por quê? Por várias razões. Michael Porter, da Harvard Business School, famoso professor de estratégia e autoridade em agrupamentos industriais, diz que a proximidade geográfica da empresa ajuda a promover economias de escala, aprendizagem e produtividade, bem como estimula a inovação e o aumento de novas empresas de fornecedores. Essa é uma combinação vitoriosa, conforme o professor Porter, e contribui para a existência de tais agrupamentos ao redor do mundo. Aqui estão alguns exemplos:

Serviços financeiros

Agrupam-se em poucos centros financeiros globais, mesmo após a recente turbulência nos serviços financeiros. Londres, Nova York, Hong Kong, Singapura, Tóquio, Chicago e Zurique dominam o setor. Conforme o Deutsche Bank: *"Ser grande é maravilhoso – e continuará sendo*." É bem mais fácil aproveitar a força do mercado existente do que abrir um novo mercado. Os bancos precisam negociar entre si e, mesmo em um mundo cada vez mais globalizado, a proximidade ajuda muito. Combine isso com bons mercados regulados e mercados livres e teremos uma vantagem competitiva relevante.

Indústrias de alta tecnologia

Essas indústrias proporcionam um dos mais famosos agrupamentos de localização na área sul de São Francisco, conhecida como Vale do Silício, provavelmente a concentração intelectual e comercial mais importante de inovação tecnológica. Todavia, outros locais estão em desenvolvimento. Por exemplo, Bangalore, na Índia, está se tornando rapidamente um agrupamento na indústria de computadores; em razão da disponibilidade de técnicos de *software* com boa formação, salários baixos e inglês fluente, vem atraindo cada vez mais empresas sofisticadas. Algo semelhante acontece em Shangai, na China. *"Nos próximos dez anos, a China se tornará um concorrente incrivelmente acirrado para as empresas que dominam toda a extensão da cadeia alimentar tecnológica"*, afirma Michael J. Moritz, proprietário de uma empresa de investimentos da Califórnia. Mesmo nos países de maiores custos, novos agrupamentos estão em crescimento. Um está no "círculo do silício", ao leste de Londres, onde antigos armazéns vitorianos têm atraído *start-ups* de *web* e tecnologia trabalhando com tudo, de projeto de jogos *online* a serviços de *streaming* de música e de internet em geral (a Google possui escritórios nesse local). A história das *start-ups* na área vem de duas décadas em razão dos aluguéis relativamente baixos, de uma atmosfera criativa gerada pelo fluxo de artistas e *designers*, universidades londrinas de classe mundial, galerias de arte e

cafés, bares, lojas e clubes que ajudam a atrair funcionários criativos. Assim, novamente, o agrupamento desenvolvido por razões claras cresceu porque tamanho e foco atraem outras empresas.

Carros de corrida

Esses são, na maioria, fabricados na Inglaterra, particularmente em áreas ao redor de Oxfordshire e Northamptonshire. A maioria das equipes de Fórmula 1 tem sede na Inglaterra, bem como equipes da Fórmula Indy. Mesmo as equipes que não estão sediadas nessas áreas provavelmente usem serviços ingleses. O automobilismo é um agrupamento próspero, com cerca de 4.500 empresas trabalhando na construção, manutenção, modificação e restauração de carros. Elas fabricam motores e componentes e fornecem serviços técnicos e administrativos. Quase tudo que uma equipe de corrida necessita pode ser encontrado sem sair desses locais.

INTEGRAÇÃO VERTICAL DE UMA REDE DE PRODUÇÃO

O escopo no qual uma operação controla sua rede de suprimento é uma questão que modelará a natureza fundamental de qualquer empresa. Ele determina a extensão em que uma operação realiza coisas por si mesma e a extensão em que contará com outras operações para fazer as coisas por ela. Isso normalmente é conhecido como "integração vertical", quando é a propriedade da produção inteira que está sendo decidida, ou "terceirização", quando as atividades individuais estão sendo consideradas. Veremos a "terceirização" na próxima seção. A integração vertical é a amplitude em que uma organização detém a rede da qual faz parte. Normalmente, envolve uma organização avaliando a sabedoria da aquisição de fornecedores ou clientes. Diferentes empresas, inclusive no mesmo setor, podem tomar decisões muito diferentes sobre quanto e onde elas desejam estar na rede. A Figura 5.9 ilustra a rede de suprimento (simplificada) para o setor de geração de energia eólica. O fabricante de equipamento original (OEM) monta a nacele da turbina eólica (a nacele é o compartimento que contém o gerador e a caixa de transmissão). Com frequência, as torres e as pás são construídas internamente ou por fornecedores externos, conforme as especificações do OEM. A instalação das turbinas eólicas envolve montar a nacele, a torre e as pás, erguer a torre e conectar à rede elétrica. A extensão da integração vertical varia por empresa e componente. As três empresas ilustradas na Figura 5.9 escolheram estratégias de integração vertical diferentes. A Empresa A é projetista e fabricante da nacele e das partes. A Empresa B é a instaladora que também fabrica a torre e as pás (mas compra a nacele). A Empresa C é a operadora que gera eletricidade e também projeta e monta a nacele, além de instalar a torre completa (mas terceiriza a fabricação das peças da nacele, da torre e das pás).

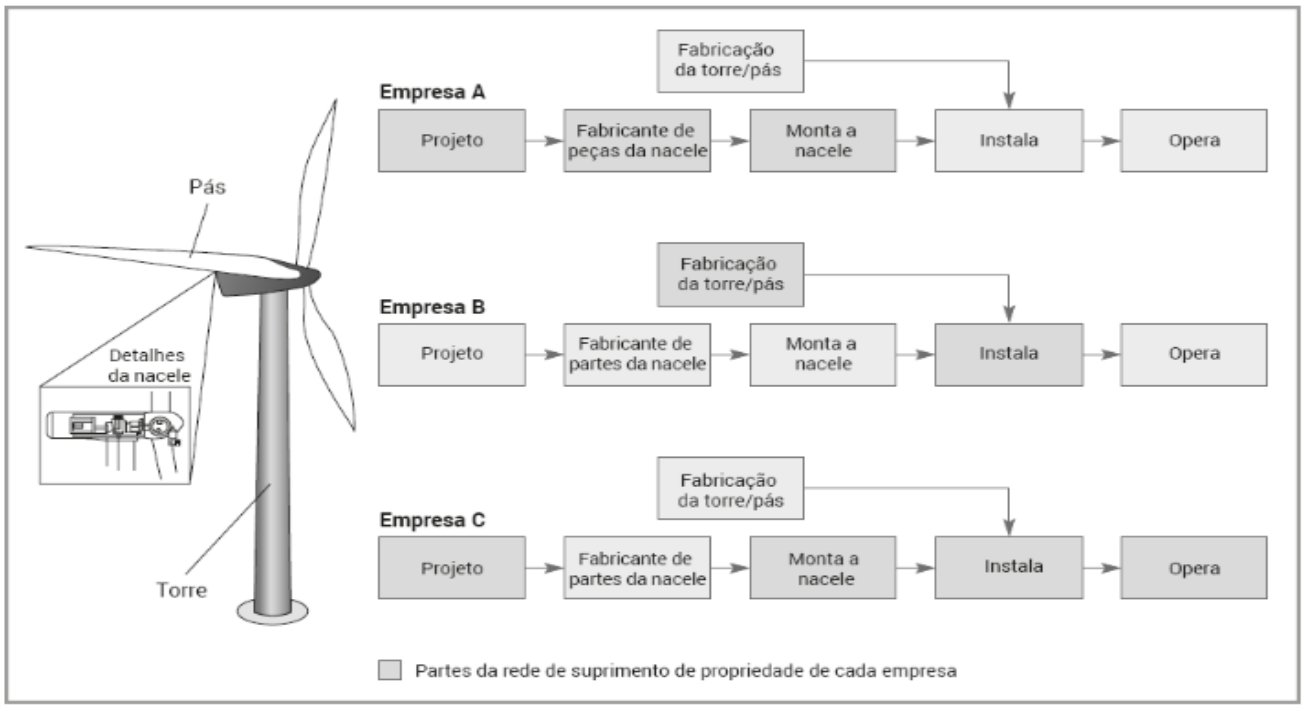


Figura 5.9 Três empresas operando na indústria de geração de energia eólica, com diferentes posições de integração vertical.

A estratégia de integração vertical de uma organização pode ser definida nos seguintes termos:

■ **A direção da integração** – se uma empresa decide que deverá controlar uma parte maior de sua rede, ela deve expandir comprando um de seus fornecedores ou um de seus clientes? A estratégia de expandir no lado do fornecedor da rede às vezes é chamada de integração vertical para trás, "*upstream*", ou a montante, e a expansão no lado da demanda às vezes é chamada de integração vertical para frente, "*downstream*", ou a jusante. A integração vertical para trás, permitindo que uma organização tenha o controle de seus fornecedores, quase sempre é usada para obter vantagens de custo ou para impedir que os concorrentes obtenham o controle de fornecedores importantes. A integração vertical para frente, por outro lado, leva uma organização para mais perto de seus mercados, permitindo maior liberdade para que a organização faça contato diretamente com seus clientes, possivelmente vendendo produtos e serviços complementares.

■ **A extensão do leque de processos da integração** – algumas organizações deliberadamente escolhem não ir muito longe, ou nem integrar, a partir de sua parte original da rede. Como alternativa, algumas organizações decidem se tornar integradas de forma totalmente vertical. Considere muitas das grandes empresas internacionais de petróleo, como a Petrobras. A Petrobras dedica-se a exploração e extração de petróleo, bem como ao refino de petróleo cru em um produto comum de consumo – a gasolina. Ela também possui operações que distribuem e revendem a gasolina (e muitos outros produtos) para o consumidor final. Esse percurso (dentre vários outros, para seus diferentes produtos) movimenta o produto pela rede completa de processos, todos eles pertencentes (em todo ou em parte) à empresa.

■ **O equilíbrio entre os estágios verticalmente integrados** – não se trata estritamente da posse da rede; trata-se da capacidade e, até certo ponto, do comportamento operacional de cada estágio na rede pertencente à organização. Refere-se à quantidade de capacidade em cada estágio na rede, dedicada a suprir o próximo estágio. Assim, um relacionamento de rede totalmente equilibrado é aquele onde um

estágio produz apenas para o próximo estágio na rede e satisfaz totalmente aos seus requisitos. Um equilíbrio abaixo do total nos estágios permite que cada estágio venda seu *output* a outras empresas ou compre alguns de seus insumos de outras empresas.

A Figura 5.10 ilustra esses três aspectos da integração vertical.

A decisão sobre integrar verticalmente ou não em determinado conjunto de circunstâncias é, em grande parte, uma questão de equilíbrio comercial entre as vantagens e desvantagens aplicadas ao processo.

As vantagens percebidas da integração vertical

Embora a integração vertical extensa não seja mais tão popular como era antes, ainda existem empresas que acham vantajoso possuir diversos estágios sequenciais de sua rede de suprimento. Na realidade, muito poucas empresas estão próximas do "virtual", sem qualquer integração vertical de etapas. Quais são, então, os motivos pelos quais as empresas ainda decidem integrar verticalmente? A maioria das justificativas para integração vertical se encontra em uma das quatro categorias a seguir:

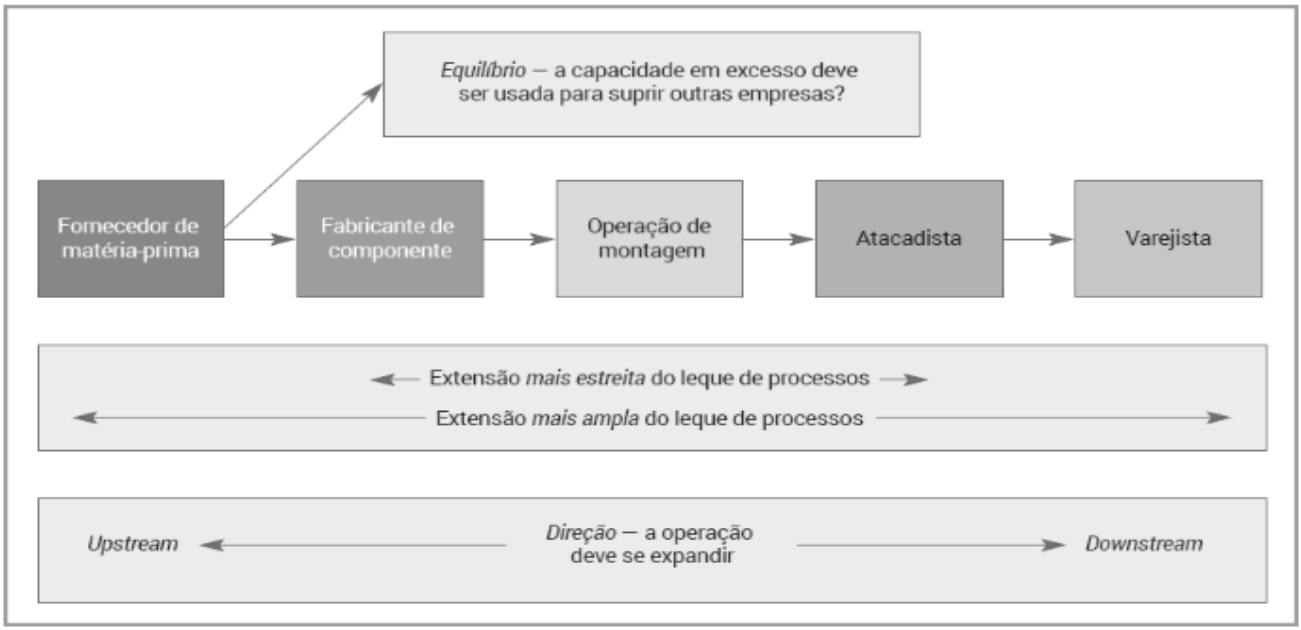


Figura 5.10 Direção, extensão e equilíbrio da integração vertical de uma operação.

■ **Garante acesso confiável ao suprimento ou aos mercados** – as razões mais fundamentais para se engajar em alguma integração vertical é que ela pode gerar uma oferta mais segura ou aproximar um negócio de seus clientes. Uma razão pela qual as empresas de petróleo que vendem gasolina também estão se dedicam à extração é garantir o abastecimento a longo prazo. Em alguns casos, pode não haver capacidade suficiente de oferta no mercado para satisfazer a empresa. Portanto, ela tem poucas alternativas a não ser abastecer-se. A integração vertical a jusante pode dar maior controle da empresa sobre seu posicionamento no mercado. Por exemplo, a Apple sempre adotou um modelo de rede de suprimento que integra *hardware* e *software* com o *hardware* e o *software* projetados pela própria Apple.
■ **Pode reduzir os custos** – o argumento mais comum aqui é que "*podemos fazer isso mais barato do que o preço do nosso fornecedor*". Essas declarações são muitas vezes feitas comparando o custo marginal

direto incorrido por uma empresa ao fazer ela própria o produto com o preço que pagará para comprar o produto ou serviço de um fornecedor. Mas a economia de custos também deve levar em consideração os custos de implantação e aprendizagem. Um caso mais direto pode ser verificado quando há vantagens técnicas de integração. Por exemplo, a produção de folhas de alumínio de cozinha consiste em produzi-las na espessura necessária e, em seguida, cortá-las nas larguras acabadas. A realização de ambas as atividades internamente economiza a atividade de carga e descarga e o transporte para outra operação. A integração vertical também reduz os "custos de transação" de lidar com fornecedores e clientes. Os custos de transação são despesas, além do preço, que são incorridas no processo de compra e venda, como a busca e seleção de fornecedores, a criação de acordos de monitoramento, a negociação de contratos etc. Se os custos de transação puderem ser reduzidos até o ponto em que o preço de compra mais os custos de transação sejam inferiores ao custo interno, haverá pouca justificativa para a integração vertical da atividade.

■ **Pode ajudar a melhorar a qualidade do produto ou do serviço** – às vezes, a integração vertical pode ser usada para assegurar vantagem especializada ou tecnológica, evitando que o conhecimento do produto e do serviço vá parar nas mãos dos concorrentes. A vantagem exata do especialista pode ser qualquer coisa, desde o "ingrediente secreto" em bebidas gasosas até um processo tecnológico complexo. Em ambos os casos, o argumento é o mesmo: "*Este processo nos dá o fator de identificação-chave para nossos produtos e serviços. A integração vertical é, portanto, necessária para a sobrevivência da unicidade do produto ou serviço*."

■ **Ajuda na compreensão de outras atividades na rede de suprimento** – algumas empresas, mesmo aquelas que são famosas por sua rejeição da integração vertical tradicional, optam por manter algumas partes da rede de suprimento além do que consideram como núcleo. Assim, por exemplo, o McDonald's, a cadeia de restaurantes, embora em grande parte franqueie suas operações de varejo, possui alguns pontos de venda próprios. De que outra forma, argumenta, poderia entender tão bem suas operações de varejo?

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

A HTC movimenta-se a jusante (*downstream*) e em direção aos problemas[7]

Passar para uma parte diferente de uma rede de suprimento pode ser um negócio arriscado. Observe a HTC, de Taiwan. Há muito tempo a empresa tem sido uma das mais importantes fornecedoras de marcas bem conhecidas. A HTC era uma "fabricante de projeto original" (*Original Design Manufacturer* – ODM), dedicava-se ao desenvolvimento e à construção de *smartphones* de última geração para marcas bem conhecidas do ocidente, como Verizon e Orange. Esse é um bom negócio. A empresa construiu uma reputação de confiança como inovadora e fornecedora confiável de computadores portáteis e telefones celulares sofisticados. Entretanto, Peter Chou, CEO da HTC, acreditava que a indústria estava mudando e que o mercado estava se tornando mais difícil. Embora ainda fosse um negócio lucrativo, as margens do fornecimento de outras marcas estavam ficando apertadas. Fornecedores chineses continentais, com custos de mão de obra inferiores, representavam concorrentes acirrados, e os clientes passaram a procurá-los. *"Precisamos estabelecer uma nova competência antes de entrarmos em dificuldade*", explicou Chou. O caminho a seguir escolhido pela empresa foi mover-se na rede de suprimento e passar a desenvolver sua própria marca. Essa nova estratégia de rede de suprimento significava que a HTC

precisava desenvolver novas capacidades. Talentos foram recrutados para fortalecer o projeto interno e suas habilidades em *software*, de modo que seus produtos tivessem aparência e experiência exclusivas. Contudo, a empresa sabia que a estratégia oferecia seus riscos. Isso significava investir em operações de marketing e vendas que, até então, estavam na esfera de seus clientes. A HTC também perdeu grande parte de seus negócios existentes porque alguns clientes estavam relutantes em fazer negócio com uma nova rival. O mais significativo é que a cultura e os objetivos da empresa precisam passar de "*implementar eficientemente o que havia sido decidido pelos clientes*" para o *"desenvolvimento constante de novas ideias radicais e inovadoras*". Na verdade, isso provou ser difícil para a empresa. Após um início razoável no que estava se tornando um mercado extremamente competitivo, as vendas de *smartphones* próprios da HTC começaram a cair, assim como seus lucros e sua fatia de mercado. Alguns comentaristas disseram que a empresa tinha subestimado as habilidades de produção e marketing que seriam necessárias para que seu novo negócio tivesse sucesso.

As desvantagens visíveis da integração vertical

Os argumentos contra a integração vertical tendem a se agrupar em torno de uma série de desvantagens observadas das empresas que têm praticado extensivamente a integração vertical. Tais argumentos são os seguintes:

■ **Ela cria um monopólio interno** – as operações, argumenta-se, só mudarão quando elas virem uma necessidade premente de fazê-lo. A oferta interna está menos sujeita às forças competitivas normais que mantêm as operações motivadas a melhorar. Se um fornecedor externo atende bem seus clientes, ele terá lucros mais elevados; se não, sofrerá. Tais incentivos e sanções não se aplicarão na mesma medida se a operação de fornecimento for parte da mesma empresa.

■ **Você não pode explorar economias de escala** – qualquer atividade verticalmente integrada dentro de uma organização provavelmente também é realizada em outras partes da indústria. Mas o esforço que ela coloca no processo será uma parte relativamente pequena da soma total dessa atividade dentro do setor. Fornecedores especializados, que podem atender mais de um cliente, com certeza terão volumes maiores do que qualquer um dos seus clientes poderia conseguir fazendo as coisas por si só. Isso permite que os fornecedores especializados colham alguns dos benefícios de custo das economias de escala, que podem ser repassadas em termos de preços mais baixos para seus clientes.

■ **Ela resulta em perda de flexibilidade** – as empresas fortemente voltadas para a integração vertical, por definição, fazem a maioria das coisas. Isso significa que uma proporção alta de seus custos serão custos fixos. Afinal, elas investiram pesadamente na capacidade que lhes permite fazer a maioria das coisas internamente. Um nível alto de custos fixos em relação aos custos variáveis significa que qualquer redução no volume total de atividade pode facilmente mover a economia da operação para perto ou abaixo de seu ponto de equilíbrio.

■ **Ela afasta da inovação** – integração vertical significa investir nos processos e tecnologias necessários para produzir produtos e serviços internos. Mas, assim que esse investimento é feito, a empresa tem interesse inerente em mantê-lo. Abandonar tais investimentos pode ser tanto econômica como emocionalmente difícil. A tentação é sempre esperar até que qualquer nova tecnologia seja claramente estabelecida antes de admitir que a própria é obsoleta. Isso pode conduzir a uma tendência para adiar a adoção de novas tecnologias e ideias.

■ **Desvio das atividades centrais (perda de foco)** – o argumento final, e possivelmente o mais poderoso, contra a integração vertical diz respeito à capacidade de qualquer organização de ser tecnicamente competente em uma ampla gama de atividades. Todas as empresas têm coisas em que precisam ser boas. E é muito mais fácil ser excepcionalmente bom em algo se a empresa se concentra exclusivamente nisso, em vez de se desviar para muitas outras coisas. A integração vertical, por definição, significa fazer mais coisas, o que pode causar desvio das (poucas) coisas particularmente importantes.

COMO A PRODUÇÃO DECIDE O QUE FAZER INTERNAMENTE E O QUE TERCEIRIZAR

Teoricamente, "integração vertical" e "terceirização" são a mesma coisa. Integração vertical é "*a medida em que uma organização é dona da rede da qual faz parte*". Terceirização é "*um arranjo em que uma empresa oferece para outra empresa serviços que também poderiam ser ou normalmente são providenciados internamente*".[8] Ela é baseada na ideia de que nenhuma empresa faz tudo que é necessário para produzir seus produtos e serviços. Os padeiros não plantam o trigo nem o transformam em farinha. Geralmente, bancos não possuem seus próprios sistemas de avaliação de crédito – contratam os serviços de agências de avaliação de risco especializadas, que possuem sistemas de informação especializados e *expertise* para melhor realizarem a tarefa. A terceirização também é conhecida como a decisão "fazer ou comprar". Tornou-se uma questão importante para a maioria das empresas. Isso porque, embora a maioria das empresas tenha sempre terceirizado algumas de suas atividades, uma proporção maior de atividades diretas é hoje comprada de fornecedores. Além disso, muitos processos indiretos estão sendo atualmente terceirizados. Isso é geralmente mencionado como terceirização de processo de negócio (*business process outsourcing*, BPO). Empresas de serviços financeiros, em particular, começam a terceirizar alguns de seus processos de retaguarda rotineiros. De forma similar, muitos processos dentro da função de recursos humanos, desde o simples serviço de pagamento de funcionários até treinamentos e processos de desenvolvimento mais complexos, estão sendo terceirizados de empresas especializadas. Os processos ainda podem localizar-se fisicamente onde estavam antes, mas os funcionários e a tecnologia são gerenciados pelo fornecedor do serviço terceirizado. Frequentemente, a razão para isso é a redução de custos. Entretanto, algumas vezes pode haver ganhos significativos na qualidade e na flexibilidade do serviço oferecido.

Qual é a diferença entre integração vertical e terceirização?

Na verdade, muito pouca; em grande parte, é uma questão de escala e direção. A integração vertical é um termo normalmente (mas nem sempre) aplicado à produção inteira. Assim, a compra de um fornecedor porque você deseja negar seus produtos a um concorrente, ou a venda de parte da sua empresa que fornece seus produtos a uma empresa de entrega especializada que possa fazer o serviço melhor, é uma decisão de integração vertical. A terceirização normalmente se aplica a conjuntos menores de atividades, que anteriormente eram realizadas "em casa". A decisão de pedir a um laboratório especializado para realizar alguns testes de qualidade, algo que seu departamento de controle de qualidade costumava fazer, ou deixar que seu *call center* seja assumido e conduzido por uma empresa maior de *call center*, são decisões de terceirização.

Tomando a decisão de terceirização

Terceirizar raramente é uma decisão simples. A produção em diferentes circunstâncias, com diferentes objetivos, provavelmente exigirá decisões diferentes. Ainda assim, a questão em si é relativamente simples, mesmo que a decisão não o seja: "dado um conjunto particular de circunstâncias, qual decisão – serviço interno ou terceirizado – trará os objetivos de desempenho apropriados, necessários para competir de forma mais eficaz em seu mercado?" Por exemplo, se os principais objetivos de desempenho de uma operação são entrega confiável e atendimento a mudanças de curto prazo nas necessidades de fornecimento do consumidor, a questão-chave deve ser: "como o fornecimento interno ou terceirizado poderá oferecer melhor desempenho em termos de confiabilidade e flexibilidade de entrega?" Responder a essa questão significa avaliar dois conjuntos de fatores opostos – os que favorecem o potencial para melhorar o desempenho e os que são contrários à realização desse potencial. A Tabela 5.2 resume alguns argumentos a favor do suprimento interno e da terceirização em termos de cada objetivo de desempenho.

Princípio de administração da produção

A avaliação da conveniência da terceirização deve observar a maneira como ela impacta os objetivos de desempenho relevantes.

Tabela 5.2 Como o suprimento interno ou terceirizado pode afetar os objetivos de desempenho de uma operação

Objetivo de desempenho	Suprimento interno "faça você mesmo"	Suprimento terceirizado "compre"
Qualidade	As origens de quaisquer problemas de qualidade são normalmente mais fáceis de rastrear por meio de operações internas à empresa, e a melhoria pode ser mais imediata, mas corre-se o risco de complacência.	O fornecedor pode possuir conhecimento especializado e mais experiência. Pode também estar motivado por pressões de mercado, mas a comunicação pode ser mais difícil.
Velocidade	Pode significar programações mais sincronizadas, o que acelera a passagem de materiais e informações ao longo da rede, mas se a operação tiver clientes externos, os clientes internos podem ter baixa prioridade.	Velocidade de resposta pode estar incluída no contrato de suprimento, em que pressões comerciais irão encorajar o bom desempenho, mas pode haver atrasos significativos de transporte e entrega.
Confiabilidade	A comunicação mais fácil pode aumentar a confiabilidade, mas, se a operação tiver clientes externos, os clientes internos podem obter baixa prioridade.	Multas por atraso de entrega no contrato de suprimento podem encorajar um bom desempenho de entrega, mas barreiras organizacionais podem inibir a comunicação.
Flexibilidade	Proximidade às reais necessidades de uma empresa pode alertar a operação interna sobre a necessidade de mudanças, mas a capacidade de resposta pode estar limitada à escala e ao escopo da produção interna.	Os fornecedores terceirizados podem ser maiores, com capacitações mais amplas do que os fornecedores internos e mais habilidade de resposta a mudanças, mas pode haver a necessidade de conciliar necessidades conflitantes de diferentes clientes.
Custo	Operações internas não necessitam obter as margens de lucro que os fornecedores externos exigem, assim o negócio pode capturar os lucros que seriam, de outra forma, dados ao fornecedor, mas os volumes relativamente baixos podem significar que é difícil ter ganhos de escala ou os benefícios de inovação de processo.	Provavelmente, a principal razão pela qual a terceirização é tão popular. Empresas terceirizadas podem obter economias de escala e motivam-se a reduzir seus próprios custos porque eles impactam diretamente em seus lucros, mas os custos de comunicação e coordenação com o fornecedor precisam ser levados em consideração.

Incorporando fatores estratégicos na decisão de terceirização

Embora o efeito da terceirização no objetivo de desempenho da operação seja importante, há outros fatores que as empresas levam em consideração ao decidir se terceirizar uma atividade é uma opção sensata. Por exemplo, se uma atividade tem importância estratégica a longo prazo para uma empresa, é imprudente terceirizá-la. É o caso de um varejista optar em manter internamente o projeto e desenvolvimento de seu *website*, muito embora especialistas possam desempenhar a atividade a custo inferior, porque planejam vender através da *web* no futuro. Uma empresa também não terceirizaria uma atividade em que possuísse habilidades ou conhecimento especializados. Por exemplo, uma empresa fabricante de impressoras a *laser* pode ter desenvolvido conhecimento especializado na produção de sofisticadas unidades. Essa capacidade pode permitir que ela, futuramente, introduza inovações no produto ou no processo. Seria tolice "passar adiante" tal capacidade. Após considerarem-se esses dois fatores mais estratégicos, o desempenho de produção da empresa pode ser levado em consideração. Obviamente, se o desempenho da operação já for superior ao de qualquer fornecedor potencial, seria improvável a terceirização dessa atividade. Mesmo que, em determinado momento, seu desempenho

esteja abaixo de fornecedores potenciais, ela pode não terceirizar a atividade se achar que pode melhorar significativamente seu desempenho. A Figura 5.11 ilustra essa lógica de decisão.

Princípio de administração da produção

Ao se avaliar a conveniência da terceirização, deve-se também levar em conta a importância estratégica da atividade e o desempenho relativo da operação.

Figura 5.11 Lógica da decisão de terceirização.

Terceirização e *offshoring*

Duas estratégias de rede de suprimento frequentemente confundidas são as de terceirização e de *offshoring*. Terceirização significa decidir comprar produtos ou serviços, em vez de produzi-los internamente. *Offshoring* significa obter produtos e serviços de operações baseadas fora do país. Sem dúvida, pode-se terceirizar e comprar fora do país, como ilustrado na Figura 5.12. A operação de *offshoring* está estreitamente relacionada à terceirização, e os motivos de cada uma delas podem ser semelhantes. Geralmente, a compra em uma região do mundo com custo menor é feita para reduzir os custos globais de uma operação, como é a terceirização para um fornecedor que possui mais *expertise*, escala ou ambas.

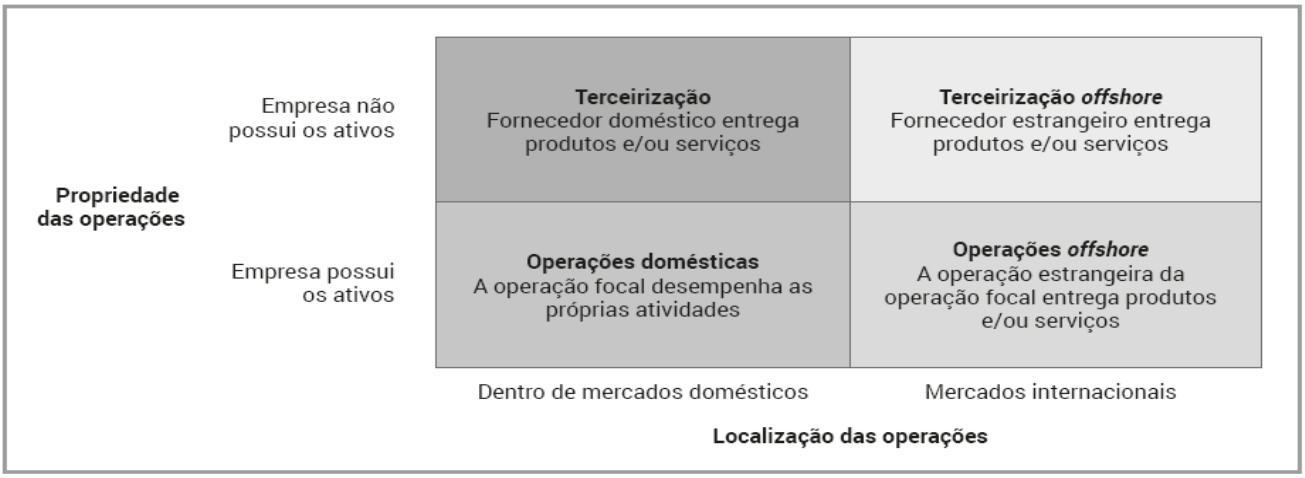


Figura 5.12 As operações *offshore* e a terceirização estão relacionadas, embora sejam diferentes.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Sucesso subcontratado da Samsung

Uma das histórias mais conhecidas para ilustrar os perigos inerentes à subcontratação é a que narra como a General Electric perdeu seu negócio de forno de micro-ondas. Embora os fabricantes japoneses de aparelhos eletrodomésticos, como Matsushita e Sanyo, dominassem o setor global de micro-ondas no início da década de 1980, a General Electric (GE) estava tendo sucesso razoável no mercado dos EUA com sua fábrica de fornos de micro-ondas em Maryland, projetada para essa finalidade. Contudo, a GE logo sofreu pressões de preço vindas de concorrentes japoneses. O que parecia ser uma solução óbvia foi subcontratar a produção de alguns de seus modelos mais básicos, em que as margens eram relativamente pequenas. A GE explorou a ideia de subcontratar esses modelos para um de seus maiores rivais, Matsushita, embora oferecer essa vantagem a um de seus principais concorrentes fosse considerado um passo arriscado. A GE também encontrou uma pequena mas promissora empresa coreana, que já vendida modelos muito simples (e muito baratos) nos EUA. Decidiu continuar fazendo os modelos "topo de linha" internamente, subcontratar seus modelos mais baratos à Matsushita, mas também fazer um pequeno pedido de 15.000 unidades de seus modelos mais baratos para a empresa coreana, em parte para ver se ela poderia lidar com o pedido. Naturalmente, também fazia sentido para a GE enviar seus próprios engenheiros para ajudar a empresa coreana e garantir que os padrões de qualidade fossem mantidos. Os engenheiros da GE descobriram que, embora a empresa coreana tivesse pouco conhecimento, estava bastante disposta a aprender. Por fim, a linha de produção coreana começou a produzir produtos de qualidade razoável, ainda a preços muito baixos. Com o tempo, a empresa coreana passou a receber mais e mais pedidos da GE, que descobriu estar obtendo mais lucro com os produtos vindos da Coreia do que com os de sua fábrica em Maryland. Isso ficou particularmente importante quando o mercado continuou amadurecendo e os custos tiveram menor pressão. A fábrica de Maryland tentou reduzir seus próprios custos, mas isso foi especialmente difícil com tanto volume agora subcontratado para a empresa coreana. No fim, a fábrica de Maryland foi fechada e a GE saiu totalmente do mercado de fornos de micro-ondas (na verdade, de todos os aparelhos eletrodomésticos). E a empresa coreana? Ela se chamava Samsung, e dentro de dez anos se tornou o maior fabricante de micro-ondas do mundo.

Comentário crítico

Em muitas situações, há oposição acirrada às empresas que terceirizam alguns de seus processos. Frequentemente, os sindicatos argumentam que a única razão que leva a empresa a terceirizar é a redução de salários, das condições de trabalho ou de ambas as coisas. Além disso, afirmam que a flexibilidade é alcançada apenas pela redução da segurança do trabalho. Os funcionários que já fizeram parte de uma corporação segura e grande podem sentir-se inseguros com um empregador menos benevolente, que adota uma filosofia permanente de redução de custos. Mesmo alguns proponentes da terceirização são ágeis em apontar os problemas. Pode haver obstáculos significativos, incluindo a resistência compreensível dos funcionários que são terceirizados. Algumas empresas também têm sido culpadas por "terceirizar um problema". Em outras palavras, após falharem no bom gerenciamento de um processo, partem para a terceirização em vez de descobrir por que o processo foi problemático em primeiro lugar. Há também evidência de que, embora os custos a longo prazo possam ser reduzidos quando um processo é terceirizado, pode haver um período inicial em que os custos sobem enquanto ambos os lados aprendem como gerenciar o novo arranjo.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que significa "estrutura" e "escopo" das redes de suprimento da produção?

■ "Estrutura" da rede de suprimento de uma operação refere-se ao formato da rede.

■ "Escopo" da rede de suprimento de uma operação diz respeito à decisão entre realizar as atividades da rede por si só ou solicitar que um fornecedor as realize.

■ A estrutura e o escopo da rede de suprimento da produção são importantes, pois ajudam na compreensão da competitividade, ajudam a identificar conexões significativas na rede e a focar em aspectos de longo prazo.

Que configuração uma rede de suprimento deverá ter?

■ Mesmo quando uma operação não possui diretamente outras operações em sua rede, ela ainda pode querer mudar o formato da rede reconfigurando-a de modo a mudar a natureza das relações.

■ Mudar o formato da rede de suprimento pode implicar reduzir o número de fornecedores da operação de modo a desenvolver relacionamentos próximos ou desintermediar as operações dentro da rede.

■ Pode-se também usar a ideia de complementadores, que permite que seus produtos ou serviços sejam mais valorizados pelos clientes, visto que também podem ter os produtos ou serviços do complementador.

■ Uma ideia bastante relacionada à de coopetição nas redes de suprimento é a de "ecossistema empresarial", definido como: "Uma comunidade econômica apoiada por uma base de organizações e indivíduos que interagem."

Quanta capacidade deve ter um plano de produção?

■ O montante de capacidade que uma organização terá depende de sua visão da demanda atual e futura. Essa questão torna-se importante quando sua visão sobre a demanda futura é diferente da demanda atual.

■ Quando uma organização precisa lidar com a demanda variável, várias decisões sobre capacidade precisam ser tomadas. Isso compreende escolher a capacidade ótima para cada local, equilibrar os diversos níveis de capacidade das operações na rede e programar as alterações da capacidade de cada parte da rede.

■ Influências importantes sobre essas decisões são os conceitos de economia e deseconomia de escala.

Onde uma operação deve estar localizada?

■ Quando a produção muda de local, supõe-se que os benefícios em potencial de um novo local superam qualquer custo ou interrupção envolvidos na mudança de local. Quando a produção muda, isso normalmente deve-se às mudanças na demanda e/ou na oferta.

■ Os fatores que determinam um local são coisas como custo de mão de obra, terreno, energia, água, a imagem do local, sua conveniência para os clientes e a adequação da própria instalação.

Como deve ser a integração vertical de uma rede de produção?

■ O escopo no qual uma operação controla sua rede de suprimento é a extensão na qual ela realiza as coisas por si só ou conta com outras operações para fazê-lo. Isso geralmente é conhecido como "integração vertical".

■ A estratégia de integração vertical de uma organização pode ser definida em termos da direção da integração, a extensão da integração e o equilíbrio entre as etapas verticalmente integradas.
■ A decisão sobre a integração vertical é, em grande parte, uma questão de equilíbrio empresarial entre as vantagens e desvantagens aplicadas ao processo.

Como a produção decide o que fazer internamente e o que terceirizar?

■ Terceirização é "um arranjo em que uma empresa oferece, para outra empresa, serviços que também poderiam ser ou normalmente são providenciados internamente".
■ A diferença entre integração vertical e terceirização é, em grande parte, uma questão de escala e direção.
■ Assim como a decisão de integração vertical, geralmente, a terceirização é uma questão de equilibrar vantagens e desvantagens sobre circunstâncias particulares.
■ Avaliar a conveniência da terceirização deve incluir consideração sobre a importância estratégica da atividade e o desempenho relativo da operação.

ESTUDO DE CASO

Aarens Electronic

Nos arredores de Roterdã, nos Países Baixos, Frank Jansen, diretor de operações da Aarens Electronic (AE), estava justificadamente orgulhoso do que descreveu como "*a mais avançada máquina do seu tipo no mundo, que nos permitirá alcançar novos padrões de excelência para nossos produtos que exigem limpeza e precisão absolutas* [...] e [...] *um salto quântico no aproveitamento das economias de escala e da nova tecnologia para fornecer a operação mais avançada pelos próximos anos*". A Operação Roterdã se uniu às duas operações existentes nos Países Baixos. Eles ofereceram serviços de laminação com revestimento personalizado a uma ampla gama de clientes, sendo o mais importante a empresa Phanchem, para quem forneciam filmes de imagem fotossensível secos, um passo crítico na fabricação de *microchips*. A Phanchem, então, processava o filme e vendia diretamente para fabricantes de *microchips*.

A operação Roterdã

A decisão de construir a Operação Roterdã foi tomada porque a empresa acreditava que uma nova operação de baixo custo, usando tecnologia de ambiente controlado "ultralimpo", poderia garantir grande parte dos negócios futuros da Phanchem – talvez até um acordo exclusivo para fornecer 100% de suas necessidades. Ao planejar a nova operação, foram apresentadas três opções ao Comitê Executivo da AE:

■ Expandir uma instalação existente construindo uma nova máquina dentro dos limites existentes dessa instalação. Isto proporcionaria cerca de 12 a 13 milhões de metros quadrados (MMQ) por ano de capacidade adicional e exigiria um capital de aproximadamente $ 19 milhões.
■ Construir uma nova instalação ao lado da fábrica existente. Essa nova instalação poderia acomodar capacidade adicional de cerca de 15 MMQ por ano, mas, ao contrário da opção A, também permitiria a expansão futura. De início, exigiria um capital de aproximadamente $ 22 milhões.
■ Criar uma instalação totalmente nova com aumento muito maior da capacidade (provavelmente, cerca de 25 MMQ por ano). Esta opção seria mais cara, pelo menos $ 30 milhões.

Frank Jansen e sua equipe a princípio favoreciam a opção B, mas em discussão com o Comitê Executivo da AE a opinião mudou para a opção mais radical C. "*Esta pode ter sido a opção de maior risco, mas possuía um potencial considerável e se ajustava à filosofia do Grupo AE de entrar nas áreas especializadas em alta tecnologia dos negócios. Então fomos atrás disso*" (Frank Jansen). A opção de uma instalação muito grande, ultralimpa, de última geração, também tinha uma vantagem adicional – poderia mudar a economia da indústria de imagem fotossensível. De fato, a demanda e a capacidade globais não justificavam imediatamente o investimento em um aumento tão grande de capacidade. Provavelmente, já havia alguma capacidade a mais na indústria. Mas uma operação de grande capacidade e com ambiente ultralimpo poderia fornecer um nível de qualidade a custos tão baixos que, se houvesse excesso de capacidade na indústria, não seria a capacidade da AE que ficaria ociosa.

Projetando a nova operação

Durante as discussões sobre o projeto da nova operação, ficou claro que havia uma questão pairando sobre todas as discussões da equipe – quão flexível o processo deveria ser? A equipe deveria assumir que estava projetando uma operação que se dedicaria exclusivamente ao fabrico de filmes fotossensíveis, cortando implacavelmente quaisquer opções tecnológicas que lhe permitissem fabricar outros produtos, ou deveria a equipe projetar uma operação mais genérica, que fosse adequada para o filme de imagem fotossensível mas que também pudesse fabricar outros produtos? Essa provou ser uma decisão difícil. As vantagens da opção mais flexível eram óbvias. "*Pelo menos isso significava que não havia nenhuma chance de eu estar preso a uma operação e nenhum mercado para ela atender durante alguns anos*" (Jansen). Mas as vantagens de uma operação totalmente dedicada eram menos óbvias, embora houvesse um acordo geral de que tanto os custos quanto a qualidade poderiam ser superiores em uma operação dedicada a um único produto.

Por fim, a equipe decidiu concentrar-se em uma máquina grande, relativamente inflexível, focada e dedicada. "*Você não pode imaginar as agonias que passamos quando decidimos que esta não seria uma máquina flexível. Muitos de nós não tínhamos certeza ao afirmar que 'esta será uma máquina exclusivamente fotossensível e, se o mercado for embora, estaremos em apuros'. Tivemos inúmeros debates sobre isso*, contou Frank Jansen. A economia de custos de capital de uma instalação focada e a economia de custos operacionais de até 25 por cento eram argumentos poderosos, como foi a filosofia da dedicação total ao processo. "*A palavra-chave para nós era foco. Queríamos ter bastante clareza sobre o que era necessário para satisfazer nossos clientes ao fabricar esse tipo* único *de produto. Além de fornecer significativas economias de custos para nós, ficou muito mais fácil identificar as causas de todos os problemas, porque não teríamos que nos preocupar com a possibilidade de afetar outros produtos. Está tudo muito claro. Quando a linha de produção estivesse parada, não estaríamos gerando receita! Isso também nos forçaria a entender nosso próprio desempenho. Em nossas outras operações, se uma linha parar, as pessoas podem ser transferidas para outras responsabilidades. Nós não temos outras responsabilidades aqui – ou estamos fabricando isso ou não estamos*" (Jansen).

Quando a Operação Roterdã começou a produzir, a equipe tinha modificado o projeto para trazer a capacidade inicial para 32 MMQ por ano. E, apesar de alguns problemas iniciais, a operação foi, desde o início, um sucesso técnico e comercial. Dentro de seis meses, foi assinado um contrato com a Phanchem para fornecer 100 por cento das necessidades da empresa pelos próximos dez anos. A decisão da

Phanchem baseou-se na combinação de foco de manufatura e comercial que a equipe de Roterdã alcançou, um ponto enfatizado por Frank Jansen: "*Colocalizar todos os departamentos necessários na instalação de Roterdã foi visto como particularmente importante. Todas as funções técnicas e as funções de marketing e de negócios estão agora no mesmo local*."

Desenvolvendo a relação de suprimento

No momento do lançamento, o produto elaborado em Roterdã era enviado para as instalações da Phanchem perto de Frankfurt, na Alemanha, a cerca de 500 km de distância. Essa distância causava uma série de problemas, como alguns danos no transporte e atrasos na entrega. No entanto, a relação entre AE e Phanchem manteve-se sólida, ajudada pela cooperação das duas empresas durante o lançamento em Roterdã. "*Tínhamos trabalhado em estreita colaboração com eles durante a concepção e a construção da nova instalação em Roterdã. Mais precisamente, eles viram que na certa conseguiriam economizar custos com a fábrica, com a promessa de mais economias por vir à medida que a fábrica descia sua curva de aprendizagem*," disse Frank Jansen. A proximidade da relação entre as duas empresas foi resultado do trabalho conjunto de seu pessoal. Os engenheiros da AE ficaram impressionados com a disposição dos seus clientes de ajudarem enquanto trabalhavam para superar os problemas do início. Da mesma forma, a AE ajudou a Phanchem quando esta precisou de suprimentos extras em curto prazo. Como Frank Jansen disse, "*nosso relacionamento tornou-se cada vez mais forte, em boa parte porque trabalhamos juntos em vários problemas*".

De maneira especial, foi explorada a ideia de uma relação fisicamente mais próxima entre AE e Phanchem. "*Durante as negociações com a Phanchem para o nosso contrato de 100 por cento, houve algumas conversas sobre colocalização, mas não creio que alguém tenha levado isso a sério. No entanto, houve consenso geral de que seria uma boa coisa a fazer. Afinal de contas, o nosso sucesso como único fornecedor de filme fotossensível revestido da Phanchem estava ligado a seu sucesso como protagonista no mercado global: o que era bom para a Phanchem era bom para AE*" (Frank Jansen). Várias opções foram discutidas dentro de cada uma e entre as duas empresas. A Phanchem, na verdade, tinha que escolher entre quatro opções:

■ Ficar onde estava, perto de Frankfurt.

■ Mudar para os Países Baixos (o que facilitaria o acesso às instalações portuárias), mas não muito perto da AE (um local apropriado estava disponível a 30 km de Roterdã).

■ Alugar um local adjacente, então vazio, bem próximo da fábrica da AE em Roterdã.

■ Colocalizar dentro de uma extensão da fábrica da AE em Roterdã que poderia ser construída especialmente para isso.

Avaliando as opções de colocalização

Relativamente cedo nas discussões entre as duas empresas, a opção de "não fazer nada" e ficar em Frankfurt foi desconsiderada. A Phanchem queria vender seu valioso local perto de Frankfurt. As vantagens de algum tipo de mudança eram significativas. A opção de mudar a Phanchem para um local a 30 km de Roterdã foi considerada, mas rejeitada porque não apresentava vantagens em relação à locação de um ponto ainda mais próximo da fábrica de Roterdã. A Phanchem também considerou fortemente construir e operar uma instalação vizinha da fábrica em Roterdã. Entretanto, por fim, a opção de locar um edifício adjacente à Operação Roterdã da AE se tornou a opção preferida. A colocalização teria um impacto significativo na competitividade da Phanchem, reduzindo seus custos operacionais, permitindo-lhe

ganhar quota de mercado, oferecendo filmes de qualidade a preços atrativos, aumentando assim o volume da AE. Os gerentes da fábrica de Roterdã também esperavam uma relação operacional ainda mais estreita com o cliente. "*Inicialmente, houve alguma resistência na equipe por ter um cliente no mesmo local que nós. Ninguém na AE tinha feito isso antes. O passo entre visualizar nosso cliente do outro lado da rua e visualizá-lo no mesmo local precisou de um tempo para se pensar a respeito. Era uma questão de se acostumar com a ideia, dando um passo de cada vez*" (Jansen).

O cliente torna-se um convidado pagante

No entanto, quando Frank e os gerentes de Roterdã apresentaram sua proposta para estender a planta ao conselho da AE, a proposta não foi bem recebida. "*Alugar espaço de fábrica para o nosso cliente parecia muito distante do nosso negócio básico. Como disse um membro do Comitê Executivo, somos fabricantes; não estamos no negócio imobiliário. Mas achamos que isso seria benéfico para ambas as empresas*", contou Frank Jansen. E mesmo quando a proposta foi finalmente aceita, ainda havia preocupação sobre a partilha de uma instalação. Na verdade, o Comitê Executivo insistiu que a porta entre as áreas das duas empresas deveria ser capaz de ser trancada de ambos os lados. No entanto, a construção e o comissionamento da nova instalação para a Phanchem também formaram um modelo de cooperação. Agora, todos os visitantes da fábrica veem a porta que precisava ser "capaz de ser trancada de ambos os lados" e alguém pergunta a eles quantas vezes acham que a porta foi trancada. A resposta, claro, é "nunca".

QUESTÕES

1. Quais foram as principais decisões de estrutura e escopo tomadas pela Aarens Electronic?
2. Quais foram os riscos envolvidos na adoção de um projeto de processo que era totalmente "dedicado" às necessidades de um cliente?
3. Quais foram as vantagens e desvantagens de cada opção de local aberta para a Phanchem, e por que você acha que ao fim ela decidiu em favor da colocalização com a AE?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Visite os *websites* de empresas que estão nas seguintes indústrias: fabricação de papel, produção de celulose e fabricação de embalagens. Avalie em que extensão as empresas investigadas estão integradas verticalmente na cadeia de suprimento de papel, que vai do reflorestamento à fabricação de material de embalagem.

2 Uma clínica particular recebeu oferta para alugar uma máquina de tomografia computadorizada ao custo fixo de $ 2.000 por mês e à taxa de $ 6 por paciente examinado. Atualmente, a clínica cobra $ 10 por paciente para realizar tal exame. (a) A que nível de demanda (em número de pacientes por semana) a clínica alcançará o ponto de equilíbrio sobre o custo do aluguel da máquina de tomografia? (b) Outro arranjo que propusesse um aluguel a um custo fixo de $ 3.000 por semana e custo variável de $ 0,2 por paciente seria uma proposta melhor?

3 Retorne ao exemplo de "Operações na Prática" sobre a indústria do cinema de Hollywood. Desenhe diagramas da rede de suprimento para a indústria (a) na época do estúdio poderoso e (b) na forma como a indústria opera atualmente.

4 Faça a mesma coisa para a indústria musical, desde a época em que os discos de vinil controlavam o setor até a disponibilidade dos serviços de *streaming* na *web*.

5 Como as universidades poderiam adotar a prática de terceirizar mais?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

CARMEL, E.; TJIA, P. *Offshoring information technology*: sourcing and outsourcing to a global workforce. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

Um livro acadêmico sobre terceirização.

CORBETT, M.F. *The outsourcing revolution*: why it makes sense and how to do it right. Wokingham: Kaplan, 2010.

Um livro não acadêmico sobre terceirização.

CULLEN, S.K.; LACITY, M.; WILLCOCKS, L.P. *Outsourcing*: all you Need to know. Boston: White Plume, 2014.

Prático, interessante e inteligente.

DELL, M.; FREDMAN, Catherine. *Direct from dell*: strategies that revolutionized an industry. New York: Harper Business, 1999.

Michael Dell explica como sua estratégia de rede de suprimento (e outras decisões) impactou a indústria. Leitura agradável e interessante, mas não uma análise crítica!

SCHNIEDERJANS, M.J. *International facility location and acquisition analysis*. New York: Quorum Books, 1998.

Muito mais um livro para os que possuem orientação técnica.

VASHISTHA, A.; VASHISTHA, A. *The offshore nation*: strategies for success in global outsourcing and offshoring. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2006.

Outro livro atual sobre terceirização.

Suplemento do Capítulo 5

PREVISÃO

INTRODUÇÃO

Algumas previsões são precisas. Sabemos exatamente a que horas o sol aparecerá no horizonte em qualquer lugar da Terra, amanhã ou um dia qualquer do próximo mês ou mesmo do próximo ano. Entretanto, a previsão em um ambiente de negócios é muito mais difícil e, portanto, sujeita a erros. Não sabemos com precisão quantos pedidos receberemos ou quantos clientes entrarão amanhã por nossa porta, no próximo mês ou ano. Contudo, essas previsões são necessárias para ajudar os gerentes a tomar decisões sobre como reunir recursos para a organização no futuro.

PREVISÃO – CONHECENDO AS OPÇÕES

Simplesmente saber que a demanda por seus produtos ou serviços está aumentando ou diminuindo não é suficiente. Conhecer a taxa de mudança é com certeza vital para o planejamento do negócio. Um escritório de advocacia em crescimento pode ter que decidir o ponto em que contratará mais um sócio. Contratar outro sócio é uma tarefa que pode levar meses, portanto, a empresa precisa ser capaz de prever quando alcançará o ponto em que necessitará de outro sócio e, então, começar seu processo de recrutamento. O mesmo aplica-se a um gerente de fábrica que precisará comprar novos equipamentos para lidar com o crescimento da demanda. Talvez não queira comprometer-se a comprar uma peça de maquinário cara até que ela seja absolutamente necessária, mas terá que comprá-la em tempo suficiente para encomendar o equipamento e tê-lo fabricado, entregue, instalado e testado. O mesmo ocorre com governos, seja no planejamento de novos aeroportos ou pistas de aterrissagem, seja na decisão de como as escolas de ensino fundamental serão construídas e quantas serão.

A primeira questão é saber quão longe você precisa olhar, e isso dependerá das opções e decisões disponíveis. Tomemos o exemplo do um governo de um local onde o número de crianças em idade de ensino fundamental (entre 5 e 11 anos) está aumentando em algumas áreas e diminuindo em outras dentro de suas fronteiras. Legalmente, o governo é obrigado a fornecer escolas para todas essas crianças. Os funcionários do governo terão algumas opções e talvez tenham diferentes tempos de espera associados a elas. Um passo-chave em previsão é conhecer as opções possíveis e os tempos de espera exigidos para cada uma (*veja* a Tabela S5.1):

1. Cada escola pode contratar (ou demitir) professores temporários de um cadastro não apenas para cobrir ausências, mas também para fornecer capacidade a curto prazo enquanto professores são

contratados para lidar com aumentos da demanda. Contratar (ou demitir) esses professores temporários pode exigir apenas algumas horas (geralmente, isso é denominado gestão de capacidade a curto prazo).

2. Contratar novos professores (ou demitir os professores atuais) é outra opção, mas ambas as opções podem levar alguns meses até serem concluídas (gestão de capacidade a médio prazo).

3. A falta de salas de aula pode ser resolvida a curto ou a médio prazos ao se alugarem ou construírem salas de aula temporárias. Isso pode levar somente algumas semanas, tempo suficiente para que as salas sejam alugadas, equipadas e estejam prontas para serem usadas.

4. Pode ser possível remanejar zonas escolares de modo a tentar alcançar o equilíbrio entre áreas que estejam com população crescente e áreas com população decrescente. Tais mudanças podem requerer um processo de consulta demorado.

5. A longo prazo, novas classes, ou mesmo novas escolas, precisam ser construídas. Planejamento, consulta, aprovação, comissionamento, contratação, construção e processo de instalação de equipamento podem levar de um a cinco anos, dependendo da escala do novo prédio.

Tabela S5.1 Opções disponíveis e tempos de espera exigidos para lidar com as mudanças no número de crianças em idade escolar

	Opções disponíveis	Tempos de espera exigidos	
	Contratar professores temporários Contratar funcionários Construir salas de aula temporárias Remanejar zonas escolares Construir novas salas de aula Construir novas escolas	Horas ↓ Anos	

Conhecendo as várias opções, os gerentes podem decidir a escala de tempo para suas previsões. De fato, várias previsões podem ser necessárias a curto, a médio ou a longo prazo.

EM ESSÊNCIA, A PREVISÃO É SIMPLES

Em essência, a previsão é fácil. Para saber quantas crianças poderão aparecer na escola amanhã, você pode usar o número de crianças que apareceu hoje. A longo prazo, para prever quantas crianças em idade escolar irão aparecer em uma escola daqui a cinco anos, é necessário, simplesmente, examinar as estatísticas de nascimento para aquele ano em determinado distrito escolar – *veja* a Figura S5.1.

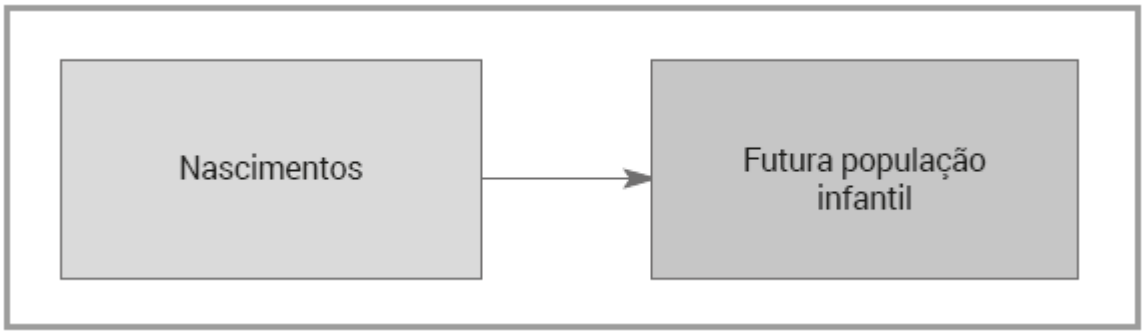


Figura S5.1 Predição simples da futura população infantil.

Entretanto, essas técnicas simples de extrapolação estão sujeitas a erro e, de fato, tais abordagens resultaram no comprometimento de alguns governos locais em construir escolas que cinco ou seis anos mais tarde, quando finalizadas, tinham poucas crianças, enquanto outras escolas mantinham classes e professores temporários, tudo levando frequentemente à queda de padrões educacionais e de motivação. A razão pela qual essas abordagens simples estão sujeitas a problemas é que existem muitas variáveis contextuais (*veja* a Figura S5.2) que potencialmente terão impacto significativo, por exemplo, na população escolar depois de cinco anos. Por exemplo:

1. Um fator menos importante em países desenvolvidos, mas predominante em países em desenvolvimento, pode ser a taxa de mortalidade infantil entre o nascimento e os cinco anos de idade. Isso pode depender de localização, com taxas de mortalidade maiores em áreas mais pobres em comparação a áreas mais ricas.
2. Outro fator mais significativo abrange imigração e emigração, conforme as pessoas mudam de um lugar para outro. Tal fator será afetado por disponibilidade de moradia e por novos projetos habitacionais, pelo fluxo e refluxo de empregos e por variações na prosperidade econômica da área.
3. Outro fator-chave que provoca impacto na taxa de natalidade da área compreende a quantidade e o tipo de habitações disponíveis. Prédios de aluguel no centro da cidade tendem a ter maior proporção de crianças por unidade, por exemplo, do que casas geminadas nos subúrbios. Assim, não só o estoque habitacional existente terá impacto na população infantil, mas o tipo de desenvolvimento habitacional em construção, em planejamento e em proposta também impactará essa população.

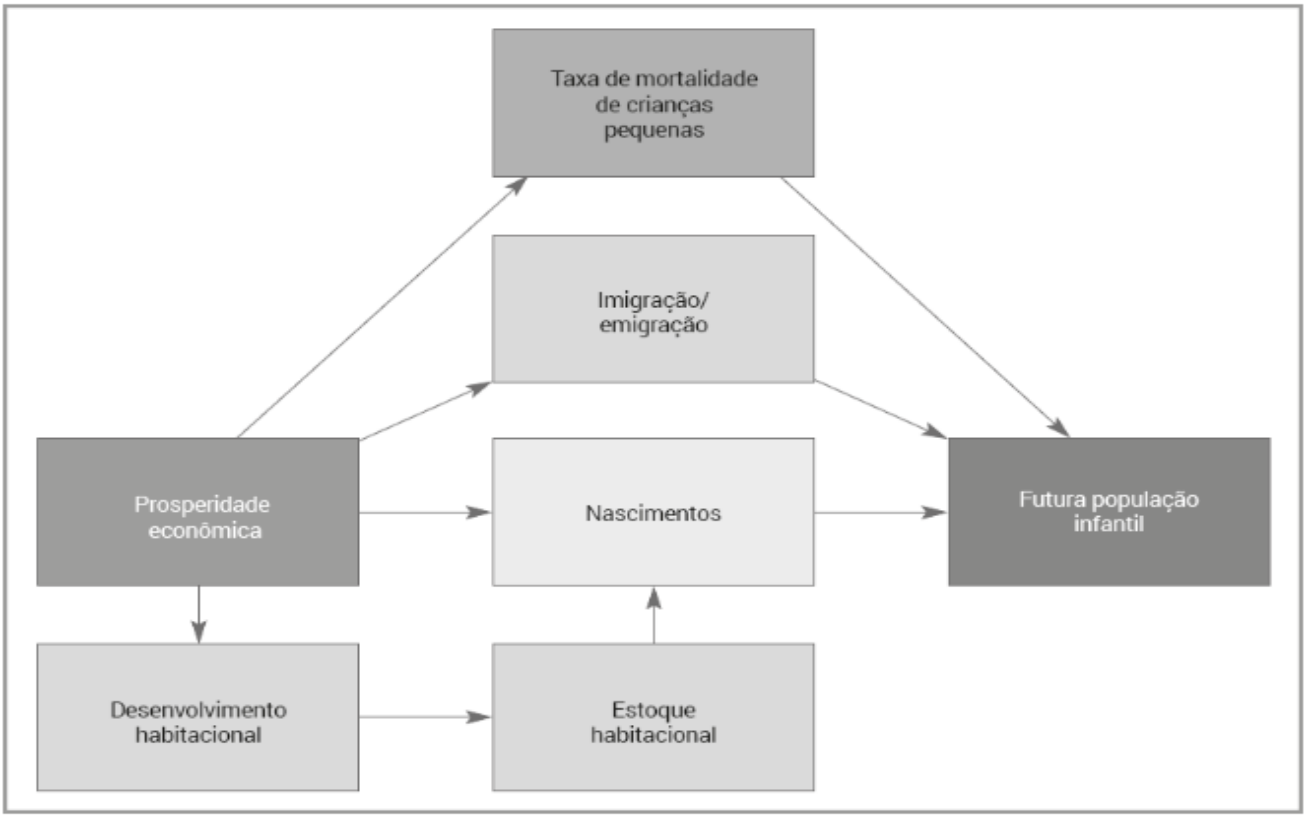


Figura S5.2 Algumas variáveis causais importantes na predição das populações infantis.

ABORDAGENS PARA A PREVISÃO

Há duas abordagens principais para a previsão. Às vezes, os gerentes usam métodos qualitativos baseados em opiniões, na experiência passada e mesmo nas melhores suposições. Há também uma variedade de técnicas quantitativas de previsão disponíveis para ajudar os gerentes a avaliar tendências e relacionamentos causais e a fazer previsões sobre o futuro. Ademais, as técnicas de previsão quantitativa podem ser usadas para modelar dados. Embora nenhuma abordagem ou técnica resulte em previsão exata, uma combinação de abordagens qualitativas e quantitativas pode ser usada com ótimo efeito para integrar pareceres especializados e modelos preditivos.

Métodos qualitativos

Imagine que você seja solicitado a prever o resultado de uma partida de futebol. Simplesmente olhando para o desempenho das equipes nas últimas semanas e extrapolando o resultado, provavelmente você não acertará o resultado. Como em muitas decisões de negócios, o resultado dependerá de diversos outros fatores. Neste caso, a força do oponente, sua formação recente, contusões de jogadores de ambos os lados, localização da partida e até mesmo o clima terão influência sobre o resultado da partida. Uma abordagem qualitativa envolve coletar e avaliar julgamentos, opções, inclusive boas suposições de "especialistas" em fazer previsões. Há várias formas para se fazer isso: abordagem de painel, método Delphi e planejamento de cenário.

Abordagem de painel

Assim como painéis de especialistas em futebol reúnem-se para especular sobre prováveis resultados, também o fazem políticos, líderes empresariais, analistas de mercado de capitais, bancos e linhas aéreas. O painel atua como um grupo de foco e permite que todos falem aberta e francamente. Embora haja grande vantagem de vários cérebros juntos serem melhor do que um, pode ser difícil chegar a um consenso ou, às vezes, as visões de quem fala mais alto ou tem *status* mais elevado predominam (efeito adesão). Embora mais confiável do que as visões de uma pessoa isolada, a abordagem de painel ainda apresenta a fraqueza de que mesmo os especialistas podem estar errados.

Método Delphi[1]

Talvez a abordagem mais conhecida para gerar previsões usando especialistas seja o método Delphi. Esse é um método mais formal, que tenta reduzir as influências dos procedimentos dos encontros face a face. Emprega um questionário que é enviado pelo correio ou por *e-mail* a especialistas. As respostas são analisadas, resumidas e retornam anonimamente para todos os especialistas. Cada membro do grupo é solicitado a reconsiderar sua resposta original à luz das respostas e argumentos elaborados por outros especialistas. Esse processo é repetido várias vezes para concluir com um consenso ou, no mínimo, com uma faixa de decisões mais estreita. Um aperfeiçoamento desta abordagem é atribuir pesos aos indivíduos e suas sugestões, baseados, por exemplo, em sua experiência, seu sucesso anterior com previsões ou visões de terceiros sobre suas habilidades. Os problemas evidentes associados a esse método são como elaborar um questionário adequado, selecionar um painel de especialistas apropriado e tentar lidar com seus vieses inerentes.

Planejamento de cenário

Um método de lidar com situações de incerteza maior ainda é o planejamento de cenário. Geralmente, é aplicado a previsões de longo prazo, novamente usando um painel. Os membros do painel geralmente são solicitados a imaginar vários cenários futuros. Cada cenário pode então ser discutido, e os riscos inerentes, considerados. Diferentemente do método Delphi, o planejamento de cenário não implica necessariamente se chegar a um consenso, mas examinar a possível variedade de opções e planejar para tentar evitar os cenários menos desejados, adotando ações para seguir os mais desejados.

Métodos quantitativos

Há duas abordagens principais para a previsão qualitativa: a análise de séries temporais e as técnicas de modelagem causal.
As séries temporais examinam o padrão de comportamento passado de um único fenômeno ao longo do tempo, levando em consideração as razões para a variação de tendência, de modo a usar a análise para prever o comportamento futuro do fenômeno.
A modelagem causal é uma abordagem que descreve e avalia os relacionamentos complexos de causa e efeito entre variáveis-chave (como na Figura S5.2).

Análise de séries temporais

As séries temporais simples mapeiam uma variável ao longo do tempo e, ao remover as variações subjacentes com causas assinaláveis, usam extrapolação para prever o comportamento futuro. O ponto fraco dessa abordagem é que simplesmente olha o comportamento passado para prever o futuro, ignorando as variáveis causais que são levadas em consideração em outros métodos, como a modelagem causal ou técnicas qualitativas. Por exemplo, suponhamos que uma empresa esteja tentando prever as vendas futuras de um produto. As vendas dos últimos três anos, trimestre a trimestre, são mostradas na Figura S5.3(a). Essa série de vendas passadas pode ser analisada para indicar as vendas futuras. Por exemplo, ao se influenciar a série pode haver uma tendência de aumento linear nas vendas. Se isso for eliminado dos dados, como na Figura S5.3(b), ficamos com uma variação sazonal cíclica. O desvio médio da linha de tendência para cada trimestre pode ser considerado agora para calcular o desvio sazonal médio. O que resta é a variação aleatória das linhas de tendências e de sazonalidades, como na Figura S5.3(c). As vendas futuras podem ser previstas agora como se estivessem dentro de uma faixa em torno de uma projeção da tendência, mais a sazonalidade. A largura da faixa será função do grau da variação aleatória.

Previsão das variações não assinaláveis

As variações aleatórias que restam depois de se eliminarem efeitos de tendências e efeitos sazonais não possuem qualquer causa conhecida ou determinável. Entretanto, isso não significa que não tenham uma causa, apenas que não sabemos qual é essa causa. Todavia, alguma tentativa pode ser feita para prevê-la, mesmo se apenas é pressuposto que os eventos futuros se repetirão, de alguma forma, baseados em eventos passados. Examinamos duas das abordagens mais comuns de previsão, baseadas na projeção do comportamento passado para o futuro. São as seguintes:

■ previsão baseada na média móvel;
■ previsão exponencialmente ajustada.

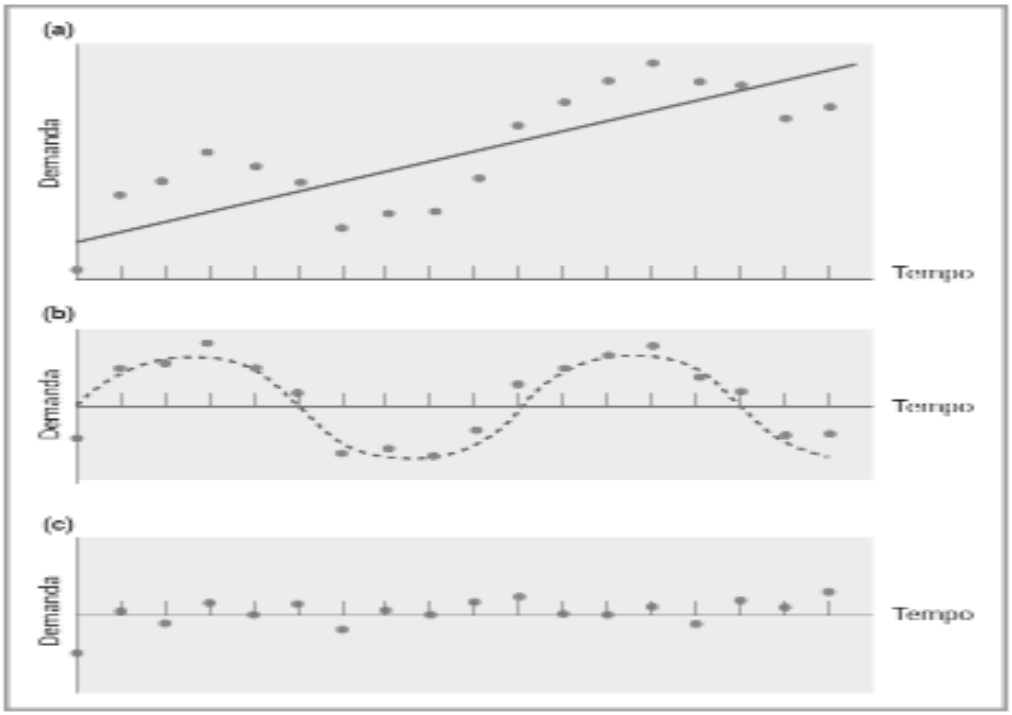


Figura S5.3 Análise de séries temporais com (a) tendência, (b) sazonalidade e (c) variação aleatória.

Previsão baseada na média móvel

Esta abordagem para a previsão considera os dados da demanda real dos *n* períodos anteriores, calcula a demanda média nesses *n* períodos e usa essa média como previsão para a demanda do próximo período. Nenhum dado mais antigo do que o dos *n* períodos tem influência na previsão do período seguinte. O valor de *n* pode ser definido em qualquer nível, mas normalmente está na faixa de 4 a 7.

Exemplo – encomendas da Eurospeed

A Tabela S5.2 mostra a demanda semanal da Eurospeed, empresa de entrega de encomendas em toda a Europa. Ela mede a demanda semanal em termos do número de encomendas que recebe para entregar (sem considerar o tamanho de cada encomenda). Cada semana, a demanda da semana seguinte é prevista considerando a média móvel da demanda real das quatro semanas precedentes. Logo, se a previsão de demanda para a semana *t* for F_t e a demanda real para a semana *t* for A_t, então:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + A_{t-4}}{4}$$

Por exemplo, a previsão para a semana 35 é:

F_{35} = (72.5 + 66.7 + 68.3 + 67.0)/4

= 68,8

Tabela S5.2 Previsão da média móvel calculada sobre um período de quatro semanas

Semana	Demanda real (milhares)	Previsão
20	63,3	
21	62,5	
22	67,8	
23	66,0	
24	67,2	64,9
25	69,9	65,9
26	65,6	67,7
27	71,1	66,3
28	68,8	67,3
29	68,4	68,9
30	70,3	68,5
31	72,5	69,7
32	66,7	70,0
33	68,3	69,5
34	67,0	69,5
35		68,6

Ajuste exponencial (ou "suavizamento exponencial")

Há dois inconvenientes significativos na abordagem de previsão por média móvel. Primeiro, em sua forma básica, atribui peso igual a todos os *n* períodos prévios usados nos cálculos (embora isso possa ser resolvido atribuindo-se pesos diferentes a cada um dos *n* períodos). Segundo, e mais importante, não usa dados fora dos *n* períodos com os quais é calculada a média móvel. Esses dois problemas são resolvidos por *ajuste exponencial*, que também é mais fácil de calcular. A abordagem de ajuste exponencial prevê a demanda no próximo período considerando a demanda real no período atual e a previsão feita anteriormente para o período atual. Faz isso de acordo com a fórmula:

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1 - x)F_{t-1}$$

onde α é a constante de ajuste.

Na verdade, a constante de ajuste α é o peso atribuído à última (e, portanto, considerada a mais importante) informação disponível a quem faz a previsão. Entretanto, a outra expressão na fórmula inclui a previsão para o período atual, que inclui a demanda real do período precedente e assim por diante. Dessa forma, todos os dados prévios têm efeito (mais reduzido quanto mais antigos forem) na próxima previsão.

A Tabela S5.3 mostra os dados para as previsões de encomendas da Eurospeed usando esse método de ajuste exponencial, onde α = 0,2. Por exemplo, a previsão para a semana 35 é:

$$F_{35} = 0{,}2 \times 67{,}0 + 0{,}8 \times 68{,}3 = 68{,}04$$

Tabela S5.3 Previsão ajustada exponencialmente calculada com constante de ajuste α = 0,2

Semana	Demanda real (milhares) (A)	Previsão ($F_t = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$) ($\alpha = 0,2$)
20	63,3	60,00
21	62,5	60,66
22	67,8	60,03
23	66,0	61,58
24	67,2	62,83
25	69,9	63,70
26	65,6	64,94
27	71,1	65,07
28	68,8	66,28
29	68,4	66,78
30	70,3	67,12
31	72,5	67,75
32	66,7	68,70
33	68,3	68,30
34	67,0	68,30
35		68,04

O valor de α determina o equilíbrio entre a *capacidade de resposta* das previsões às mudanças na demanda e a *estabilidade* das previsões. Quanto mais próximo α estiver de zero, mais as previsões serão amortecidas pelas previsões anteriores (não muito sensíveis, porém mais estáveis). A Figura S5.4 mostra os dados de volume da Eurospeed para uma média móvel de quatro semanas, ajuste exponencial com α = 0,2 e com α = 0,3.

Modelos causais

Frequentemente, os modelos causais empregam técnicas para entender a força do relacionamento entre um conjunto de variáveis e o impacto que uma variável exerce sobre a outra. Modelos de regressão simples tentam determinar a expressão de "melhor ajuste" entre duas variáveis. Por exemplo, suponhamos que um fabricante de sorvete esteja tentando prever suas vendas futuras. Depois de examinar a demanda precedente, percebe que a principal influência sobre a demanda na fábrica é a temperatura média da semana anterior. Para entender essa relação, a empresa faz um gráfico da demanda em função das temperaturas da semana anterior. Isso é mostrado na Figura S5.5. Usando esse gráfico, a empresa pode fazer uma previsão razoável da demanda, conhecendo a temperatura média, desde que as outras condições existentes no mercado permaneçam razoavelmente estáveis. Se elas não o forem, então esses outros fatores que influenciaram a demanda precisarão ser incluídos no modelo de regressão, que se torna cada vez mais complexo.

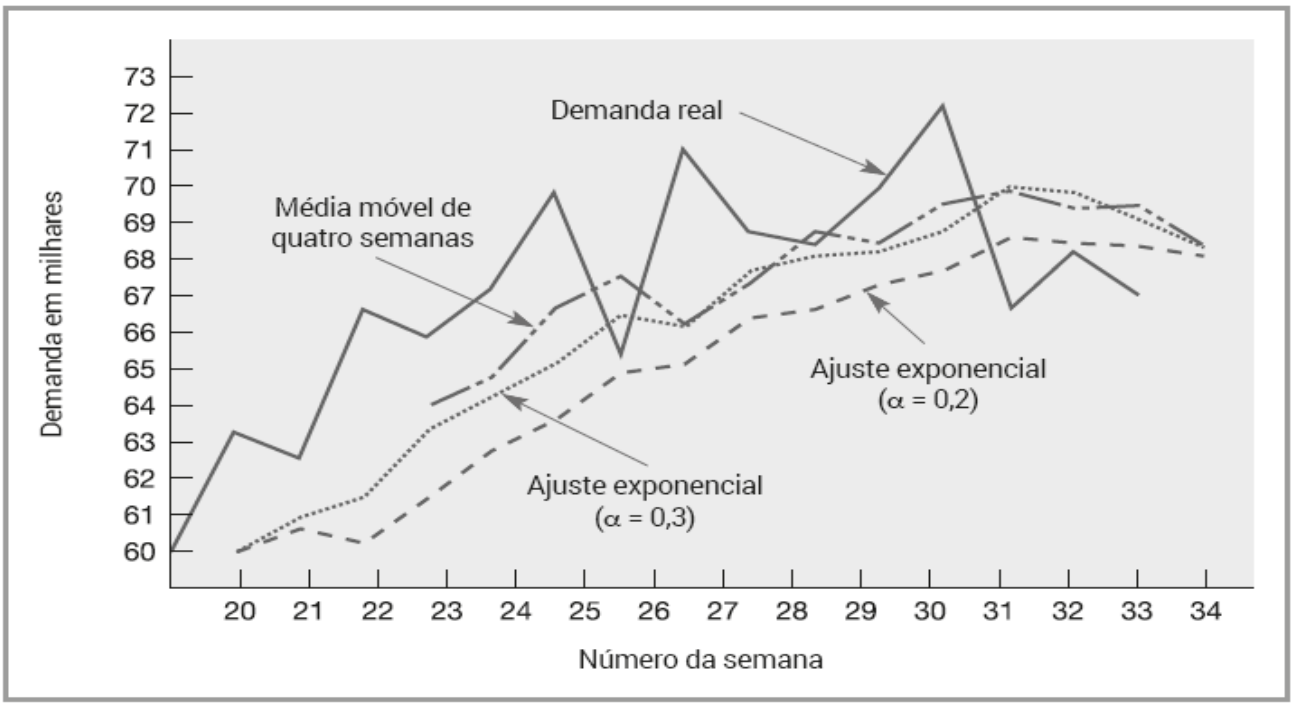


Figura S5.4 Comparação entre previsão baseada na média móvel e ajuste exponencial com a constante de ajuste α = 0,2 e α = 0,3.

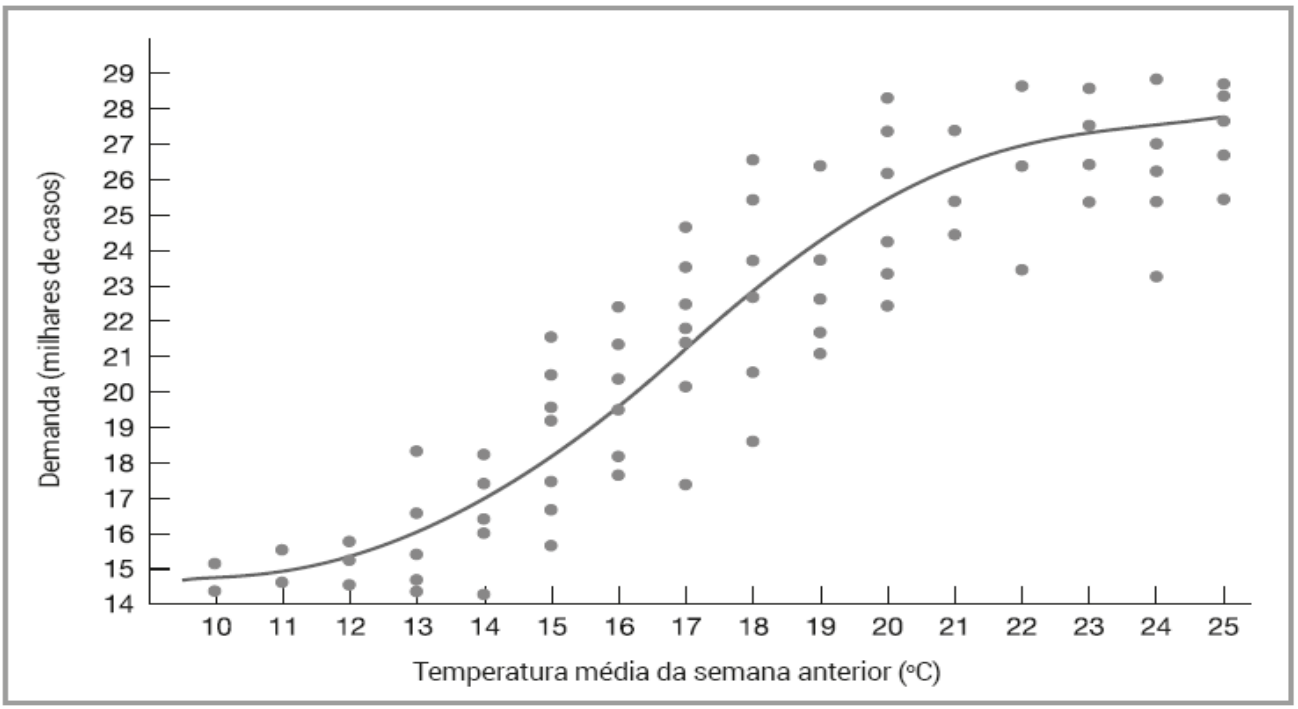


Figura S5.5 Regressão linear mostrando a relação entre temperatura média e demanda da semana anterior.

Esses conjuntos mais complexos compreendem muitas variáveis e relacionamentos, cada um com seu próprio conjunto de suposições e limitações. Embora o desenvolvimento desses modelos e a avaliação da importância de cada um dos fatores e o entendimento da rede de inter-relacionamentos estejam além do escopo deste livro, há muitas técnicas disponíveis para ajudar os gerentes a entender essa modelagem

mais complexa e, também, realimentar o modelo com dados para aperfeiçoá-lo e desenvolvê-lo, em particular a modelagem de equações estruturais.

Desempenho dos modelos de previsão

Os modelos de previsão são amplamente usados na tomada de decisões gerenciais e, de fato, a maioria das decisões requer previsão de algum tipo, embora o desempenho desse tipo de modelo esteja longe de ser impressionante. Hogarth e Makridakis,[2] em uma revisão completa da bibliografia de finanças e gestão aplicadas, mostram que não é bom o desempenho obtido por previsões, tanto usando julgamentos subjetivos como sofisticados métodos matemáticos. Entretanto, o que sugerem é que determinadas técnicas de previsão têm melhor desempenho sob certas circunstâncias. Na previsão a curto prazo há "*considerável inércia na maioria dos fenômenos econômicos e naturais. Logo, os estados atuais de todas as variáveis são preditivos do futuro a curto prazo (*i.e.*, três meses ou menos). Métodos mecanicistas relativamente simples, como os usados nas previsões de séries temporais, em geral, podem fazer previsões detalhadas a curto prazo e mesmo ter melhor desempenho do que abordagens teoricamente elegantes e sofisticadas, usadas em previsões econométricas*".[3]
Os métodos de previsão a longo prazo, embora difíceis de julgar devido ao lapso de tempo decorrido entre a previsão e o evento, parecem ser mais adequados para uma abordagem causal objetiva. Em um estudo comparativo de métodos de previsão de mercado a longo prazo, Armstrong e Grohman[4] concluem que os métodos econométricos oferecem previsões a longo prazo mais exatas do que as opiniões de especialistas ou análises de séries temporais, e que a superioridade de métodos causais objetivos melhora à medida que o horizonte de tempo aumenta.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

HOYLE, R.H. (Ed.). *Structural equation modeling*. Thousand Oaks: Sage, 1995.

Para especialistas.

HYNDMAN, R.J.; ATHANASOPOULOS, G. *Forecasting*: principles and practice. OTexts, 2013. Disponível em: <https://www.otexts.org>.

Muito boa introdução, embora algumas vezes técnica.

MAKRIDAKIS, S.G. Forecasting. 3. ed. New York: Wiley, 2013.

Um clássico.

MARUYAMA, G.M. *Basics of structural equation modeling*. Thousand Oaks: Sage, 1997.

Para especialistas.

SILVER, N. *The signal and the noise*: the art and science of prediction. Harmondsworth: Penguin, 2013.

Livro legível sobre o significado da previsão e da estatística. Um milagre!

PARTE II

PROJETO

6 – Projeto de processos
7 – Arranjo físico e fluxo
8 – Tecnologia de processo
9 – Pessoas na produção

Parte II
PROJETANDO A PRODUÇÃO

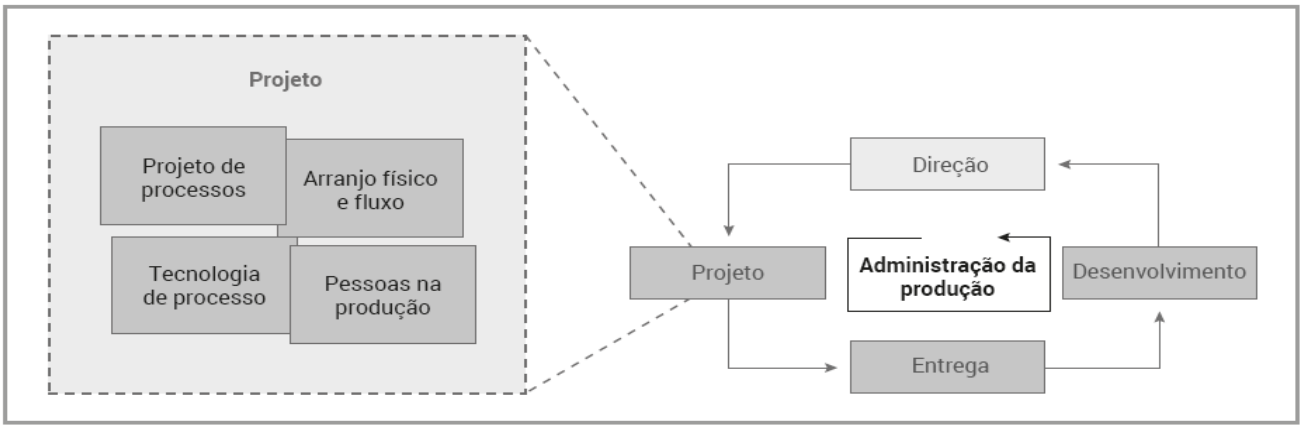
Esta parte do livro examina como são projetados os recursos e os processos da produção. "Projeto" significa como o formato geral e o arranjo físico dos recursos de transformação afetam o fluxo de recursos transformados à medida que prosseguem pela operação, e a natureza desses recursos de transformação. E essa é a ordem como abordamos os quatro aspectos-chave que tratam do projeto da produção. Os capítulos nesta parte são:

• **Capítulo 6: Projeto de processos** – Examina diversos tipos de processo e como são projetados esses "blocos de montagem" da produção.

• **Capítulo 7: Arranjo físico e fluxo** – Examina como diferentes maneiras de arrumar as instalações físicas afetam a natureza do fluxo através da operação.

• **Capítulo 8: Tecnologia de processo** – Descreve como a eficácia da produção é influenciada pelos desenvolvimentos em constante mudança na tecnologia do processo.

• **Capítulo 9: Pessoas na produção** – Examina os elementos da gestão de recursos humanos que são tradicionalmente localizados dentro da esfera da gestão da produção.



6

PROJETO DE PROCESSOS

INTRODUÇÃO

No Capítulo 1, descrevemos como toda a produção consiste em uma coleção de processos (embora esses processos possam ser chamados de "unidades" ou "departamentos") que se interconectam para formar uma rede interna. Cada um dos processos atua como uma versão menor da operação completa da qual eles fazem parte, e os recursos transformados fluem entre eles. Também definimos processo como "um arranjo de recursos e atividades que transformam *inputs* em *outputs* que satisfazem as necessidades do cliente (interno ou externo). Esses são os "blocos de montagem" de todas as operações e, como tal, desempenham um papel vital no modo como a produção opera. É por isso que o projeto de processos é tão importante. A menos que seus processos individuais sejam bem projetados, uma operação não funcionará por completo tão bem quanto poderia. E os gerentes de produção estão na linha de frente que define como os processos são projetados. De fato, todos os gerentes de produção são "projetistas". Quando compram ou rearranjam a posição de um equipamento ou quando mudam o modo de trabalho em um processo, trata-se de uma decisão de projeto porque afeta o formato e a natureza física de seus processos, bem como seu desempenho. Este capítulo examina o projeto de processos. A Figura 6.1 mostra onde esse tópico situa-se dentro do modelo global de administração da produção.

Questões-chave

- O que é projeto de processos?
- Quais objetivos o projeto de processos deve ter?
- Como o volume e a variedade afetam o projeto de processos?
- Como os processos são projetados em detalhe?

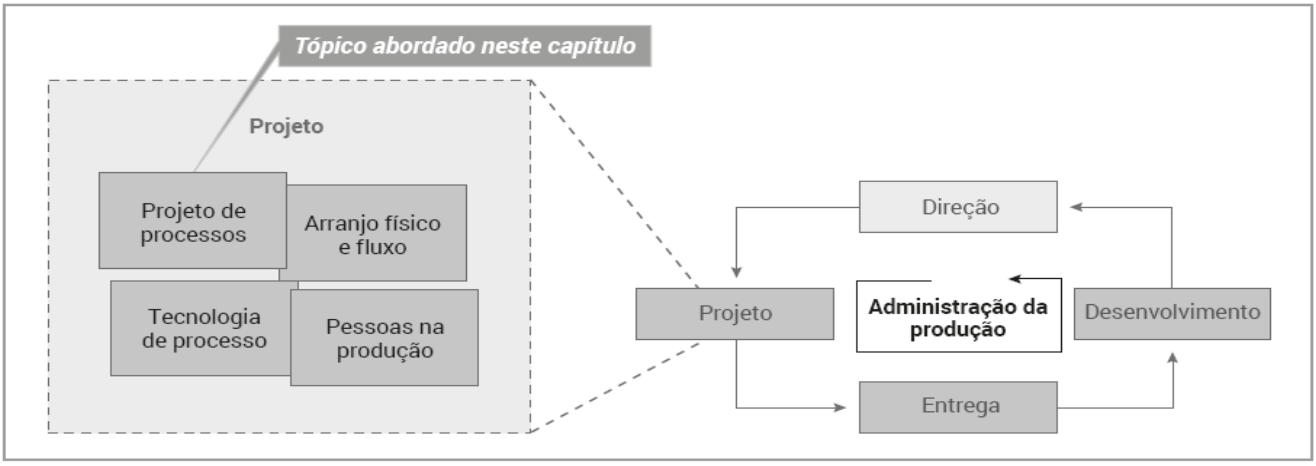


Figura 6.1 Este capítulo examina o projeto de processos.

O QUE É PROJETO DE PROCESSOS?

"Projetar" (conforme explicamos no Capítulo 4) é conceber a aparência, o arranjo e a estrutura de algo *antes de ser criado*. Nesse sentido, é um exercício conceitual. Todavia, é um exercício que precisa conceber uma solução que funcione na prática. Projeto também é uma atividade que pode ser abordada em diferentes níveis de detalhe. Pode-se visualizar a forma geral e a intenção de algo antes de começar a definir detalhes. Isso certamente é verdade para o projeto de processos. No início da atividade de projeto de processos, é importante entender os objetivos do projeto, especialmente no início, quando a forma e a natureza gerais do processo estão sendo decididas. A forma mais comum de fazer isso é posicionar o projeto de acordo com suas características de volume e variedade. Por fim, os detalhes do processo devem ser analisados para assegurar que atenda a seus objetivos com eficácia. Todavia, só se consegue avaliar a viabilidade da forma geral de um processo quando se aprofunda o estudo de seus detalhes. Não pense que isso seja um simples processo sequencial. Aspectos relacionados aos objetivos ou o posicionamento amplo do processo podem ter que ser alterados depois de feita uma análise mais detalhada.

Projeto de processos e projeto de serviços/produtos são inter-relacionados

Frequentemente, tratamos o projeto de serviços e produtos, de um lado, e o projeto dos processos que os produzem, do outro, como se fossem atividades separadas. Todavia, são claramente inter-relacionados. Seria tolice examinar o projeto detalhado de qualquer produto ou serviço sem considerar como ele é produzido. Pequenas mudanças no projeto de produtos e serviços podem ter implicações profundas na forma como a operação, por fim, terá que produzi-los. De modo semelhante, o projeto de um processo pode restringir a liberdade dos projetistas do produto ou serviço para operarem como desejariam (*veja* a Figura 6.2). Isso permanece sempre válido, não importa se a operação está produzindo serviços ou produtos. Entretanto, a sobreposição entre as duas atividades de projeto é, geralmente, maior nas operações que produzem serviços. Em virtude de muitos serviços envolverem o cliente como parte do processo de transformação, o serviço, como o cliente o vê, não pode ser separado do processo ao qual o cliente está sujeito. Sobrepor os projetos de produto e de processo traz implicações para a organização da atividade de projeto, como foi discutido no Capítulo 4. Certamente, quando os projetistas de produtos também têm que criar ou usar as coisas que projetam, podem concentrar sua mente naquilo que é importante. Por exemplo, nos primórdios da aviação os engenheiros que projetavam o avião eram também os pilotos de teste que o levavam ao primeiro voo. Por essa razão, se não houvesse outra, a segurança era um objetivo significativo na atividade de projeto.

Princípio de administração da produção

O projeto de processos não pode ser feito independentemente dos serviços e/ou produtos que neles serão criados.

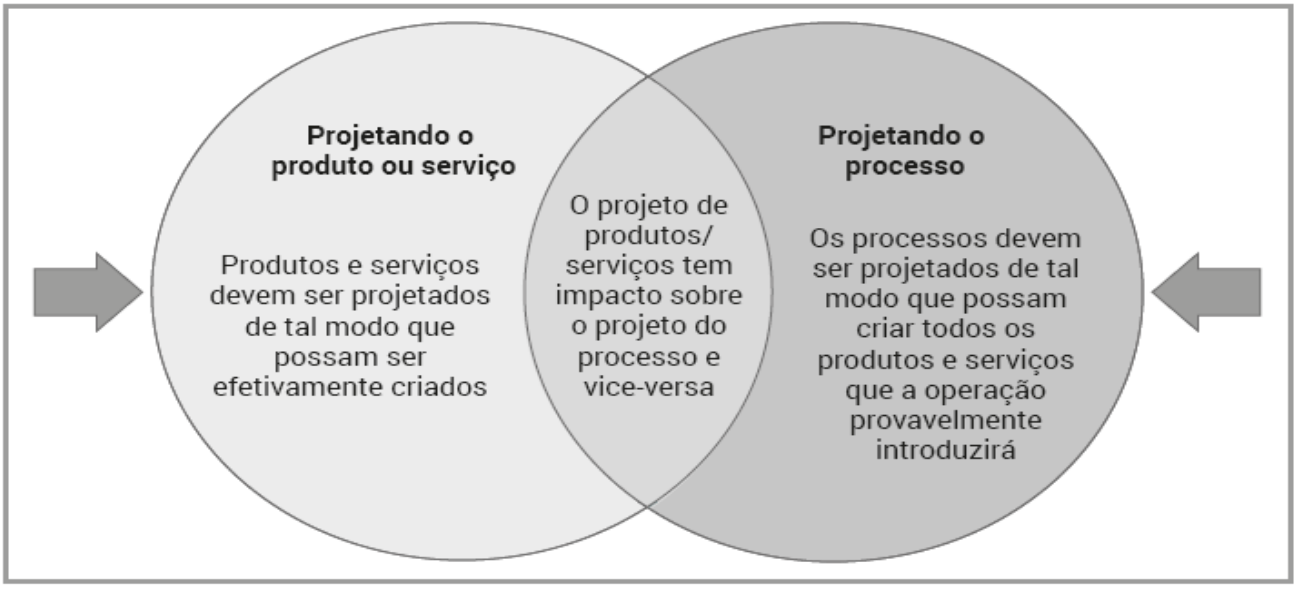


Figura 6.2 O projeto de produtos/serviços e processos são inter-relacionados e devem ser tratados em conjunto.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Aeroporto de Changi[1]

Aeroportos são operações complexas – realmente complexas. Seus processos lidam com passageiros, aeronaves, tripulação, bagagem, carga comercial, alimentação, segurança, restaurantes e inúmeros serviços ao cliente, todos interagindo. Os gerentes de operações, que supervisionam as operações diárias de um aeroporto, devem lidar com as regras e regulamentações da Agência Nacional de Aviação Civil, um grande número de contratos de serviços de aeroporto, geralmente milhares de funcionários com grande variedade de especialidades, as companhias aéreas, que às vezes competem nos pedidos de prioridade de atendimento, os clientes que voam todas as semanas e outros que têm uma família de sete com dois carrinhos de bebê e voam uma vez a cada década. Também seus processos são vulneráveis a interrupções causadas por chegadas atrasadas, mau funcionamento de aviões, clima, greves de trabalhadores a dois continentes de distância, conflitos, terrorismo e vulcões em erupção. Projetar os processos que podem operar sob essas condições deve ser uma das tarefas de operações mais desafiadoras que existem. Então, ganhar prêmios de "Melhor Aeroporto" em atendimento ao cliente e eficiência operacional ano após ano representa uma grande conquista. É isso que conseguiu o Aeroporto de Changi, em Singapura, o sexto mais movimentado do mundo. Importante *hub* aéreo na Ásia, Changi atende mais de 100 companhias aéreas internacionais que voam para umas 300 cidades em cerca de 70 países e territórios em todo o mundo. Ele lida com quase 60 milhões de passageiros ao ano (cerca de dez vezes o tamanho da população de Singapura). Um voo decola ou pousa em Changi aproximadamente uma vez a cada 90 segundos.

Em 2017, Changi planeja abrir seu novo Terminal 4, cujo projeto iniciou em 2013. O novo T4 de US$ 1,03 bilhão deverá administrar cerca de 16 milhões de passageiros por ano e aumentar a capacidade anual de atendimento de passageiros do aeroporto para 82 milhões. Cada etapa do percurso dos clientes através do terminal foi projetada para ser a mais tranquila possível. O objetivo de todos os processos que compõem o terminal é fornecer fluxo rápido, tranquilo e sem interrupções para os passageiros. Cada etapa da jornada do cliente deve ter capacidade suficiente para lidar com a demanda prevista. Um novo

viaduto será construído sobre a avenida do aeroporto, conectando o T4 com o sistema viário de Singapura e permitindo o movimento de carros, ônibus e veículos de uso interno. Dois novos estacionamentos acomodarão até 1.500 veículos. O terminal será conectado internamente aos novos estacionamentos através de conexões cobertas. Assim que chegam ao prédio do terminal de dois andares, os passageiros passam por quiosques e opções automatizadas para *check-in* automático, etiquetagem e remessa de bagagem. Suas malas serão então transportadas para a aeronave através de um avançado e automatizado sistema de manuseio de bagagem. Da mesma forma, opções automatizadas, como a tecnologia de reconhecimento facial, serão usadas nos balcões de imigração e portões de embarque. A tecnologia biométrica e os serviços FAST (*fast and seamless travel* – viagem rápida e sem interrupção) estão sendo implementados no terminal para acelerar o fluxo de passageiros, reduzir a equipe e aumentar a eficiência. Após as verificações de segurança, os passageiros estarão em 15.000 m^2 de espaço para compras em restaurantes, lojas de bebidas, tabaco, perfumaria, cosméticos e outros tipos de comércio. Esse espaço implementará um novo conceito de varejo *walk-through*. Disporá de restaurantes locais, culturais e temáticos, bem como de lojas de varejo. O espaço também terá uma Galeria Central com 300 m de comprimento, que será um espaço aberto envidraçado ligando visualmente as áreas de embarque, *check-in*, chegada e trânsito em todo o terminal. A ênfase no apelo estético do terminal é algo que Changi há muito tempo tem considerado importante. O aeroporto já possui um jardim de borboletas, jardins de orquídeas e girassóis, bem como um lago de carpas.

Os sentimentos dos passageiros que usam o terminal são parte importante do seu projeto. Yam Kum Weng, vice-presidente executivo da CAG, uma das empresas que ajudam a desenvolver o projeto para o novo terminal, disse: "*O T4 abre novos caminhos na experiência de passageiro para os viajantes, garantindo operações regulares e eficientes para as companhias aéreas e agências aeroportuárias. Arquitetonicamente, o projeto do T4 será funcional, e ainda tem sua própria personalidade distinta em comparação com os outros três terminais no Aeroporto de Changi. Nosso foco para o desenvolvimento do T4 estará no seu interior e garantirá que o projeto e o* layout *continuem a ser centrados no passageiro e intuitivo. Oferecerá o que os passageiros querem – uma boa variedade de atrações de lazer, instalações convenientes e ofertas comerciais atraentes*." E com tantas empresas diferentes envolvidas na operação diária do aeroporto, era vital incluir o maior número possível de interessados durante o projeto. Foram realizadas oficinas com várias partes interessadas, entre as quais companhias aéreas, operadores de *ground handling*, agências de imigração e de segurança, operadores de varejo, alimentos e bebidas, bem como outros usuários, para garantir que o projeto do T4 satisfizesse as necessidades de cada parte envolvida. O objetivo era garantir que o T4, quando operacional, pudesse oferecer uma experiência tranquila e agradável para os viajantes e também ser um lugar onde o pessoal se sentisse orgulhoso e motivado para trabalhar.

OBJETIVOS DO PROJETO DE PROCESSOS

O objetivo principal de projeto de processos é assegurar que o desempenho do processo seja apropriado ao que se esteja tentando alcançar. Por exemplo, se uma operação competisse principalmente em sua habilidade de responder rapidamente às solicitações dos clientes, seus processos precisariam ser projetados para oferecer tempos curtos de produção. Isso minimizaria o tempo entre a solicitação pelo cliente de um produto ou serviço e seu recebimento. De modo semelhante, se uma operação competisse com base em preço baixo, os objetivos relacionados a custo provavelmente dominariam seu projeto de

processos. Algum tipo de lógica deve vincular o que a operação como um todo tenta alcançar e os objetivos de desempenho de seus processos individuais. Assim como quando examinamos a inovação de projeto de produto e serviço (*veja* o Capítulo 4), incluiremos a "sustentabilidade" como um objetivo operacional do projeto de processos, embora o tema seja uma questão social muito mais ampla, que faz parte do "resultado triplo" da organização (*veja* o Capítulo 2). Isso está ilustrado na Tabela 6.1.

Princípio de administração da produção

O projeto de qualquer processo deve ser avaliado em termos de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade, custo e sustentabilidade.

Os objetivos de desempenho da produção são traduzidos diretamente em objetivos de projeto do processo, como mostrado na Tabela 6.1. Entretanto, em razão de os processos serem gerenciados em nível bastante operacional, o projeto de processos também precisa considerar um conjunto de objetivos mais "micro" e detalhado. Tais objetivos estão largamente relacionados ao fluxo através do processo. Quando o que estiver sendo "processado" entrar em um processo, haverá progresso por meio de uma série de atividades que o "transformarão" de alguma forma. Entre essas atividades, o objeto de transformação pode ficar em espera no estoque, aguardando para ser transformado por sua próxima atividade. Isso significa que o tempo gasto por uma unidade no processo (tempo de atravessamento) será mais longo do que a soma de todas as atividades de transformação por que tenha passado. Além disso, os recursos necessários às atividades de processo podem não ter sido usados todo o tempo porque nem todas as unidades irão necessariamente requerer as mesmas atividades, e a capacidade de cada recurso pode não atender à necessidade. Portanto, nem as unidades em movimento através do processo nem os recursos que desempenham as atividades podem vir a ser totalmente utilizados. Por isso, a forma como aquelas unidades saíram do processo não deve ser exatamente a mesma forma como entraram no processo. É comum que objetivos de desempenho de fluxo mais "micro" sejam usados para descrever o desempenho de fluxo do processo. Por exemplo:

Tabela 6.1 Impacto dos objetivos de desempenho estratégico nos objetivos e desempenho do projeto de processos

Objetivo de desempenho da operação	Objetivos típicos do projeto de processos	Alguns benefícios do bom projeto de processos
Qualidade	Oferecer recursos apropriados, capazes de atender às especificações do produto ou serviço. Processo isento de erro.	Produtos e serviços produzidos "conforme as especificações". Menos retrabalho e esforço desperdiçado dentro do processo.
Velocidade	Tempo mínimo de atravessamento na produção. Taxa de *output* adequada à demanda.	Tempo curto de espera do cliente. Estoque em processo baixo.
Confiabilidade	Fornecimento de recursos de processo confiáveis Volume e tempos de entrega de *output* do processo confiáveis.	Entregas pontuais de produtos e serviços. Menos interrupção, confusão e reprogramação dentro do processo.
Flexibilidade	Fornecimento de recursos com variedade apropriada de capacidades. Mudança fácil entre os estados do processamento (o que, como e quanto está sendo processado?).	Habilidade de processar ampla variedade de produtos e serviços. Alteração rápida e de baixo custo de produtos e serviços. Alteração rápida e de baixo custo de tempos e volumes. Habilidade de lidar com eventos não esperados (por exemplo, falha de suprimento ou de processamento).
Custo	Capacidade adequada para atender à demanda. Eliminação de desperdícios de processo em termos de capacidade excessiva, capacitação de processo excessiva, atrasos no processo, erros no processo e *inputs* do processo inadequados.	Custos de processamento baixos. Custos de recursos baixos (custos de capital). Custos de atraso e de estoque baixos (custos de capital de giro).
Sustentabilidade	Minimizar o uso de energia. Reduzir o impacto na comunidade local. Produzir visando facilitar a desmontagem.	Menor impacto ambiental e social negativo.

Taxa de atravessamento (ou taxa de fluxo) é a taxa com que as unidades emergem do processo, isto é, o número de unidades passando pelo processo por unidade de tempo.

■ Tempo do ciclo é o recíproco da taxa de atravessamento – é o tempo entre os itens que emergem do processo. O tempo de ciclo é normalmente aplicado a processos "ritmados", como o mover das esteiras das linhas de montagem. É a "batida" ou o tempo de trabalho necessário para atender à demanda.[2]

■ Tempo de atravessamento é o tempo médio que os *inputs* demoram ao se moverem no decorrer do processo e se transformarem em *outputs*.

■ Número de itens no processo (também denominado "trabalho em curso" ou estoque em processo) é como uma média em um período de tempo.

■ Utilização dos recursos do processo é a proporção de tempo disponível em que os recursos dentro do processo estão realizando um trabalho útil.

Princípio de administração da produção

Os objetivos do fluxo do processo devem incluir taxa de atravessamento, tempo de atravessamento, trabalho em curso e utilização de recurso – todos estes fatores se inter-relacionam.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Drive-throughs de lanchonetes *fast-food*[3]

Um dos tipos de processo mais estudados é o "*drive-through* de *fast-food*". A indústria de restaurante de serviços rápidos considera que o primeiro *drive-through* data de 1928, quando Royce Hailey promoveu esse serviço em seu restaurante Pig Stand, em Los Angeles. Os consumidores simplesmente se dirigiam até a porta traseira do restaurante, onde o *chef* entregava-lhes os famosos sanduíches "Barbequed *Pig*". Hoje, os processos *drive-through* são mais sofisticados e muito mais rápidos. Na verdade, existe uma competição intensa para o projeto do processo de *drive-through* mais rápido e confiável. Os *drive-throughs* da rede Starbucks colocaram câmeras estrategicamente posicionadas nos painéis de pedidos de modo que os atendentes possam reconhecer clientes assíduos e começar a preparar seus pedidos antes mesmo que estes sejam feitos. A rede Burger King tem experimentado sistemas de som sofisticados, painéis de cardápio simplificados e embalagens de entrega com visores para garantir a exatidão dos pedidos (não faz sentido a entrega ser rápida se não atender à solicitação do consumidor). Esses detalhes são importantes. A rede McDonald's afirma que suas vendas crescem 1% a cada seis segundos economizados em um *drive-through*. Talvez o experimento mais marcante na melhoria dos tempos de processo de *drive-through* esteja sendo realizado pelo McDonald's nos EUA. Na costa central da Califórnia, a 240 km de Los Angeles, um centro de chamadas atende pedidos remotamente para 40 pontos de venda do McDonald's em todo o país. Os pedidos são então enviados de volta aos restaurantes pela internet e o lanche é montado a apenas alguns metros de onde o pedido foi feito. Talvez isso economize apenas alguns segundos em cada pedido, mas pode aumentar as vendas nos horários mais cheios do dia.

Os itens do menu precisam ser fáceis de ler e entender. Projetar "refeições combinadas" (hambúrguer, batatas fritas e refrigerante), por exemplo, economiza tempo na etapa do pedido. No entanto, itens individuais complexos, que exigem customização de alimentos, podem atrasar o processo, o que está se tornando um problema para os operadores, uma vez que a tendência agora são saladas e sanduíches customizados. Todavia, há sinais de que, acima de uma certa velocidade de serviço, outros aspectos do desempenho do processo tornam-se mais importantes. Como disse um gerente de produção da Taco Bell:

"Você não pode ser realmente muito rápido e arruinar a experiência geral do cliente, pois não estará sendo amigável, não vai gastar o tempo necessário para garantir a precisão nem garantir que os produtos tenham sido montados da forma como você deseja que sejam. Logo, existe um equilíbrio cuidadoso nisso, precisamos examinar continuamente nosso processo de teste para garantir que a embalagem que estamos oferecendo, a montagem do produto, as ferramentas que oferecemos, o treinamento que damos, sejam tais que deem suporte às nossas metas de velocidade atuais, mas nos permitam continuar a melhorar nossa experiência, nossa precisão e nossa amabilidade."

Padronização de processos

Um dos objetivos mais importantes de projeto de processos, especialmente em grandes organizações, diz respeito ao grau de padronização dos projetos de processo. Por padronização, nesse contexto, queremos dizer "fazer as coisas do mesmo modo" ou, mais formalmente, "adotar uma sequência comum de atividades, métodos e uso de equipamentos". É um assunto importante em grandes organizações porque, muito frequentemente, modos diferentes de executar tarefas similares ou idênticas emergem ao longo do tempo em várias partes da organização. Entretanto, por que não permitir diferentes modos de fazer a mesma coisa? Isso daria um grau de autonomia e liberdade para indivíduos e equipes exercitarem seu julgamento. O problema é que permitir numerosos modos de fazer as coisas causa confusão, desentendimentos e, por fim, ineficiência. Nos processos de assistência médica, pode mesmo causar mortes. Por exemplo, o Royal College of Physicians do Reino Unido revelou que havia mais de 100 tipos de gráficos usados para monitorar os sinais vitais dos pacientes nos hospitais da Grã-Bretanha.[4] Isso traz confusão, segundo a organização. Potencialmente, milhares de mortes hospitalares poderiam ser evitadas se médicos e enfermeiros utilizassem um gráfico de leito padronizado. Em razão de os hospitais poderem usar gráficos diferentes, médicos e enfermeiros precisam aprender a ler os novos gráficos quando mudam. O Royal College recomenda que deva haver apenas um gráfico e um processo para todos os funcionários que acompanham as condições do paciente. O professor Derek Bell afirmou: "*Desenvolver e adotar com antecedência um sistema de prevenção padronizado será um dos desenvolvimentos mais significativos em assistência médica na próxima década."*
A padronização é também um objetivo importante no projeto de alguns serviços e produtos, por razões similares (*veja* o Capítulo 4). O dilema prático para a maioria das organizações é como definir a linha entre os processos que precisam ser padronizados e aqueles que podem ser diferentes.

Princípio de administração da produção
Padronizar processos pode fornecer algumas vantagens significativas, mas nem todo processo pode ser padronizado.

Projeto de processos ambientalmente sensível

Conforme as questões de proteção ambiental tornam-se mais importantes, os projetistas de processos precisam levar em consideração as questões "verdes" (sustentabilidade). Em muitos países desenvolvidos, a legislação já fornece alguns padrões básicos. O interesse tem se voltado para alguns assuntos fundamentais:

■ As *fontes de inputs* para um produto ou serviço. (Danificarão as florestas tropicais? Usarão materiais escassos? Explorarão os pobres ou o trabalho infantil?)

■ *Quantidades e fontes* de energia consumidas no processo. (As garrafas de plástico para bebidas consomem mais energia do que as de vidro? O calor desperdiçado deve ser recuperado e usado na criação de peixes?)

■ *Quantidade e tipo de material rejeitado* que é gerado no processo produtivo. (Esses resíduos podem ser reciclados eficientemente ou devem ser queimados ou enterrados em aterros sanitários?)

■ *O ciclo de vida do produto*. (Se um produto tiver vida útil longa, consumirá menos recursos do que um produto de ciclo de vida curto?)

■ *O final do ciclo de vida do produto*. (Será difícil descartar produto de forma ambientalmente segura?)

Os projetistas confrontam-se com *trade-offs* complexos entre esses fatores, embora não seja sempre fácil obter toda a informação necessária para se fazerem as "melhores" escolhas. Para ajudar a tomar decisões mais racionais na atividade de projeto, alguns setores industriais estão fazendo a *análise do ciclo de vida*. Essa técnica analisa todos os *inputs* de produção, o uso do produto e seu descarte final, em termos da energia total usada e de todos os resíduos emitidos. Os *inputs* e os resíduos são avaliados em *cada* etapa da criação de um serviço ou produto, começando com a extração ou a produção de matérias-primas básicas. O caso "Projeto de operação ética da Ecover", apresentado a seguir, demonstra que é possível incluir considerações ecológicas em todos os aspectos do projeto de produtos e processos.

Princípio de administração da produção

O projeto de qualquer processo deve incluir a consideração de questões éticas e ambientais.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Projeto de operação ética da Ecover[5]

Os produtos de limpeza Ecover, como o sabão para máquina de lavar, são ecologicamente famosos. De fato, essa é a razão de ser da empresa. "*Limpamos com carinho*", afirma a Ecover. *"Se você estiver lavando seus lençóis, o chão, as mãos ou os pratos, nossos produtos não contêm aqueles produtos químicos que podem irritar sua pele."* Porém, não só os seus produtos são fundamentados em base ecologicamente sustentável. As fábricas ecológicas da Ecover na França e na Bélgica também assumem seu comprometimento com a sustentabilidade. Quer seja na cobertura de suas fábricas, no uso da energia ou no modo que trata a água usada nos processos de produção, a Ecover indica que faz o melhor para limitar o impacto ambiental. Por exemplo, sua fábrica opera totalmente com eletricidade ecológica – o tipo produzido por geradores eólicos, movidos por marés e outras fontes naturais. O mais importante é que extraem o máximo da energia utilizada ao escolher a iluminação mais eficiente em termos de consumo de energia, usada apenas quando necessário. Embora o maquinário usado nas fábricas seja o padrão da indústria, a empresa mantém baixo seu consumo de energia e água por optar pelo uso de dispositivos de baixo consumo que podem executar múltiplas tarefas e não requerem água para limpá-los. Por exemplo, os motores de suas máquinas podem misturar 25 toneladas de líquido "consumindo não mais do que a energia de alguns ferros de passar roupa". As fábricas "têm um aparelho de pressão tão eficiente para retirar o produto dos contêineres que não se perde nenhuma gota e não há necessidade de enxágue". A Ecover afirma que "*odeia o desperdício, e, por isso, é forte em reciclagem. Mantém o volume da embalagem usada em nível mínimo e*

assegura que qualquer papelão ou plástico empregado posse ser reciclado, reusado ou reaproveitado. É um processo de melhoria contínua; de fato, a empresa desenvolveu recentemente um novo tipo de plástico verde denominado 'Plant-astic', *100% renovável, reutilizável e reciclável – feito da cana-de-açúcar*".

Até o prédio é ecológico. É inteligentemente projetado para acompanhar a movimentação do sol, de leste para oeste, permitindo que a produção ocorra com o máximo de iluminação natural (bom para economizar energia e para as condições de trabalho). O madeiramento da estrutura da fábrica é de pinho e não de madeiras raras, e as paredes são construídas com tijolos fabricados de argila, polpa de madeira e rejeitos minerais. Requerem menos energia para endurecer, além de serem leves, porosos e bons isolantes. Os tetos das fábricas são cobertos por uma erva esponjosa leve do gênero Sedum (uma planta florida, frequentemente usada para cobertura natural) que proporciona isolamento térmico durante todo o ano. De fato, é tão eficaz que as fábricas não necessitam de aquecimento ou ar-condicionado – a temperatura nunca cai abaixo dos 4 °C e nunca sobe acima dos 26 °C.

EFEITO DO VOLUME-VARIEDADE NO PROJETO DE PROCESSOS

No Capítulo 1, vimos como os processos variam, desde a produção de um volume alto (por exemplo, o processamento das transações de cartão de crédito) até a de volume baixo (por exemplo, financiar o controle acionário de um negócio muito complexo). Também vimos que os processos podem variar da produção de uma variedade muito baixa de produtos e serviços (por exemplo, uma usina de geração de eletricidade) a uma variedade muito alta (por exemplo, um escritório de arquitetura). Normalmente, as duas dimensões, volume e variedade, caminham juntas – mas de modo reverso. Assim, as operações de baixo volume, em geral, têm alta variedade de produtos e serviços, e as operações de alto volume têm normalmente baixa variedade de produtos e serviços. Desse modo, há um espectro de baixo volume/alta variedade até alto volume/baixa variedade, no qual podemos posicionar os processos. Em uma única operação, pode haver processos com posições muito diferentes nesse espectro volume-variedade. Por exemplo, comparemos a abordagem adotada em procedimentos médicos durante tratamentos em massa, como programas de imunização em larga escala, com os adotados em cirurgia de transplante, em que o tratamento é projetado especificamente para atender às necessidades de uma pessoa. Em outras palavras, nenhum tipo de projeto de processos é melhor para todos os tipos de exigência em todas as circunstâncias – produtos ou serviços diferentes com diferentes posições de volume-variedade requerem processos também diferentes.

Princípio de administração da produção

O projeto de qualquer processo deve ser governado pelo volume e pela variedade necessários para produzir.

Tipos de processo

A posição de um processo em um espectro volume-variedade molda seu projeto global e a abordagem geral para gerenciar suas atividades. Essas "abordagens gerais" para projetar e gerenciar processos são denominadas tipos de processo. Diferentes termos são usados para identificar os tipos de processo, dependendo de serem predominantemente processos de produção ou de serviço, e há alguma variação nos termos usados. Por exemplo, não é incomum encontrar termos de "manufatura" usados em setores

de serviço. A Figura 6.3 ilustra como esses "tipos de processo" são usados para descrever posições diferentes no espectro volume-variedade.

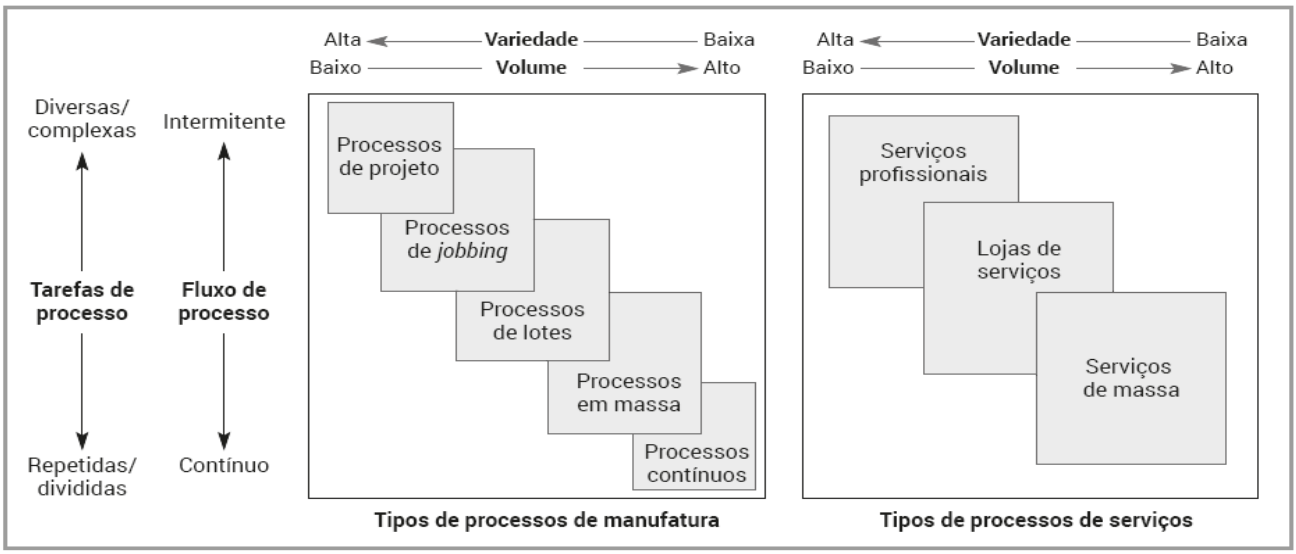


Figura 6.3 Tipos diferentes de processo implicam características diferentes de volume-variedade para o processo.

Processos de projeto

Os processos de projeto lidam com produtos muito específicos, normalmente bastante customizados; frequentemente, com uma escala de tempo relativamente longa entre a conclusão de cada item, em que cada tarefa tem início e fim bem definidos. Os processos de projeto têm baixo volume e alta variedade. As atividades envolvidas no processo podem ser mal definidas e incertas. Os recursos de transformação podem ter que ser organizados especialmente para cada item (porque cada item é diferente). O processo pode ser complexo, em parte porque as atividades de tais processos frequentemente envolvem discernimento significativo para agir conforme o julgamento profissional. Exemplos de processos de projeto incluem projeto de *software*, produção de filme, a maioria das empresas construtoras e operações de fabricação de grandes obras, como as de fabricação de turbogeradores.

O enorme canteiro de obras mostrado na figura é um processo de projeto. Cada "item" (prédio) é diferente e impõe diferentes desafios para aqueles que executam o processo (engenheiros civis).

Processos de jobbing

Os processos de *jobbing* também lidam com alta variedade e baixos volumes. Entretanto, enquanto em processos de projeto cada produto tem recursos dedicados mais ou menos exclusivamente a ele, em processos de *jobbing* cada produto deve compartilhar os recursos de operação com muitos outros. Os recursos processarão uma série de itens, mas, embora cada item exija atenção similar, podem diferir em suas necessidades específicas. Muitos *jobs* provavelmente nunca serão repetidos. Novamente, os processos de *jobbing* podem ser relativamente complexos; embora geralmente produzam produtos fisicamente menores, às vezes, requerendo habilidade considerável, são processos que frequentemente envolvem menos circunstâncias imprevisíveis. Exemplos de processos de *jobbing* são alfaiates que trabalham com roupas sob medida, muitas operações de engenharia de precisão, como ferramentarias especializadas, oficinas de restauração de móveis e gráficas que imprimem ingressos para um evento social local.

Este marceneiro está usando uma tecnologia de corte de madeira de uso geral para fabricar um produto para um cliente individual. O próximo produto fabricado será diferente (embora talvez similar) para um cliente diferente.

Processos em lotes ou bateladas

Os processos em lotes podem, frequentemente, ser parecidos com os processos de *jobbing*, mas não têm o mesmo grau de variedade. Como o nome indica, um processo em lotes produz mais de um item por vez. Portanto, cada parte do processo tem períodos em que há repetição, pelo menos enquanto o "lote" está sendo processado. Se o tamanho do lote for de apenas dois ou três itens, será pouco diferente do *jobbing*. Inversamente, se os lotes forem grandes e, especialmente, se os produtos forem familiares à operação, os processos de lote poderão ser bastante repetitivos. Por isso, o tipo de processo em lotes pode ser encontrado em amplos níveis de volume-variedade. Exemplos de processos em lotes são a fabricação de máquinas-ferramentas, a produção de alguns alimentos congelados especiais e a fabricação da maioria das peças componentes que entram em uma linha de montagem de produção em massa, como automóveis.

VezzaniPhotography | iStockphoto

Nesta cozinha, o alimento está sendo preparado em lotes. Todos os lotes passam pela mesma sequência (preparação, cozimento e armazenagem), mas cada lote é de um prato diferente.

Processos de produção em massa

Os processos de produção em massa são os que produzem bens em alto volume e em variedade relativamente baixa (baixa em termos de seus aspectos fundamentais – um processo de linha de montagem de automóveis pode produzir milhares de carros diferentes, embora essa variedade não afete o processo de produção básico). Geralmente, as atividades dos processos de produção em massa são repetitivas e largamente previsíveis. Exemplos desses processos são a produção de alimentos congelados, as linhas de embalamento automáticas, as montadoras de automóveis, as fábricas de televisão e a produção de DVD.

RainerPlendl | iStockphoto

A montadora de automóveis é a ideia que todos têm de um processo em massa. Cada produto é quase o mesmo (mas não igual) e é fabricado em grandes quantidades.

Processos contínuos

Os processos contínuos têm volumes maiores e, geralmente, menor variedade do que os processos de produção em massa. Usualmente, operam por períodos de tempo mais longos. Às vezes são literalmente contínuos, posto que seus produtos são inseparáveis e produzidos em fluxo contínuo. Frequentemente,

têm tecnologias intensivas em capital inflexíveis, com fluxo altamente previsível e, embora os produtos possam ser estocados durante o processo, sua característica predominante é de fluxo contínuo de uma parte do processo a outra. São exemplos de processos contínuos centrais de tratamento de água, refinarias petroquímicas, usinas de eletricidade, siderúrgicas e certas fábricas de papel.

LiuNian | iStockphoto

Esta estação contínua de tratamento de água quase nunca para (somente para manutenção), e realiza apenas uma tarefa (filtrar as impurezas). Geralmente, o processo só é notado se ele apresentar problemas.

Serviços profissionais

Os serviços profissionais são processos de alto contato, em que os clientes despendem tempo considerável no processo do serviço. Esses serviços proporcionam altos níveis de customização (o processo é altamente adaptável para atender às necessidades individuais dos clientes). Os serviços profissionais tendem a ser baseados em pessoas, não em equipamentos, e geralmente os funcionários são criteriosos ao servir aos clientes. Esses serviços são operados por consultores de administração, advogados, arquitetos, cirurgiões, auditores, inspetores de saúde e segurança e algumas operações de manutenção na área de computação.

Pinkypills| iStockphoto

Aqui, consultores preparam-se para iniciar um trabalho de consultoria. Eles estão discutindo como poderiam abordar os diversos estágios do trabalho, do conhecimento da natureza real do problema até a implementação de suas soluções recomendadas. Este é um mapa do processo, embora de nível bem alto. Ele orienta a natureza e a sequência das atividades dos consultores.

Lojas de serviços

As lojas de serviços têm níveis de volume e variedade (e contato com o cliente, customização e discrição dos funcionários) entre os extremos de serviços profissionais e de serviços em massa (*veja* o parágrafo seguinte). O serviço é fornecido via compostos de atividades de linha de frente e de retaguarda. As lojas de serviço podem ser bancos, lojas em ruas de comércio, operadoras de turismo, locadoras de veículos, escolas, a maioria dos restaurantes, hotéis e agências de viagem.

A academia mostrada na figura possui pessoal de linha de frente que oferece orientação sobre os programas de exercícios e outros tratamentos. Para manter um serviço confiável, o pessoal precisa seguir processos definidos a cada dia.

Serviços em massa

Os serviços em massa compreendem muitas transações com clientes, envolvendo tempo de contato limitado e pouca customização. Normalmente o pessoal tem uma divisão de trabalho relativamente definida e segue procedimentos estabelecidos. Serviços de massa incluem supermercados, redes nacionais de estradas de ferro, aeroportos, serviços de telecomunicações, bibliotecas, emissoras de televisão, serviço de polícia e balcão de informações em uma empresa de utilidade pública. Por exemplo, um dos tipos mais comuns de serviços em massa são os *call centers*, adotados por quase todas as empresas que lidam diretamente com clientes. Lidar com um volume elevado de consultas demanda certa estruturação do processo de comunicação com os clientes, o que em geral é feito por meio de um processo de consulta cuidadosamente planejado (às vezes conhecido como *script*).

lensmen | iStockphoto

Este é um centro de gestão de contas em um banco. Ele cuida de milhares de solicitações de clientes a cada dia. Embora cada solicitação de cliente seja diferente, todas elas são do mesmo tipo – envolvendo contas de clientes.

Comentário crítico

Embora a ideia de tipos de processo possa ser útil, pode ser também simplista. Na realidade, não há fronteira clara entre tipos de processo. Por exemplo, muitos alimentos processados são fabricados com processos de produção em massa, embora em lotes. Assim, um "lote" de um tipo de biscoito pode estar acompanhado do "lote" de um biscoito um pouco diferente (talvez com embalagem diferente), seguido por outro etc. Essencialmente, isso é ainda um processo de produção em massa, mas não uma versão tão pura de processamento em massa, como um processo de fabricação que produz apenas um tipo de biscoito. Da mesma forma, as categorias de processos de serviço são, de algum modo, pouco distintas. Por exemplo, um varejista especializado em câmeras fotográficas seria normalmente categorizado como uma loja de serviços, embora preste aos clientes orientação técnica, às vezes altamente especializada. Naturalmente, não é serviço profissional como uma consultoria, mas possui elementos de um processo de serviço profissional em seu projeto. Assim é porque as características de volume-variedade de um processo são, às vezes, vistas como uma forma mais realista de descrever processos. A matriz produto-processo descrita a seguir adota essa abordagem.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Sands Films Studio, fabricantes de figurino em *jobbing*[6]

Muitos filmes ou programas de televisão montados em qualquer período, exceto nos dias atuais, precisam de figurinos para seus atores. E a maioria dos filmes tem muitos personagens, então isso significa muito vestuário. Dê uma olhada na Sands Films Studio em Londres e você verá uma confecção bem estabelecida e permanente. Também verá um típico processo de "*jobbing*". A Sands Films oferece uma ampla gama de serviços de guarda-roupa e figurino. Seus clientes são as produtoras de cinema, teatro e TV, cada uma das quais com requisitos e restrições de tempo diferentes. E, como cada projeto é diferente e tem exigências diferentes, os trabalhos da oficina vão desde fazer simplesmente um único traje até fornecer uma grande variedade de trajes e apetrechos projetados especialmente para um período de produção prolongado. A produção inclui a maioria dos processos normais de costura, como corte, tingimento e impressão, até serviços especializados diversos, como criação de espartilho e crinolina, assim como chapéus. Durante o processo de projeto e criação, os atores visitam constantemente a confecção, que tem sido chamada de

"caverna de Aladim" dos figurinos teatrais. "*É realmente aí que os atores se deparam com seu personagem pela primeira vez, e é um processo fascinante de assistir*", como disse Olivier Stockman, diretor administrativo da empresa. A criação de um figurino só pode começar depois que um projeto foi aprovado e um figurinista escolhido, embora as discussões com a confecção possam ter começado antes disso. Quando o orçamento e o calendário foram acordados, o *designer* pode começar a apresentar ideias e o projeto acabado para a confecção. E embora os processos na confecção estejam bem estabelecidos, cada traje requer habilidades diferentes e, portanto, segue etapas diferentes.

Matriz produto-processo

O método mais comum de ilustrar o relacionamento entre uma posição de volume-variedade do processo e suas características de projeto é mostrado na Figura 6.4. Frequentemente denominado "matriz produto-processo",[7] pode, de fato, ser usado para qualquer tipo de processo, seja produzindo produtos ou serviços. A ideia básica da matriz produto-processo é que muitos dos elementos mais importantes do projeto do processo são fortemente relacionados à posição de volume-variedade do processo. Assim, para qualquer processo, as tarefas de que se encarrega, o fluxo de itens através do processo, o arranjo físico de seus recursos, a tecnologia que usa e o projeto das tarefas são fortemente influenciados por sua posição de volume-variedade. Isso significa que a maioria dos processos deve ficar próxima à diagonal da matriz que representa o "ajuste" entre o processo e sua posição de volume-variedade. Isso é denominado diagonal "natural" ou "linha de ajuste".

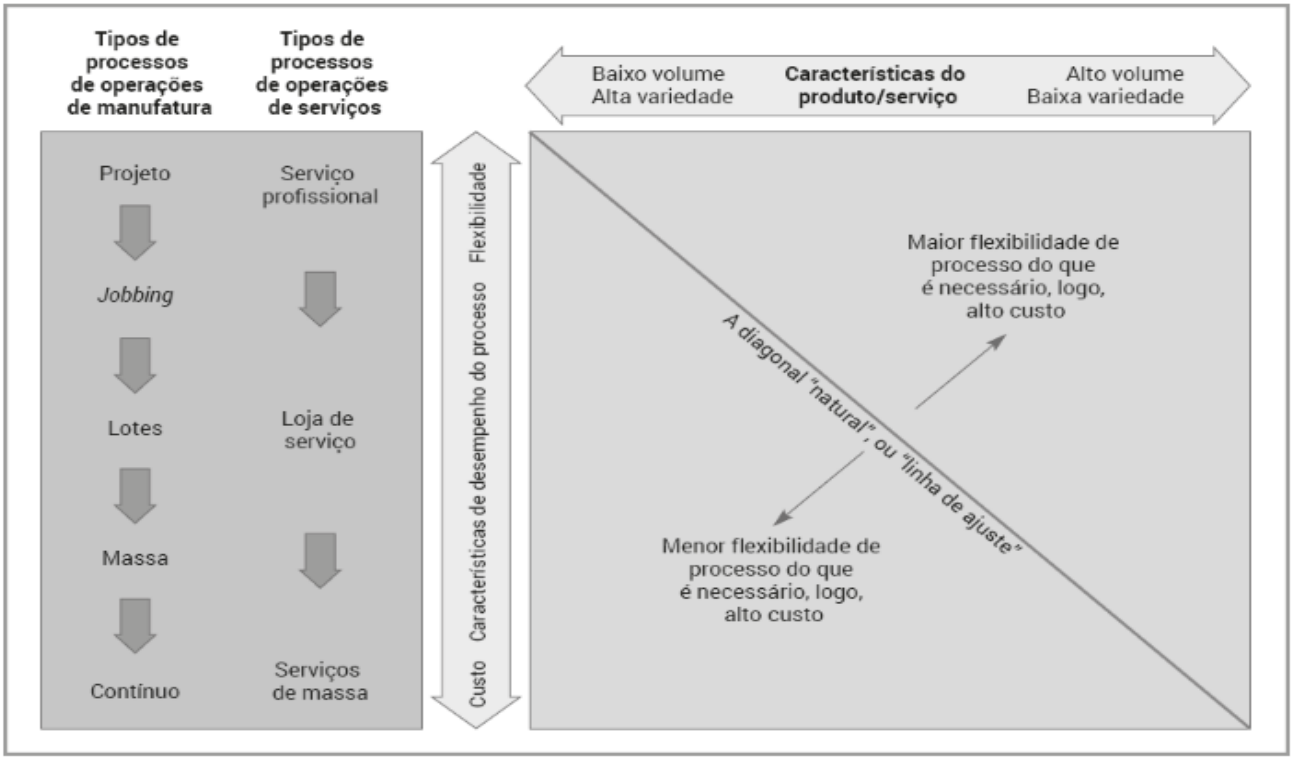


Figura 6.4 Desvios da diagonal "natural" na matriz produto-processo têm consequências para o custo e a flexibilidade.

Fonte: Baseada em Hayes e Wheelwright.[7]

Distanciando-se da diagonal natural

Um processo situado na diagonal natural da matriz mostrada na Figura 6.4 normalmente terá custos operacionais menores do que outro com a mesma posição de volume-variedade situado fora da diagonal. Isso ocorre porque a diagonal representa o projeto de processos mais apropriado para qualquer posição de volume-variedade. Os processos que estão à direita da diagonal "natural" estariam, normalmente, associados a volumes menores e a maior variedade. Isso significa que devem ser mais flexíveis do que parece ser exigido por sua posição real de volume-variedade. Isto é, não estão tirando vantagem de sua habilidade de padronizar suas atividades. Em razão disso, seus custos provavelmente serão maiores do que seriam com um processo que estivesse mais próximo à diagonal. Inversamente, os processos que estão à esquerda da diagonal adotam uma posição que, normalmente, seria usada para processos de maior volume e de menor variedade. Assim, os processos serão "superpadronizados" e, provavelmente, também inflexíveis por sua posição de volume-variedade. Essa falta de flexibilidade também pode ocasionar maiores custos, porque o processo não será capaz de mudar de uma atividade para outra tão prontamente quanto um processo mais flexível.[8] Portanto, uma primeira etapa para examinar o projeto de um processo existente é verificar se ele está na diagonal natural da matriz produto-processo. A posição de volume-variedade do processo pode ter mudado sem alteração correspondente em seu projeto. Como alternativa, as mudanças no projeto podem ter sido introduzidas sem considerar sua adequação à posição de volume-variedade do processo.

Princípio de administração da produção

Distanciar-se da "diagonal natural" da matriz produto-processo acarretará excesso de custo.

Exemplo

A unidade de "instalação de medidores" de uma companhia de fornecimento de água instalava e consertava hidrômetros. Cada trabalho de instalação podia variar significativamente porque as exigências de cada cliente variavam e os medidores precisavam ser ajustados para diferentes sistemas de tubulação. Quando um cliente solicitava uma instalação, um supervisor examinava seu sistema hidráulico e informava à equipe de instalação. Era feita uma programação para um funcionário visitar a casa do cliente e instalar um medidor. Depois, a empresa decidiu instalar um novo hidrômetro remoto "padronizado" para substituir a ampla variedade de hidrômetros existentes. Esse novo medidor foi projetado para tornar a instalação mais fácil, por incluir acoplamentos de encaixe rápido que reduziam o corte e o encaixe dos canos durante esse trabalho. Como piloto, foi também decidido priorizar os clientes que possuíam hidrômetros mais antigos e fazer testes para avaliar como o novo medidor funcionaria na prática. Todos os outros aspectos do processo de instalação foram deixados como estavam. Entretanto, após os novos medidores serem introduzidos, os custos de instalação foram muito maiores do que o previsto e os instaladores ficaram frustrados pelo desperdício de tempo e pelo trabalho de instalação agora relativamente padronizado. Por conseguinte, a empresa decidiu mudar seu processo. Eliminou a etapa de levantamento da situação existente porque, usando o novo medidor, 98% das instalações poderiam ser ajustadas em uma visita, reduzindo a interrupção de fornecimento de água ao cliente. Também significativo foi que instaladores altamente qualificados não eram mais necessários e, assim, as instalações poderiam ser feitas por mão de obra mais barata.

Esse exemplo está ilustrado na Figura 6.5. A posição inicial do processo de instalação situa-se no ponto A. A unidade de instalação deveria instalar uma grande variedade de hidrômetros em diversos sistemas hidráulicos. Isso necessitava de uma etapa de levantamento a fim de se avaliar a natureza do trabalho e o uso de mão de obra especializada para lidar com tarefas complexas. A instalação do novo tipo de medidor mudou a posição de volume-variedade para o processo ao reduzir a variedade de tarefas enfrentadas pelo processo e aumentar o volume que deveria tratar. Entretanto, o processo não foi mudado e, assim, o projeto do processo era apropriado para sua antiga posição de volume-variedade, mas não para a nova. Com isso, havia se movido para o ponto B da Figura 6.5. Ele estava fora da diagonal, com flexibilidade desnecessária e custos operacionais elevados. Redesenhar o processo para tirar proveito da variedade e da complexidade reduzidas da tarefa (posição C da Figura 6.5) permitiu que a instalação fosse feita com muito mais eficiência.

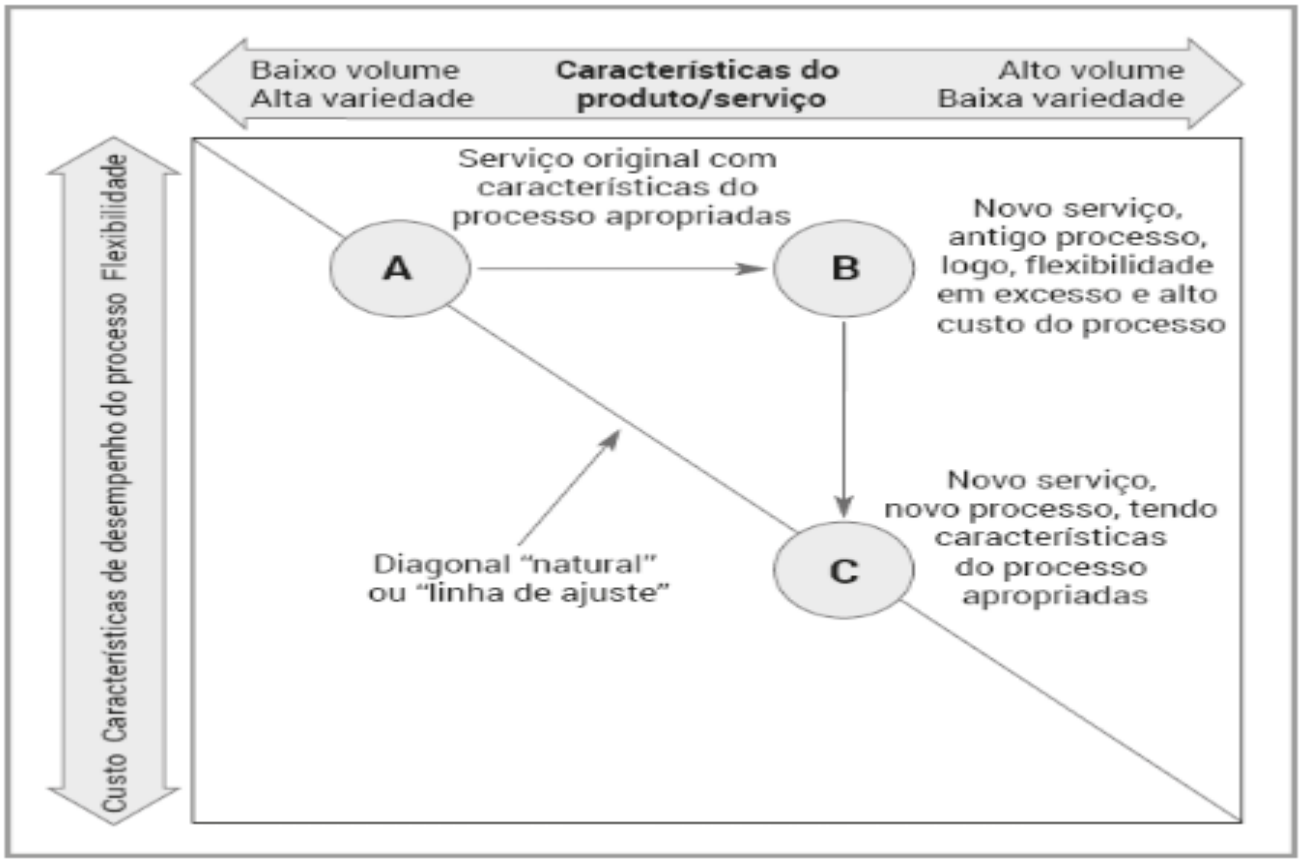


Figura 6.5 Matriz produto-processo com posições do processo baseadas do exemplo do hidrômetro.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Processos de construção de casas da Space4[2]

A produtividade no setor de construção civil é um problema. Embora a maioria dos setores tenha obtido ganhos de produtividade às vezes espetaculares, a construção civil, na verdade, está ficando menos produtiva. Para aumentar o problema, uma combinação de crescimento populacional e urbanização rápida significa que, em muitos países, a demanda por habitação aumenta rapidamente. Porém, algumas empresas estão tentando remediar isso pela adoção de novos métodos de produção. A Space4 é uma delas.

Ela é uma divisão da Persimmon, maior construtora de casas do Reino Unido. Sua imensa fábrica em Birmingham (Reino Unido) contém o que alguns acreditam que seja o futuro da construção de casas. É mais o que você esperaria da forma como um automóvel fosse fabricado. Tem uma linha de produção cujos 90 operadores, muitos dos quais com experiência em linha de montagem de automóveis, são capazes de produzir paredes de madeira que formam a parte exterior das novas casas à taxa de uma casa por hora. No processo de produção, sistemas eletrônicos automatizados, de última geração, controlam todas as facetas da operação assegurando que a programação e as operações sejam pontuais e precisas. Há um vínculo direto entre os sistemas CAD (*Computer Aided Design*) que projetam as casas e os processos de fabricação que as fabricam, reduzindo o tempo entre projeto e fabricação. O próprio maquinário incorpora rotinas de manutenção preditivas e preventivas que minimizam as chances de interrupções inesperadas.

Entretanto, nem tudo nesse processo depende de automação. Em razão da experiência em linha de montagem de automóveis, os funcionários estão habituados com a cultura da moderna produção em massa *just-in-time* de alta eficiência. Após a produção, as paredes são empilhadas até a altura de três metros e, depois, são levadas por guindaste aos caminhões que as transportam aos locais de construção em todo o Reino Unido. Uma vez os painéis cheguem a esses locais, a força de trabalho da construção pode montar o exterior da nova casa de 112 m^2 (tamanho médio) em apenas um dia. Visto que a estrutura externa da casa poder ser construída em algumas horas e depois receber uma cobertura à prova de intempéries, funcionários passam a trabalhar na parte interna, como encanadores e eletricistas, uma vez que já há um ambiente seguro e seco, independentemente das condições externas. Além disso, o processo de produção automatizado utiliza um tipo de tecnologia de alta precisão que aponta menor número de erros no processo de construção. Isso significa que o processo de aprovação da autoridade municipal leva menos tempo. Esse processo, afirma a Space4, agiliza o tempo total de construção de 12 a 14 semanas para oito a dez semanas.

PROJETO DETALHADO DE PROCESSOS

Depois que o projeto geral de um processo foi determinado, suas atividades individuais precisam ser configuradas. Em sua versão mais simples, o projeto detalhado de um processo implica identificar todas as atividades individuais que são necessárias para atender aos objetivos do processo, decidir a sequência na qual serão executadas e quem vai executá-las. Sem dúvida, haverá algumas restrições. Algumas atividades precisam ser executadas antes de outras, e algumas atividades só podem ser realizadas por certas pessoas ou máquinas. Todavia, para um processo de tamanho razoável, o número de projetos alternativos de processo é geralmente alto. Isso significa que o projeto de processos é executado com frequência por meio de alguma abordagem visual simples, como o mapeamento de processo.

Mapeamento de processo

O mapeamento de processo envolve simplesmente descrever os processos em termos de como as atividades relacionam-se entre si. Há muitas técnicas que podem ser usadas para *mapeamento do processo* (*blueprinting* de processo ou análise de processo, como às vezes é denominado). Entretanto, todas as

técnicas identificam os diferentes *tipos* de atividades que ocorrem durante o processo e mostram o fluxo de materiais, pessoas ou informações que o percorrem.

Símbolos do mapeamento do processo

Os símbolos do mapeamento do processo são usados para classificar os diferentes tipos de atividade. Embora não haja um conjunto universal de símbolos utilizado em todo o mundo para qualquer tipo de processo, existem alguns que são comumente usados. A maior parte deles deriva dos primórdios da administração "científica" há mais de um século (*veja* o Capítulo 9), ou mais recentemente do fluxograma da tecnologia da informação (TI). A Figura 6.6 mostra os símbolos que utilizaremos aqui.

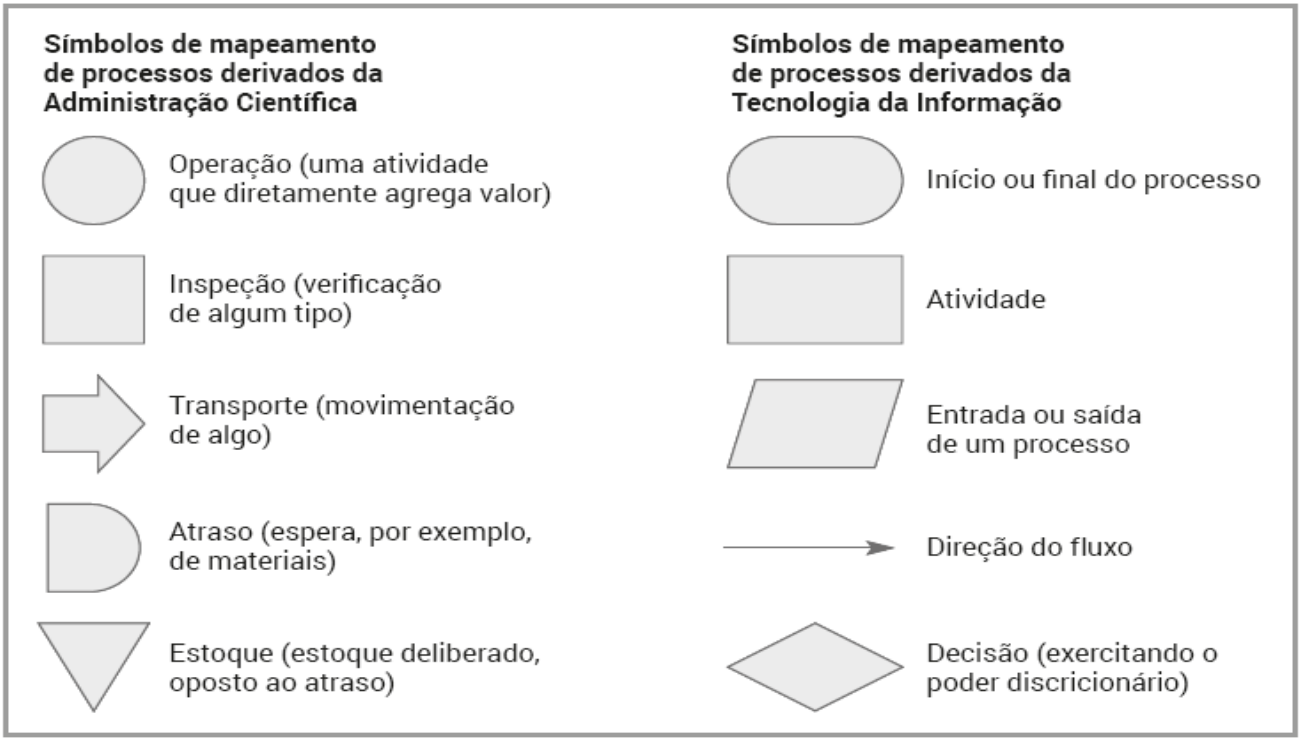


Figura 6.6 Alguns símbolos comuns de mapeamento do processo.

Esses símbolos podem ser dispostos em ordem, em série ou em paralelo para descrever qualquer processo. Por exemplo, a Figura 6.7 mostra um dos processos usados em uma operação de iluminação de teatro. A empresa aluga equipamento de iluminação e efeitos de palco para companhias teatrais e promotores de eventos. As chamadas telefônicas dos clientes são encaminhadas ao técnico da oficina. Após discutir suas exigências, o técnico verifica o arquivo de disponibilidade de equipamento para ver se ele pode ser fornecido do próprio estoque da empresa nas datas exigidas. Se o equipamento não estiver disponível, pode-se indagar aos clientes se eles desejam que a empresa tente obtê-lo de outros possíveis fornecedores. Essa oferta depende de quão ocupados e quão solícitos são os técnicos de atendimento. Às vezes, os clientes declinam da oferta e um "Folheto de Orientação" é enviado a eles. Se o cliente desejar uma busca, o técnico contatará fornecedores potenciais em uma tentativa de encontrar o equipamento disponível. Se a busca não for bem-sucedida, o cliente é informado, mas se algum equipamento for localizado, é reservado para entrega na sede da empresa. Se o equipamento não for entregue das próprias

oficinas da empresa, ele fica reservado no arquivo de disponibilidade do equipamento e, um dia antes, é solicitado um "carrinho de *kit*" que é levado à oficina onde todo o equipamento requisitado é montado, levado de volta à oficina, verificado e, se algum equipamento estiver defeituoso, ele é consertado nesse ponto. Depois disso, é embalado em caixas especiais e entregue ao cliente.

Princípio de administração da produção
O mapeamento do processo é necessário para expor a realidade do comportamento do processo.

Diferentes níveis de mapeamento de processo

Para um processo grande, pode ser complexo desenhar os mapas do processo nesse nível de detalhe. Esse é o motivo pelo qual os processos geralmente são mapeados em nível mais agregado, denominado mapeamento do processo de alto nível, antes que os mapas mais detalhados sejam desenhados. A Figura 6.8 ilustra com o processo total de "suprimento e instalação da iluminação" na operação de iluminação de palco. No nível mais elevado, o processo pode ser desenhado simplesmente como um processo de *input*-transformação-*output*, tendo materiais e clientes como seus recursos de *input* e serviços de iluminação como *outputs*. Nenhum detalhe sobre como os *inputs* são transformados em *outputs* está incluído. No nível ligeiramente inferior ou mais detalhado, às vezes denominado mapa (ou gráfico) de esboço do processo, identifica-se a sequência de atividades, embora apenas de maneira geral. Assim, o processo de "busca para entrega" que é mostrado em detalhe na Figura 6.7 fica aqui reduzido a uma única atividade. Em nível mais detalhado, todas as atividades são mostradas em um "mapa de processo detalhado" (são mostradas as atividades do processo de "instalação e teste").

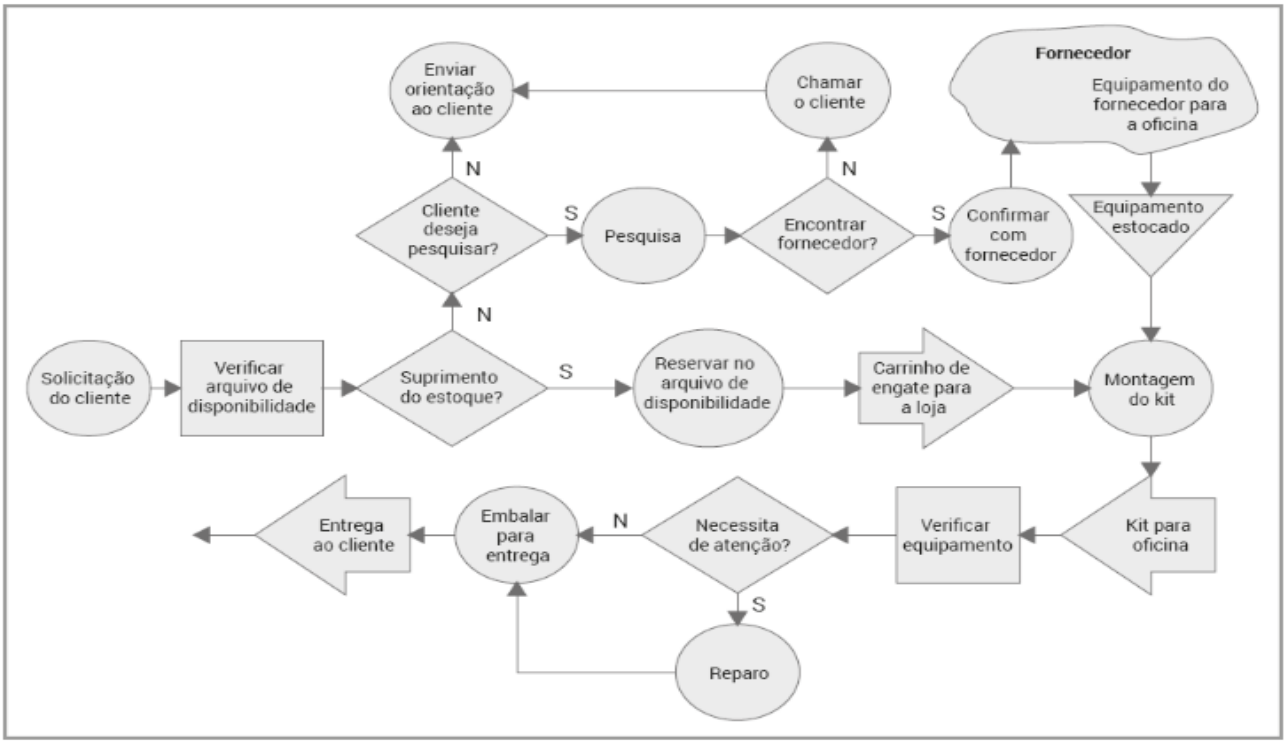


Figura 6.7 Mapa para o processo "da busca até a entrega" na operação de iluminação de palco.

Embora não mostrado na Figura 6.8, um conjunto de atividades do processo ainda mais "micro" pode ser mapeado em cada uma de suas atividades. Tal mapa do processo "microdetalhado" pode especificar cada movimento isolado envolvido em cada atividade. Alguns restaurantes de serviço rápido, por exemplo, fazem exatamente isso. No exemplo da empresa de contratação de iluminação, a maioria das atividades não seria mapeada em nível mais detalhado do que o mostrado na Figura 6.8. Algumas atividades, como o "retorno à base", talvez sejam muito diretas para que valha a pena qualquer mapeamento adicional. Outras atividades, como "retificação do equipamento defeituoso", podem depender das habilidades e da discrição dos técnicos, a ponto de a atividade ter muitas variações e ser muito complexa para mapear em detalhe. Entretanto, algumas atividades podem necessitar de mapeamento detalhado para assegurar a qualidade ou para proteger os interesses da empresa. Por exemplo, a atividade de verificação de segurança nas instalações do cliente, para garantir que tudo esteja de acordo com as regulamentações de segurança, precisará detalhar as especificações a fim garantir que a empresa possa provar que cumpriu suas responsabilidades legais.

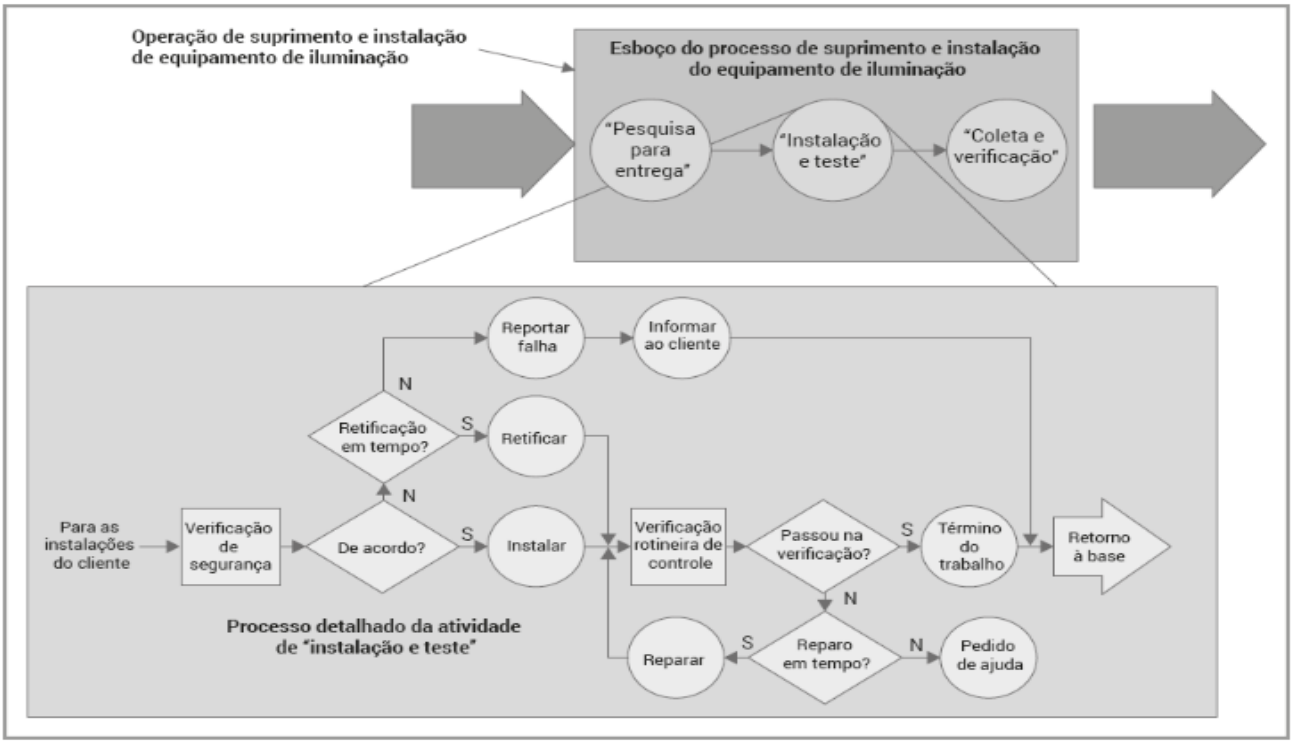


Figura 6.8 Processo das operações de "suprimento e instalação" mapeado em três níveis.

Visibilidade do processo

Às vezes, é útil mapear tais processos de maneira que se torne óbvio o grau de visibilidade de cada parte do processo. Isso permite que as partes do processo com alta visibilidade sejam projetadas de modo que melhorem a percepção do processo pelo cliente. A Figura 6.9 mostra mais uma parte da operação da empresa de equipamento de iluminação: o processo de "coleta e verificação". O processo está mapeado para mostrar a visibilidade ao cliente de cada atividade. Aqui, são usados quatro níveis de visibilidade. Não há uma norma obrigatória sobre isso; muitos processos, simplesmente, distinguem entre as

atividades que o cliente *pode* ver e as que não pode. O limite entre essas duas categorias é frequentemente denominado "linha de visibilidade". Na Figura 6.9 são mostradas três categorias de visibilidade. No nível mais alto de visibilidade, acima da "linha de interação", estão as atividades que envolvem interação direta entre os funcionários da empresa de iluminação e o cliente. Outras atividades ocorrem nas instalações do cliente ou em sua presença, mas envolvem menos ou nenhuma interação direta. Todavia, outras atividades (neste caso, as duas atividades de transporte) têm algum grau de visibilidade, pois ocorrem distantes da base da empresa e são visíveis aos clientes potenciais, mas não ao cliente imediato.

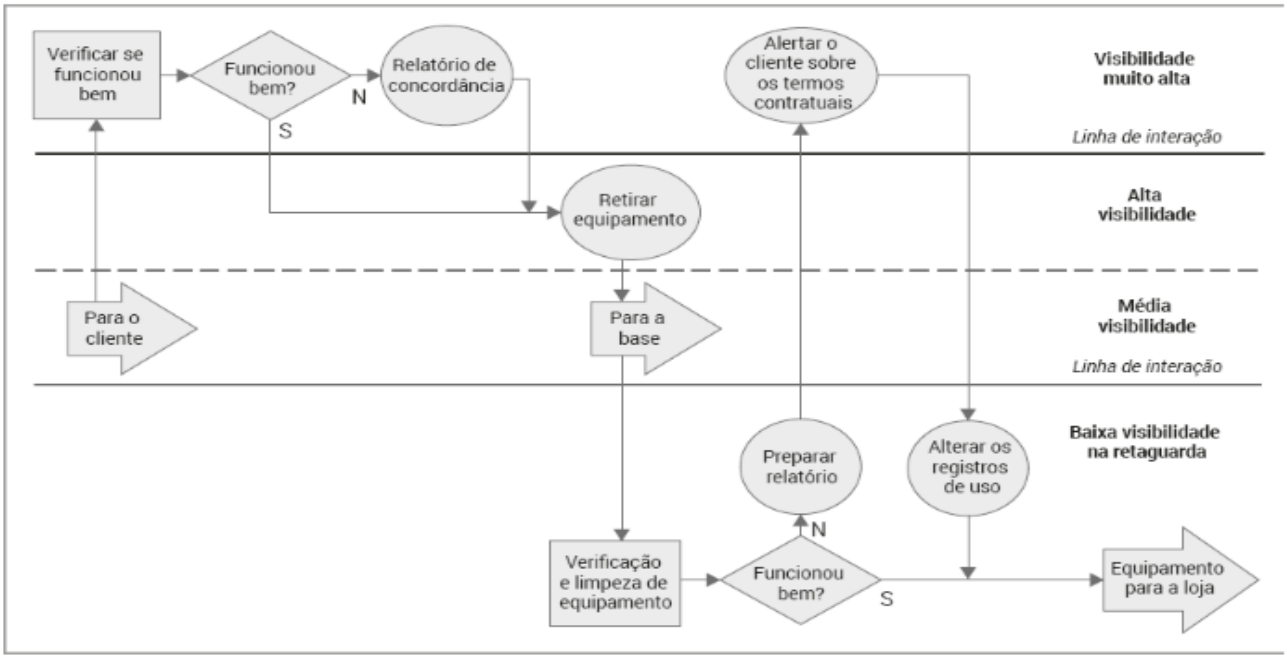


Figura 6.9 Processo de "coleta e verificação" mapeado para mostrar níveis diferentes de visibilidade do processo.

Tempo de atravessamento, tempo de ciclo e trabalho em processo

Até aqui, examinamos os aspectos do projeto do processo mais conceituais (tipos de processo) e descritivos (mapeamento do processo). Agora passaremos à perspectiva analítica, igualmente importante. O primeiro estágio é entender a natureza e o relacionamento entre tempo de atravessamento, tempo de ciclo e trabalho em processo. Como lembrete: tempo de atravessamento é o tempo transcorrido entre a entrada de um item no processo e sua saída; tempo de ciclo é o tempo médio entre itens em processamento; e trabalho em processo é o número de itens no processo em qualquer ponto do tempo. Além disso, o conteúdo de trabalho em cada item também é importante para algumas análises. Este é o volume total de trabalho necessário para produzir uma unidade de *output*. Por exemplo, suponhamos que, em uma lanchonete que fornece sanduíches sob encomenda, o tempo de montagem e venda de um sanduíche (o conteúdo do trabalho) seja de dois minutos e que duas pessoas trabalhem no processo. Cada pessoa atenderá a um cliente a cada dois minutos: assim, dois clientes são atendidos a cada dois minutos e, em média, um cliente deixa o processo a cada minuto (tempo de ciclo do processo). Quando os clientes

entram na fila do processo, tornam-se trabalho em processo (TEP). Se a fila for de dez pessoas, quando um cliente entra na fila terá que esperar dez minutos para deixar o processo. Ou, de forma mais resumida:
Tempo de atravessamento = Trabalho em processo × Tempo do ciclo
Neste caso: espera de 10 minutos = 10 pessoas no sistema × 1 minuto por pessoa

Princípio de administração da produção
A análise do processo deriva de um entendimento do tempo de ciclo do processo requerido.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Furando a linha de visibilidade (por engano)[10]

Às vezes, é embaraçoso quando os clientes furam a linha de visibilidade. Isso aconteceu quando o pessoal da Sainsbury's, um supermercado no Reino Unido, por engano estendeu em sua janela um cartaz encorajando seus trabalhadores a fazerem com que os clientes gastassem mais. O cartaz, incitando os funcionários a fazerem com que as pessoas gastassem mais 50 libras, apareceu em uma loja no leste londrino. Ele dizia: "*Desafio das cinquenta libras – Vamos encorajar cada cliente a gastar mais 50 libras durante cada compra entre hoje e o fim do ano.*" Infelizmente, antes que o engano fosse observado, um cliente tirou uma foto e a postou no Twitter, dizendo: ".@sainsburys não tenho certeza se isso deveria estar em sua vitrine". Rapidamente, a Sainsbury's respondeu dizendo que o cartaz devia ficar a portas fechadas e era destinado somente aos funcionários. Um porta-voz da empresa disse: "*Geralmente usamos cartazes para tornar as metas de vendas mais divertidas e alcançáveis por nossos colegas. Eles são usados em áreas restritas na loja, mas este foi colocado em local público por engano.*"

Lei de Little

Essa relação matemática (tempo de atravessamento = trabalho em processo × tempo de ciclo) é denominada Lei de Little. É simples, porém muito útil, e funciona para qualquer processo estável. A Lei de Little declara que o número médio de objetos no sistema é produto da taxa média em que os objetos deixam o sistema e o tempo médio em que cada objeto permanece no sistema. Em outras palavras, o número médio de objetos em uma fila é o produto da taxa de entrada multiplicada pelo tempo médio de permanência. Por exemplo, suponhamos que se decidiu que, no processo de montagem e venda de um novo sanduíche, o número médio de clientes no processo deve estar limitado em torno de dez, e o tempo máximo do cliente ao longo do processo será, em média, de quatro minutos. Se o tempo de montagem e venda de um sanduíche (desde o momento que o cliente faz o pedido até quando deixa o processo) no novo processo tiver sido reduzido a 1,2 minuto, quantos funcionários deverão estar atendendo?
De acordo com a Lei de Little:

Tempo de permanência (atravessamento) = 4 minutos

E:

Trabalho em processo, TEP = 10

Assim, desde que:

Tempo de atravessamento = TEP × tempo de ciclo,

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo de atravessamento}}{\text{TEP}}$$

$$\text{Tempo de ciclo para o processo} = \frac{4}{10} = 0{,}4 \text{ minutos}$$

Ou seja, um cliente deve sair do processo a cada 0,4 minuto, em média. Dado que um individuo pode ser atendido em 1,2 minutos:

$$\text{O número de atendentes exigido} = \frac{\text{Tempo de atravessamento}}{\text{TEP}}$$

Em outras palavras, três funcionários deveriam atender três clientes a cada 1,2 minuto ou a um cliente a cada 0,4 minuto.

Princípio de administração da produção

A lei de Little afirma que o tempo de atravessamento = trabalho em processo × tempo de ciclo.

Exemplo resolvido

Mike estava totalmente confiante em seu julgamento. "*Você nunca vai tê-los de volta a tempo*", ele disse. "*Eles não estão apenas desperdiçando tempo, o processo não conseguirá servir café a todos e permitir que retornem às 11 horas.*" Olhando para fora da janela do auditório, Mike e seu colega Dick estavam observando os 20 executivos que participavam do seminário formarem uma fila para se servirem de café e biscoitos. Eram 10h45min e Dick sabia que, se todos não retornassem ao auditório às 11h, não haveria a menor chance de terminar sua apresentação antes do almoço. "*Não sei por que você está tão pessimista*", disse Dick. "*Eles parecem interessados no que tenho a dizer e acredito que vão querer voltar para ouvir como a administração da produção mudará suas vidas.*" Mike balançou a cabeça: *"Não estou questionando suas motivações"*, afirmou. *"Estou questionando a capacidade do processo de conseguir servi-los a tempo. Estou cronometrando quanto tempo o processo leva para servir café e biscoitos. Cada café é feito na hora, e o período de tempo entre o funcionário perguntar a cada cliente o que deseja e ser servido com café e biscoitos é de 48 segundos. Lembre-se que, conforme a Lei de Little, o tempo de atravessamento é igual ao trabalho em processo multiplicado pelo tempo do ciclo. Se o trabalho em processo forem os 20 executivos na fila e o tempo do ciclo for de 48 segundos, o tempo total de atravessamento será 20 multiplicado por 0,8 minuto, cujo resultado é 16 minutos. Adicione a isso o tempo suficiente para a última pessoa tomar seu café e você pode esperar um tempo de atravessamento total de pouco mais de 20 minutos. Você simplesmente não deixou tempo suficiente para o processo.*" Dick ficou impressionado. *"Ah... como foi mesmo que você disse que essa lei é chamada?" "Lei de Little"*, afirmou Mike.

Exemplo resolvido

Todo ano era a mesma rotina. Todas as estações de trabalho no prédio precisavam ser atualizadas (testadas, novos programas instalados etc.) e só havia uma semana possível para se fazer isso. A semana caiu no meio do período das férias de verão, quando o processo de atualização causaria a menor perturbação possível ao trabalho rotineiro. No ano anterior, as 500 estações de trabalho haviam sido renovadas no período de uma semana de trabalho (40 horas). Cada atualização levou em média duas horas e 25 técnicos finalizaram o processo dentro do prazo. Este ano serão atualizadas 530 estações de trabalho, mas o suporte de tecnologia da informação da empresa elaborou um teste e uma rotina de renovação mais rápidos, que levarão apenas uma hora e meia, em média, em vez de duas horas. Quantos técnicos serão necessários este ano para completar o processo em uma semana?

Ano anterior:

Trabalho em processo (TEP)	=	500 estações de trabalho
Tempo disponível (T_d)	=	40 horas
Tempo médio de trabalho	=	2 horas
Assim, taxa de atravessamento (T_a)	=	½ hora por técnico
	=	$0{,}5N$
N	=	número de técnicos

Onde

Pela Lei de Little:

$$\text{TEP} = T_d \times T_a$$
$$500 = 40 \times 0{,}5N$$
$$N = \frac{500}{40 \times 0{,}5}$$
$$= 25 \text{ técnicos}$$

Este ano:

Trabalho em processo (TEP)	=	530 estações de trabalho
Tempo disponível (T_d)	=	40 horas
Tempo médio de trabalho	=	1,5 hora
Taxa de atravessamento (T_a)	=	1/1,5 por técnico
	=	$0{,}67N$
N	=	número de técnicos

onde

Pela Lei de Little:

$$TEP = T_d \times T_a$$

$$530 = 40 \times 0{,}67N$$

$$N = \frac{530}{40 \times 0{,}67}$$

$$= 19{,}88 \text{ (digamos, 20 técnicos)}$$

Eficiência de atravessamento

A ideia de que o tempo de atravessamento de um processo é diferente do conteúdo de trabalho daquilo que está sendo processado tem implicações importantes. Isso significa que, por períodos de tempo significativos, nenhum trabalho útil é realizado com os materiais, informações ou clientes que estejam passando pelo processo. No caso do exemplo simples do processo de sanduíches anteriormente descrito, o tempo de atravessamento do cliente é restrito a 4 minutos, mas o conteúdo de trabalho da tarefa (servir o cliente) é de apenas 1,2 minuto. Assim, o item que está sendo processado (o cliente) é "trabalhado" por apenas 1,2/4 = 30 por cento de seu tempo. Isso é chamado eficiência de atravessamento do processo.
Nesse caso, a eficiência de atravessamento é muito alta em relação à maioria dos processos, talvez porque os "itens" processados são os clientes que reagem mal à espera. Na maior parte dos processos de transformação de materiais e informações, a eficiência de atravessamento é bem menor, geralmente representada em porcentagem na casa das unidades.

Exemplo resolvido

Um centro de licenciamento de veículos recebe documentos de solicitação de licenciamento, digita os detalhes, confere a informação fornecida, classifica a solicitação de acordo com o tipo de licença, confirma o pagamento e, depois, emite a licença e envia pelo correio. Atualmente, processa em média 5.000 licenças em oito horas diárias. Uma verificação recente no local descobriu que havia 15.000 solicitações "em processo" ou esperando para serem processadas. A soma de todas as atividades necessárias para se processar uma solicitação é de 25 minutos. Qual é a eficiência do processo?

Trabalho em processo = 15.000 solicitações

Tempo do ciclo = Tempo de produção

$$\frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Número de solicitações processadas}} = \frac{8 \text{ horas}}{5.000} = \frac{480 \text{ minutos}}{5.000} = 0{,}96 \text{ minutos}$$

Da lei de Little:

$$\begin{aligned} \text{Tempo de atravessamento} &= \text{TEP} \times \text{Tempo de ciclo} \\ &= 15.000 \times 0{,}096 \\ &= 1.440 \text{ minutos} = 24 \text{ horas} = 3 \text{ dias de trabalho} \end{aligned}$$

Embora o processo atinja um tempo de atravessamento de três dias (o que parece razoável para esse tipo de processo), as solicitações estão sendo trabalhadas apenas 1,7% do tempo em que estão em processo.

Eficiência no valor agregado do atravessamento

A técnica para calcular a eficiência de atravessamento anteriormente descrita considera que todo o "conteúdo de trabalho" é realmente necessário. Assim, o conteúdo do trabalho é realmente dependente dos métodos e da tecnologia usados para desempenhar a tarefa. Também pode ser que os elementos individuais de uma tarefa não sejam considerados "valor agregado". Assim, a eficiência no valor agregado do atravessamento restringe o conceito do conteúdo do trabalho apenas às tarefas que literalmente agreguem valor ao que estiver sendo processado. Frequentemente, isso elimina atividades como movimentação, atrasos e algumas inspeções.

Por exemplo, no exemplo resolvido sobre o licenciamento de veículos, dos 25 minutos de conteúdo de trabalho, apenas 20 minutos estavam, de fato, agregando valor. Assim:

$$\text{Eficiência do atravessamento de valor agregado} = \frac{2040}{1.440} = 1{,}39\%$$

Workflow[11]

Quando o recurso transformado em processo é a informação (ou documentos contendo informação), e quando a tecnologia da informação (TI) é usada para mover, armazenar e gerenciar a informação, o projeto do processo é, às vezes, denominado "*workflow*" ou "gestão de *workflow*". É definido como "a automação de procedimentos pela qual documentos, informações ou tarefas são passados entre participantes conforme um conjunto definido de regras para atingir ou contribuir para o objetivo global de um negócio". Embora o *workflow* possa ser gerenciado manualmente, é quase sempre gerenciado com o uso de um sistema de TI. Frequentemente, o termo é também associado ao *Business Process Re-engineering* (*veja* os Capítulos 1 e 16). Mais especificamente, o *workflow* envolve o seguinte:

Análise, modelagem, definição e a subsequente implementação operacional dos processos de negócio.

- A tecnologia que dá suporte aos processos.
- As regras de procedimento (decisão) que movem a informação ou os documentos através dos processos.
- A definição do processo em termos da sequência de atividades de trabalho, das habilidades humanas necessárias para desempenhar cada atividade e dos recursos de TI apropriados.

Gargalos no processo

Gargalo em um processo é a atividade ou estágio onde o congestionamento ocorre porque a carga de trabalho imposta é maior do que a capacidade de lidar com ela. Em outras palavras, é a parte mais sobrecarregada de um processo. E como tal ditará a taxa em que todo o processo poderá operar. Por exemplo, examine o processo simples ilustrado na Figura 6.10. Ele tem quatro estágios e a quantidade total de trabalho para completar o trabalho necessário para cada item em passagem pelo processo é de 10 minutos. Neste caso simples, cada um dos quatro estágios tem a mesma capacidade. No primeiro caso (a), os 10 minutos de trabalho são igualmente distribuídos entre as quatro estágios, cada um com 2,5 minutos de trabalho. Isto significa que os itens prosseguirão suavemente através do processo, sem qualquer estágio retendo o fluxo, e o tempo de ciclo do processo é de 2,5 minutos. No segundo caso (b), o trabalho não foi distribuído uniformemente. Na verdade, isso é o que geralmente acontece, pois é difícil (na verdade, quase impossível) alocar o trabalho de modo absolutamente igual. Neste caso, o estágio 4 do processo tem a maior carga (3 minutos). Ele é o gargalo, restringirá o tempo de ciclo do processo a 3 minutos.

Princípio de administração da produção

A alocação de trabalho por igual a cada estágio de um processo (equilíbrio) nivela o fluxo e evita gargalos no processo.

Gargalos reduzem a eficiência de um processo porque, embora o estágio de gargalo esteja totalmente ocupado, os outros estágios estarão abaixo da carga. Na verdade, o tempo total investido no processamento de cada item é quatro vezes o tempo do ciclo porque, para cada unidade produzida, os quatro estágios têm investido um tempo equivalente ao tempo do ciclo. Quando o trabalho é distribuído igualmente entre os estágios, o tempo total investido em cada produto ou serviço produzido é 4 × 2,5 = 10 minutos. No entanto, quando o trabalho é alocado de forma desigual, conforme ilustrado, o tempo investido é 3,0 × 4 = 12 minutos. Assim, no total 2,0 minutos de tempo, 16,67 por cento do total, são desperdiçados. A atividade de tentar alocar o trabalho igualmente entre os estágios é chamada de "balanceamento", e o tempo desperdiçado, expresso como porcentagem, é chamado de "perda de balanceamento".

Balanceando a alocação do tempo de trabalho

A alocação do trabalho para as etapas do processo deve respeitar a "precedência" das tarefas individuais que compõem o conteúdo de trabalho total da tarefa que o processo está realizando. A maneira mais comum de mostrar a precedência da tarefa é usar um "diagrama de precedência". Esta é uma representação da ordenação dos elementos, onde as tarefas individuais são representadas por círculos conectados por setas, que significam a ordenação das tarefas. A Figura 6.11, no exemplo a seguir, ilustra como podem ser usados os diagramas de precedência.

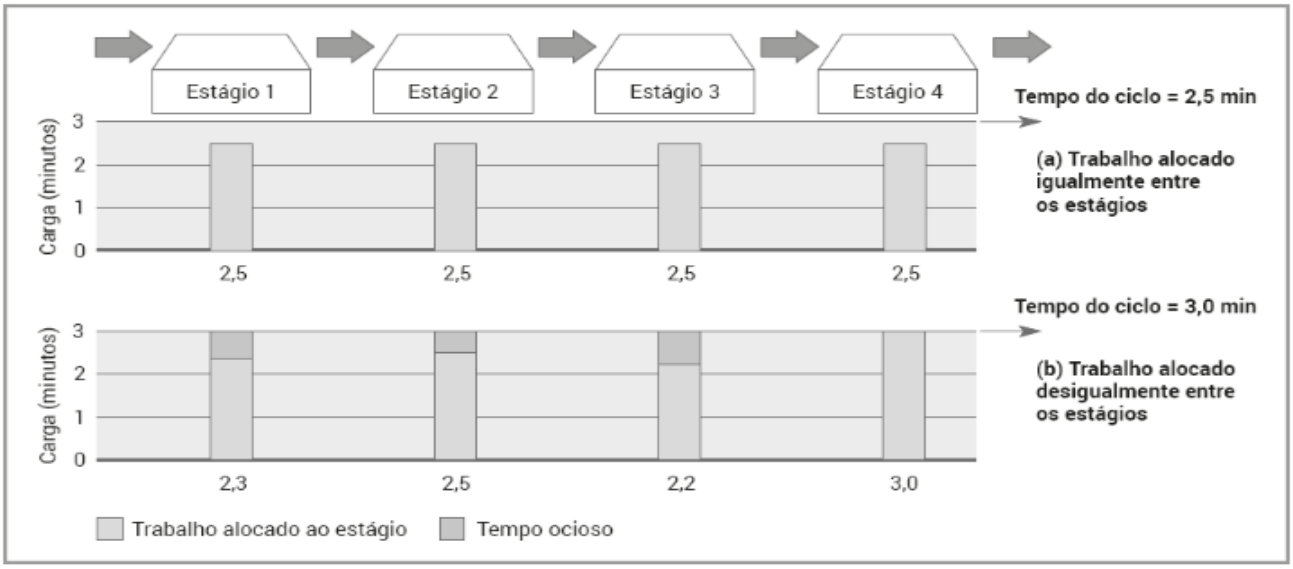


Figura 6.10 O gargalo é aquela parte do processo que é a mais sobrecarregada em relação à sua capacidade.

Exemplo resolvido

Karlstad Kakes (KK) é fabricante de bolos especializados e recentemente obteve um contrato para fornecer a uma grande cadeia de supermercados um bolo especial na forma de foguete espacial. Foi decidido que os volumes exigidos pelo supermercado justificam um processo de produção especial para realizar o acabamento, a decoração e a embalagem do bolo. Essa linha de produção teria que realizar os elementos mostrados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 As tarefas individuais que compõem o job completo de acabamento, decoração e embalagem do bolo

Tarefa *a*: Desenformar e aparar	Tarefa *d*: Revestir cobertura superior	Tarefa *g*: Aplicar glacê azul
Tarefa *b*: Remodelar	Tarefa *e*: Aplicar glacê vermelho	Tarefa *h*: Fixar apoios
Tarefa *c*: Aplicar *fondant* de base	Tarefa *f*: Aplicar glacê verde	Tarefa *i*: Embalar

A Figura 6.11 mostra o diagrama de precedência para o trabalho total. O pedido inicial do supermercado é de 5.000 bolos por semana e o número de horas trabalhadas pela fábrica é de 40 por semana. A partir daí:

$$\text{O tempo de ciclo exigido} = \frac{(40 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos})}{5.000}$$

$$= 0{,}48 \text{ minutos}$$

$$\text{O número de etapas exigidas} = \frac{1{,}68 \text{ minutos (o conteúdo de trabalho total)}}{0{,}48 \text{ (o tempo do ciclo exigido)}}$$

$$= 3{,}5 \text{ estágios}$$

Isso significa quatro estágios.

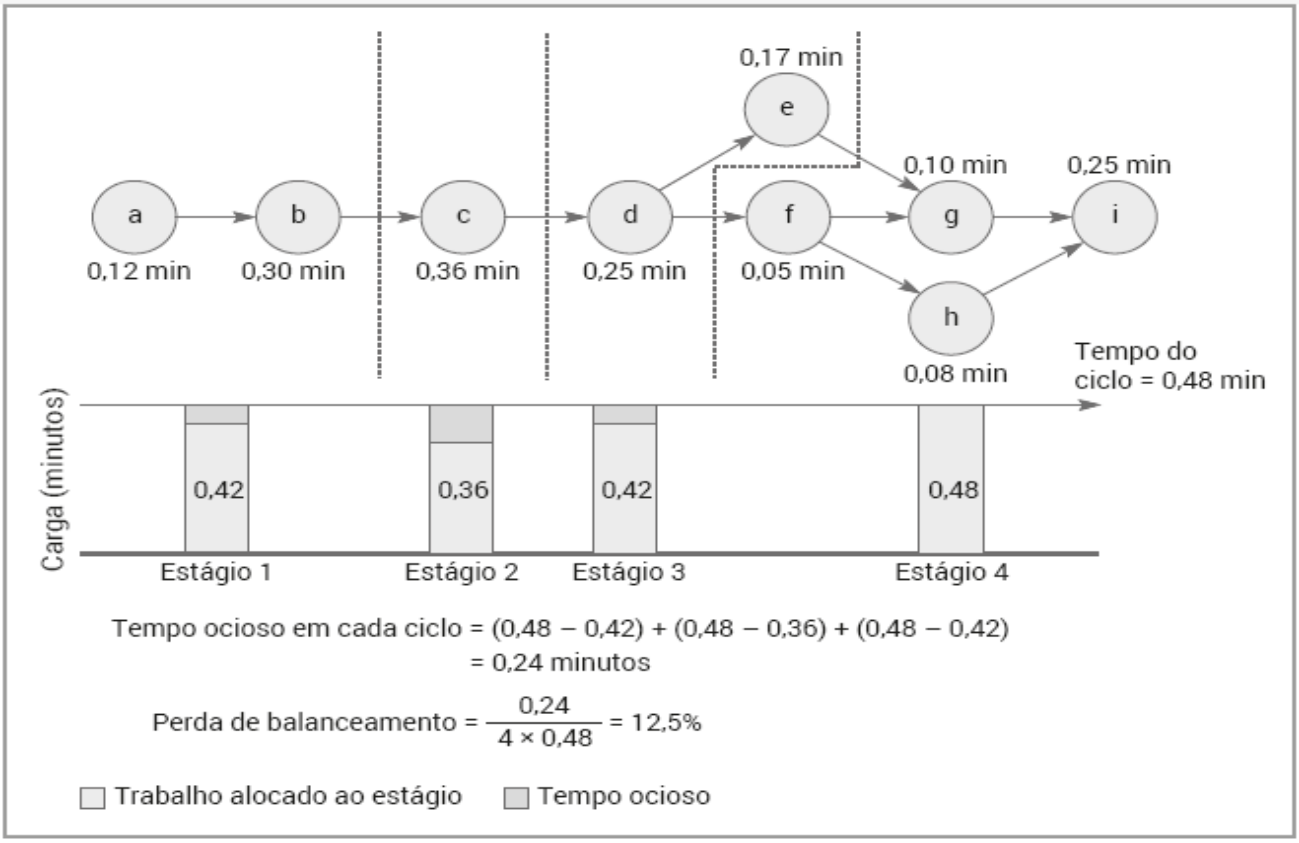


Figura 6.11 Diagrama de precedência para a Karlstad Kakes com alocação de tarefas a cada estágio.

Trabalhando a partir da esquerda no diagrama de precedência, as tarefas *a* e *b* podem ser alocadas para o estágio 1. Atribuir a tarefa *c* ao estágio 1 excederia o tempo do ciclo. De fato, somente a tarefa *c* pode ser alocada para a etapa 2, porque a inclusão da tarefa *d* ultrapassaria novamente o tempo do ciclo. A tarefa *d* pode ser alocada para o estágio 3. A tarefa *e* ou a tarefa *f* também pode ser alocada ao estágio 3, mas não ambas, ou o tempo do ciclo seria excedido. Neste caso, a tarefa *e* foi escolhida. As tarefas restantes são então atribuídas ao estágio 4. As linhas tracejadas na Figura 6.11 mostram a alocação final de tarefas para cada um dos quatro estágios.

Organizando os estágios

Nem todos os estágios necessários para cumprir os requisitos do processo podem ser organizados em uma "linha única", sequencial. Por exemplo, suponha que um processo de pedido de hipoteca requer quatro estágios trabalhando na tarefa para manter um tempo de ciclo de um pedido processado a cada 15 minutos. Um arranjo possível dos quatro estágios seria organizá-los sequencialmente, cada estágio correspondendo a 15 minutos de trabalho. No entanto (teoricamente) a mesma taxa de produção também poderia ser alcançada organizando os quatro estágios como duas linhas mais curtas, cada uma de dois estágios com 30 minutos de trabalho cada. Como alternativa, seguindo esta lógica para sua conclusão final, os estágios poderiam ser organizados como quatro estágios paralelos, cada um responsável por todo o conteúdo do trabalho. A Figura 6.12 mostra essas opções.

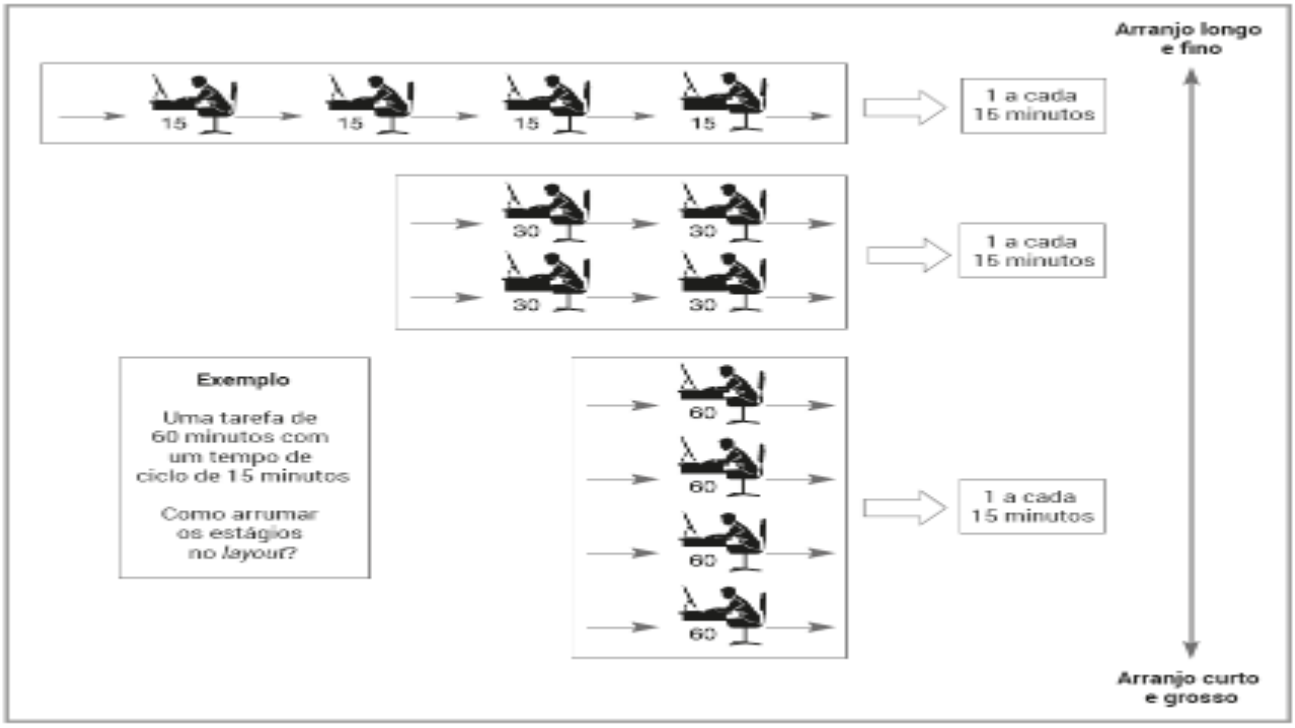


Figura 6.12 O arranjo dos estágios em um processo pode ser descrito em um espectro de "longo e fino" a "curto e grosso".

Este é um exemplo simplificado, mas representa um problema genuíno. O processo deve ser organizado como um único arranjo "longo e fino", como diversos arranjos paralelos "curtos e grossos" ou em algum ponto intermediário? (Observe que "longo" significa o número de estágios e "grosso" significa a quantidade de trabalho atribuída a cada fase.) Em qualquer situação particular, geralmente existem restrições técnicas que limitam a forma como o processo pode ser "longo e fino" ou "curto e grosso", mas geralmente há uma gama de opções possíveis dentro das quais deve ser feita uma escolha. As vantagens de cada extremo do espectro entre "longo e fino" e "curto e grosso" são muito diferentes e ajudam a explicar por que são adotados diferentes arranjos.

Algumas vantagens do arranjo longo e fino são:

■ *Fluxo controlado dos itens*. Isso é fácil de administrar.

■ *Manuseio simplificado*. Especialmente se os itens em processo forem pesados, grandes ou difíceis de se movimentar.

■ *Menores requisitos de capital*. Se um equipamento especializado for necessário para uma tarefa no *job*, somente um equipamento precisará ser comprado; nos arranjos curtos e grossos, cada estágio precisará de um.

■ *Operação mais eficiente*. Se cada estágio estiver realizando apenas uma pequena parte do *job* inteiro, a pessoa que estiver no estágio terá uma proporção maior de trabalho produtivo direto, ao contrário das partes não produtivas do *job*, como selecionar ferramentas e materiais.

(Este último ponto é particularmente importante e será explicado por completo no Capítulo 9, quando analisaremos o projeto do *job*.)

As vantagens do arranjo curto e grosso são:

■ *Maior flexibilidade de* mix. Se o processo precisa trabalhar em diversos tipos de itens, cada estágio ou processo inteiro poderia se especializar em diferentes tipos.
■ *Maior flexibilidade de volume*. À medida que o volume varia, os estágios podem simplesmente ser encerrados ou iniciados, como for preciso; os arranjos longos e finos precisariam ser rebalanceados toda vez que o tempo do ciclo mudasse.
■ *Maior robustez*. Se um estágio falhar ou a operação for interrompida de alguma maneira, os outros estágios paralelos não serão afetados; um arranjo longo e fino interromperá completamente a operação.
■ *Trabalho mais dinâmico*. No exemplo de hipoteca, o pessoal no arranjo curto e grosso está repetindo suas tarefas somente a cada hora; no arranjo longo e fino, isso acontece a cada 15 minutos.

Efeitos da variabilidade do processo

Até aqui, tratamos do projeto de processos considerando que não há variações significativas, tanto da demanda a que se espera que o processo responda, quanto do tempo necessário para o processo realizar suas diversas atividades. Na realidade, isso evidentemente não acontece. Assim, é importante considerar a variabilidade que pode afetar os processos e levar isso em consideração.
Há muitas razões pelas quais a variabilidade ocorre nos processos. Podem ser citadas aqui a chegada tardia (ou antecipada) de materiais, informações ou clientes, o mau funcionamento temporário ou a quebra de tecnologia de processamento dentro de uma etapa do processo, o retrabalho de materiais, informações ou clientes "mal processados", voltando a uma etapa anterior do processo, variação nas exigências de itens em processo etc. Todas essas fontes de variações interagem entre si, mas resultam em dois tipos fundamentais de variabilidade:
■ Variabilidade na demanda a ser processada em uma etapa individual dentro do processo, geralmente expressa em termos de variação nos tempos de chegada dos itens a serem processados.
■ Variação no tempo decorrido para desempenhar as atividades (por exemplo, processar uma unidade) em cada estágio.

Para entender o efeito da variabilidade de chegada no desempenho do processo, é útil examinar, primeiro, o que ocorre com o desempenho do processo em um processo muito simples, em que o tempo de chegada muda sob condições de nenhuma variabilidade. Por exemplo, o processo simples ilustrado na Figura 6.13 é composto de um estágio que processa em exatamente 10 minutos de trabalho. Os itens chegam ao processo a uma taxa constante e previsível. Se a taxa de chegada for de uma unidade a cada 30 minutos, o processo estará sendo utilizado por apenas 33,33% do tempo, e os itens nunca terão que esperar para serem processados. Isso é demonstrado como o ponto A da Figura 6.13. Se a taxa de chegada aumentar para uma unidade a cada 20 minutos, a utilização aumentará em 50% e, novamente, os itens não terão que esperar para ser processados. Esse é o ponto B da Figura 6.13. Se a taxa de chegada aumentar para uma unidade a cada 10 minutos, o processo estará agora totalmente utilizado mas, como uma unidade chega exatamente quando a anterior terminou de ser processada, nenhuma unidade precisará esperar. Esse é o ponto C da Figura 6.13. Entretanto, se a taxa de chegada exceder uma unidade a cada 10 minutos, a fila de espera em frente à atividade de processo aumentará indefinidamente, situação demonstrada pelo ponto D da Figura 6.13. Assim, em um mundo perfeitamente constante e previsível, o relacionamento

entre o tempo de espera do processo e a utilização é uma função retangular, como ilustrado pela linha pontilhada na Figura 6.13.

Princípio de administração da produção

A variabilidade de um processo age para reduzir sua eficiência.

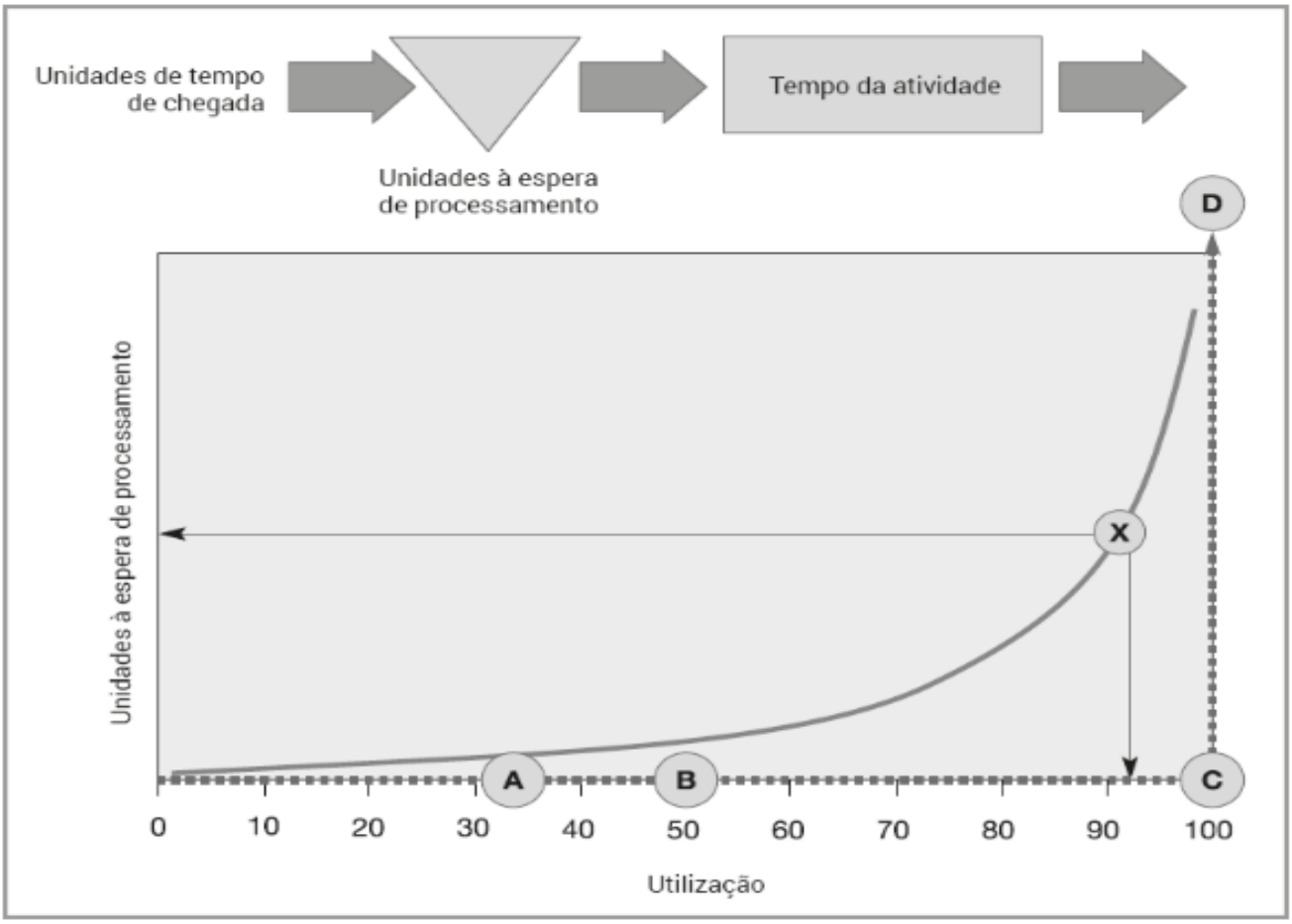


Figura 6.13 Relacionamento entre a utilização de processo e o número de itens à espera de processamento para tempos de processo e de chegada constantes e variáveis.

Entretanto, quando o tempo de chegada e o tempo de processamento forem variáveis, algumas vezes o processo terá itens à espera de processamento, enquanto em outros momentos o processo estará ocioso, esperando pela chegada de itens. Assim, o processo tanto terá uma fila média "diferente de zero" como estará sendo subutilizado no mesmo período. Portanto, um ponto mais realista é ilustrado como o ponto X na Figura 6.13. Se o tempo médio de chegada for alterado com a mesma variabilidade, a linha curva na Figura 6.13 indicará o relacionamento entre o tempo médio de espera e a utilização do processo. À medida que o processo aproximar-se de 100% de utilização, maior será o tempo médio de espera. Dito de outra forma, a única maneira de garantir tempos de espera bem baixos é submeter o processo a uma utilização baixa.

Quanto maior a variabilidade do processo, maior o tempo de espera – a utilização desvia-se da função retangular simples dada pelas condições de "nenhuma variabilidade" ilustrada na Figura 6.13. Um

conjunto de curvas para um processo típico é demonstrado na Figura 6.14(a). Esse fenômeno tem implicações importantes para o projeto de processos. De fato, ele apresenta três opções aos projetistas de processos que desejam aprimorar o tempo de espera ou o desempenho de utilização de seus processos, como é ilustrado na Figura 6.14(b). Podem igualmente:

- aceitar tempos médios de espera longos e alcançar alta utilização (ponto X);
- aceitar utilização baixa e alcançar tempos médios de espera baixos (ponto Y).

Ou:

- reduzir a variabilidade nos tempos de chegada, tempos de atividade ou ambos, e alcançar alta utilização e baixos tempos de espera (ponto Z).

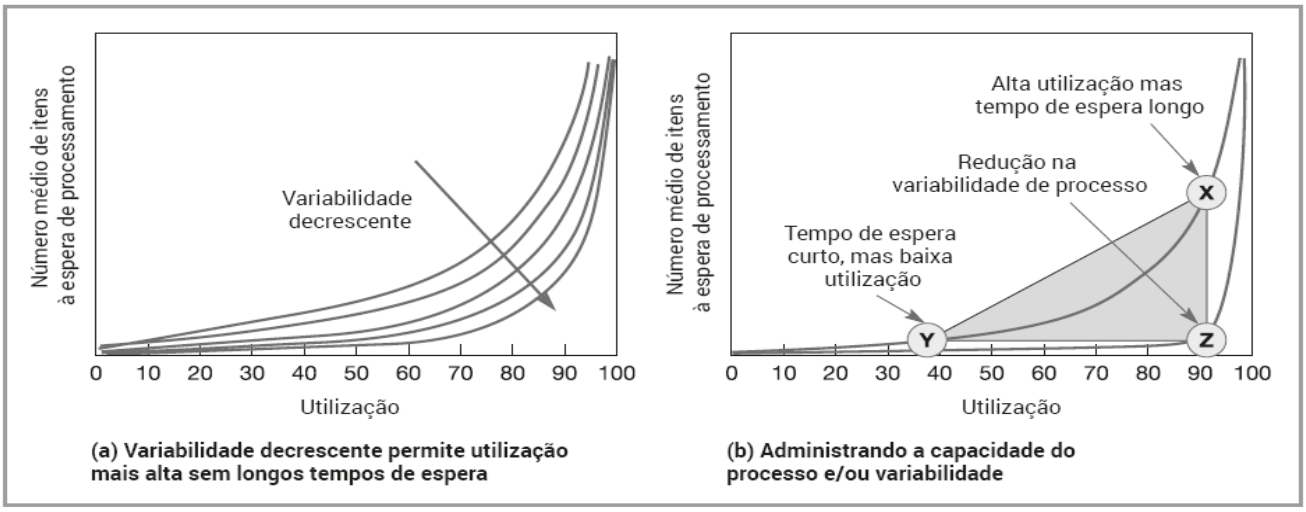


Figura 6.14 Relacionamento entre a utilização de processo e o número de itens à espera de processamento por tempos de chegada e tempos de atividade variáveis.

Para analisar processos com variabilidade nos tempos de chegada e tempos de atividade, pode-se usar análise de filas ou "filas de espera". Isso é tratado no Suplemento do Capítulo 11. Entretanto, não menospreze o relacionamento ilustrado nas Figuras 6.13 e 6.14 como um fenômeno técnico menos importante. É bem mais do que isso. Ele identifica uma escolha importante no projeto do processo que pode ter implicações estratégicas. O que é mais importante para uma empresa, tempo de atravessamento rápido ou alta utilização de seus recursos? A única forma de ter os dois simultaneamente é reduzir a variabilidade de seus processos, o que pode, por si só, exigir decisões estratégicas, como limitar o grau de customização de produtos ou serviços, ou impor limites mais rígidos ao modo como os produtos e serviços podem ser entregues aos clientes, e assim por diante. Isso também demonstra um ponto importante a respeito da gestão do processo no dia a dia – o único modo de garantir 100% de utilização dos recursos é aceitar um volume de trabalho em processo e/ou um tempo de espera infinitos.

Princípio de administração da produção

A variabilidade do processo resulta em espera e subutilização simultâneas de recursos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Shouldice Hospital reduz a variabilidade[12]

Shouldice Hospital é um hospital canadense para tratamento de hérnia. Sua abordagem ao tratamento da hérnia começou quando o Dr. Earle Shouldice, o fundador, removeu o apêndice de uma menina de 7 anos que se recusava a ficar quieta na cama. Apesar de sua agitação, nenhum mal foi feito. Na verdade, o médico descobriu que incentivar a atividade pós-operatória poderia tornar os tempos de recuperação mais curtos e mais previsíveis. O hospital tem um procedimento cirúrgico muito padronizado, chamado de "método Shouldice", que todos os seus cirurgiões seguem rigorosamente. Antes da cirurgia, Shouldice envia questionários aos seus pacientes pedindo informações que ajudam a garantir que estes sejam bons candidatos para o tratamento que ele oferece (isso ajuda ainda mais a reduzir a variabilidade no tempo de processo). Shouldice requer que os pacientes estajam com um peso aceitável, adequado à sua altura. Os pacientes que estiverem com sobrepeso devem perder peso. Eles entram no hospital no dia anterior à cirurgia e recebem um resumo dos procedimentos a serem seguidos no dia seguinte. A noite antes da operação também serve como oportunidade para os pacientes se conhecerem – Shouldice incentiva os pacientes a trabalhar em conjunto para promover a recuperação. O hospital programa as cirurgias de modo que a variabilidade nas chegadas dos clientes seja praticamente inexistente. Isso significa que o Shouldice pode operar de forma rotineira e regular. Significa também que ele pode manter quase todos os seus leitos ocupados, sem que os clientes precisem esperar. O procedimento mais utilizado no hospital consiste em costurar as camadas musculares de forma sobreposta, uma técnica que é particularmente confiável. Após a alta, Shouldice envia um boletim informativo por *e-mail* para todos os seus pacientes, incluindo um questionário para o programa de acompanhamento pós-operatório do hospital, que mostra que menos de 1 por cento dos pacientes têm uma recorrência após a cirurgia de hérnia. O questionário também ajuda o hospital a refinar o conhecimento que mantém seus procedimentos confiáveis. Assim, ao reduzir a variabilidade em suas operações ("operações" nos dois sentidos da palavra), o hospital projetou um conjunto de processos que podem ser amplamente utilizados e reduzir o tempo de espera dos clientes.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é projeto de processos?

■ Projeto é a atividade que molda a forma física e o propósito de produtos e serviços e os processos que os produzem.

■ É mais provável que essa atividade de projeto seja bem-sucedida se houver coordenação entre as atividades complementares de projeto de produto ou serviço e projeto do processo.

Quais objetivos o projeto de processos deve ter?

■ A finalidade geral do projeto do processo é atender às necessidades dos clientes mediante obtenção de níveis apropriados de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

■ A atividade de projeto deve também considerar questões ambientais. Isso inclui exame da fonte e adequação de materiais, as fontes e as quantidades de energia consumidas, o volume e o tipo de material descartado, a vida do produto e o estado do produto em seu final de vida.

Como o volume e a variedade afetam o projeto de processos?

■ A natureza global de qualquer processo é fortemente influenciada pelo volume e pela variedade do que será processado.

■ O conceito dos tipos de processo resume como o volume e a variedade afetam o projeto do processo global.

■ Na manufatura, esses tipos de processo são (na ordem do aumento de volume e redução da variedade) projeto, *jobbing*, lotes, massa e processos contínuos. Nas operações de serviço, embora haja menos consenso na terminologia, os termos usados com frequência (novamente na ordem do aumento de volume e redução da variedade) são serviços profissionais, lojas de serviço e serviços em massa.

Como os processos são projetados em detalhe?

■ Inicialmente, os processos são projetados com a divisão em suas atividades individuais. Frequentemente, símbolos comuns são usados para representar os tipos de atividade. A sequência de atividades em um processo é indicada pela sequência de símbolos representando as atividades. Isso é denominado "mapeamento do processo". Projetos alternativos de processo podem ser comparados usando mapas de processo e melhoria de processos considerados em termos de seus objetivos de desempenho das operações.

■ O desempenho do processo em termos de tempo de atravessamento, trabalho em processo e tempo do ciclo é relacionado por uma fórmula conhecida como Lei de Little: tempo de atravessamento é igual ao trabalho em processo multiplicado pelo tempo do ciclo.

■ A variabilidade tem efeito significativo sobre o desempenho dos processos, particularmente o relacionamento entre tempo de espera e utilização.

ESTUDO DE CASO

Unidade de Processamento de Inscrições da Action Response
(*Action Response Applications Processing Unit* – ARAPU)

Introdução

A Action Response é uma instituição de caridade de Londres, dedicada a fornecer respostas rápidas a situações críticas em todo o mundo. Foi fundada por Susan N'tini, sua executiva-chefe, para fornecer ajuda em prazo relativamente curto a pequenos projetos até que eles possam obter recursos de grandes doadores. A instituição recebe solicitações de ajuda em dinheiro, geralmente de alguma instituição de caridade intermediária, e procura processar rapidamente os pedidos, fornecendo recursos financeiros onde e quando são necessários. *"Dê a um homem um peixe e você o alimentará hoje, ensine-o a pescar e você o alimentará por toda a vida. É um antigo ditado que faz sentido, mas – é aí que a Action Response entra – ele pode estar com fome enquanto aprende a pescar"* (Susan N'tini).

Todavia, Susan tem algumas apreensões. Enfrenta dois problemas em particular. Primeiro, está recebendo reclamações de que os recursos financeiros não chegam com a rapidez necessária. Segundo, os custos da operação estão entrando em uma espiral de alta. Ela explica: *"Estamos nos tornando vítimas do próprio sucesso. Esforçamo-nos para fornecer maior acessibilidade a nossos recursos; as pessoas podem acessar formulários de solicitação via internet, pelo correio ou por telefone. Porém, corremos perigo de perder o que conquistamos. Está demorando muito para arrumarmos o dinheiro e destinar aos necessitados*

e nossos custos estão crescendo. Há o perigo de não cumprir um de nossos objetivos-chave: minimizar a proporção de nossos gastos destinados à administração. Ao mesmo tempo, sempre precisamos estar conscientes do risco da má publicidade em razão de tomarmos decisões incorretas. Se não conferirmos atentamente as solicitações, o dinheiro poderá chegar a "mãos erradas" e, se os jornais ficarem sabendo, corremos o risco real de perder a confiança e, assim, os recursos financeiros de nossos muitos colaboradores."

Susan fazia reuniões regulares com as principais partes interessadas. Uma instituição de caridade que lida com grande número de solicitações de pessoas da Nigéria disse-lhe das frequentes reclamações de atrasos no processamento dos pedidos de ajuda. Outra instituição de caridade representativa reclamou que, quando telefonou para saber sobre a posição de um pedido, os funcionários da Action Response pareciam não saber onde estava o formulário ou quanto tempo demoraria o atendimento. Além disso, ela achava que essa falta de informação estava erodindo seu relacionamento com os próprios clientes, alguns dos quais estavam, consequentemente, perdendo a confiança nele. *"Confiança é muito importante no relacionamento"*, explicou.

Alguns dos colegas de Susan, embora compreendessem bastante suas ansiedades sobre a responsividade e eficiência da organização, assumiram perspectiva um pouco diferente. *"Uma das coisas realmente boas sobre a Action Response é que somos mais flexíveis do que a maioria das instituições de caridade. Se houver uma necessidade e se precisarem de apoio até que uma das instituições de caridade maiores possa intervir, sempre consideraremos um pedido de ajuda. Não gostaria de ver qualquer movimentação para a alta eficiência do processo prejudicando nossa habilidade de estar abertos e considerar os pedidos que possam parecer pouco comuns, no início"* (Jacqueline Horton, assessora de atendimento).

Outros viam a instituição desempenhando importante papel de aconselhamento. "*Lembre-se de que conquistamos muita experiência nesse tipo de ajuda a curto prazo. Frequentemente, somos as primeiras pessoas que estão em posição de aconselhar sobre como candidatar-se a um auxílio financeiro maior e a prazo mais longo. Se desenvolvêssemos esse aspecto de nosso trabalho, estaríamos, novamente, preenchendo uma necessidade que não é adequadamente suprida no momento*" (Stephen Nyquist, assessor de atendimento).

Unidade de Processamento de Inscrições da Action Response (ARAPU)

Receptores potenciais de ajuda ou instituições de caridade intermediárias que os representem candidatam-se aos recursos financeiros preenchendo um formulário padrão. Esses formulários podem ser baixados da internet ou solicitados através uma linha telefônica especial de ajuda. Às vezes, o pedido virá diretamente de um líder comunitário, mas é mais comum chegar via uma instituição de caridade intermediária que ajudará o candidato a preencher o formulário. O pedido é enviado à ARAPU, geralmente por fax ou correio (alguns eram enviados *online*, mas poucas comunidades têm essa facilidade).

A ARAPU emprega sete assessores de atendimento que trabalham com funcionários de apoio responsáveis por entrada de dados, codificação, arquivamento e "conclusão" (funcionários que preparam o pagamento ou explicam por que a ajuda não pode ser dada). Além disso, um conselho de curadores não remunerados reúne-se todas as quintas-feiras para aprovar as decisões dos assessores. O sistema de TI da unidade mantém registros de todas as transações, fornecendo informações atualizadas sobre o número de solicitações recebidas, aprovadas, recusadas e os pagamentos alocados. Esses relatórios identificavam que a unidade recebia cerca de 300 novas solicitações por semana e respondia o mesmo número (a

unidade opera 35 horas por semana). Porém, enquanto os alvos financeiros da unidade estavam sendo atendidos, a tendência indicava que o custo por solicitação aumentava. O alvo para o percurso de uma solicitação, da recepção à resposta, era de 20 dias e, embora isso não fosse medido formalmente, assumia-se geralmente que o tempo era maior do que esse. A precisão nunca tinha sido um problema, na medida em que todos os arquivos eram avaliados a fundo para assegurar que todos os dados relevantes fossem coletados antes que as solicitações fossem processadas. A produtividade parecia alta e havia sempre muito trabalho esperando para ser processado em cada seção, a não ser que, às vezes, os "concluintes" estivessem esperando o trabalho chegar do comitê em uma quinta-feira. Susan havia conduzido uma inspeção nas bandejas de entrada de documentação de todas as seções e espantou-se muito ao ver 2 mil solicitações percorrendo o processo, sem contar aqueles à espera de mais informações.

Processamento das solicitações

O processamento das solicitações é um procedimento extenso que requer exame cuidadoso pelos assessores, os quais são treinados para fazer avaliações bem fundamentadas e alinhadas às orientações e valores da instituição de caridade. As solicitações recebidas são abertas por um dos quatro funcionários de "recepção", que conferem se todos os formulários necessários foram incluídos no pedido; esses funcionários demoram cerca de dez minutos para examinar cada solicitação. As solicitações são encaminhadas em lotes aos funcionários de codificação, duas vezes ao dia. Os cinco funcionários de codificação alocam um identificador para cada solicitação e introduzem as informações sobre a solicitação no sistema. O estágio de codificação demora cerca de 20 minutos por solicitação. Depois, os arquivos são enviados à mesa da secretária do assessor-chefe de atendimento. À medida que os assessores ficam disponíveis, a secretária fornece o próximo pedido que está na fila.

Semanalmente, cerca de 100 casos examinados pelos assessores são postos de lado após apenas dez minutos de verificação porque as informações são ambíguas, necessitando, assim, de esclarecimentos. O assessor devolve esses arquivos às secretarias, que solicitam por escrito mais informações dos requerentes. O arquivo é devolvido aos funcionários, que os guardam até que as informações solicitadas cheguem (geralmente, entre uma a oito semanas). Quando as informações chegam, o arquivo entra no processo e segue novamente os mesmos estágios. Dos pedidos que não requerem informações adicionais, cerca de metade (150) é aceita e a outra metade (150) é negada. Em média, os pedidos que não foram "reciclados" demoram cerca de 60 minutos para avaliar.

Todos os pedidos, sejam aprovados ou negados, são gravados antes da ratificação. Todas as quintas-feiras o Comitê de Curadores reúne-se formalmente para aprovar as decisões dos assessores. O papel do comitê é fazer uma amostragem das decisões para assegurar-se de que as orientações da Action Response foram seguidas. Além disso, revisará casos particulares destacados pelos assessores. Uma vez aprovados pelo comitê, os arquivos são encaminhados aos funcionários responsáveis pelo atendimento dos pedidos. Há três funcionários que cuidam dos pedidos não aprovados, cuja principal responsabilidade é compilar uma resposta adequada ao candidato, indicando por que o pedido não foi aceito e oferecendo, se possível, alguma orientação útil. Um funcionário experiente demora cerca de 30 minutos para finalizar o arquivo e redigir uma carta adequada. Os arquivos de pedidos aprovados são transferidos a quatro funcionários responsáveis pelo pagamento, quando cartas (principalmente cartas padronizadas) são criadas e as instruções de pagamento são encaminhadas ao banco. Isso geralmente demora em torno de 50 minutos,

incluindo quaisquer solicitações do banco sobre detalhes do pagamento. Finalmente, a papelada é encaminhada, com o restante do arquivo, a dois funcionários de "despacho" que completam os documentos e os enviam pelo correio ao candidato. A atividade de despacho demora, em média, dez minutos por solicitação.

O sentimento entre os funcionários era, geralmente, bom. Quando Susan os consultava, afirmavam que o trabalho era claro e rotineiro, mas não se sentiam bem quando alguma instituição ligava e pedia informação sobre a posição de solicitação que havia submetido. Podia demorar horas, às vezes dias, para se encontrar qualquer arquivo individual. De fato, dois dos funcionários de "recepção" estavam trabalhando quase em tempo integral nessa atividade. Também informaram que as instituições de caridade frequentemente reclamavam que a tomada de decisão parecia lenta.

QUESTÕES

1. Quais objetivos o processo ARAPU deve tentar atingir?
2. Qual é o principal problema no atual processo ARAPU?
3. Como o processo ARAPU pode ser aprimorado?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Leia novamente a descrição dos processos de *drive-through* em cadeias de *fast-food* do início do capítulo. (a) Desenhe um mapa de processos que reflita os tipos de processos descritos. (b) Que vantagens tem o McDonald's com a criação de uma central telefônica remota para anotar os pedidos dos clientes em algumas de suas lojas?

2 Um processo de laboratório recebe amostras médicas de hospitais de sua área e as submete a vários testes que ocorrem em diferentes partes de suas instalações. O tempo médio de resposta para a conclusão de todos os testes e do envio pelo correio aos hospitais (mensurado a partir da chegada das amostras para análise) é de três dias. Um mapa de processo recente mostrou que, dos 60 minutos necessários para a conclusão de todos os testes, os próprios testes demoravam 30 minutos, a movimentação entre cada área de teste demorava 10 minutos e a dupla conferência dos resultados levava mais 20 minutos. Qual a eficiência do atravessamento desse processo? Qual é a eficiência do atravessamento de valor agregado do processo? (Informe quaisquer suposições que tiver.) Se o processo for rearranjado para que todos os testes sejam feitos na mesma área, eliminando assim o tempo de movimentação entre as áreas de teste, e os próprio testes melhorarem para que seja reduzido à metade o tempo necessário para a dupla conferência, que efeito isso terá sobre a eficiência do atravessamento de valor agregado?

3 Um escritório regional do governo que lida com a emissão de passaportes está projetando um processo que conferirá os formulários e emitirá os documentos. O número de solicitações a serem processadas é de 1.600 por semana, e o tempo disponível para o processamento é de 40 horas semanais.

(a) Qual é o tempo de ciclo requerido para o processo?

(b) Se o volume total de trabalho de todas as atividades que compõem a conferência, o processamento e a emissão de um passaporte é de 30 minutos em média, quantas pessoas serão necessárias para atender à demanda?

(c) O escritório de emissão de passaportes tem uma política de "mesa limpa", o que significa que todas as mesas precisam estar sem trabalho no final do dia. Quantas solicitações devem ser alocadas ao processo pela manhã para garantir que todos completem suas tarefas e as mesas estejam livres de trabalho ao final do dia? (Considere um dia de trabalho de 7,5 horas, ou 450 minutos.)

4 Visite um restaurante de serviço rápido que possua *drive-through* e observe a operação por meia hora. Provavelmente, você necessitará de um cronômetro para coletar as informações de tempo relevantes. Considere as seguintes perguntas:

(a) Onde estão os gargalos do serviço (em outras palavras, o que parece ocupar a maior parte do tempo)?

(b) Como você mediria a eficiência do processo?

(c) Quais parecem ser os princípios fundamentais do projeto que controlam a eficácia do processo?

(d) Usando a Lei de Little, quanto tempo teria a fila antes de você considerar que não vale a pena entrar nela?

5 Releia o exemplo do Shouldice Hospital. Como as questões referentes às operações seriam diferentes em um departamento de acidentes e emergência?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

CHOPRA, S.; ANUPINDI, R.; DESHMUKH, S.D.; VAN MIEGHEM, J.A.; ZEMEL, E. *Managing business process flows*. 3. ed. Englewood Cliffs: Pearson, 2012.

Uma abordagem excelente, embora matemática, ao projeto de processos em geral.

HAMMER, M. Reengineering work: don't automate, obliterate. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1990.

Esse é o artigo que lançou toda a ideia de processos de negócios e de gestão de processos em geral para um público gerencial mais amplo. Levemente desatualizado, mas vale a pena a leitura.

HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. *Factory physics*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2001.

Muito técnico, portanto não se preocupe se não estiver preparado para mergulhar na matemática. Entretanto, traz algumas análises fascinantes, principalmente em relação à Lei de Little.

MAHAL, A. *How work gets done*: business process management, basics and beyond. London: Technics Publications, 2010.

Certamente, não é uma visão crítica da administração de processos, mas contém um material bastante compreensível sobre "como fazer".

SMITH, H.; FINGAR, P. *Business process management*: the third wave. Tampa: Meghan-Kiffer, 2003.

Um livro popular sobre gestão de processos sob a perspectiva da reengenharia de processo de negócios.

7

ARRANJO FÍSICO E FLUXO

INTRODUÇÃO

O arranjo físico de uma operação diz respeito ao posicionamento físico de suas pessoas e instalações. Geralmente, o arranjo físico é aquilo que a maioria de nós observa primeiro ao entrar em uma unidade produtiva, porque ele determina a aparência da operação. Arranjo físico significa decidir onde colocar todas as instalações, mesas, máquinas, equipamento e pessoas da operação. Também trata da aparência física de uma operação em sentido mais amplo. Controla a segurança, atratividade, flexibilidade e eficiência de uma operação. Também determina o modo pelo qual os recursos transformados – materiais, informação e clientes – fluem pela operação. Mudanças relativamente pequenas no arranjo físico – mudança de local dos produtos em um supermercado, ou mudança de salas em um centro esportivo ou mudanças na localização de uma máquina em uma fábrica – podem afetar o fluxo ao longo da operação, o que, por sua vez, pode afetar seus custos e a eficácia geral da operação. A Figura 7.1 mostra a atividade do arranjo físico no modelo geral de projeto na produção.

Questões-chave

- O que é arranjo físico e como ele influencia o desempenho?
- Quais os tipos básicos de arranjo físico usados nas operações?
- Como a aparência de uma operação afeta seu desempenho?
- Como cada tipo básico de arranjo físico deve ser projetado em detalhe?

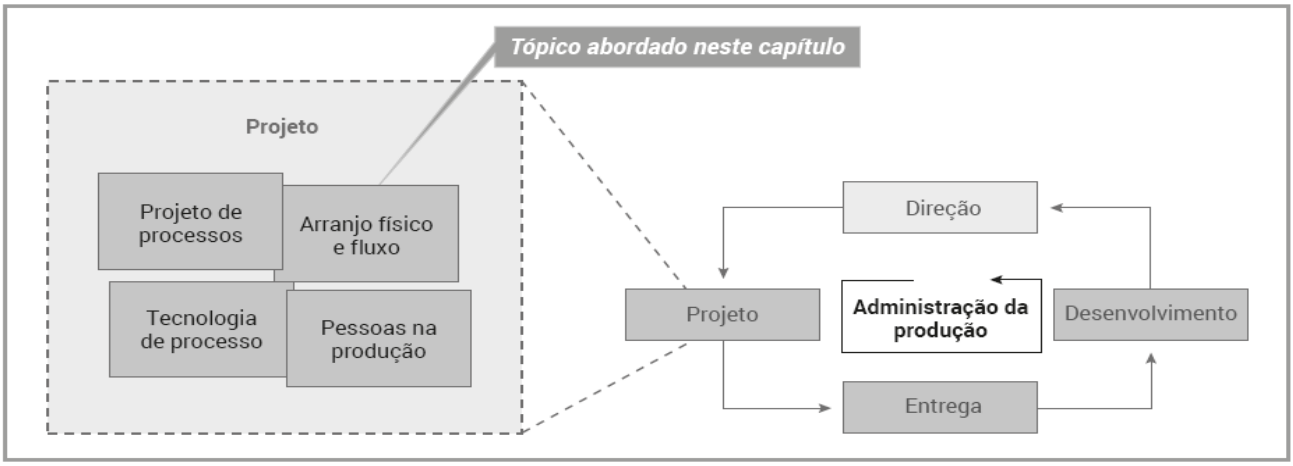


Figura 7.1 Este capítulo examina o arranjo físico e o fluxo.

Neste capítulo, faremos quatro coisas. Em primeiro lugar, examinaremos rapidamente o que os gerentes de produção estão tentando alcançar quando posicionam (ou, normalmente, reposicionam) seus recursos

de transformação. Em segundo lugar, descreveremos uma série de "tipos de arranjo físico" reconhecidos. Estes são derivados em grande parte da manufatura, mas vamos usar exemplos além da manufatura para demonstrar como eles também podem ser usados em toda uma gama de operações. Em terceiro lugar, analisaremos como a aparência física das operações influencia a sua eficácia, tanto para seus clientes como para o pessoal que trabalha nelas. Finalmente, vamos examinar apenas algumas das (muitas) técnicas detalhadas que ajudam os gerentes de produção a projetar arranjos físicos melhores.

O QUE É ARRANJO FÍSICO E COMO ELE PODE INFLUENCIAR O DESEMPENHO?

O "arranjo físico" (ou *layout*) de uma operação ou processo significa a forma como seus recursos de transformação são posicionados entre si, como suas várias tarefas são alocadas a esses recursos de transformação e a aparência geral desses recursos. Juntas, essas duas decisões irão ditar o padrão e a natureza de como os recursos transformados progridem pela operação ou processo (*veja* a Figura 7.2). A decisão de arranjo físico é importante porque, se o *layout* estiver errado, pode provocar padrões de fluxo muito longos ou confusos, filas de clientes, longos tempos de processo, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis, altos custos e uma resposta fraca para os que estiverem dentro da operação, sejam eles clientes ou funcionários. Além disso, o rearranjo físico radical pode interromper o funcionamento da produção, ocasionando insatisfação do cliente ou perdas de tempo na produção. Por serem as decisões de arranjo físico difíceis e caras, os gerentes de produção podem relutar em tomá-las com frequência. Portanto, o arranjo físico deve começar com a avaliação completa dos objetivos que ele está tentando alcançar.

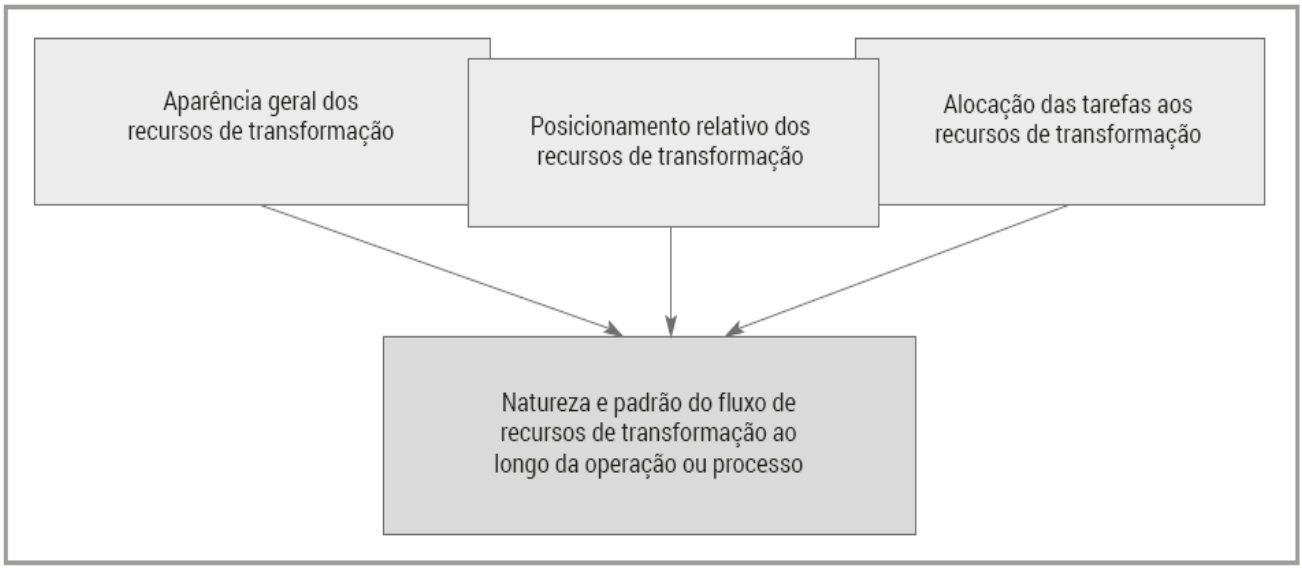


Figura 7.2 O arranjo físico envolve o posicionamento relativo dos recursos de transformação dentro da operação e dos processos, a alocação de tarefas aos recursos e a aparência geral, que juntos ditam a natureza e o padrão do fluxo de recursos transformados ao longo da operação ou processo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Volkswagen e Google são pioneiras em novos tipos de arranjo físico[1]

O arranjo e a aparência física das operações em muitas indústrias estão mudando à medida que a natureza da concorrência muda e as necessidades das pessoas que trabalham nelas mudam. Aqui estão dois exemplos.

Fábrica transparente da Volkswagen

Não pense que a ideia do aspecto de uma operação se aplique apenas às operações de serviço de alto contato. A "fábrica transparente" da VW no coração de Dresden, na Alemanha, com certeza é visualmente impressionante e não se parece com uma montadora de automóveis tradicional. Dentro da montadora, que fabrica o sofisticado sedã Phaeton, os pisos são de madeira canadense muito cara, as paredes da fábrica são feitas de vidro transparente (um alto-falante no exterior imita sons de aves territoriais, para impedir que pássaros se choquem contra o vidro) e todos os trabalhadores vestem jalecos e luvas brancas; na verdade, a produção tem a atmosfera de um laboratório de pesquisa, e não de uma fábrica. Em parte, isso ocorre porque os processos mais sujos e mais barulhentos, como prensagem, soldagem e pintura de cabine, ocorrem em outra instalação. Em parte, porém, isso acontece porque a instalação é tanto um dispositivo de relacionamento com o cliente e marketing como uma planta de produção. Milhares de visitantes vêm à fábrica a cada ano. Seu arranjo físico é amigável ao visitante e é projetado para receber 250 turistas por dia, com reserva antecipada que custa € 5 por pessoa. Clientes atuais ou potenciais não pagam. O piso térreo abriga um restaurante, e no nível inferior há um simulador que permite aos visitantes realizar *test drive* virtual do Phaeton. No entanto, a fábrica transparente também é uma operação de manufatura séria, produzindo uma média de 44 Phaetons por dia, sendo a maioria deles destinada à própria Alemanha, à China e à Coreia do Sul.

Escritórios revolucionários da Google

Operações e, portanto, arranjos físicos de operações não se limitam a fábricas, armazéns, lojas e outros espaços de trabalho. Muitos de nós que trabalham em operações, de fato, trabalham em escritórios. Nos serviços financeiros, governo, *call centers* e setores criativos, todos trabalham na maior parte do tempo sentados à mesa. (Uma estimativa é que mais de 70 por cento do PIB do Reino Unido é gerado por pessoas que trabalham em escritórios, embora seja reconhecidamente difícil confirmar isso.) Assim, o arranjo físico dos escritórios pode afetar o desempenho das operações para esses setores, tanto quanto o aspecto de uma fábrica. E, de todas as empresas cuja equipe trabalha em escritório a Google, como muitas empresas de alta tecnologia, está prestando muito mais atenção ao ambiente de trabalho de seus funcionários, para melhor promover a criatividade e a produtividade. Realmente, a Google é famosa pelo uso inovador de seus espaços de trabalho. Isto porque a empresa prospera em criatividade e acredita que os projetos de seus escritórios fornecerão a cada empregado um espaço que incentive a criatividade. A Google dedica muito tempo e dinheiro ao projeto do que acredita ser o ambiente de trabalho perfeito – que pode misturar negócios com prazer no sentido de que a equipe pode relaxar e se descontrair durante seus intervalos. Os arranjos físicos dos escritórios da Google são projetados para promover a criatividade e colaboração. O modo como as pessoas se movem em seu espaço, seus encontros e conversas são informações vitais que devem contribuir para qualquer projeto. As necessidades de informação dos processos subjacentes às atividades são claramente um importante fator para definir onde os diversos

departamentos de uma organização estarão localizados. No entanto, as pessoas às vezes não são plenamente conscientes de como interagem umas com as outras ou com o espaço onde elas trabalham. Assim, além de examinar as necessidades formais do serviço das pessoas, é importante examinar o comportamento dos funcionários. Por exemplo, onde as pessoas realmente gastam a maior parte de seu tempo? Onde e quando acontecem as reuniões mais produtivas? Onde e quando as pessoas fazem ligações telefônicas? Quando o escritório está mais vazio? Quando está mais cheio (e barulhento)?

Elliot Felix liderou a equipe que escreveu as diretrizes de projeto global da Google para seus escritórios. "*A Google estava dobrando de tamanho a cada ano e construía novos locais em todos os lugares*", diz ele. "*Havia muita preocupação sobre quais deveriam ser os componentes dos escritórios e como todos eles se encaixariam de forma coesa, para que o funcionário tivesse uma experiência consistente. Nós nunca estamos apenas falando do espaço. Estamos falando de cultura, etiqueta e rituais. O que muitas pessoas esquecem é que impregnamos o espaço com nossos valores*." Há uma regra na Google segundo a qual ninguém deve ficar a mais de 100 metros de distância dos alimentos. Há cozinhas ecológicas, completas e com alimentos saudáveis, localizadas em locais estratégicos em torno dos prédios (além da lanchonete). Há lugares tranquilos, como bibliotecas e, por vezes, aquários, se a equipe quiser algum lugar tranquilo para relaxar ou pensar a respeito de algum problema. Algumas partes do escritório parecem um apartamento, o que atrai os funcionários que gostam da ideia de "trabalhar de casa", porém no escritório. Projetar essas características em prédios de escritórios é em parte consequência das longas horas trabalhadas por muitas pessoas nos setores da alta tecnologia. Os escritórios devem ser equipados com áreas de trabalho e áreas para relaxar (mesmo que isso signifique jogar futebol, uma abordagem defendida pela Google).

O que torna um arranjo físico bom?

Em grande parte, os objetivos de qualquer arranjo físico dependerão das metas estratégicas de uma operação, mas existem alguns objetivos gerais que são relevantes a todas as operações. Antes de considerarmos os diversos tipos de arranjo físico, é útil analisarmos os objetivos da atividade de arranjo físico:

■ **Segurança contra riscos acidentais** – este é o pré-requisito para qualquer arranjo físico em qualquer tipo de operação. Todos os processos que poderiam constituir qualquer perigo, físico ou não, para funcionários ou clientes, só deverão ser acessíveis ao pessoal autorizado. Saídas de emergência devem ser claramente marcadas com acesso desimpedido. Os acessos devem ser claramente definidos e livres. Toda a sinalização deverá ser clara e não ambígua.

■ **Segurança contra riscos intencionais** – semelhante de certa forma à segurança contra riscos acidentais, instalações e arranjos físicos deverão garantir que qualquer um com intenções maliciosas não possa obter acesso a funcionários, clientes ou instalações.

■ **Extensão do fluxo** – o fluxo de materiais, informações ou clientes deverá ser canalizado pelo arranjo físico a fim de que seja apropriado aos objetivos da operação. Em muitas operações, isso significa minimizar a distância percorrida pelos recursos em transformação. Porém, isso nem sempre acontece. Nos supermercados, por exemplo, os objetivos do arranjo físico podem compreender o incentivo para os clientes "fluírem" em determinadas alas a fim de aumentar as vendas.

■ **Minimizar atrasos** – naturalmente, os atrasos podem ser causados por rotas demasiadamente longas pelo arranjo físico, conforme descrevemos, mas o posicionamento inconveniente das instalações, ou uma capacidade insuficiente alocada a partes do arranjo físico (ou seja, um gargalo; *veja* o capítulo anterior), também podem causar atrasos.

■ **Reduzir o trabalho em andamento** – excesso de trabalho em andamento pode ser causado por gargalos, mas o arranjo físico de um processo pode ser usado deliberadamente para limitar a capacidade de acúmulo de itens. Isso envolve o uso dos chamados "quadrados *kanban*", explicados no Capítulo 15.

■ **Clareza do fluxo** – todo o fluxo de materiais e clientes deverá ser bem sinalizado, claro e evidente, tanto para funcionários quanto para clientes. Por exemplo, os processos hospitalares frequentemente contam com rotas sinalizadas por diferentes linhas coloridas, pintadas no piso, para indicar o trajeto para os diversos departamentos.

■ **Condições dos funcionários** – os arranjos físicos podem ser organizados de modo que os funcionários fiquem localizados longe de partes barulhentas ou desagradáveis da operação. O arranjo físico deverá oferecer um ambiente de trabalho bem ventilado, bem iluminado e, quando possível, agradável.

■ **Comunicação** – a comunicação entre os funcionários pode ser particularmente importante para alguns tipos de operação, como aquelas dos setores criativos. Os arranjos físicos de algumas operações são deliberadamente projetados para promover o tipo de encontros casuais entre os funcionários, o que pode levar à formulação de ideias criativas.

■ **Coordenação da administração** – supervisão e comunicação deverão ser assistidas pela localização relativa do pessoal, pelo uso de dispositivos de comunicação e pontos de informação.

■ **Acessibilidade** – todas as máquinas, plantas ou equipamentos deverão ser acessíveis em grau suficiente para a devida inspeção, limpeza e manutenção.

■ **Uso do espaço** – todos os arranjos físicos deverão proporcionar uso apropriado do espaço total disponível na operação (incluindo a altura e o espaço do piso). Isso geralmente significa minimizar o espaço utilizado para a finalidade particular, mas às vezes pode levar a uma impressão de requinte espaçoso, como no saguão de entrada de um hotel de primeira linha.

■ **Uso do capital** – o investimento de capital deverá ser minimizado (coerentemente com outros objetivos) quando se finaliza o arranjo físico.

■ **Flexibilidade a longo prazo** – os arranjos físicos precisam ser alterados periodicamente, à medida que mudam as necessidades da operação. Um bom arranjo físico terá sido planejado visando as possíveis necessidades futuras da operação. Por exemplo, se há potencial de aumento da demanda para um produto ou serviço, o arranjo físico foi projetado para acomodar uma expansão futura?

■ **Imagem** – o arranjo físico de uma operação pode ajudar a moldar a imagem de uma organização, tanto em seus mercados consumidores quanto no mercado de trabalho onde realiza recrutamento. A aparência de um arranjo físico pode ser usada como tentativa deliberada de estabelecer a marca de uma empresa.

Como você pode ver, há muitos objetivos variados que se tentam alcançar durante a atividade do arranjo físico. Alguns, tais como segurança, defesa e bem-estar do pessoal, são absolutamente necessários. Outros podem ter de ser comprometidos, ou negociados com outros objetivos. Por exemplo, dois processos podem precisar do mesmo equipamento e poderiam compartilhá-lo de forma bastante viável. Isso significaria uma boa utilização do capital usado para adquirir esse equipamento. Mas ambos os processos

que o utilizam podem representar rotas de processo mais longas e/ou mais confusas. Comprar dois equipamentos seria subutilizá-los, mas reduziria as distâncias percorridas.

TIPOS BÁSICOS DE ARRANJO FÍSICO

Os arranjos físicos mais práticos são derivados apenas de quatro tipos básicos. São eles:

- Arranjo físico de posição fixa (posicional).
- Arranjo físico funcional.
- Arranjo físico celular.
- Arranjo físico em linha (ou "por produto").

Esses tipos de arranjo físico estão mais ou menos relacionados aos tipos de processos descritos no Capítulo 6. Como indicado na Tabela 7.1, um tipo de processo não implica necessariamente um tipo básico de arranjo físico específico.

Tabela 7.1 Alternativas de arranjo físico para cada tipo de processo

Tipos de processo de fabricação	Tipos de arranjo físico básicos		Tipos de processo de serviço
Processos do projeto	Arranjo físico posicional Arranjo físico funcional	Arranjo físico posicional Arranjo físico funcional Arranjo físico celular	Serviços profissionais
Processos de *jobbing*	Arranjo físico funcional Arranjo físico celular		
Processos de lote	Arranjo físico funcional Arranjo físico celular	Arranjo físico funcional Arranjo físico celular	Loja de serviço
Processos em massa Processos contínuos	Arranjo físico celular Arranjo físico por produto	Arranjo físico celular Arranjo físico por produto	Serviços em massa
	Arranjo físico por produto		

Arranjo físico posicional

O arranjo físico posicional ou de "posição fixa" é, de certa forma, uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos de transformação. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica no lugar, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. Isso pode ocorrer porque o produto ou o receptor do serviço é muito grande para ser movido de forma conveniente, pode ser muito delicado para ser movimentado ou, talvez, pode recusar-se a ser movido, como, por exemplo:

- *Construção de uma rodovia* – o produto é muito grande para ser movido.
- *Cirurgia de coração* – os pacientes estão em estado muito delicado para serem movidos.
- *Restaurante de alto nível* – os clientes opõem-se a ir até onde a comida é preparada.
- *Construção naval* – o produto é muito grande para ser movido.
- *Manutenção de computador de grande porte* – o produto é muito grande e, provavelmente, também muito delicado para ser movido, e o cliente pode negar-se a levá-lo para manutenção.

Arranjo físico funcional

No arranjo físico funcional, os recursos ou processos semelhantes estão localizados juntos. Isso pode ocorrer porque é conveniente agrupá-los ou porque a utilização dos recursos de transformação é melhorada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluem pela operação, eles percorrem um roteiro de atividade a atividade, de acordo com suas necessidades. Diferentes produtos ou clientes terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes rotas. Geralmente, isso faz com que o padrão de fluxo na operação seja bastante complexo. Estes são alguns exemplos de arranjo físico funcional:

■ *Hospital* – alguns processos (por exemplo, aparelhos de raios X e laboratórios) são necessários a um grande número de pacientes; alguns processos (por exemplo, enfermarias) podem atingir altos níveis de utilização de leitos e profissionais.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

"Fluxo de fábrica" ajuda a produtividade em cirurgias[2]

Mesmo as cirurgias podem ser vistas como processos e, como qualquer processo, podem ser aprimoradas. Normalmente, os pacientes permanecem em posição fixa enquanto os cirurgiões e outros membros da equipe desempenham suas tarefas. Entretanto, essa ideia foi desafiada por John Petri, cirurgião ortopédico e consultor francês em um hospital em Norfolk, no Reino Unido. Frustrado por passar tempo tomando chá enquanto os pacientes eram preparados para a cirurgia, redesenhou o processo de modo a permitir sua movimentação entre duas salas cirúrgicas. Enquanto está operando um paciente em uma sala, seus colegas anestesistas estão preparando um segundo paciente em outra sala. Após concluir o trabalho com o primeiro paciente, o cirurgião lava cuidadosamente as mãos e os braços e move-se para a segunda sala de cirurgia para iniciar o procedimento no segundo paciente. Enquanto isso, o primeiro paciente é retirado do centro cirúrgico e um terceiro paciente começa a ser preparado na primeira sala (Figura 7.3). Esse método de operações sobrepostas em diferentes salas de cirurgia permite cinco horas de trabalho contínuo em vez do padrão anterior de uma sessão de três horas e meia. *"Se você estivesse dirigindo uma fábrica"*, disse o cirurgião, *"não permitiria que sua máquina mais importante e cara ficasse ociosa. Isso também se aplica a um hospital."* Atualmente, esse arranjo é utilizado para cirurgias de reposição de articulações de quadril e joelho, e não seria adequado a todos os procedimentos cirúrgicos. Desde a introdução de sua técnica, a lista de espera do cirurgião caiu a zero e sua produtividade dobrou. *"Por um pequeno aumento do custo, temos condições de tratar maior número de pacientes"*, disse o porta-voz da administração do hospital. *"O importante é que os médicos* [...] *criam ideias inovadoras e demonstramos que elas são eficazes."*

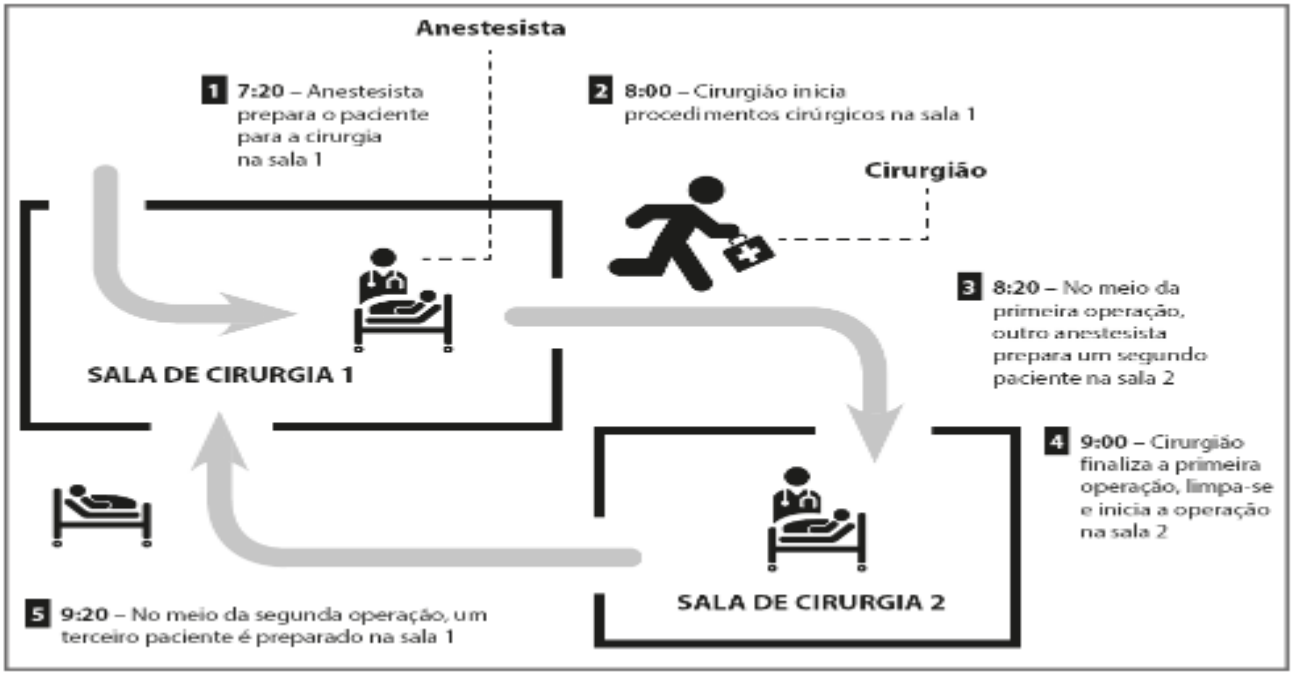


Figura 7.3 "Linha de montagem" de um centro cirúrgico.

■ *Usinagem de peças utilizadas em motores de aviões* – alguns processos (por exemplo, tratamento térmico) necessitam de suporte especializado (eliminação de calor e fumaça); outros processos (por exemplo, centros produtivos automatizados) requerem suporte técnico de operadores especializados; alguns processos (por exemplo, esmeris) atingem altos níveis de utilização, pois todas as peças que requerem operações de esmerilhamento passam por uma única seção.

■ *Supermercado* – alguns produtos, como os enlatados, oferecem maior facilidade de reposição se forem mantidos agrupados; alguns setores, como o de comida congelada, necessitam de tecnologia comum de armazenagem em câmaras refrigeradas. Outros produtos, como vegetais frescos, podem ser mantidos juntos, pois dessa forma ficam mais atraentes aos olhos do consumidor (*veja* o caso de "Operações na Prática" na abertura deste capítulo).

Como a maioria dos arranjos físicos funcionais, uma biblioteca possui diferentes tipos de usuários, com padrões de tráfego diferentes. A biblioteca universitária da Figura 7.4 classifica seus usuários em três categorias, como as seguintes (de fato, as categorias são muito similares às usadas para clientes de lojas varejistas).[3]

■ **Pesquisadores** – buscam materiais interessantes ou úteis surfando na internet, percorrendo estantes e examinando itens e movendo-se lentamente enquanto avaliam o valor dos itens.

■ **Tráfego com destino certo** – pessoas que têm propósito específico ou foram enviados com uma missão e não são dissuadidos disso pelo que estiver ao redor ou por outros materiais da biblioteca.

■ **Tráfego para suporte** – pessoas que se concentram em metas não vinculadas ao uso pessoal da biblioteca. Por exemplo, mensageiros, funcionários de entrega ou funcionários de manutenção.

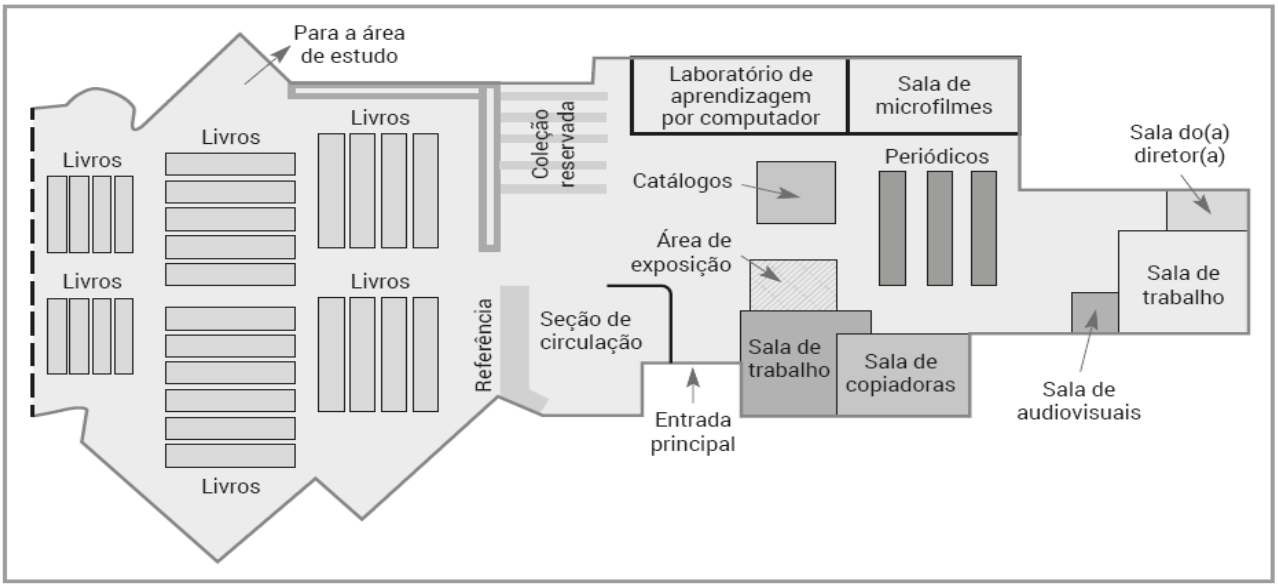


Figura 7.4 Exemplo de arranjo físico funcional em uma biblioteca.

Com base em estudos envolvendo esses diferentes tipos de leitores, a biblioteca criou as seguintes normas de orientação para seu arranjo físico:

■ Posicionar as estantes e os serviços que precisam atrair a atenção dos usuários bem na entrada da biblioteca.

■ Na entrada, à direita, deve ficar a seção de novas aquisições; itens que podem ser selecionados por impulso e não têm substitutos satisfatórios; e itens que requerem exposição repetida antes de os usuários os selecionarem.

■ Na entrada, à esquerda, devem ficar os itens que provavelmente não serão usados, a menos que sirvam à máxima conveniência dos usuários, como dicionários, atlas e enciclopédias.

■ A seção de circulação deve ficar à esquerda da entrada, o último local em que o usuário passa ao deixar a biblioteca.

■ A parte dos fundos da biblioteca deve conter os itens para os quais a motivação do usuário é forte, como materiais indicados em salas de aula e salas de reunião, ou aos quais o usuário esteja disposto a dedicar tempo e esforço para obter, como as impressões de microfilmes.

Arranjo físico celular

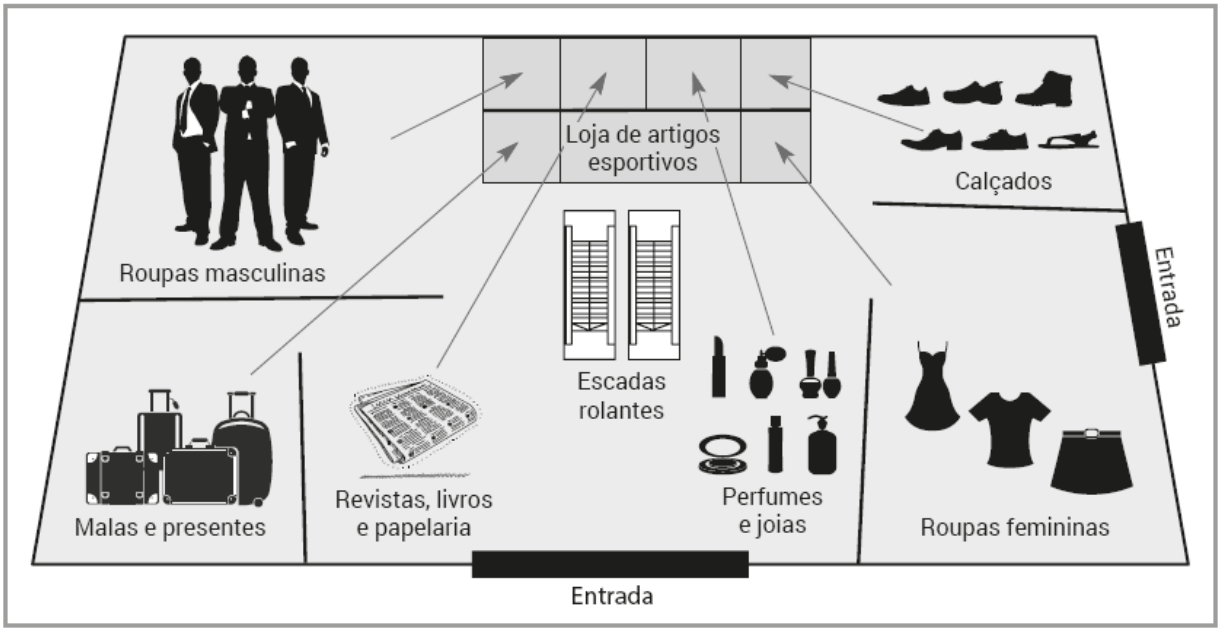
Em um arranjo físico celular, os recursos transformados que entram na operação são pré-selecionados (ou autosselecionam-se) para irem a uma parte da operação (ou célula) em que todos os recursos de transformação estão localizados para atender às necessidades de processamento imediato. A própria célula pode ser organizada em um arranjo físico funcional ou em linha (*veja* a próxima seção). Após serem processados na célula, os recursos transformados podem seguir para outra célula. De fato, o arranjo físico celular é uma tentativa de pôr alguma ordem na complexidade do fluxo que caracteriza o arranjo físico funcional. Estes são alguns exemplos de arranjos físicos celulares:

■ *Fabricação de certos componentes do computador* – o processamento e a montagem de alguns tipos de peças de computador podem necessitar de uma área especial dedicada à fabricação de peças para um cliente específico que tenha exigências especiais, como níveis de qualidade elevados.

■ *Área para produtos de lanches rápidos em um supermercado* – alguns clientes usam o supermercado apenas para comprar sanduíches, salgadinhos, refrigerantes, iogurte etc. para consumo imediato. Esses produtos estão frequentemente próximos uns dos outros, de forma que o consumidor não necessite percorrer o supermercado para encontrá-los.

■ *Maternidade em um hospital* – as clientes que necessitam de atendimento em maternidade formam um grupo bem definido que pode ser tratado junto e provavelmente não precisarão de cuidados de outras instalações do hospital, ao mesmo tempo em que requerem cuidados específicos de maternidade.

Embora a ideia de arranjo físico celular esteja frequentemente associada à manufatura, o mesmo princípio pode ser, e é, usado em serviços. Na Figura 7.5 mostra-se o piso térreo de uma loja de departamentos, havendo áreas de exposição de vários tipos de produtos em vários pontos da loja. Dessa forma, o arranjo físico predominante da loja é funcional. Cada área de exposição pode ser considerada um processo separado, dedicado a vender uma classe específica de bens – sapatos, roupas, livros e assim por diante. A exceção é a loja de artigos esportivos. Essa área é uma loja-dentro-da-loja, dedicada à venda de vários tipos de produtos com um tema de esporte comum. Por exemplo, disporá de roupas e calçados esportivos, sacolas esportivas, revistas, livros e vídeos sobre esportes, equipamentos e presentes esportivos e bebidas energéticas. Dentro da "célula" há todos os produtos que também se encontram em outros pontos da loja. Estão localizados na "célula" não porque sejam bens similares (calçados, livros e bebidas não estariam localizados juntos), mas porque são necessários para satisfazer às necessidades de um tipo particular de cliente. Calcula-se que número suficiente de clientes venham à loja a fim de comprar especialmente "artigos esportivos" (mais do que sapatos, roupas etc.) para que seja compensador dedicar uma área específica a eles. Considera-se também que, se alguém vem à loja com a intenção de comprar um calçado esportivo, pode ser persuadido a comprar outros artigos esportivos se estes forem posicionados na mesma área.



naelnabil | iStockphoto; bitontawan | iStockphoto; pseudodaemon | iStockphoto; sv-time | iStockphoto; Illustrious | iStockphoto; tarras79 | iStockphoto

Figura 7.5 Piso térreo de loja de departamentos mostrando uma "célula de loja-dentro-da-loja" no arranjo físico do restante da loja.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Loja da Apple dentro-de-loja na Harrods[4]

A Apple abriu uma série de 300 Apple Stores em todo o mundo, localizadas em pontos nobres, como na Regent Street e em Convent Garden, de Londres, na Grand Central Station e na Quinta Avenida, em Nova York, no Louvre, em Paris, e a espetacular loja de Pequim, com seu exterior de 12 metros em vidro curvo. Essas lojas são grandes, lindamente projetadas e em conformidade com a marca da empresa, a Apple. Relatou-se que a Apple abriria uma loja-dentro-de-loja em uma das mais famosas lojas de departamentos do mundo. A Harrods é uma grande loja de departamentos de alta classe situada no coração de Londres. Cobre cerca de 20.000 m^2 de terreno e possui 93.000 m^2 de espaço de venda. Possui 330 departamentos que cobrem roupas, acessórios tecnológicos e comida. Os críticos declararam que a marca Apple se ajustaria bem ao ambiente da Harrods e a própria Harrods Apple Store combinaria bem com a arquitetura da loja. A Apple Store mostrará o que caracteriza uma Apple Store, como mesas e identificação visual de madeira. Como a maioria das "células" de varejo, todos os produtos vendidos nessa Apple Store da Harrods podem ser vendidos também em outros departamentos. Contudo, são colocados juntos por outro propósito. Neste caso, a Apple Store interna dá suporte à marca Apple, embora sem qualquer inconveniência para os clientes. Na verdade, é bem mais conveniente aos fãs da Apple.

Arranjo físico em linha (por produto)

Arranjo físico em linha ou por produto consiste em localizar os recursos de transformação inteiramente segundo uma conveniência melhor dos recursos transformados. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Os recursos transformados seguem um "fluxo" ao longo da "linha" de processos, de acordo com as necessidades de seu "produto". É por isso que esse tipo de arranjo físico às vezes é chamado de arranjo físico de fluxo ou produto. O fluxo é claro, previsível e, assim, relativamente fácil de controlar. Normalmente, são os requisitos padronizados do produto ou serviço que fazem com que a produção escolha arranjos físicos em linha. Alguns exemplos de arranjo físico por linha de produto:

- *Linha de montagem de automóveis* – quase todas as variantes do mesmo modelo requerem a mesma sequência de processos.
- *Programa de imunização em massa* – todos os clientes requerem a mesma sequência de atividades administrativas, médicas e de aconselhamento.
- *Restaurante self-service* – geralmente, a sequência de serviços requeridos pelo cliente (entrada, prato principal, bebidas, sobremesa) é comum para todos os clientes, mas o arranjo físico auxilia também a manter controle sobre o fluxo de clientes.

Mas não pense que os arranjos físicos em linha não estejam mudando. Mesmo a Toyota, a mais conhecida de todas as empresas automobilísticas que usam rotineiramente esse tipo de arranjo físico, está repensando sua linha de montagem. A valorização do iene vem dificultando a competição dos veículos fabricados no Japão. Enquanto a Toyota e outras empresas japonesas vêm construindo fábricas em outros países do mundo, reduções de custo precisaram ser feitas para possibilitar a fabricação no Japão. A Figura 7.6 mostra apenas duas das ideias que a Toyota está empregando em sua fábrica de Miyagi (Japão) para

disponibilizar linhas de montagem ainda mais eficientes.[5] A parte superior da Figura mostra como a Toyota posiciona os veículos lado a lado, em vez de utilizar o posicionamento convencional de fila única. Uma ideia simples, mas que apresenta as vantagens de encurtar a linha em 35% (o que reduz o custo de construção da linha e requer menor movimentação dos operários) e de diminuir a distância que os operários precisam percorrer entre os carros (o que aumenta a produtividade). A parte inferior da figura mostra como, em vez de o chassis do veículo chegar por esteiras transportadoras elevadas, ele é posicionado em uma plataforma elevada. A construção dessa plataforma custa apenas a metade de uma linha de montagem convencional, além de permitir que a altura do teto seja reduzida, aumentando a eficiência em termos de espaço, além de reduzir os custos de aquecimento e ar-condicionado em 40%.

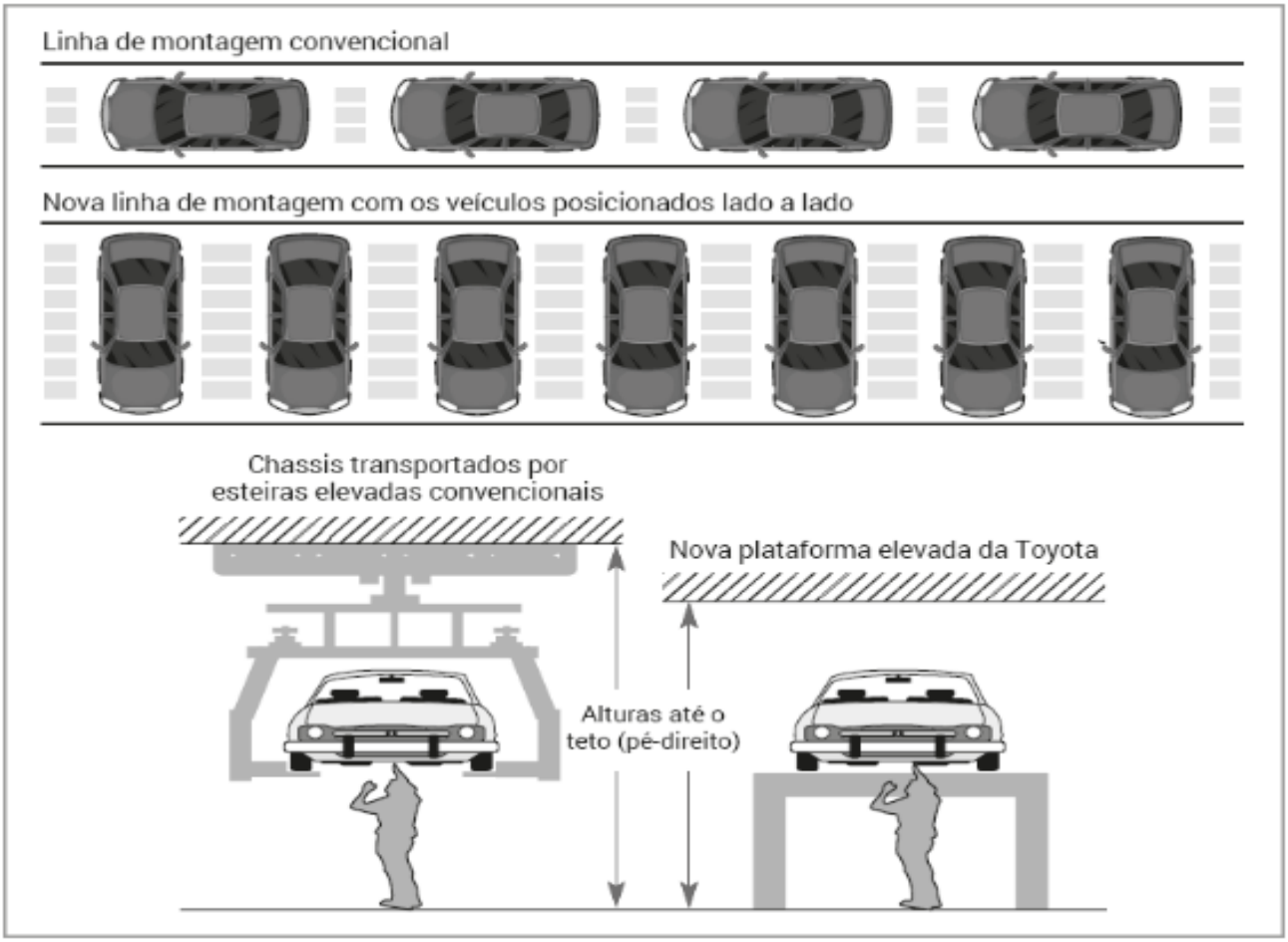


Figura 7.6 Comparação de tipos de arranjo físico (em linha) para a linha de montagem de automóveis.

Fonte: DAWSON, C. For Toyota, patriotism and profits may not mix. *Wall Street Journal*, 29 Nov. 2011. Reimpressa com permissão do *Wall Street Journal*, Copyright © 2011 Dow Jones & Company, Inc. Todos os direitos reservados para todos os países. Números de licença 3841860034292 e 3841860323322.

Arranjos físicos mistos

Muitas operações ou projetam arranjos físicos híbridos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico, ou usam tipos básicos de arranjo físico de forma "pura" em diferentes partes da operação. Por exemplo, um hospital seria normalmente arranjado conforme os princípios de

arranjo físico funcional – cada departamento representando um tipo particular de processo (departamento de radiologia, centros cirúrgicos, laboratório de análises clínicas e assim por diante). Todavia, dentro de cada departamento, arranjos físicos bastante diferentes são usados. Provavelmente, o departamento de radiologia possua um arranjo físico funcional, os centros cirúrgicos sigam arranjo físico de posição fixa e o laboratório de análises clínicas tenha um arranjo em linha.

Outro exemplo é mostrado na Figura 7.7. Aqui, um complexo de restaurantes apresenta três tipos diferentes de restaurante e a cozinha que atende aos três. A cozinha é desenhada conforme um arranjo físico funcional, com os diversos processos (armazenagem de alimento, preparação de alimento, processos de cozimento etc.) agrupados. O restaurante de serviço tradicional é organizado em um arranjo físico de posição fixa. Os clientes permanecem em suas mesas enquanto o alimento é trazido (e às vezes cozido junto à mesa). O restaurante tipo *buffet* tem arranjo celular, no qual cada área possui todos os processos (pratos) necessários para atender aos clientes com sua entrada, prato principal ou sobremesa. Finalmente, no restaurante de comida a quilo, todos os clientes passam pelo mesmo caminho quando estão se servindo. Eles podem não se servir de todos os pratos disponíveis, mas se moverão na mesma sequência de processos.

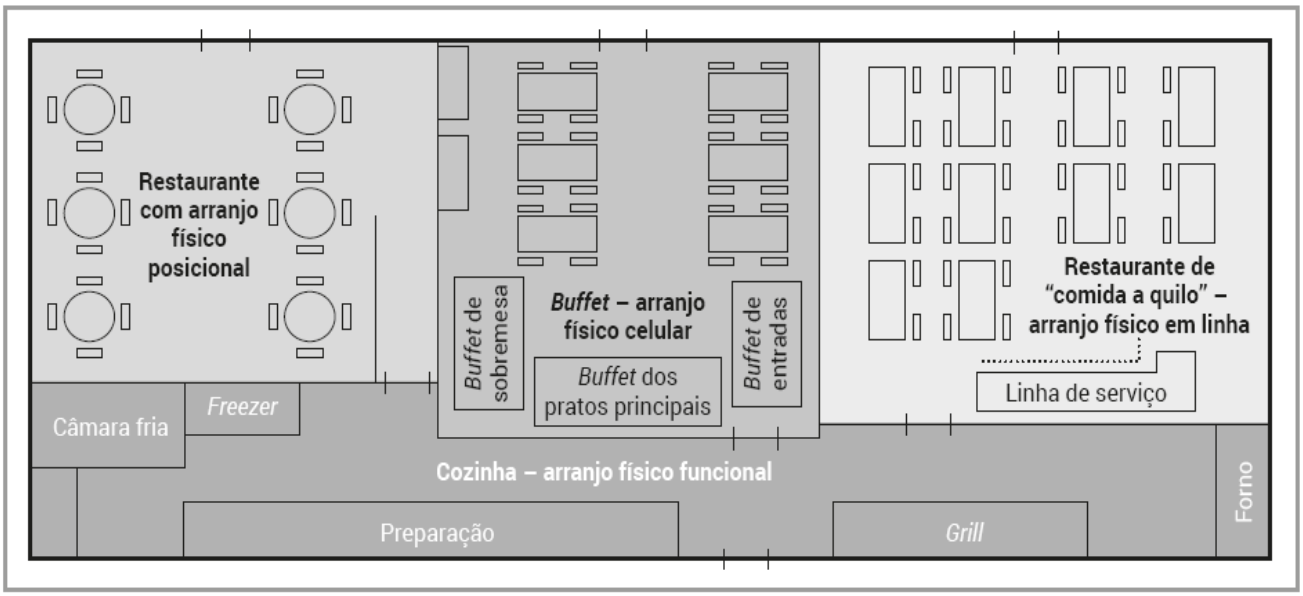


Figura 7.7 Complexo de restaurantes com todos os quatro tipos básicos de arranjo físico.

A Cadbury's (*veja* o item "Operações na Prática") escolheu usar o arranjo físico em linha para a produção de chocolates e o processamento de seus visitantes. Nos dois casos, os volumes são grandes e a variedade oferecida é limitada. Existe demanda suficiente para cada "produto" padrão, e o objetivo da produção é alcançar alta qualidade consistente a um custo baixo. As duas operações possuem pouca flexibilidade de volume, e a mudança de ambas seria bastante dispendiosa.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Chocolate e clientes têm um arranjo físico em linha na Cadbury[6]

Fluxo de chocolate na fábrica

Na fábrica do famoso chocolate Cadbury, em Bourneville, nos arredores de Birmingham, Reino Unido, os processos produtivos são baseados em *arranjo físico em linha*. Isso proporcionou aos engenheiros da Cadbury desenvolver e procurar equipamento que atendesse às exigências técnicas e de capacidade de cada estágio do processo. Por exemplo, considere a produção das barras Dairy Milk da Cadbury. Primeiro, o chocolate líquido padronizado é preparado a partir de grãos de cacau, leite fresco e açúcar, utilizando-se equipamentos especializados conectados uns aos outros por meio de tubos e esteiras transportadoras. Esses processos operam continuamente, dia e noite, para garantir consistência tanto do próprio chocolate quanto da taxa de saída. Em seguida, o líquido é bombeado até o departamento de moldagem, onde ele é automaticamente despejado em uma esteira de moldes de plástico feitos com precisão, que formam as barras de chocolate e as vibram para a remoção de eventuais bolhas de ar. Esses moldes são transportados até um grande refrigerador, para que o chocolate possa endurecer. As barras passam então diretamente para um conjunto de máquinas automáticas de embalagem e empacotamento, de onde seguem para o depósito.

Fluxo de clientes na atração aos visitantes

A Cadbury também possui um grande centro de visitantes próximo da fábrica. É uma exibição permanente, toda dedicada ao chocolate e ao papel que a Cadbury tem desempenhado nessa história fascinante. O projeto é também um arranjo físico em linha com rota única para todos os visitantes, promovendo um fluxo uniforme de clientes e, quando possível, evitando gargalos e atrasos. A entrada para a exposição é feita por meio de um ingresso com horário, o que garante fluxo constante de visitantes que são livres para andar de acordo com sua própria velocidade, mas são obrigados a manter a rota única ao longo da sequência de exibições. Ao sair dessa seção, os visitantes são direcionados até o setor de embalagem do chocolate no andar superior, onde um guia acompanha grupos com número limite de visitantes até os lugares adequados onde eles podem ver os processos de embalagem e uma apresentação em vídeo. Depois, os grupos são encaminhados ao andar inferior onde, na área de demonstração, funcionários habilitados demonstram a fabricação em pequena escala de chocolates feitos a mão. Finalmente, os visitantes podem passear desacompanhados por um caminho longo e sinuoso e visitar as exposições restantes.

Que tipo de arranjo físico uma operação deve escolher?

A importância do fluxo para uma operação dependerá de suas características de volume e variedade. Quando o volume é muito baixo e a variedade relativamente alta, o "fluxo" não é grande problema. Por exemplo, numa fabricação de satélites de comunicações, é provável que um arranjo físico de posição fixa seja apropriado, porque cada produto é diferente e os produtos "fluem" com muito pouca frequência pela operação, de modo que não vale a pena organizar as instalações para minimizar o fluxo das peças na operação. Com maior volume e menor variedade, o fluxo torna-se um problema. Entretanto, se a variedade for ainda alta, uma organização totalmente dominada pelo fluxo será difícil, porque haverá diferentes padrões de fluxo. Por exemplo, a biblioteca da Figura 7.4 organizará parcialmente suas diferentes categorias de livros e os outros serviços para minimizar a distância média que seus leitores têm de percorrer dentro da operação. Contudo, em razão de as necessidades dos leitores variarem, a biblioteca organizará seu arranjo físico para satisfazer a maioria desses leitores (embora, talvez, haja

inconveniência para uma minoria). Quando a variedade de produtos ou serviços reduz ao ponto em que uma "categoria" distinta com exigências similares fica evidente, embora a variedade ainda não seja pequena, o arranjo físico celular pode tornar-se apropriado, como na célula de artigos esportivos da Figura 7.5. Quando a variedade é relativamente pequena e o volume alto, o fluxo pode ficar regularizado, e é provável que um arranjo físico por produto seja apropriado, como na linha de montagem de carros (*veja* a Figura 7.8).

Princípio de administração da produção

Os recursos nos processos de baixo volume/alta variedade devem ser organizados para enfrentar o fluxo irregular.

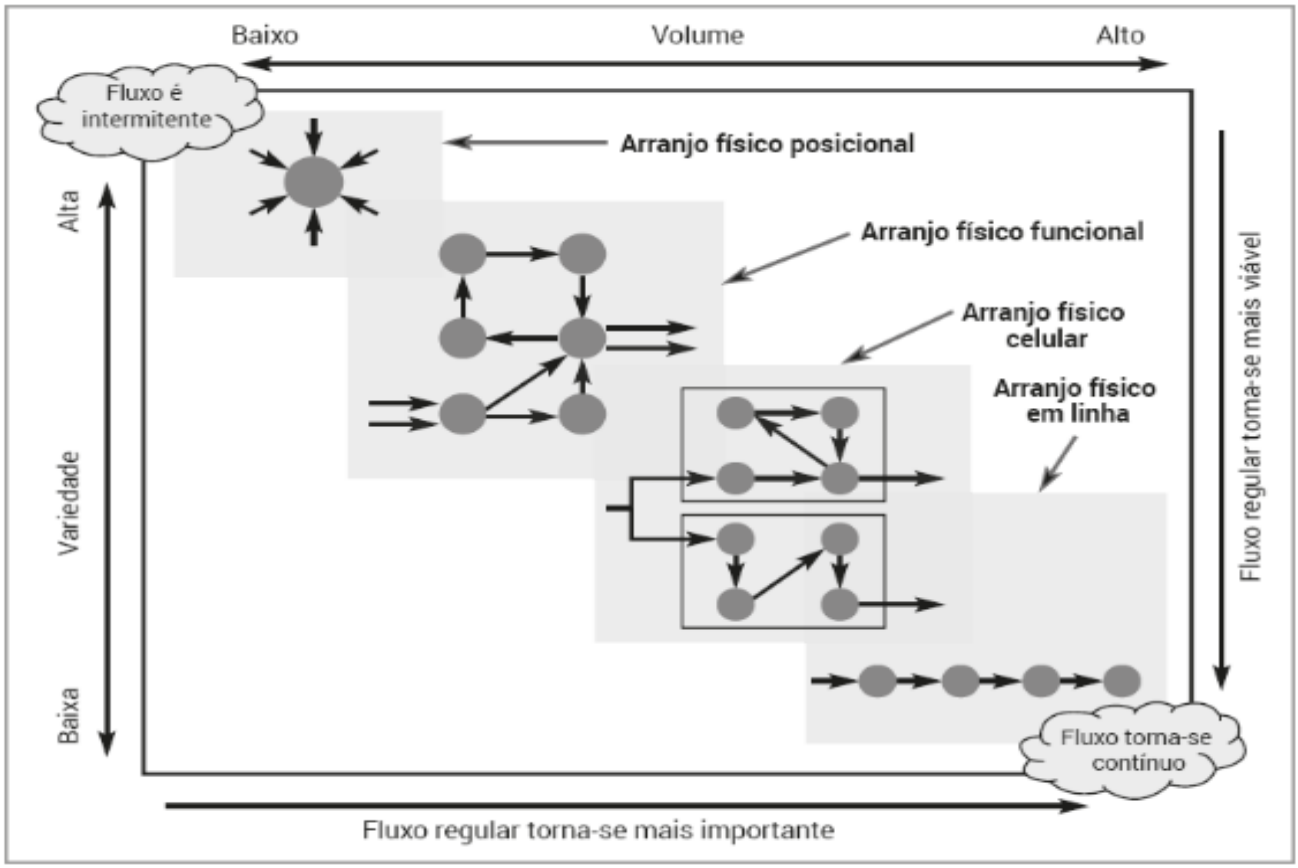


Figura 7.8 Diferentes arranjos físicos de processo são apropriados para diferentes combinações de volume-variedade.

Embora as características de volume-variedade da operação reduzam a escolha a uma ou duas opções de arranjo físico, há outras vantagens e desvantagens associadas, algumas delas mostradas na Figura 7.9. Entretanto, o tipo de operação também influenciará a importância relativa dessas vantagens e desvantagens. Por exemplo, um fabricante de televisão operando em alto volume pode considerar atraentes as características de baixo custo de um arranjo físico por produto, embora um parque temático possa adotar o mesmo tipo de arranjo físico, principalmente em razão de "controlar" o fluxo de clientes.

Princípio de administração da produção

Os recursos em processos de alto volume/baixa variedade devem ser organizados para acomodar um fluxo regular e suave.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Fábricas flexíveis da Nestlé[7]

A Nestlé é a maior empresa de alimentos do mundo e tem operações em quase 200 países. Ela também tem mais de 400 fábricas ao redor do mundo, muitas delas em países em desenvolvimento. A Nestlé abriu sua primeira fábrica na África (uma fábrica de produção de leite condensado) em 1927. Mas fábricas são caras para se construir, especialmente onde a infraestrutura pode ser problemática e a demanda futura incerta. É por isso que a Nestlé criou um plano para um novo tipo de fábrica que pode ser construída em metade do tempo de uma mais tradicional, por cerca de 50 a 60 por cento do custo.

A fábrica modular será feita de múltiplas seções de componentes fáceis de montar, projetadas para oferecer uma solução altamente flexível, simples e econômica para a criação de unidades de produção no mundo em desenvolvimento. Muitas vezes, investir nesses países pode representar alto risco, pois eles podem não ter infraestrutura, fontes de energia confiáveis e conhecimento, mas o conceito de fábrica modular permitirá à Nestlé estabelecer rapidamente uma pegada, criando empregos locais e ficando mais perto de seus clientes e suas matérias-primas. "*O modelo é uma verdadeira evolução em relação às tradicionais fábricas físicas do passado*", disse Alfredo Fenollosa, chefe técnico da Nestlé para Ásia, Oceania e África. "*As grandes empresas tradicionalmente fabricam materiais sólidos, mas a estrutura mais leve deste conceito de fábrica modular representa uma mudança de mentalidade real para a Nestlé. Esperamos poder aplicá-lo brevemente em países da África e em algumas partes da Ásia*", acrescentou.

Uma fábrica normal da Nestlé demora de 18 a 24 meses e custa entre 30 e 50 milhões de francos suíços. A nova fábrica modular pode estar completa e em funcionamento em menos de 12 meses, com um custo entre 15 e 25 milhões de francos suíços. A fábrica modular usa uma série de seções de fábrica pré-fabricadas, que podem ser trazidas, prontas para o uso, diretamente para o local e conectadas entre si de acordo com os requisitos. Estes poderiam incluir, por exemplo, um gerador e caldeira prontos a usar, uma cantina e vestiários para os funcionários da fábrica. A fábrica pode então ser expandida, movida ou sua função transformada sem ter que começar do zero. O conceito de fábrica modular é projetado para industrializar processos simples como reembalar e misturar produtos secos, como cubos de caldo Maggi, ao invés de criar produtos mais complexos.

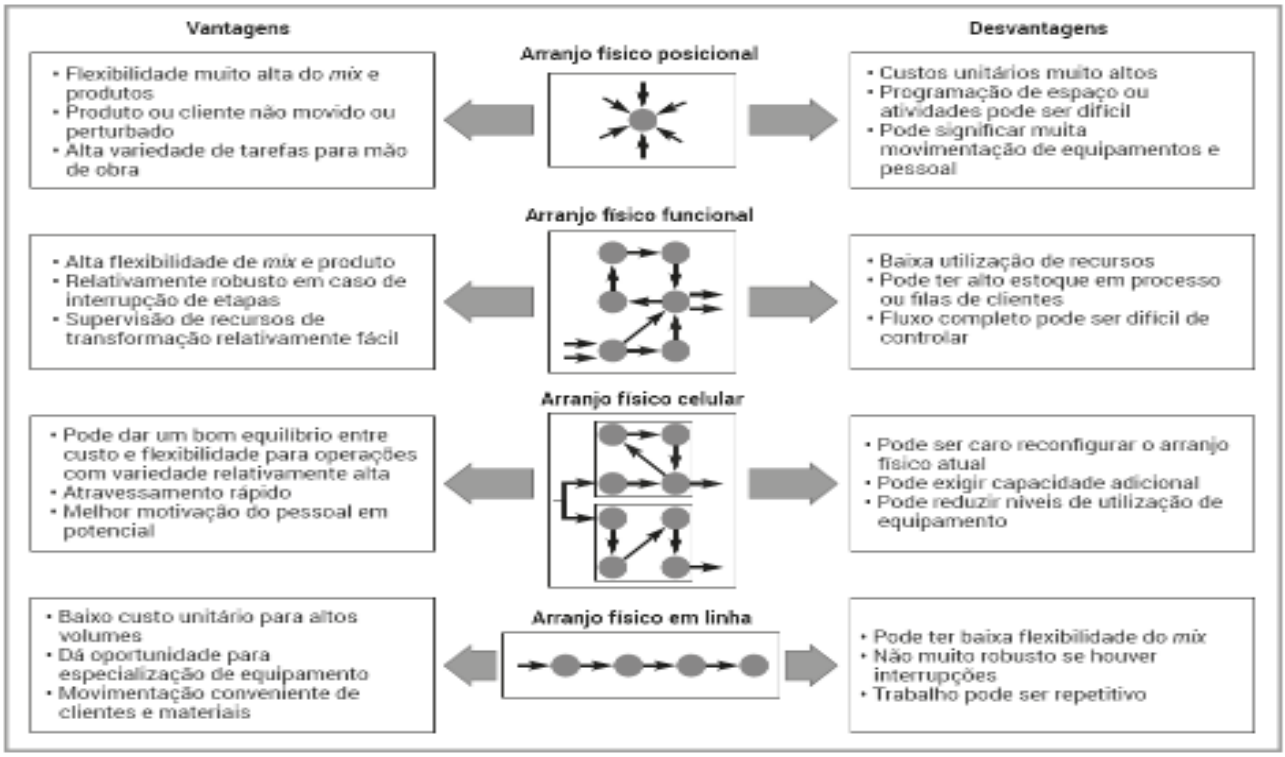


Figura 7.9 Algumas vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico.

Análise de custo

De todas as características dos vários tipos de arranjo físico, talvez as mais significativas sejam as implicações, para o custo unitário, da escolha do arranjo físico. Isso é mais bem entendido pela distinção entre os elementos de custo fixo e variável da adoção de cada tipo de arranjo físico. Para qualquer produto ou serviço específico, os custos fixos da construção de um arranjo físico de posição fixa são relativamente pequenos, em comparação a qualquer outra forma de produzir o mesmo produto ou serviço. Entretanto, os custos variáveis de produzir cada produto ou serviço são relativamente altos em comparação aos tipos de arranjos físicos alternativos. Então, os custos fixos tendem a aumentar à medida que passam da posição fixa para o funcional e para a célula até chegar ao arranjo físico em linha. Entretanto, os custos variáveis por produto ou serviço tendem a diminuir. O custo total para cada tipo de arranjo físico dependerá do volume de produtos ou serviços produzidos, como mostrado na Figura 7.10(a). Isso parece mostrar que para qualquer volume há um arranjo físico básico de menor custo. Entretanto, na prática, a análise de custo da seleção de arranjo físico raramente é tão clara. O custo exato de operar o arranjo físico é difícil de prever e, provavelmente, dependerá muito frequentemente de fatores também difíceis de prever. Em vez de usar linhas finas para representar o custo do arranjo físico à medida que o volume aumenta, linhas largas, dentro das quais é provável que o custo real se situe, podem ser mais apropriadas (*veja* a Figura 7.10b). A discriminação entre os diferentes tipos de arranjos físicos tornou-se agora bem menos clara. Há faixas de volume em que qualquer um dos dois ou três tipos de arranjos físicos pode fornecer o menor custo operacional. Quanto menor certeza houver sobre os custos, mais amplas serão as "faixas" de custo e menos clara será a escolha. Os prováveis custos de adoção de um arranjo físico particular precisam ser estabelecidos no contexto mais amplo de vantagens e desvantagens mostrados na Figura 7.9.

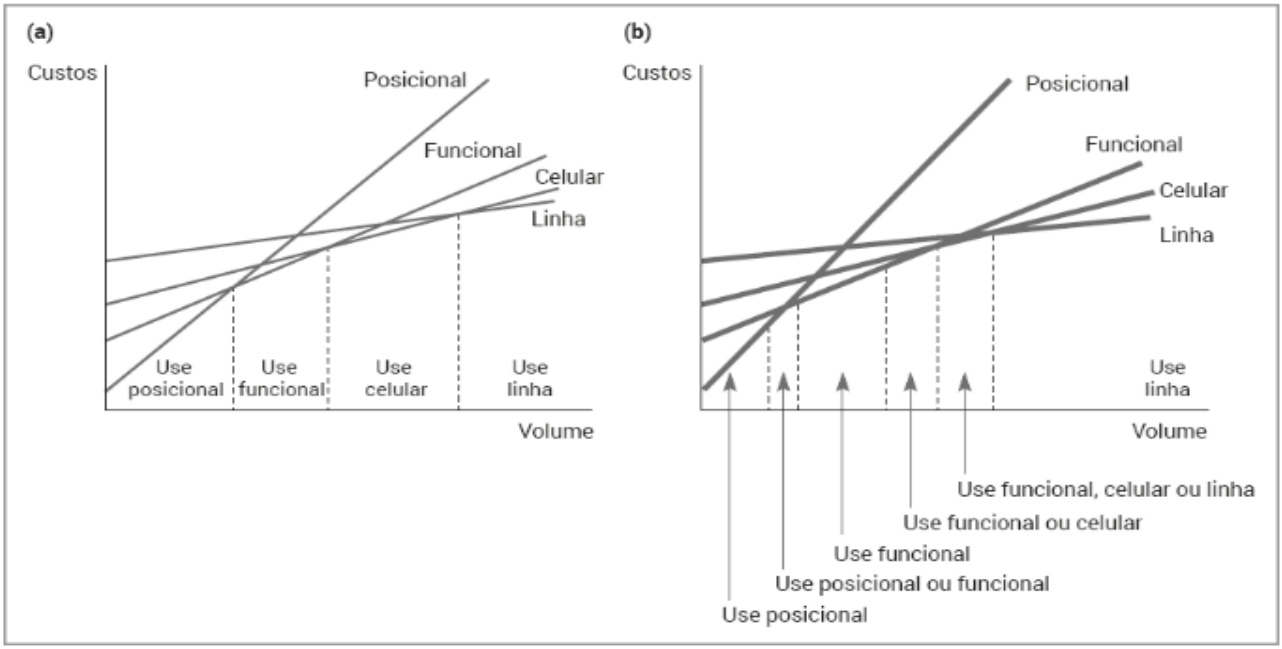


Figura 7.10 (a) Os tipos básicos de arranjo físico têm características diferentes de custos fixos e variáveis que parecem determinar qual usar. (b) Na prática, a incerteza sobre os custos fixos e variáveis exatos de cada tipo de arranjo físico significa que raramente a decisão pode basear-se exclusivamente na consideração de custo.

EFEITO DA APARÊNCIA DE UMA OPERAÇÃO SOBRE SEU DESEMPENHO

Até agora, nos concentramos em problemas mais evidente associados ao "padrão de fluxo" do arranjo físico. No entanto, a estética de um arranjo físico (em outras palavras, como ele se parece e se comporta) também é importante, especialmente quando os clientes experimentam o interior de uma operação, como em operações de alta visibilidade (*veja* no Capítulo 1). Em tais operações, o aspecto geral da operação será tão importante quanto (senão mais importante que) os critérios de custo e distância. Naturalmente, a aparência de uma operação deve incluir a forma como as suas instalações são organizadas, mas também é cada vez mais reconhecido que a "aparência" de uma operação também pode ter um efeito significativo sobre seu pessoal e, portanto, sobre a sua eficácia e desempenho em geral.

Efeito do projeto do ambiente de trabalho sobre os funcionários

Existem alguns aspectos óbvios e básicos de projeto do local de trabalho que afetarão qualquer um que trabalhe lá. São coisas como: É aquecido o suficiente? Muito quente? A iluminação permite que se enxergue adequadamente? Não muito barulhento? Todos esses são fatores que lidam com os aspectos fisiológicos do trabalho – como nos encaixamos em nosso ambiente de trabalho físico. Logicamente, pessoas que sentem frio, ou que se irritam com ambiente barulhento, ou que precisam se esforçar para ver o que estão fazendo, provavelmente não estarão sentindo-se, ou trabalhando particularmente bem. Examinamos essas questões no Capítulo 9, quando olhamos para a "ergonomia". Mas existem outros

fatores associados ao *design* de um local de trabalho que podem afetar as atitudes, a motivação e o comportamento do pessoal. É por isso que, nos últimos anos, muitas empresas têm dedicado recursos para o que se passa em seus locais de trabalho e sua aparência. Zonas especiais para reunião bares de *cappuccino*, tanques de peixes, poltronas especiais para relaxamento, consoles de jogos, redes, mesas de pingue-pongue e outras opções desse tipo têm sido cada vez mais integradas aos espaços de trabalho. Por que isso acontece?

O centro do argumento para usar essas características de projeto é que um local de trabalho é mais do que simplesmente o arranjo de instalações e o padrão de fluxo que ele cria. É também o mobiliário, a forma como o espaço é utilizado e até mesmo a cor da tinta nas paredes. Alguns projetistas de local de trabalho iriam ainda mais longe. A estética do local de trabalho também reflete a cultura da organização. (Não há uma definição única e completa de cultura organizacional, mas geralmente é considerada como aquilo que se sente ao fazer parte de uma organização, "o clima da organização".)[8] Portanto, argumentam, a aparência de um local de trabalho deve refletir a cultura da organização. As principais questões são: "O que diz esse local de trabalho a respeito da nossa cultura?" e "Como podemos criar um ambiente que promova ainda mais nossa cultura?" O que funciona para uma empresa pode ser contracultura em outra.[9] A sede da Google na Califórnia (conhecida como Googleplex) é frequentemente citada como um bom exemplo de local de trabalho que reflete a cultura da empresa.

No entanto, a questão é quanta diferença a estética e os componentes do ambiente de trabalho fazem. Na verdade, de acordo com Thomas Davenport, um especialista em "trabalho de conhecimento", há pouca evidência de que alguém tenha trabalhado mais produtivamente por causa dessas características. "*Não há uma relação clara entre o desempenho do trabalhador de conhecimento e várias características atraentes do ambiente de trabalho, embora possam ajudar ligeiramente com recrutamento e moral*."[10] Mais propriamente, os proponentes da melhoria da aparência do ambiente de trabalho dizem que o efeito é mais sutil. Pode incentivar comportamentos desejados, em particular quando o local de trabalho reflete as atividades e necessidades das pessoas que trabalham lá. Assim, por exemplo, os sistemas modulares flexíveis do mobiliário, fabricados a partir de uma série de componentes, podem ser mudados para atender a diferentes necessidades à medida que elas surgirem. Telas podem cobrir uma estação de trabalho se for necessária mais privacidade, mesas podem ser movimentadas para reuniões e assim por diante. Um estudo da empresa Herman Miller[11] (um fabricante de móveis de escritório) identificou sete atributos do espaço de trabalho que as pessoas valorizam e que contribuem para sua satisfação e (presumivelmente) produção. Esses atributos são, em ordem de prioridade, um escritório confortável, espaço suficiente para trabalhar, a flexibilidade para colocar o computador no lugar mais adequado, a capacidade de ter todo o trabalho ao alcance do braço, controlar os sons dentro do escritório, impedir ruídos que distraem, vindos de fora do escritório, e ter "privacidade visual".

Princípio de administração da produção

O arranjo físico deverá levar em conta a aparência estética do local de trabalho e os tipos de instalações disponíveis aos funcionários.

A curva de Allen

A organização das instalações em qualquer local de trabalho influenciará diretamente a proximidade física entre os indivíduos. E isso, por sua vez, influencia a possibilidade de comunicação entre os

indivíduos. Então, qual é o efeito de coloca-los próximos ou distantes uns dos outros sobre o modo como eles interagem? O trabalho de Thomas J. Allen no Massachusetts Institute of Technology estabeleceu pela primeira vez como a comunicação diminuía com a distância. Em 1984, seu livro *Managing the flow of technology* (Gerenciando o fluxo de tecnologia) apresentou o que ficou conhecido como "curva de Allen". Mostrou uma poderosa correlação negativa entre a distância física entre os colegas e sua frequência de comunicação. A curva de Allen estimou que somos quatro vezes mais propensos a nos comunicar regularmente com um colega sentado a 2 metros de nós do que com alguém a 20 metros de distância, e 50 metros (por exemplo, andares diferentes) marca um ponto de corte para o intercâmbio regular de certos tipos de informações técnicas. Mas, como alguns especialistas apontaram, o escritório não é mais apenas um lugar físico; ferramentas de *e-mail*, conferência remota e colaboração significam que os colegas podem se comunicar sem nunca se verem fisicamente. No entanto, este parece não ser o caso. Um estudo[12] mostra que a chamada tecnologia de encolhimento de distância, na realidade, torna a proximidade mais importante, tanto com as comunicações cara a cara como com as digitais seguindo a curva Allen. O estudo mostrou que os engenheiros que compartilhavam um escritório físico eram 20% mais propensos a permanecer em contato digital do que aqueles que trabalhavam em outro lugar. Além disso, quando precisavam colaborar mais de perto, os colegas trabalhando próximos enviavam *e-mail* com uma frequência quatro vezes maior que os colegas em locais diferentes.

Princípio de administração da produção

A probabilidade de comunicação entre pessoas em seu ambiente de trabalho cai significativamente com a distância entre elas. Trata-se da chamada curva de Allen.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

De onde vieram as baias do escritório?[13]

Algumas pessoas as amam, muitas as detestam; as baias do escritório raramente são vistas como uma arrumação neutra. Mas, originalmente, o homem que inventou o conceito, Robert Propst, um projetista trabalhando para a empresa de móveis de escritório Herman Miller, esperava que traria flexibilidade e independência para o ambiente de escritório. Ele estava na verdade reagindo contra o arranjo comum na época, de fila após fila de mesas (semelhante a uma sala de exames universitários), onde os trabalhadores de escritório trabalhavam de 9 às 17 horas, geralmente com um corredor de escritórios fechados reservados para os gerentes. Em 1968, Propst propôs aquele que foi o primeiro sistema de escritório modular, chamado de "Action Office 2". Usando seu sistema, o espaço poderia ser dividido por painéis verticais tipo parede, que seriam encaixados de várias maneiras. Sua ideia original era que cada empregado poderia ter um arranjo articulado, que lhe daria tanto privacidade quanto visão. Isto seria proporcionado com mesas de diferentes alturas (para evitar dores nas costas). Além disso, poderiam ser criadas áreas para reuniões informais e café. Propst acreditava que a melhor maneira de organizar as "paredes" seria juntar os painéis em ângulos de 120°. No entanto, para sua decepção, projetistas de escritórios perceberam que poderiam juntar mais pessoas no espaço disponível se arranjassem as "paredes" em 90°, formando a baia clássica. Propst também acreditava que as pessoas precisavam ficar de pé tão frequentemente quanto ficavam sentadas (ele estava à frente de seu tempo). Assim, ele criou

armários localizados longe das baias, para incentivar os trabalhadores a se movimentar e promover o "tráfego significativo".

Mas as baias não eram universalmente populares. Os arranjos abertos sem adornos eram desmotivadores, mas as baias não resolveram todos os seus problemas. Escritórios abertos eram barulhentos e incômodos, mas as baias também poderiam ser ruins. Elas não bloqueiam o ruído indesejado e, ao mesmo tempo, podem bloquear a luz natural. As baias podem até mesmo fazer com que as pessoas se comportem mal, de acordo com os pesquisadores na Cornell University, que descobriram que os empregados nas baias eram mais propensos do que aqueles em escritórios abertos a conversar alto (e por muito tempo) no telefone com colegas visitantes. Isso, dizem eles, possivelmente se dá porque as baias "mascaram as pistas sociais, como expressões faciais e linguagem corporal, que influenciam as interações sociais". Torna-se mais fácil consumir um almoço antissocialmente malcheiroso ou conversar em voz alta ao telefone, alheio às reações de seus colegas. Mas as baias ainda estão sendo usadas em escritórios de todo o mundo. Uma explicação para isso é que a privacidade é tão valorizada que os planejadores de escritórios tentam criar a ilusão dela. Isso parece ser corroborado pela maneira como as pessoas personalizam suas baias, entre outras coisas, com quadros, flores e tapetes, em certos casos até mesmo com cortinas na entrada, papel de parede, luzes diferentes e lustres.

Efeito do projeto do ambiente de trabalho sobre os clientes – *servicescapes*

Se a aparência de uma operação afeta o modo como os funcionários se sentem ao trabalhar lá, ela certamente afetará os clientes caso estes entrem no local de trabalho, assim como em operações de "alta visibilidade". O termo frequentemente usado para descrever a perspectiva e o sentimento do ambiente dentro de uma operação é seu "*servicescape*" (embora também seja aplicado ao modo como os funcionários veem seu ambiente). Há muitos estudos acadêmicos que mostram que o *servicescape* de uma operação exerce papel importante, tanto positivo quanto negativo, em moldar as visões dos clientes.[14] A ideia geral é que as condições ambientais, os fatores espaciais e os sinais e símbolos de uma operação de serviço criarão uma "experiência ambiental" para funcionários e clientes; e essa experiência ambiental deve apoiar o conceito do serviço. Os fatores individuais que influenciam essa experiência levarão a certas respostas (novamente, de funcionários e clientes). Tais respostas podem ser classificadas em três categorias principais:

- cognitiva (o que as pessoas pensam);
- emocional (o que elas sentem); e
- fisiológica (o que seus corpos experimentam).

Entretanto, lembre-se de que um *servicescape* conterá não apenas estímulos objetivos, mensuráveis e controláveis, mas também estímulos subjetivos, imensuráveis e, frequentemente, incontroláveis, que influenciam o comportamento do cliente. O exemplo óbvio é o de outros clientes frequentando uma operação. Assim como os estímulos controláveis – como cor, iluminação, *design*, espaço e música –, outros assuntos como o número, os dados demográficos e a aparência dos outros clientes também moldarão a impressão da operação.

Princípio de administração da produção

O arranjo físico deve dar atenção para a aparência e o sentimento de clientes e/ou funcionários sobre a operação.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Virando para o lado errado?[15]

Alguns anos atrás, foi relatado que uma companhia aérea de baixo custo estava para introduzir seções para se viajar em pé em seus voos. Previsivelmente, houve algumas objeções a isso. A ideia, no entanto, era apenas uma piada. No entanto, ela destacou um problema sério: como as companhias aéreas podem reduzir seus custos (e, portanto, suas tarifas), juntando mais passageiros na aeronave? A Airbus patenteou um projeto que usa assentos dobráveis parecidos com fileiras de bancos de bar ou assentos de trator. Alguns comentaristas da indústria sugeriram que as companhias aéreas deveriam reduzir o tamanho dos banheiros e das cozinhas. Todas são ideias para acomodar mais passageiros a bordo. Uma ideia sugerida pela Zodiac, fornecedora francesa de acessórios para aviões de passageiros, é fazer com que estes fiquem de frente uns para os outros em assentos alternados de formato hexagonal (*veja* a Figura 7.11). Isso significa que os passageiros não terão que competir pelo apoio de braço, mas terão de olhar uns para os outros. A Zodiac diz que está tentando promover seu arranjo de assento estreito e leve para não só aumentar a densidade de passageiros mas também aumentar o espaço para ombros e pernas. Pierre-Antony Vastra, vice-presidente da Zodiac, diz: "*É uma maneira diferente de viajar, com pessoas de frente para outras. Podem surgir conversas agradáveis*." No entanto, o que tem sido chamado de assento "cara a cara" encontrou oposição significativa. A revista *Wired* disse: "*Se você estiver de frente para o tipo de pessoa que normalmente se senta ao seu lado nos aviões, isso será horrível. Pelo menos, se todos estiverem voltados para a mesma direção, pode-se fingir que ele nem existe*." Outros chamaram de "*a ideia mais atroz para* design *de assentos de avião que você já viu... uma piada de mau gosto*", enquanto outros duvidaram que a configuração oferecesse segurança, devido à dificuldade de abandonar assentos alternados em caso de emergência.

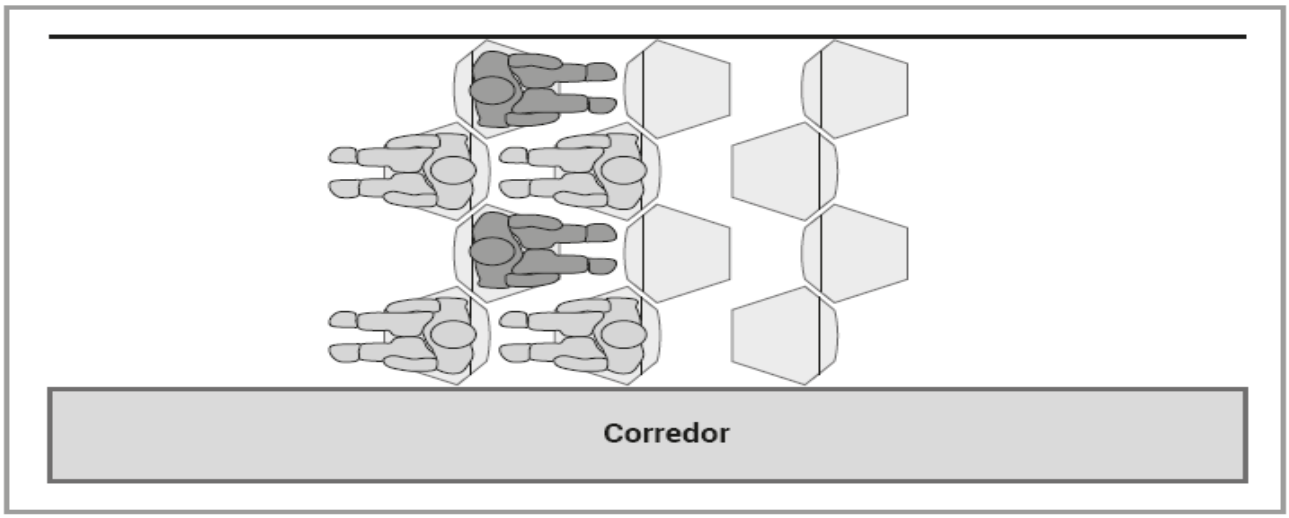


Figura 7.11 O uso de assentos "hexagonais", exigindo que alguns passageiros fiquem voltados para trás, pode aumentar a densidade de assentos, mas você estaria preparado para isso?

COMO CADA TIPO BÁSICO DE ARRANJO FÍSICO DEVE SER PROJETADO EM DETALHE?

Uma vez que o tipo de arranjo físico básico tenha sido escolhido, a próxima etapa é decidir seu projeto detalhado. Projeto detalhado é o ato de operacionalizar os princípios amplos que estavam implícitos na escolha do tipo de arranjo físico básico.

Projeto detalhado do arranjo posicional

Nos arranjos de posição fixa, a localização dos recursos não será definida com base no fluxo de recursos transformados, mas na conveniência dos recursos de transformação em si. O objetivo do projeto detalhado dos arranjos físicos posicionais é atingir um arranjo para a operação que permita a todos os recursos de transformação maximizar sua contribuição ao processo de transformação ao permitir-lhes fornecer um "serviço" efetivo aos recursos transformados. O arranjo físico detalhado de alguns arranjos de posição fixa, como canteiros de obra, pode tornar-se muito complicado, especialmente se a programação planejada das atividades for alterada com frequência. Imagine o caos em um canteiro de obras se caminhões pesados passassem continuamente (e ruidosamente) em frente ao escritório, caminhões de empresas terceirizadas precisassem atravessar as áreas de outros terceirizados para chegar ao local onde armazenam seus materiais, e funcionários que passam a maior parte do tempo no canteiro de obras morassem muito afastados dele. Embora haja técnicas que ajudam a alocar recursos em arranjos físicos posicionais, elas não são utilizadas em larga escala.

Projeto detalhado do arranjo funcional

O projeto detalhado dos arranjos físicos funcionais é complexo, como é o fluxo nesse tipo de arranjo físico. Entre os principais fatores que levam a essa complexidade está o elevado número de opções diferentes. Por exemplo, no caso muito simples de apenas dois centros de trabalho, há só dois modos de organizar *um em relação ao outro*. Contudo, há seis modos de organizar três centros e 120 modos de organizar cinco centros. Esse relacionamento é fatorial. Para N centros há N fatorial ($N!$) modos diferentes de organizar os centros, onde:

$$N! = N \times (N - 1) \times (N - 2) \times \ldots \times (1)$$

Assim, para um arranjo físico funcional relativamente simples com, digamos, 20 centros de trabalho, há $20! = 2{,}433 \times 10^{18}$ modos de organizar a operação. Essa complexidade combinatória de arranjos físicos funcionais dificulta alcançar soluções ótimas na prática. A maioria dos arranjos físicos funcionais é projetada por uma combinação de intuição, bom senso e tentativa e erro sistemáticos.

A informação dos arranjos físicos funcionais

Antes de começar o processo do projeto de talhado dos arranjos físicos funcionais, há alguns itens essenciais de informação que o projetista necessita:

- A área requerida por centro de trabalho individual.
- As restrições na forma da área alocada a cada centro de trabalho.

■ O grau e a direção do fluxo entre cada centro de trabalho (por exemplo, número de jornadas, número de cargas ou custo do fluxo por distância percorrida).
■ O desejo de ver os centros de trabalho próximos entre si ou próximos a algum ponto fixado no arranjo físico.

O grau e a direção do fluxo são geralmente mostrados em um diagrama de fluxo, como mostrado na Figura 7.12, no exemplo resolvido. Essa informação pode ser coletada a partir de informações de rota, ou onde o fluxo for mais aleatório; em uma biblioteca, por exemplo, a informação pode ser coletada observando-se as rotas percorridas pelos leitores (ou clientes) durante um período de tempo típico.

Minimizando a distância percorrida

Na maioria dos exemplos de arranjo físico funcional, o principal objetivo é minimizar os custos da operação associados ao fluxo que percorre a operação. Geralmente, isso significa minimizar a distância total percorrida na operação, por exemplo, como na Figura 7.13 do exemplo resolvido. A eficácia do arranjo físico, nesse nível simples, pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\text{Eficácia do arranjo físico} = \sum F_{ij} D_{ij} \text{ para todo } i \neq j, \text{ onde:}$$

F_{ij} = fluxo dos carregamentos ou jornadas por período, do centro de trabalho *i* para o centro *j;*
D_{ij} = distância entre o centro de trabalho *i* e o centro *j*.

Quanto mais baixo o índice de eficácia, melhor o arranjo físico.
As etapas para determinar a localização dos centros de trabalho em um arranjo físico funcional estão ilustradas no exemplo resolvido: Grupo Educacional Rotterdam.

Exemplo resolvido

O Grupo Educacional Rotterdam, empresa que licencia, projeta e fabrica material didático para cursos de educação e treinamento a distância, acaba de fazer *leasing* de um novo prédio com área de 1.800 metros quadrados, no qual pretende colocar seus 11 departamentos. Antes de mudar, o grupo fez um exercício para encontrar o número médio de viagens feitas por sua equipe entre os 11 departamentos. Embora algumas viagens sejam mais significativas do que outras (devido à carga transportada), decidiu-se que todas as viagens seriam tratadas com o mesmo peso.

1ª etapa – Colete informações

As áreas requeridas por departamento, acompanhadas do número médio de viagens interdepartamentais, são mostradas no gráfico de fluxo da Figura 7.12. Nesse exemplo, a direção do fluxo não é relevante e fluxos muito pequenos (menores que cinco viagens por dia) não foram incluídos na análise.

DEPARTAMENTO	ÁREA (m^2)	CÓDIGO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Recepção	85	A		40									
Sala de reuniões	160	B			120								
Layout e projeto	100	C				100							
Editorial	225	D					15						
Gráfica	200	E						30					
Corte	75	F							40				
Recebimento e expedição	200	G								10			
Encadernação	120	H									40		
Produção de vídeo	160	I										100	
Embalagem	200	J											15
Produção de áudio	100	K											

Dimensões do edifício = 30 metros × 60 metros

Figura 7.12 Fluxo de informações para o Grupo Educacional Rotterdam.

2ª etapa – Desenhe um esquema do arranjo físico

A Figura 7.13 mostra o primeiro esquema de arranjo físico dos departamentos. As linhas mais grossas representam fluxos de alta intensidade, entre 70 e 120 viagens diárias; as linhas médias são usadas para representar fluxos entre 20 e 69 viagens diárias; e as mais finas, para fluxos de baixa intensidade, entre 5 e 19 viagens diárias. O objetivo aqui é organizar os centros de trabalho de forma que os departamentos entre os quais haja linhas mais grossas fiquem o mais junto possível. Quanto mais intenso o fluxo, mais curta deve ser a linha.

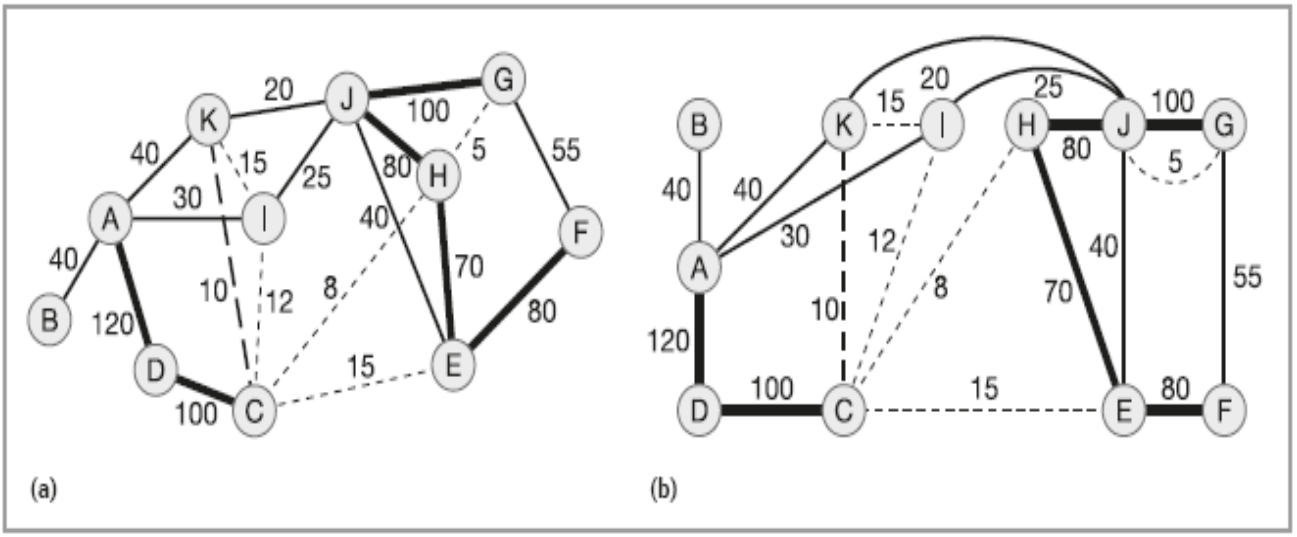


Figura 7.13 (a) Arranjo físico esquemático, colocando centros com altos níveis de tráfego próximos uns dos outros. (b) Arranjo físico esquemático ajustado para se adequar à geometria do edifício.

3ª etapa – Ajuste o esquema do arranjo físico

Se os departamentos forem organizados exatamente como mostrado na Figura 7.13(a), o edifício que os abrigará deverá ter forma irregular e, portanto, alto custo. O arranjo físico necessita de ajustes para que se leve em consideração a forma do edifício. A Figura 7.13(b) mostra os departamentos organizados de modo mais ordenado, correspondendo às dimensões do edifício.

4ª etapa – Desenhe o arranjo físico

A Figura 7.14 mostra os departamentos organizados com as dimensões reais do prédio e ocupando áreas que se aproximam de suas áreas exigidas. Embora as distâncias entre os centroides dos departamentos tenham mudado em relação à Figura 7.12 para acomodar seu formato físico, suas posições relativas permanecem as mesmas. É nesse estágio que se pode calcular uma expressão quantitativa do movimento associado a esse arranjo físico relativo.

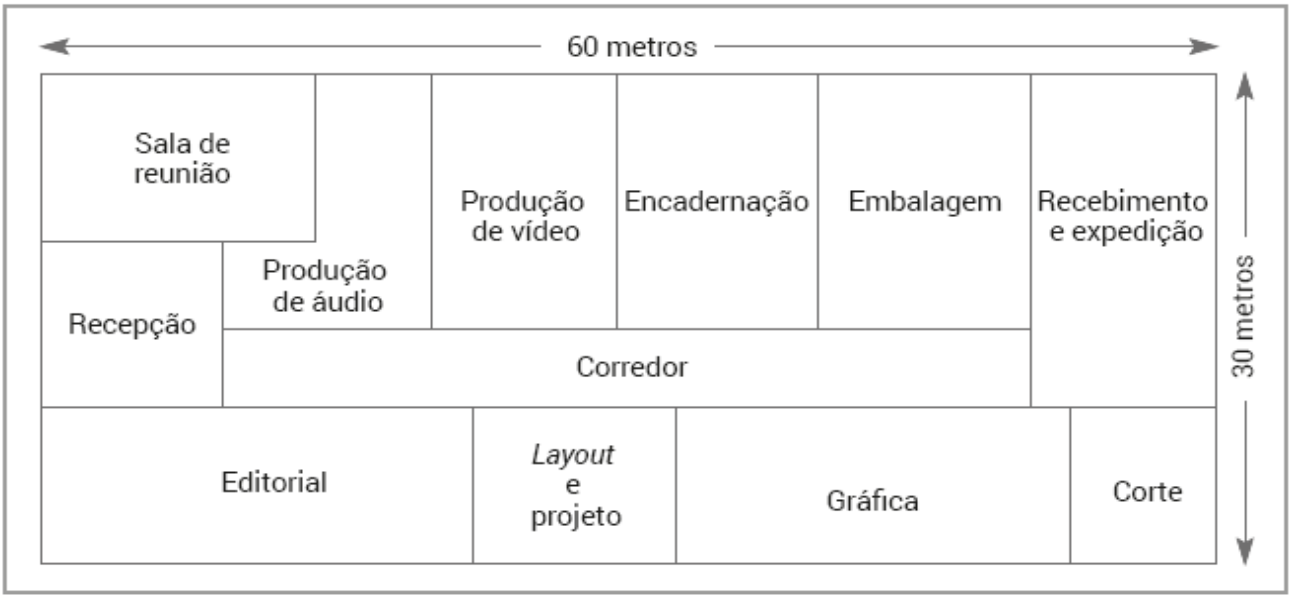


Figura 7.14 Arranjo físico final do edifício.

5ª etapa – Confira as possíveis trocas

O arranjo físico da Figura 7.14 parece razoavelmente eficaz, mas geralmente vale a pena verificar se é possível melhorá-lo, trocando as posições relativas de pares de departamentos, de forma a reduzir o movimento total do fluxo. Por exemplo, as posições dos departamentos H e J podem ser trocadas e a distância total percorrida pode ser calculada com a nova configuração, para descobrir se houve alguma redução.

Projeto de arranjo físico funcional auxiliado por computador

A complexidade combinatória do arranjo físico funcional levou ao desenvolvimento de vários procedimentos heurísticos para auxiliar o processo do projeto. Os procedimentos heurísticos usam o que tem sido descrito como “atalhos no processo lógico” e “regras práticas” na busca de soluções razoáveis.

Eles não buscam a solução ótima (embora uma possa ser encontrada por acaso), mas tentam obter uma boa solução abaixo da ótima. Um desses procedimentos heurísticos baseados em computador é o denominado CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique* – técnica computadorizada de alocação relativa de instalações). A lógica por trás desse procedimento é que, enquanto é inviável avaliar *N fatorial (N!)* arranjos físicos diferentes quando *N* é grande, é viável começar com um arranjo físico inicial e, então, avaliar todas as possíveis formas de trocar a localização de pares de centros de trabalho.
Há:

$$\frac{N!}{2!(N-2)!}$$

maneiras possíveis de trocar dois *N* centros de trabalho. Para um arranjo físico de 20 centros de trabalho, há 190 maneiras de se trocar a posição de centros de trabalho, dois a dois.
Três informações iniciais são necessárias para a heurística CRAFT: uma matriz de custo associado ao transporte entre departamentos e uma matriz espacial mostrando o arranjo físico inicial. A partir disso:
■ a localização dos centroides de cada departamento é calculada;
■ a matriz de fluxo é ponderada pela matriz de custo, e essa matriz ponderada é multiplicada pela distância entre departamentos para se obter o custo total do transporte do arranjo físico inicial;
■ o modelo, então, calcula as consequências para os custos de se trocar as posições de todos os departamentos, dois a dois.

A troca que resulta na maior melhoria é então fixada e o ciclo completo é repetido com a matriz do fluxo de custos atualizada, até que não haja mais melhoria com a troca de dois departamentos.

Projeto detalhado de arranjo físico celular

A Figura 7.15 mostra como um arranjo físico funcional foi dividido em quatro células, cada uma com recursos suficientes para processar uma "família" de peças. Ao fazer isso, a gestão de produção tomou, implicitamente, duas decisões inter-relacionadas, a saber:
■ extensão e natureza das células que escolheu adotar;
■ que recursos alocar a cada célula.

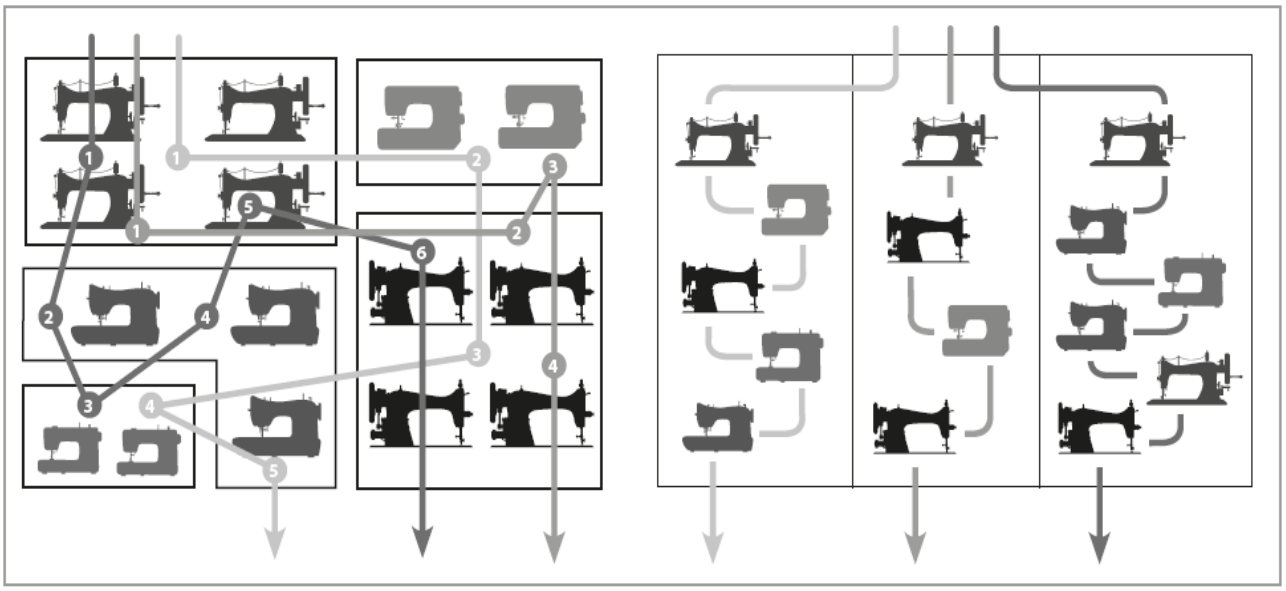


Figura 7.15 O arranjo físico celular agrupa os processos necessários para uma família de produtos/serviços.

Análise do fluxo de produção

O projeto detalhado de arranjos físicos celulares é difícil, em parte porque a ideia de célula, por si própria, representa um compromisso entre arranjos físicos por processo (funcional) e por produto (em linha). Para simplificar a tarefa, é interessante concentrar-se no aspecto processo ou no aspecto produto para o arranjo físico celular. Se o projetista decide concentrar-se no aspecto processo, ele pode usar a análise de *clusters* para descobrir quais grupos de processos reúnem-se naturalmente. Isso envolve o exame de cada tipo de processo e o questionamento de quais outros tipos de processo um produto ou uma peça que utilize aquele processo tem maior probabilidade de requerer. Uma abordagem para alocar tarefas e máquinas às células é a análise do fluxo de produção, que analisa simultaneamente os requisitos do produto e o agrupamento de processos. Na Figura 7.16(a), uma operação de manufatura agrupou os componentes que produz em oito famílias – por exemplo, os componentes da família 1 requerem as máquinas 2 e 5. Nesse estado, a matriz não parece exibir qualquer agrupamento natural. Entretanto, se a ordem das linhas e colunas for mudada, de forma a mover as cruzes para o mais próximo possível da diagonal da matriz, que vai do canto superior esquerdo ao ponto inferior direito, então surge um padrão mais claro. Isso é ilustrado na Figura 7.16(b) e mostra que as máquinas podem ser convenientemente agrupadas em três células, indicadas no diagrama como células A, B e C. Embora esse procedimento seja particularmente útil para alocar máquinas e células, a análise raramente é simples e "limpa". Esse é o caso aqui, em que a família de componentes 8 precisa ser processada pelas máquinas 3 e 8, que foram alocadas à célula B. Há algumas soluções parciais para isso; mais máquinas podem ser compradas e alocadas à célula A. Isso resolveria claramente o problema, mas exigiria investimento de capital em uma nova máquina que pode ficar subutilizada. Ou os componentes da família 8 poderiam ser mandados para a célula B depois de terem sido processados na célula A (ou mesmo no meio de seu roteiro de produção, se necessário). Essa solução evita a necessidade de compra de outra máquina, mas entra parcialmente em conflito com uma das ideias básicas do arranjo físico celular – obter simplificação de um fluxo previamente complexo. Ou, ainda, se houver vários componentes como esse, pode ser necessário

conceber uma célula especial para eles (normalmente, denominada célula de remanescentes), que seria quase como um miniarranjo físico funcional. Porém, a célula dos remanescentes remove os componentes "inconvenientes" do resto da operação, deixando-a com um fluxo mais ordenado e previsível.

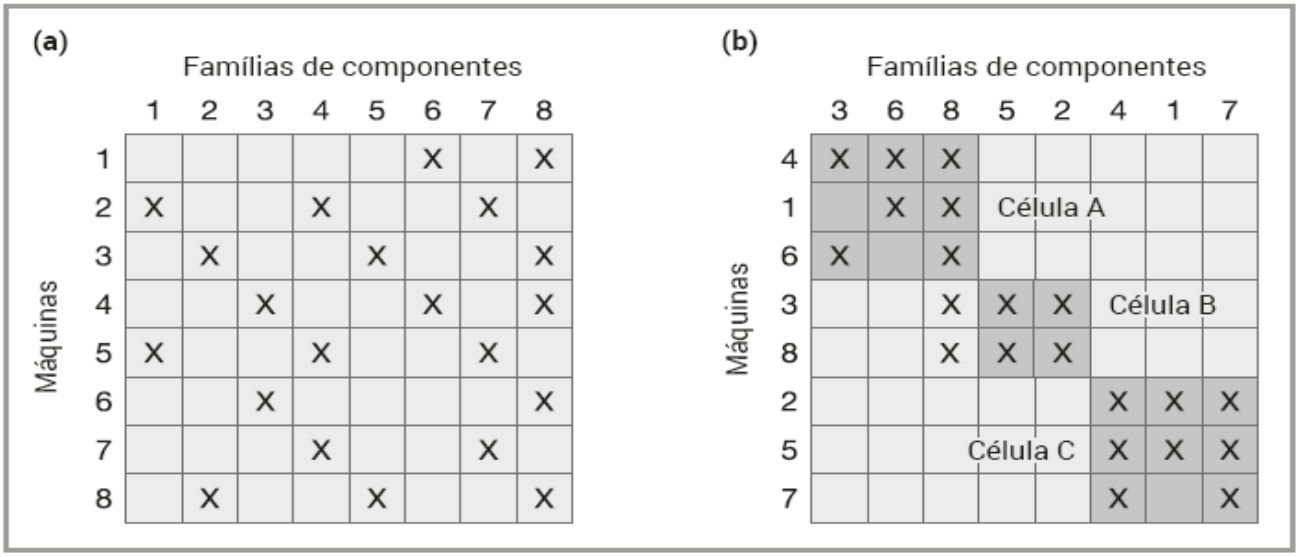


Figura 7.16 (a) e (b) Uso da análise do fluxo de produção para alocar máquinas a células.

Projeto detalhado de arranjo físico em linha

A natureza da decisão de projeto de arranjo físico em linha é um pouco diferente da dos outros tipos de arranjo físico. Enquanto nos outros a decisão é do tipo "onde localizar o quê", no arranjo físico em linha a decisão é mais sobre "o que localizar onde". Frequentemente, as decisões sobre localização são tomadas e, então, as tarefas são alocadas a cada localização. Assim, a atividade de "arranjo físico" é muito semelhante aos aspectos do projeto de processo, que discutimos no Capítulo 6. As principais decisões no arranjo físico em linha são as seguintes:

- Que tempo de ciclo é necessário?
- Quantos estágios são necessários?
- Como lidar com variações no tempo para cada tarefa?
- Como balancear o arranjo físico em linha (reduzir gargalos)?
- Como organizar os estágios (de arranjo "longo e fino" a "curto e grosso")?

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é arranjo físico e como ele influencia o desempenho?

- O "arranjo físico" de uma operação ou processo é a forma como seus recursos de transformação estão posicionados entre si, como suas várias tarefas são alocadas a esses recursos de transformação e a aparência geral dos recursos de transformação.
- Essas decisões ditarão o padrão e a natureza do fluxo dos recursos transformados à medida que atravessam a operação ou processo.

■ Entre os objetivos do arranjo físico estão: segurança contra riscos acidentais, segurança contra riscos intencionais, extensão do fluxo, minimização de atrasos, redução do trabalho em processo, clareza do fluxo, condições dos funcionários, comunicação, coordenação da administração, acessibilidade, uso do espaço, uso do capital, flexibilidade a longo prazo e imagem.

Quais os tipos básicos de arranjo físico usados nas operações?

■ Há quatro tipos básicos de arranjo físico. São eles: arranjo físico posicional, arranjo físico funcional, arranjo físico celular e arranjo físico em linha.

■ O tipo de arranjo físico que uma operação escolhe é influenciado em parte pela natureza do tipo de processo, que por sua vez depende das características de volume e variedade da operação. Em parte, também, a decisão dependerá dos objetivos da operação. Custo e flexibilidade são particularmente afetados pela decisão sobre o arranjo físico.

■ Os custos fixos e variáveis implícitos em cada arranjo físico diferem, tanto que, em teoria, um arranjo físico particular terá custo mínimo para determinado nível de volume. Entretanto, na prática, incerteza sobre os custos reais envolvidos nos arranjos físicos torna difícil identificar qual arranjo terá custo mínimo.

Como a aparência de uma operação afeta seu desempenho?

■ A aparência geral e a estética de um arranjo físico afetam o modo como os funcionários veem a operação em que trabalham e o modo como os clientes se comportam.

■ A comunicação entre as pessoas diminui na medida em que a distância entre elas aumenta. Isso é chamado de "curva de Allen".

■ Além dos objetivos das operações convencionais que serão influenciados pelo sentimento e impressão geral do projeto do arranjo físico, isso é frequentemente denominado "*servicescape"* da operação.

Como cada tipo básico de arranjo físico deve ser projetado em detalhe?

■ No arranjo físico posicional, os materiais ou pessoas que são transformados não se movimentam, mas os recursos de transformação movem-se ao redor deles. Raramente são usadas técnicas nesse tipo de arranjo físico, mas algumas, como análise de localização de recursos, trazem uma abordagem sistemática para minimizar os custos e a inconveniência do fluxo para uma localização de posição fixa.

■ No arranjo físico funcional, recursos de transformação semelhantes são agrupados na operação. A tarefa do projeto detalhado visa, geralmente (embora nem sempre), minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados ao longo da operação. Tanto métodos manuais como baseados em computador podem ser usados na elaboração do projeto detalhado.

■ No arranjo físico celular, os recursos necessários para uma classe específica de produtos estão agrupados de alguma forma. A tarefa detalhada do projeto é agrupar os tipos de produtos ou clientes de tal forma que possam ser projetadas células convenientes a suas necessidades. Técnicas como a análise de fluxo de produção podem ser usadas para alocar os produtos às células.

■ No arranjo físico em linha, os recursos de transformação estão localizados em sequência, especificamente por conveniência dos produtos ou tipos de produtos. O projeto detalhado do arranjo físico por produto inclui diversas decisões, como o tempo do ciclo a que o projeto precisa conformar-se,

o número de estágios da operação, a forma como as tarefas são alocadas aos estágios na linha e o arranjo dos estágios na linha.

ESTUDO DE CASO

O "*hub* de eventos"

Ross Richie, Loughborough University

O "*hub* de eventos" era novo em folha e equipado com o mais recente equipamento. A superintendente-chefe Janice Walker estava ansiosa para usá-lo na condição de "Comandante Prata" do Joint Service Command (JSC) no próximo evento. Um "evento" é um termo usado para descrever uma ampla gama de ocasiões públicas, que vão desde a gestão de um jogo de futebol, um protesto público, um casamento real até um incidente crítico, como um ataque terrorista. A gestão de evento é uma atividade altamente estruturada e bem praticada, que reúne diversos órgãos participantes. Pode abranger, por exemplo, o serviço de ambulâncias, a polícia, as autoridades de transportes, os serviços de segurança e as autoridades locais, entre outros.

Embora as estruturas de comando de eventos (quem responde a quem) fossem claramente definidas, o projeto de cada evento era único. A estrutura de comando operacionalizada precisava ser suficientemente flexível para atender a todos os diferentes elementos representados no local (OTG, "*on the ground*") – por exemplo, as ambulâncias que você vê fora de um campo de futebol ou as fileiras de policiais na escolta de uma manifestação. Esses serviços OTG têm comandantes localizados, que receberam responsabilidade tática e são chamados de "Comandantes Bronze", independentemente de pertencerem aos serviços de ambulância, polícia ou bombeiros, ou qualquer outro órgão público. Os Comandantes Bronze se reportam ao Comandante Prata.

O *hub* de comando

Todos os serviços e comandantes no local reportam-se a um centro (*hub*) de comando de inteligência e tomada de decisão. Este muitas vezes está localizado longe do evento, coordenado através de uma vasta gama de redes de comunicação visual e por áudio. Dentro do *hub* há representantes de cada uma das unidades de comando Bronze, fornecendo comunicação direta e *links* de comando para cada um dos recursos no local. Também no centro, há o único comandante estratégico – chamado de "Comandante Prata". Em eventos maiores, pode haver até 80 pessoas diferentes no *hub* de comando, coordenando entre o Comandante Prata e 15-20 Comandantes Bronze no local que, entre eles, gerenciam mais de 400 recursos individuais e ativos.

O Comandante Prata

Janice já havia atuado como Comandante Prata e sabia que era um papel altamente pressionado, embora desta vez ela tivesse um conselheiro tático, um gravador (gravando todas as decisões e ações), um oficial de comunicação e um assistente em sua equipe de apoio. "*Em algumas fases difíceis de um evento, você pode estar tomando várias decisões críticas a cada minuto. Os Comandantes Prata têm de assimilar uma vasta gama de informações de muitas fontes, combinar isso com seus recursos e suas localizações, comunicar suas decisões aos Comandantes Bronze e fazer tudo isso dentro de restrições políticas e legislativas estritas*."

No próximo evento (uma grande marcha de protesto), Janice teria informações operacionais de:

■ representantes de comando Bronze;

■ seu oficial de comunicações (que resume as comunicações por rádio);

■ fontes de inteligência (de uma função de inteligência especializada);

■ quaisquer fontes individuais, por exemplo, circuito fechado de TV (CCTV – *closed-circuit television*), registros policiais, noticiários e mídia social.

Ela também teria auxílio de assessores táticos, de mídia e jurídicos. Esses insumos consultivos geralmente eram mais discursivos do que as informações provenientes das unidades operacionais no local. No *hub*, os representantes Bronze teriam equipes de apoio próprias. Nesse caso, por exemplo, a autoridade local planejava ter cinco operadores de CCTV para apoiar sua função, enquanto a representação do serviço de ambulância era composta de apenas um único oficial. A Figura 7.17 mostra a "cadeia de comando" organizacional do evento.

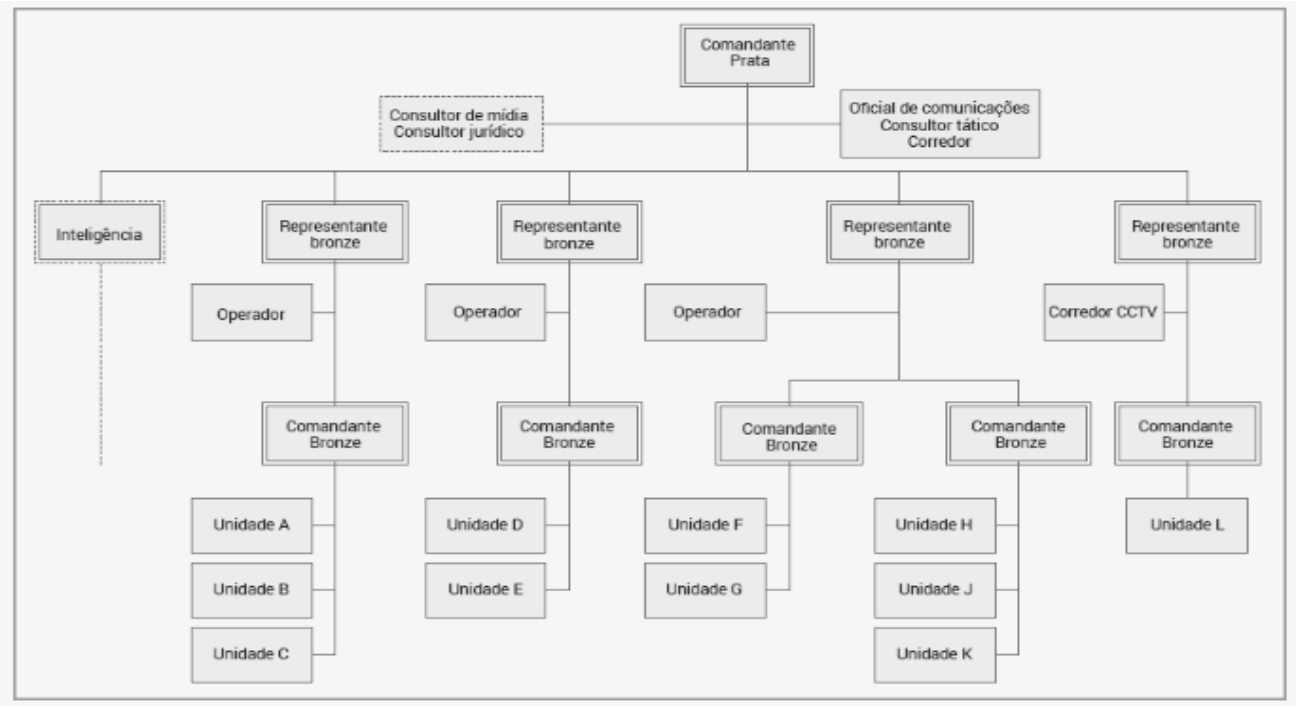


Figura 7.17 A cadeia de comando para o evento.

Arranjo físico do *hub*

Os órgãos e serviços representados no *hub* tinham necessidades variáveis. Por exemplo, algumas das funções de inteligência precisavam ter certeza de que suas telas de computador não seriam vistas por outras funções que não fossem autorizadas a um nível adequado, devido à confidencialidade e ao sigilo de suas informações (como os representantes das autoridades locais). Isso significava que eles estavam localizados no canto mais distante do centro. No entanto, as funções de inteligência também precisam obter atualizações operacionais do serviço de ambulância e da autoridade local para direcionar seus esforços de coleta de informações. Janice estava preocupada que, por causa disto, houvesse um alto grau de viagem entre as diferentes funções na sala.

O arranjo físico da central pode ser visto na Figura 7.18. Um dos maiores pontos de interesse na sala era a tela de mapeamento, colocada na parede com informações geográficas especiais atualizadas de todas as unidades no local. Os Comandantes Bronze e Prata poderiam ter de ver as atualizações em tempo real

apresentadas nessa tela. Janice, como Comandante Prata, recebeu o único escritório na central. Esta era a prática convencional, porque o Comandante Prata precisava de um lugar tranquilo para ficar e considerar suas decisões, além de receber orientação confidencial dos conselheiros.

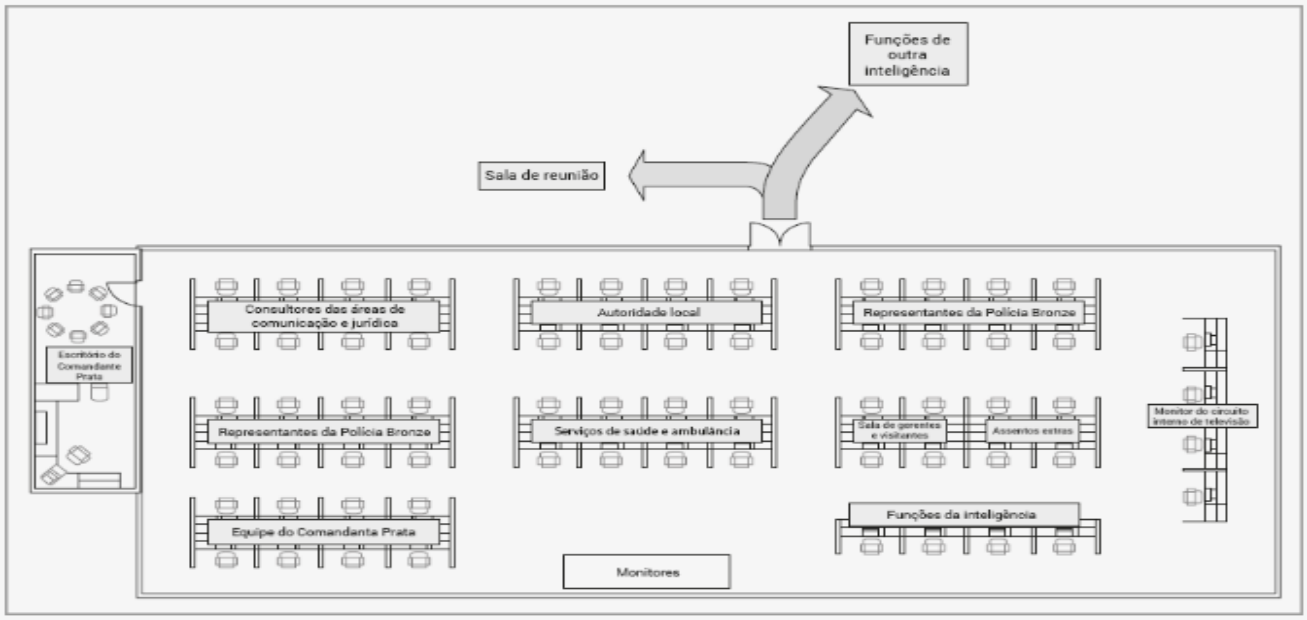


Figura 7.18 O arranjo físico do *hub* de comando.

Antes do evento, Janice havia planejado "reuniões de atualização" na sala de reuniões com 12 integrantes de seu pessoal-chave a cada duas ou três horas durante a manifestação. A sala de reunião estava localizada a 30 metros do centro, embora no mesmo prédio. Também no mesmo prédio, uma área segura era fornecida para as funções mais amplas da inteligência. Estava a 10 metros do centro com dois conjuntos de portas trancadas no caminho. Tinha-se assim uma área confidencial para que as funções de inteligência funcionassem sem risco de vazamento de informações.

Janice sabia que os eventos podiam ser agitados, então, a fim de gerenciar a sala bastante ocupada e controlar os níveis de ruído do local, ela havia nomeado um gerente de sala, que se sentaria no centro dela. O trabalho desse oficial seria controlar o movimento dentro da sala e intervir se os níveis de ruído se tornassem excessivos.

O que aconteceu?

Janice provou estar correta sobre o clima agitado durante a manifestação. As primeiras duas horas do protesto foram de acordo com o planejado, com boa coordenação dentro da sua equipe e entre sua equipe e os organizadores do protesto. No entanto, à medida que a manifestação avançava, três coisas acontecem mais ou menos simultaneamente. Primeiro, um grupo dissidente tomou uma rota separada, não combinada, que exigiu recursos extras para a polícia. Em segundo lugar, uma das pessoas que caminhavam sofreu um ataque cardíaco e precisou de tratamento de emergência e transporte para o hospital mais próximo (difíceis no meio da multidão). Em terceiro lugar, uma contrademonstração inesperada (e não autorizada), mas pequena, ocorreu quando a marcha passou por um estádio de futebol. E, embora os dois conjuntos de manifestantes fossem mantidos separados, houve maior tensão e

necessidade de monitoramento extra da situação. Tudo isso resultou em um intenso período de tomada de decisão e coleta de informações. Janice passou a se movimentar continuamente entre seu escritório, as equipes de comando e as telas, nunca gastando mais do que alguns minutos em um só lugar. Muitas vezes, ela era acompanhada por seu conselheiro tático, gravador e oficial de comunicações, que tinham de correr entre ela e suas estações de trabalho, porque seus computadores e rádios estavam fixos à mesa.

Para tentar reduzir a viagem de sua equipe, finalmente Janice abandonou seu escritório e mudou sua cadeira para a área de sua equipe de "Comandante Prata", perto da tela de informações. No entanto, o nível de ruído geral na sala interrompia as discussões, e as reuniões de atualização de Janice estavam também atrapalhando outros na sala.

A mudança precisava ter um efeito positivo, unificando Janice e sua equipe. No entanto, agora havia um fluxo constante de representantes Bronze e assessores de mídia indo e vindo pela área onde Janice estava sentada. No entanto, isso era preferível à interrupção anterior causada por sua movimentação em torno da sala. Ela também tomou uma nova decisão, que era não consultar a filmagem da CCTV ou a tela de informações, e afastou sua mesa da área da tela. "*Era sobrecarga de informação*", disse Janice. "*Usando esse arranjo, eu não preciso microgerenciar os recursos, e é isso que minha cadeia de comando estendida deve realizar*."

Depois de várias horas agitadas, o evento foi concluído com sucesso, sem gente ferida ou incidentes graves, e com a operação sendo considerada muito bem-sucedida. No entanto, Janice tinha opiniões firmes sobre o novo arranjo físico do *hub*: "*O arranjo da sala dificultava a tomada de decisões. A transferência de informações nessa operação de tempo crítico é vital. Deve haver uma maneira melhor de definir a central. Não seria necessário muito capital para redesenhar a área de modo a refletir o que fazemos. Poderia ser mais como um processo de produção que levasse em conta os processos de transferência comuns entre cada função*."

QUESTÕES

1. O que um projeto ideal de um *hub* de eventos pode ser capaz de fazer?
2. Esboce um arranjo físico para um *hub* de eventos que funcionaria melhor do que o existente.

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

---

1 Releia o caso de "Operações na Prática" do início do capítulo, que descreve as operações na Volkswagen e na Google. Em sua opinião, quais foram os principais objetivos de cada arranjo físico?

2 Visite e observe o fluxo de pessoas em uma biblioteca. Fale com o bibliotecário (se possível) e faça uma lista dos critérios mais importantes que poderiam ser usados se a biblioteca fosse reprojetada.

3 O fluxo de materiais por oito departamentos é mostrado na Tabela 7.2. Supondo que a direção do fluxo de materiais não seja importante, construa um diagrama de relacionamentos, um arranjo físico esquemático e um arranjo físico proposto, dado que cada departamento possui o mesmo tamanho e que os oito departamentos devem estar dispostos quatro de cada lado de um corredor.

Tabela 7.2 Fluxo de materiais

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	\	30						
D2	10	\	15	20				
D3		5	\	12	2		15	
D4		6		\	10	20		
D5				8	\	8	10	12
D6	3				2	\	30	
D7	3					13	\	2
D8				10	6		15	\

4 Faça o arranjo físico de uma loja, lanchonete ou da área de recepção da academia que você frequente. Observe a área e desenhe no arranjo físico a movimentação das pessoas na área em um período de tempo suficiente para registrar 20 situações. Avalie o fluxo em termos de volume, variedade e tipo de arranjo físico.

5 Visite um supermercado e observe o comportamento das pessoas. Você pode tentar observar em que áreas elas movimentam-se lentamente e em que áreas elas parecem movimentar-se com rapidez sem prestar atenção aos produtos. (Você terá que exercitar alguma discrição ao fazer isso; as pessoas não gostam de ser perseguidas no supermercado de forma muito ostensiva.). Se fosse reprojetar o supermercado, o que você recomendaria?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

Este é um capítulo relativamente técnico e, como seria de esperar, a maioria dos livros e artigos sobre o assunto é técnica. Aqui estão alguns mais acessíveis:

KARLSSON, C. Radically new production systems. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 16, n. 11, p. 8-19, 1996.

Artigo interessante porque recupera o desenvolvimento dos arranjos físicos da fábrica Volvo ao longo dos anos.

MEYERS, F. E. *Manufacturing facilities design and material handling*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.

Exatamente o que diz o título: abrangente.

ROSENBAUM, M.S.; MASSIAH, C. An expanded servicescape perspective. *Journal of Service Management*, v. 22, n. 4, p. 471-490, 2011.

Artigo acadêmico, mas uma boa revisão bibliográfica sobre pesquisa.

VAN MEEL, J.; MARTENS, Y.; VAN REE, H.J. *Planning office spaces*: a practical guide for managers and designers. London: Laurence King, 2010.

Exatamente o que diz o título. Um guia prático que inclui os aspectos de “fluxo” e estéticos do projeto de escritório.

WHITE, J.A.; WHITE JR., J.A.; MCGINNIS, L.F. *Facility layout and location*: an analytical approach. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Professional, 1998.

Indicado aos praticantes, inclui novas técnicas quantitativas.

WU, B. *Handbook of manufacturing and supply systems design*. London: Taylor and Francis, 1994.

Um tratamento geral que inclui arranjo físico e assuntos relacionados.

8

TECNOLOGIA DE PROCESSO

INTRODUÇÃO

Há muita novidade em torno da tecnologia de processo. Poucas operações, se houver alguma, não são afetadas pelos avanços na tecnologia do processo. Tudo indica que o passo do desenvolvimento tecnológico não está desacelerando. Isso tem implicações importantes para os gerentes de produção porque todas as operações utilizam algum tipo de tecnologia de processo, seja um simples *link* de internet ou as mais complexas e sofisticadas fábricas automatizadas. Entretanto, qualquer que seja a tecnologia, todos os gerentes de produção precisam entender o que as tecnologias emergentes podem fazer em termos gerais, como fazem, que vantagens a tecnologia pode oferecer e que restrições pode impor sobre a operação. A Figura 8.1 mostra onde os assuntos aqui cobertos se encaixam no modelo global das atividades de administração da produção.

Questões-chave

- O que é tecnologia de processo?
- O que os gerentes de produção precisam saber sobre a tecnologia de processo?
- Como são avaliadas as tecnologias de processo?
- Como são implementadas as tecnologias de processo?

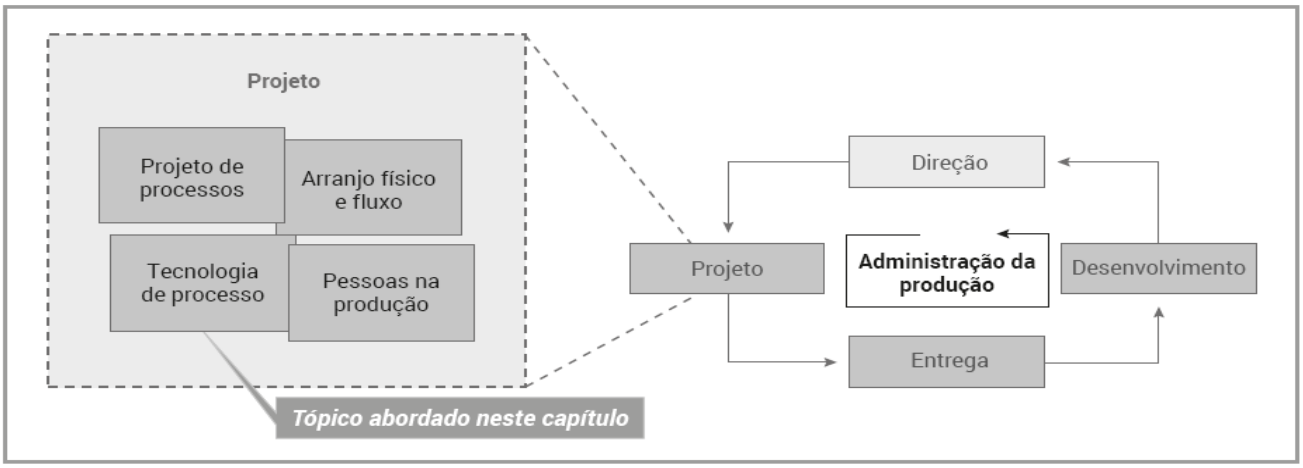


Figura 8.1 Este capítulo examina a tecnologia de processo.

O QUE É TECNOLOGIA DE PROCESSO?

Uma das decisões mais importantes hoje para moldar a capacitação das operações diz respeito à forma como os gerentes de produção lidarão com a tecnologia de processo. Nem sempre a situação foi essa, pelo menos não para todas as operações. Costumava haver uma simples divisão entre as operações que usavam muita tecnologia de processo, geralmente operações de fabricação, e as que usavam pouca ou nenhuma tecnologia de processo, normalmente as operações de serviço. Entretanto, faz algum tempo que isso não é mais válido – décadas, conforme se argumenta. Os serviços de alto volume há anos entenderam o valor da tecnologia de processo. As transações *online* para os serviços de varejo e outros serviços são vitais para seu sucesso. Todavia, mesmo os serviços profissionais, como os de advocacia e medicina, podem beneficiar-se das novas tecnologias de valor agregado (veja o comentário sobre telemedicina neste capítulo).

Então, o que os gerentes de produção têm de conhecer sobre a tecnologia de processo? Deve ser importante para eles porque estão continuamente envolvidos com escolha, instalação e gestão da tecnologia de processo. Entretanto, gerentes de produção não são (nem precisam ser) tecnólogos. Não precisam ser especialistas em engenharia, computação, biologia, eletrônica ou em qualquer área que constitui a ciência básica da tecnologia. Todavia, devem ser capazes de fazer três coisas. Primeiro, precisam entender a tecnologia de modo que possam articular o que se deve fazer. Segundo, devem ser capazes de avaliar tecnologias alternativas e saber qual delas escolher. Terceiro, devem implementar a tecnologia de modo que esta possa alcançar seu potencial pleno na contribuição para o desempenho da operação como um todo. Esses são os três assuntos tratados no capítulo. Estão ilustrados na Figura 8.2 e formam a estrutura do capítulo.

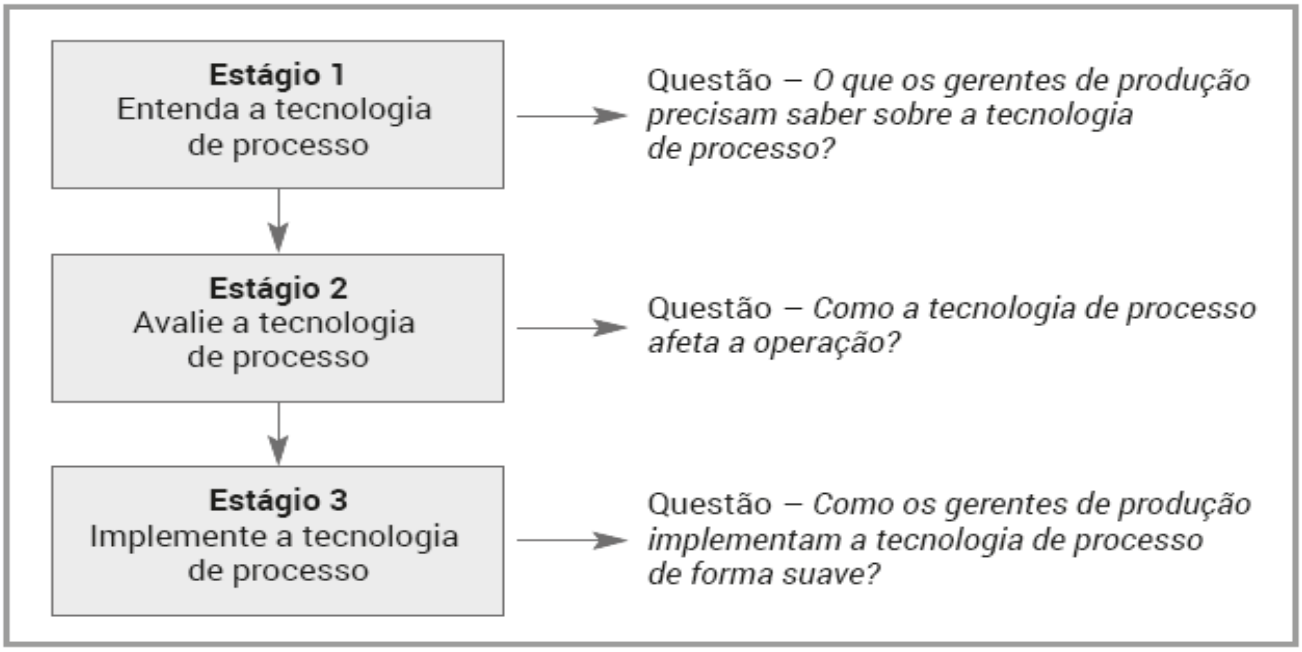


Figura 8.2 Os três estágios da gestão da tecnologia de processo.

Definição da tecnologia de processo

Primeiro, vamos definir o que significa tecnologia de processo. São "máquinas, equipamentos e dispositivos que *criam* e/ou *entregam* produtos e serviços". As tecnologias de processo variam de ordenhadeiras mecânicas a *softwares* de identificação, de aparelhos de *scanner* a fornos de panificação, de celulares a fresadoras. A Disney World usa tecnologias de simulação de voo para criar a emoção da viagem espacial em suas atrações – apenas um estágio na longa história da Disney Corporation e seus profissionais criativos com uso da tecnologia para proporcionar a experiência a seus clientes. De fato, a tecnologia de processo permeia todos os tipos de operações. Sem ela, muitos dos produtos e serviços que compramos seriam menos confiáveis, demorariam mais tempo para chegar e chegariam inesperadamente, estariam limitados apenas a uma pequena variedade e custariam mais caro. A tecnologia de processo tem efeito muito significativo em qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. É por isso que ela é tão importante para os gerentes de produção e que dedicamos um capítulo inteiro a ela. Mesmo quando a tecnologia parece periférica na criação real de bens e serviços, ela pode exercer um papel importante em *facilitar* a transformação direta dos *inputs* para uma operação. Por exemplo, os sistemas de computação que controlam as atividades de planejamento e controle, os sistemas contábeis e os sistemas de controle de estoque podem ser usados para ajudar gerentes e operadores a controlar e aprimorar os processos. Esse tipo de tecnologia é denominado tecnologia de processo indireto e está se tornando cada vez mais importante. Muitas empresas gastam mais em sistemas de computação que controlam seus processos do que em tecnologia de processo direto, que age sobre seus materiais, informações e clientes.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Eu, robô[1]

Em 1920, o dramaturgo checo Karel Capek foi o primeiro a cunhar o nome "robô" (que vem da palavra eslava para "trabalho"). Desde então, os robôs deixaram a ficção científica para se tornarem um elemento comum, senão onipresente, nas operações de produção em massa. Há mais de um milhão de robôs industriais executando tarefas rotineiras nas linhas de produção. Os robôs não têm intervalos para refeições, não ficam doentes, não reclamam nem trocam de emprego por melhor oferta salarial. Desempenham tarefas repetitivas mais barato do que os humanos, oferecem maior precisão e repetibilidade e podem também ser usados onde as condições são perigosas ou desconfortáveis para as pessoas. Alguém que observa como os robôs soldam os chassis de automóveis, montam produtos complexos ou carregam e descarregam peças do interior de uma máquina não pode deixar de reconhecer o impacto que a robótica vem tendo nas operações de produção desde que foi introduzida nos anos 1960.

Entretanto, como a maioria das novas tecnologias de processo, o efeito da robótica na prática de administração da produção pode ser positivo e negativo, dependendo do ponto de vista de alguém (críticos de cinema que votaram nos 50 maiores heróis e nos 50 maiores vilões de Hollywood incluíram um robô – o Exterminador – em ambas as listas). Certamente, eles podem salvar os humanos da exposição ao perigo. Os robôs foram usados durante a operação de limpeza dos escombros das Torres Gêmeas, em Nova York. *"Muitas pessoas morreram aqui"*, disse um porta-voz do corpo de bombeiros. *"Não queremos que ninguém se arrisque."* Os esquadrões antibomba usam robôs especializados que podem assumir pelo menos parte do risco enfrentado em um trabalho perigoso. As usinas de energia nuclear são desativadas

usando robôs para movimentar, desmantelar e manipular material radioativo perigoso. Os robôs também estão ficando mais baratos e mais versáteis em seu papel de produção. Por exemplo, a Canon anunciou planos para passar a automatizar totalmente a fabricação de suas câmeras digitais. Décadas atrás, a Canon, como outros fabricantes, passou a usar produção celular com equipes ou um único trabalhador montando grande parte do produto, em vez de repetir uma simples tarefa (*veja* o Capítulo 6). No decorrer dos anos, os robôs vêm sendo rotineiramente usados como parte das células de produção. A Canon chama isso de "célula homem-máquina" e diz que *"o envolvimento humano será descartado da fabricação de alguns produtos"*.

Apenas substituindo pessoas por robôs é que a produção poderá ser mantida no Japão, segundo a Canon, revertendo a tendência de os fabricantes japoneses moverem a produção para a China, Índia e restante da Ásia, onde os custos de mão de obra são menores. *"Quando as máquinas se tornam mais sofisticadas, os seres humanos podem ser transferidos para realizar novos tipos de trabalho"*, afirmou Jun Misumi, porta-voz da Canon. Mas é a natureza da interface entre pessoas e robôs que está preocupando alguns especialistas. Akihito Sano, professor do Nagoya Institute of Technology, tem reforçado a necessidade de um meio que permita aos trabalhadores se comunicarem efetivamente de modo que a tecnologia robótica possa ser aperfeiçoada para se tornar mais prática. Também diz, com segurança, que sempre haverá espaço para a inteligência e a habilidade humanas. *"Os seres humanos são necessários para criar inovações no uso de robôs. Seguir* [totalmente] *uma operação sem participação humana é algo que ainda pertence ao mundo da ficção científica."* Todavia, as pessoas sempre estão preocupadas com a possibilidade de as novas tecnologias de processo assumirem seus empregos (a peça original de Capek que deu aos robôs esse nome descrevia como, no início, eles proporcionavam muitos benefícios mas, no fim, traziam desemprego em massa e infelicidade). Mas há alguns exemplos de introdução tranquila de robôs. Diz-se que a Audi é bem-sucedida na introdução de robôs industriais, em parte porque pediu aos funcionários que sugerissem aplicações potenciais da robótica para melhorar o desempenho e, depois, passou aos mesmos funcionários tarefas de supervisão, manutenção e programação dos robôs. Ainda é possível que os robôs consigam ajudar a defender os empregos nas fábricas de um mundo mais rico. Por exemplo, há indicações de que uma das razões por que a Alemanha perdeu menos postos de trabalho do que a Grã-Bretanha foi a de possuir cinco vezes mais robôs para cada 10 mil funcionários.

Tecnologia de processo e recursos transformados

Um método comum de distinguir entre tipos diferentes de tecnologia de processo recorre ao que a tecnologia realmente processa – materiais, informações ou clientes. Já usamos essa distinção no Capítulo 1, quando discutimos os *inputs* para as operações e processos.

Tecnologias de processamento de materiais

Abrangem qualquer tecnologia que molde, transporte, estoque ou que mude objetos físicos de alguma forma. Obviamente, inclui as máquinas e equipamentos encontrados nas operações de fabricação (como os robôs descritos na seção "Operações na Prática" no início deste capítulo), mas também inclui caminhões, esteiras transportadoras, máquinas de embalagem, sistemas de armazenagem e até unidades de mostruário (vitrines) utilizadas no varejo. Nas operações de fabricação, os avanços tecnológicos

sinalizam que os meios pelos quais metais, plásticos, tecidos e outros materiais são processados vêm melhorando no decorrer do tempo. Geralmente, a formação e a moldagem inicial dos materiais e seu manuseio e movimentação ao longo da rede de suprimento são mais afetados pelos avanços tecnológicos. A montagem de produtos a partir de suas partes, embora muito mais automatizada do que antes, apresenta os maiores desafios.

Tecnologia de processamento das informações

A tecnologia de processamento das informações, ou apenas tecnologia da informação (TI), é o tipo mais comum de tecnologia nas operações e inclui qualquer dispositivo que colete, manipule, estoque ou distribua informação. Seguramente, o uso de tecnologia baseada na internet (geralmente conhecida como *e-business*) vem tendo o impacto mais óbvio nas operações – especialmente as dedicadas às atividades de compra e venda (*e-commerce*). Sua vantagem é o aumento da cobertura (número de clientes que podem ser atingidos e o número de itens que podem ser apresentados) e da riqueza (número de detalhes que podem ser fornecidos sobre esses itens e o comportamento dos clientes que os compram). Tradicionalmente, vender consistia em um *trade-off* (negociação) entre cobertura e riqueza. Efetivamente, a internet superou essa negociação. Ela teve implicações igualmente poderosas sobre muitas outras tarefas de administração da produção.

Tecnologia de processamento de clientes

Embora as operações de processamento de clientes já tenham sido consideradas de "baixa tecnologia", essa tecnologia agora é muito mais evidente em muitos serviços. Por exemplo, em qualquer voo de linha aérea, a tecnologia de reserva de *e-ticket*, a tecnologia de *check-in*, o entretenimento a bordo da aeronave, todos exercem papéis vitais na entrega de serviço. O elemento humano do serviço vem sendo cada vez mais reduzido, com a tecnologia de processamento de clientes sendo usada para fornecer um nível aceitável de serviço com redução significativa de custos. Há três tipos de tecnologias de processamento de clientes. A primeira categoria inclui a tecnologia de interação ativa, como automóveis, telefones, reservas e compras pela internet, equipamentos de *fitness* e caixas eletrônicos. Em tudo isso, os próprios clientes usam a tecnologia para criar o serviço. Em contraste, aviões, sistemas de transporte em massa, esteiras rolantes e elevadores, cinemas e parques temáticos compõem as tecnologias interativas passivas; elas "processam" e controlam os clientes ao restringir suas ações de algum modo. Algumas tecnologias têm "ciência" dos clientes, mas não o contrário; por exemplo, as tecnologias de monitoramento da segurança em *shopping centers* ou em áreas de fronteira internacional. O objetivo dessas "tecnologias ocultas" é rastrear a movimentação de clientes ou transações de forma não intrusiva.

Tecnologias de integração

Sem dúvida, algumas tecnologias processam mais de um tipo de recurso. Muitas tecnologias mais novas processam combinações de materiais, pessoas e clientes. São denominadas tecnologias de integração. Por exemplo, a tecnologia de ponto de venda eletrônico em lojas processa compradores, produtos e informações.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Tecnologia ou pessoas? O futuro dos empregos[2]

Em seu livro *The power of habit* (O poder do hábito), Charles Duhigg relata uma história para demonstrar que os seres humanos são mais previsíveis do que às vezes gostamos de pensar. Um homem entrou em um supermercado para reclamar com o gerente. O supermercado estava enviando mala direta para a filha desse homem contendo cupons de desconto para roupas e acessórios de bebê. "*Ela é apenas uma estudante do ensino médio*", protestou o pai. O gerente pediu mil desculpas. Tinha sido alguma falha em um novo programa que previa gravidez com base no comportamento de compra de seus clientes, disse ele. Obviamente era uma falha e ele lamentou muito por isso. Poucos dias depois, o homem voltou a visitar o supermercado e disse que era sua vez de pedir desculpa. Sua filha estava realmente grávida e daria à luz em alguns meses. O objetivo da história é mostrar que a tecnologia está crescendo em sofisticação na medida em que agora é capaz de executar tarefas que anteriormente exigiam pessoas qualificadas, que faziam julgamentos com base em sua experiência. Além disso, a tecnologia pode executar melhor essas tarefas. Um pequeno *software* substituiu a equipe de marketing que tentava adivinhar para quem vender roupas de bebê. Assim, a tecnologia não está apenas substituindo pessoas, mas também "subindo mais e mais a escada da competência".

É claro que os avanços tecnológicos sempre tiveram impacto no tipo de postos de trabalho que estão em demanda pelas empresas e, por extensão, no tipo de empregos que são eliminados. Assim, grande parte do trabalho altamente rotineiro de certa fabricação em massa, ou o tipo de processos de contabilidade padronizados que pagam faturas, foram ultrapassados pelo robô e pela planilha. No entanto, o tipo de trabalho que é mais difícil de desmembrar em um conjunto de elementos padronizados é menos propenso a ser absorvido pela tecnologia. Os exemplos óbvios de trabalho difícil de automatizar são os tipos de tarefa de gestão que envolvem tomada de decisão com base em julgamento e *insight*, ensino de crianças pequenas, diagnóstico de condições médicas complexas e assim por diante. No entanto, o futuro pode ter um destino menos certo para esses empregos. À medida que a conveniência da coleta e análise de dados se torna mais sofisticada e o conhecimento do processo aumenta, torna-se mais fácil desmembrar mais tipos de trabalho em componentes rotineiros, permitindo que sejam automatizados. Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, da University of Oxford, afirmam que a gama de postos de trabalho que provavelmente serão automatizados é muito maior do que muitos supõem, sobretudo empregos tradicionalmente de colarinho branco, como contabilidade, serviços jurídicos, redação técnica e (até mesmo) ensino. Não é simplesmente que a tecnologia esteja ficando mais inteligente; além disso, ela pode explorar a capacidade de acessar muito mais dados. Amostras médicas podem ser analisadas de forma mais barata e mais rápida pelo *software* de processamento de imagens do que por técnicos de laboratório, os precedentes de casos jurídicos podem ser obtidos por programas de "mineração de texto" mais extensivamente do que por advogados, os computadores podem até revelar notícias baseadas em resultados esportivos ou dados financeiros. Frey e Osborne chegam a estimar a probabilidade de que a tecnologia signifique perdas de emprego para determinados cargos nas próximas duas décadas (corajosamente, porque essa previsão é notoriamente difícil). Entre os empregos mais em risco estão os de operador de telemarketing (0,99, onde 1,0 = certeza absoluta), contador e auditor (0,94), vendedor de varejo (0,92), escritor técnico (0,89) e agente imobiliário (0,86). Os empregos com menos probabilidade de serem substituídos incluem o de

ator (0,37), bombeiro (0,17), editor (0,06), engenheiro químico (0,02), instrutor de atletismo (0,007) e dentista (0,004).

O QUE OS GERENTES DE PRODUÇÃO PRECISAM SABER SOBRE A TECNOLOGIA DE PROCESSO?

Entender a tecnologia de processo não (necessariamente) significa conhecer os detalhes da ciência e da engenharia embutidas na tecnologia. Significa conhecer o suficiente sobre os princípios por trás da tecnologia para estar confortável ao avaliar alguma informação técnica, ser capaz de lidar com especialistas na tecnologia e ter confiança suficiente para levantar questões relevantes.

As quatro questões-chave

As quatro questões-chave seguintes, particularmente, podem ajudar os gerentes de produção a compreender os elementos essenciais da tecnologia:

- O que essa tecnologia faz que é diferente de outras tecnologias similares?
- Como faz isso? Ou seja, que características particulares da tecnologia são usadas para desempenhar sua função?
- Que benefícios a tecnologia oferece à operação produtiva?
- Quais as restrições ou riscos que o uso da tecnologia traz para a operação?

Princípio de administração da produção

Os gerentes de produção devem entender o suficiente sobre tecnologia de processo para avaliar alternativas.

Por exemplo, retorne à seção "Operações na Prática", que discutiu alguns desenvolvimentos em robótica. Reflita agora sobre as três questões-chave em relação à robótica.

- **O que faz a tecnologia?** É usada principalmente para manipular materiais – por exemplo, carregar e descarregar peças de trabalho em uma máquina, para processamento por uma ferramenta fixada a um robô e para montagem quando o robô reúne as partes. Alguns robôs têm *feedback* sensorial limitado através do controle de visão e de toque.
- **Como faz isso?** Mediante um braço programável e controlado por computador (às vezes, multiarticulado), com um dispositivo efetor na ponta que dependerá da tarefa a ser desempenhada.
- **Que benefícios proporciona?** Pode ser usado quando as condições são perigosas ou desconfortáveis para humanos, ou quando as tarefas são altamente repetitivas. Desempenha tarefas repetitivas a um custo menor do que se fossem feitas por pessoas, além de proporcionar maior precisão e repetibilidade. Alguns robôs estão começando a imitar as habilidades humanas.
- **Que restrições ou riscos impõe?** Embora a sofisticação do movimento em torno da robótica seja crescente, suas habilidades estão ainda mais limitadas do que sugerem as imagens populares de fábricas dirigidas por robôs. Eles nem sempre são bons em desempenhar tarefas que exigem *feedback* sensorial delicado ou raciocínio sofisticado. A interface humano-robô precisa de gerenciamento cuidadoso, especialmente onde a robótica pode substituir as tarefas desempenhadas por humanos.

Exemplo resolvido

A QB House agiliza o corte[3]

Em 1996, Kuniyoshi Konishi ficou tão frustrado de ter que esperar para que cortassem seu cabelo e ainda ter de pagar 3.000 ienes pelo privilégio que decidiu que deveria haver melhores formas de oferecer o mesmo serviço. *"Por que não criar salões sem luxo em que os clientes possam ter o cabelo cortado em dez minutos por 1.000 ienes* [$ 7]*?"*. Konishi percebeu que a combinação de tecnologia e projeto de processo poderia eliminar todos os elementos não essenciais da tarefa básica de cortar cabelo. Como isso é feito? Bem, em primeiro lugar os cabeleireiros da QB House nunca lidam com dinheiro vivo. Cada salão possui uma máquina de venda que aceita notas de 1.000 ienes (e não dá troco)! Os tíquetes adquiridos na máquina são entregues ao cabeleireiro em troca do corte de cabelo. Em segundo lugar, a QB House não marca horário. As lojas sequer possuem telefone. Dessa forma, não há necessidade de recepcionistas ou alguém que agende horários. Em terceiro lugar, a QB House desenvolveu um sistema de luzes que indica quanto tempo os clientes deverão esperar. Sensores eletrônicos sob cada assento na área de espera e na cadeira do cabeleireiro informam quantos clientes estão esperando no salão, e lâmpadas com cores diferentes estão dispostas na parte externa do salão. Luz verde indica que não há espera, luz amarela indica que a espera pode ser de cinco minutos, e luz vermelha, que deverá ser em torno de 15 minutos. Esse sistema pode também rastrear quanto tempo cada cliente leva para ser atendido. Em quarto lugar, a QB House abandonou o hábito japonês de lavar o cabelo após o corte para remover os fios soltos. Em vez disso, os cabeleireiros usam um sistema próprio de "lavagem a ar", em que uma mangueira presa no teto do salão é acionada e aspira o cabelo cortado do cliente. O sistema da QB House provou ser tão popular que seus salões (mais de 200) podem ser encontrados não apenas no Japão, mas também em outros países do Sudeste Asiático, como Singapura, Malásia e Tailândia. A cada ano, quase quatro milhões de clientes experimentam os cortes de cabelo de dez minutos na QB House.

Análise

■ **O que faz a tecnologia?** Sinaliza a disponibilidade de cabeleireiros, gerenciando assim as expectativas dos clientes. Evita que os funcionários lidem com dinheiro. Agiliza o serviço ao substituir o xampu tradicional por "lavagem a ar".

■ **Como faz isso?** Usa sensores simples nos assentos, máquinas de emissão de tíquetes e aspiradores de "lavagem a ar".

■ **Que benefícios proporciona?** Serviços mais rápidos com tempo de espera previsível (serviço confiável) e custos menores e, assim, preços mais baixos.

■ **Que restrições ou riscos impõe?** Riscos da percepção do cliente associados à qualidade do serviço. Não é um serviço "indulgente". É um serviço básico, mas de valor, serviço que os clientes precisam saber como usar e o que esperar.

Tecnologias emergentes – avaliando suas implicações

As quatro questões são universais no sentido de que podem ajudar a entender as implicações para a administração da produção de qualquer tecnologia nova ou emergente. Por "implicações" entendemos a

consequência natural para a operação de adotar a tecnologia. Em outras palavras, quais seriam (ou poderiam ser) os efeitos sobre a operação se a tecnologia fosse incluída em seus recursos de transformação.

Princípio de administração da produção

As tecnologias emergentes podem ter impacto potencialmente significativo sobre a forma como as operações são gerenciadas.

No restante desta seção, examinaremos três tecnologias que, no momento de elaboração desta obra, eram novas (ou novidades). A primeira processa materiais (impressão 3D), a segunda processa informação (a Internet das coisas) e a terceira processa clientes (telemedicina). A intenção não é fornecer um levantamento abrangente das tecnologias – que pode ser expandido para gerar um livro –, nem entrar em detalhes tecnológicos. Ao contrário, é demonstrar como os gerentes de produção precisam olhar além da tecnologia para passar a entender suas implicações.

Impressão 3D (fabricação aditiva)

Há décadas – e em algumas indústrias, há séculos –, a fabricação de produtos físicos tem sido dominada pelos princípios de produção em massa. Projetos padronizados, processos repetitivos e rígidos, mas a tecnologia de processo produtivo ajuda a produzir a maioria dos itens que usamos diariamente a custo (relativamente) baixo. A desvantagem da produção em massa foi que a variedade e a customização são difíceis de atingir simultaneamente ao atingimento de economias de escala. Entretanto, uma tecnologia de processo denominada impressão 3D (também conhecida como "fabricação aditiva") pode ter o potencial de mudar fundamentalmente a economia da fabricação, e ao fazê-lo desafia o domínio da produção em massa. Porém, a impressão 3D não é uma nova tecnologia como tal. Desde os anos 1990 os projetistas estão usando a tecnologia para fazer protótipos ou partes de produtos com rapidez e baratos antes que se comprometam com as despesas de equipar uma fábrica para produzir a coisa real. Todavia, a tecnologia avançou ao ponto em que é usada não apenas para fazer protótipos, mas também para fabricar produtos acabados para clientes reais.

Uma impressora 3D produz um objeto tridimensional pela sobreposição de camadas de material até a forma final ser obtida. É por isso que é também conhecida como "fabricação aditiva", porque começa do nada e camadas sucessivas são sobrepostas. Isso contrasta com a "fabricação subtrativa", que começa com mais material do que um item requer e o reduz mediante corte, perfuração, compressão e outras formas de remoção de material até a forma acabada ser atingida. O processo começa com um projeto baseado em computador que é "digitalmente desconstruído" pelo *software*, o qual divide o projeto em uma série de fatias digitais virtuais; os detalhes de cada fatia são, então, enviados à impressora 3D. Materiais diferentes podem ser usados para construir o objeto, de plástico a metais (e até mesmo comida), em vários tamanhos, limitados apenas pela capacidade da impressora.

Implicações

A implicação óbvia da impressão 3D é o efeito que tem na economia de produção, especialmente a economia de fabricar pequenas quantidades de itens economicamente novos e/ou complicados. Os

proponentes mais entusiasmados da tecnologia dizem que, pelo menos, a compensação entre velocidade e eficiência, por um lado, e flexibilidade e variedade, por outro, foi superada. A maioria das tecnologias de processo convencionais é mais eficiente quando produtos padronizados são fabricados em grandes lotes. Porém, com a impressão 3D o custo de mudar de um produto para outro é efetivamente zero. Além disso, por ser uma tecnologia "aditiva", reduz significativamente o desperdício; por exemplo, às vezes, cerca de 90% de material é desperdiçado na fabricação de algumas peças aeroespaciais. Além disso, possibilita que um único item "experimental" possa ser fabricado a custo baixo e com rapidez, seguido por outro depois de o projeto ter sido aperfeiçoado. Como Ian Harris, da Additive Manufacturing Consortium, afirma: *"Surge uma nova indústria que reduz bastante o hiato entre projeto e produção. Os fabricantes terão condições de dizer aos clientes: 'Contem-nos o que desejam' e teremos condições de fabricar produtos específicos para eles."* Alguns comentaristas ainda acreditam que a impressão 3D desafiará a vantagem de baixo custo e baixos salários de alguns países. À medida que os custos de pessoal tornam-se menos importantes, argumenta-se que os fabricantes voltarão a fabricar itens próximos a seus mercados.

A internet das coisas[4]

Em 1973, foi desenvolvido o Universal Product Code, ou código de barras, possibilitando que um tipo de produto ou parte dele fosse identificado quando lido por um *scanner* de código de barras. Agora, os códigos de barras são usados para agilizar as operações de caixa na maioria dos supermercados. Entretanto, também exercem um papel importante em muitos dos estágios da cadeia de suprimento que entrega produtos nos estabelecimentos de varejo: durante a fabricação e na armazenagem, os códigos de barras são usados para rastrear os produtos que passam através de processos. Entretanto, os códigos de barras apresentam desvantagens: às vezes, é difícil alinhar o item de modo que o código de barras possa ser lido convenientemente; itens podem apenas ser escaneados um a um e, a mais importante, o código de barras identifica apenas o *tipo* de item, não um item específico. Isto é, o código identifica que um item é, digamos, uma lata de um tipo de bebida em vez de uma lata individual específica. Todavia, esses empecilhos podem ser superados mediante o uso de tecnologias de identificação automática, como a Radio Frequency IDentification (RFID). Aqui, um código de produto eletrônico (ePC), com um número único de 96 *bits* de extensão, está embutido em um *chip* de memória ou em uma etiqueta inteligente. Essas etiquetas são presas a itens individuais de modo que cada um possua seu próprio código de identificação exclusivo. Em vários pontos ao longo da sequência de fabricação, distribuição, estocagem e venda, cada etiqueta inteligente pode ser escaneada por um "leitor" de radiofrequência sem fio. A identidade embutida no código pode ser transmitida para uma rede, como a internet. *Veja* a Figura 8.3.

Nos últimos anos, o pleno potencial da tecnologia RFID chegou a um nível mais revolucionário e que oferece algumas implicações importantes à administração da produção. Embutir em objetos físicos sensores e atuadores (de veículos a produtos farmacêuticos) e conectá-los à internet, usando redes sem fio e um protocolo de acesso, permite que redes de informação e redes físicas se fundam para formar o que se tornou conhecido como "Internet das Coisas" (IoT). A empresa SAP, desenvolvedora de sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), descreve assim a internet das coisas: *"Um mundo onde objetos físicos estão perfeitamente integrados à rede de informação e os objetos físicos podem tornar-se participantes ativos dos processos de negócio. Existem serviços disponíveis para interagir com esses 'objetos inteligentes'*

na internet, pesquisar e mudar seu estado e qualquer informação associada a eles, levando em conta questões de segurança e privacidade." [5]

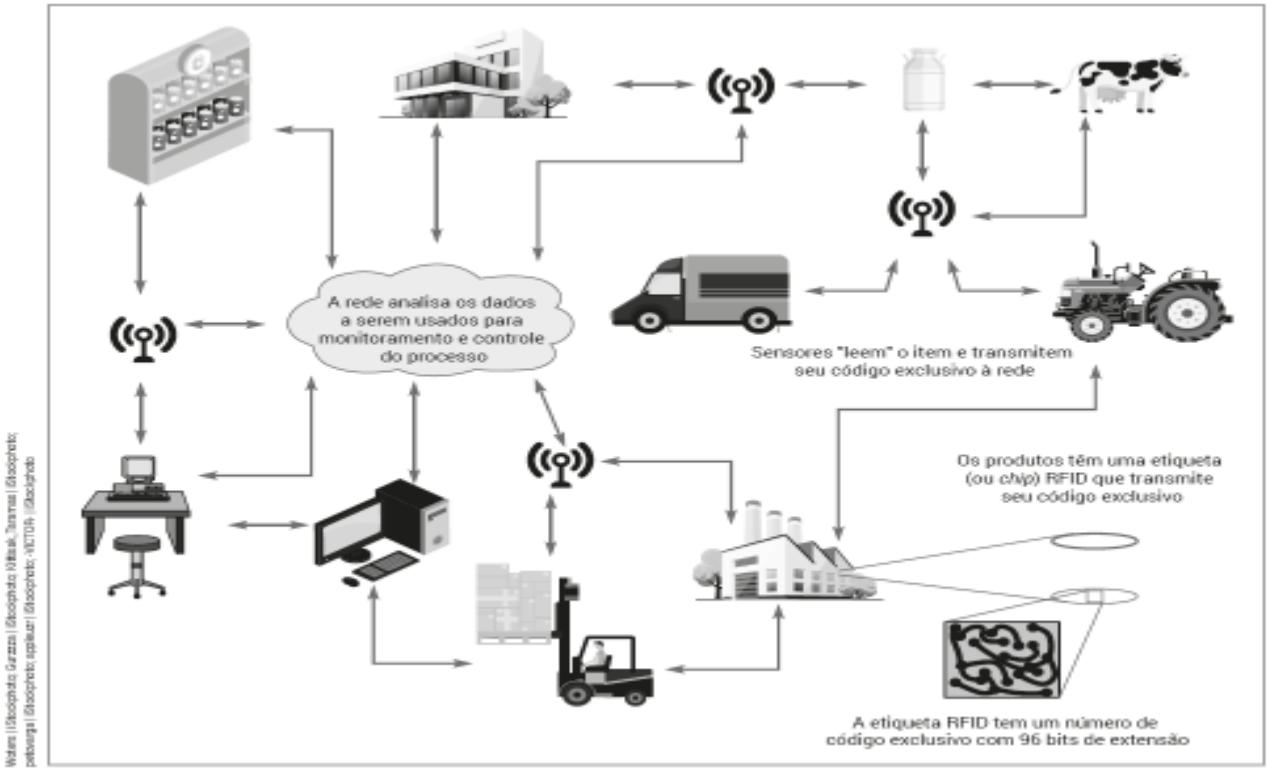


Figura 8.3 A internet das coisas (IoT) é uma combinação de *chips* RFID, sensores e protocolos de Internet que permitem transmitir informações sobre a localização e o estado de objetos físicos à rede.

Implicações

Segundo algumas autoridades, a IoT promete criar novos modos de fazer negócio, melhorar processos e reduzir custos e riscos. Colocar sensores nas "coisas" dá às redes de informação a habilidade de gerar volumes imensos de dados móveis que podem "sentir" o ambiente e se comunicar com as "coisas". Os gerentes de produção podem rastrear e analisar os dados para entender o que está ocorrendo, mesmo em sistemas complexos, e responder rapidamente se necessário. Isso ajuda a produção a economizar montantes significativos de dinheiro em perda, roubo ou desperdício de produtos ao ajudar fabricantes, empresas distribuidoras e varejistas a indicar exatamente a posição e o estado de cada item na rede de suprimento. Por exemplo, se um produto precisasse ser recolhido por causa de um alarme de risco à saúde, a localização exata de cada produto potencialmente perigoso poderia ser imediatamente identificada. Os compradores poderiam escanear facilmente os produtos para conhecer mais sobre suas características e funcionalidades ainda na loja; a espera nos caixas poderia ser eliminada porque os itens seriam escaneados automaticamente pelos leitores, e a fatura, debitada automaticamente em sua conta pessoal ao sair da loja. Há também benefícios potenciais em rastrear produtos após a saída da loja. Os dados sobre como os clientes usam os produtos podem ser coletados automaticamente, e a reciclagem rigorosa dos materiais de descarte pode ser consideravelmente mais fácil. A McKinsey, empresa de consultoria, identifica seis tipos distintos de aplicações emergentes que afetam os gerentes de produção.

Essas implicações classificam-se em duas categorias gerais: primeira, informação e análise; segunda, automação e controle.

Informação e análise

Em razão de as redes IoT vincularem os dados a partir de produtos, equipamentos, processos e ambiente operacional, elas produzirão informações aprimoradas e análise mais sofisticada que possam ampliar as decisões de administração da produção. Em especial, três aspectos da informação e análise podem ser afetados:

■ *Saber onde as coisas estão* – o rastreamento será mais fácil porque as movimentações de produtos e suas interações com processos serão monitoradas em tempo real. Por exemplo, algumas seguradoras instalam sensores nos carros dos segurados, permitindo-lhes basear suas apólices em como um carro é dirigido e onde se movimenta.

■ *Saber o que está ocorrendo* – os dados de grande número de sensores, localizados em recursos de infraestrutura, como rodovias e prédios, podem relatar as condições ambientais, de modo que os gerentes tenham consciência instantânea dos eventos. Por exemplo, os sistemas de segurança podem usar as informações dos sensores a partir de uma combinação de vídeo, áudio e vibração para detectar entrada não autorizada em áreas restritas.

■ *Saber o que fazer* – o armazenamento de IoT e o poder de computação, quando combinados a sistemas avançados de apoio à decisão, podem melhorar significativamente a tomada de decisão. Por exemplo, nas vendas do varejo, os compradores podem ser monitorados enquanto se movimentam pelas lojas. Sensores registram quanto tempo eles permanecem nas vitrinas e mostruários e o que compram. Os dados resultantes podem ajudar a otimizar os arranjos físicos das lojas.

Automação e controle

Controlar qualquer operação ou processo envolve monitorar o que está acontecendo na operação ou processo, comparando o que *realmente* ocorre com o que *deveria* ocorrer e, assim, fazer quaisquer intervenções necessárias para corrigir os desvios do que deveria estar acontecendo. Portanto, o monitoramento e a coleta de dados estão no centro da atividade de controle, e monitoramento e dados são o que a IoT faz de melhor. Quando as informações são inseridas em uma rede para algum tipo de automação que possa intervir e modificar o comportamento de processos, o controle pode ser exercido (pelo menos, teoricamente) sem a intervenção humana. Novamente, três aspectos podem ser afetados:

■ *Otimização do processo* – os processos que podem ser controlados são mais facilmente otimizados. Por exemplo, em alguns processos semicontínuos na fabricação de celulose e papel, a exigência de a temperatura dos fornos ser continuamente ajustada limita sua produtividade. Todavia, ao embutir sensores de temperatura no processo, a chama do forno pode ser automaticamente ajustada para reduzir a variação da temperatura (e, assim, aumentar a qualidade) para próximo de zero, sem intervenção frequente do operador.

■ *Uso de recurso otimizado* – saber exatamente quanto recurso está sendo usado pode ajudar a reduzir os custos. Por exemplo, algumas empresas de energia fornecem aos clientes medidores "inteligentes", com mostradores que indicam o uso e os custos da energia em tempo real. Isso permite aos clientes tomarem

algumas decisões, como mudar o horário de uso de processos com uso intensivo de energia, do período de demanda intensiva para um período de baixa demanda, fora do pico.

■ *Reações rápidas* – o maior uso da IoT envolve detecção rápida, em tempo real, de circunstâncias imprevisíveis e respostas imediatas controladas por sistemas automatizados. A ideia é a IoT imitar as reações dos tomadores de decisão humanos, mas em um nível mais rápido e mais preciso. Por exemplo, pode ser possível um grupo de robôs limpar vazamentos tóxicos quando estes forem detectados.

Entretanto, a IoT apresenta problemas. Há desafios técnicos para integrar *chips* RFID em objetos físicos de modo que assegure que as informações sejam transmitidas precisamente. E, embora, o custo de tais *chips* e sensores seja reduzido com o aumento do volume, o custo ainda é um fator importante na adoção da tecnologia. Talvez as questões mais contestadas sejam aquelas relacionadas à privacidade do cliente ao se estender a captura de dados dos produtos além do caixa da loja. É essa questão que particularmente assusta alguns ativistas das liberdades civis. Acompanhar os itens em uma rede de suprimento é um assunto relativamente incontestável. Acompanhar os itens quando estão associados a um indivíduo no que diz respeito a sua vida cotidiana é bem mais problemático. Assim, além do caixa da loja, para cada aplicação que pareça benéfica, há também potencial para abuso. Por exemplo, etiquetas inteligentes podem reduzir drasticamente o roubo porque os itens sinalizarão automaticamente quando roubados, uma vez que essas etiquetas servirão como dispositivos para indicar sua localização exata. Todavia, tecnologia similar pode ser usada para rastrear qualquer cidadão, honesto ou não.

Telemedicina[6]

Os avanços tecnológicos em assistência médica relatados frequentemente na imprensa focam as incríveis "curas milagrosas" que, sem dúvida alguma, têm melhorado a qualidade dos serviços médicos. Todavia, todo um conjunto de mudanças na tecnologia de processos médicos vem impondo forte impacto no modo como as operações de assistência médica se autogerenciam. Especialmente a telemedicina vem desafiando uma das suposições mais fundamentais do tratamento médico – que os profissionais de saúde precisam estar fisicamente presentes para examinar e diagnosticar um paciente. Não faz muito tempo que dispositivos conectados à internet estão habilitados para monitorar os dados relacionados à saúde de um indivíduo e comunicar as informações aos profissionais localizados em qualquer parte do mundo, permitindo-lhes serem alertados a mudar as condições à medida que ocorrem, fornecendo-lhes um relatório das condições de saúde de uma pessoa, de modo que o tratamento apropriado possa ser administrado. Geralmente, telemedicina refere-se ao uso das tecnologias de comunicação e informação para prestar a assistência médica. Formalmente, é a habilidade de fornecer assistência médica interativa, usando tecnologia e telecomunicações modernas. Permite que os pacientes sejam virtualmente "visitados" por médicos: às vezes, ao vivo, usando *links* de vídeo; às vezes, automaticamente, no caso de uma emergência; às vezes, pela gravação dos dados de um paciente que são enviados a médicos para diagnóstico e posterior acompanhamento do tratamento. A telemedicina pode ser tão simples quanto dois profissionais de saúde discutindo um caso por telefone ou tão complexo quanto usar algoritmos de diagnóstico e equipamento de videoconferência para conduzir uma consulta em tempo real entre médicos especialistas de diferentes países. O primeiro sistema de telemedicina interativa foi desenvolvido e vendido nos Estados Unidos pela MedPhone Corporation, em 1989. Operava em linhas telefônicas

padronizadas e foi usado para diagnóstico remoto e tratamento de pacientes que necessitavam de ressurreição cardíaca. Um ano depois, a empresa lançou uma versão por telefonia celular.

De modo geral, há três tipos de telemedicina: armazenagem e encaminhamento de dados, monitoramento remoto e serviços interativos.

■ *Telemedicina de armazenagem e encaminhamento de dados*. Envolve a obtenção de dados médicos, como imagens, resultados de testes sanguíneos, dados dermatológicos, biossinais etc., que depois são transmitidos remotamente a um médico especialista em tempo conveniente para avaliação *offline*. Em razão de não requerer a presença de ambas as partes ao mesmo tempo, não há exame físico real e, às vezes, nenhuma oportunidade de coletar um histórico médico. Esse processo requer que o médico dependa de um relatório médico e, talvez, de informações de áudio/vídeo como substitutos de um exame físico.

■ *Telemedicina de monitoramento remoto*. Permite aos profissionais de medicina monitorar remotamente um paciente usando vários dispositivos tecnológicos. Esse método é usado principalmente para o acompanhamento de doenças crônicas (de longa duração) ou de condições específicas, como doença cardíaca. Visto que o monitoramento é quase contínuo, os serviços de monitoramento remoto podem fornecer resultados de saúde melhores ou, pelo menos, comparáveis às interações tradicionais entre médico e paciente. Além disso, podem ser mais convenientes para ambos.

■ *Telemedicina interativa*. Envolve interações em tempo real entre paciente e provedor. Pode incluir comunicação *online*, conversas telefônicas e visitas domésticas por um não especialista. Esse tipo de telemedicina é semelhante às visitas físicas tradicionais a um médico e podem ser realizadas (pelo menos, parcialmente) atividades normais, como revisão de histórico médico, exame físico, avaliações psiquiátricas etc.

Implicações

A telemedicina pode ser particularmente benéfica em comunidades de áreas remotas ou isoladas. Onde apenas um serviço parcial (ou atrasado) estava disponível, a telemedicina permite a prestação de serviços. Isso é particularmente importante nos países em desenvolvimento. Conhecida como "visitas de diagnóstico remoto primário", um médico usa dispositivos para examinar e tratar remotamente um paciente. A telemedicina também pode ser útil para facilitar a comunicação entre um clínico geral e um especialista. Todos os médicos precisam buscar aconselhamento. Quanto mais fácil, mais rápido e mais barato for obter esse aconselhamento, mais provavelmente ele será procurado. A abordagem pode também fazer uso de sistemas de diagnóstico de apoio à decisão que oferecem diagnósticos precisos e consistentes. A qualidade da assistência médica em termos de precisão de diagnóstico e adequação do tratamento é, assim, melhorada pelo conhecimento de especialistas transmitido "virtualmente" aos pacientes. O conhecimento novo, a prática médica aprimorada, os novos produtos farmacêuticos, as orientações mais recentes e assim por diante podem ser comunicados com maior eficácia. Monitoramento de pacientes em casa usando equipamentos padronizados como monitores da pressão sanguínea e transmitindo as informações a um cuidador também fornece a base para um serviço emergencial mais rápido. Isso certamente se aplica a situações em que um médico é necessário, embora não esteja presente, como em um avião de passageiros. Por exemplo, *kits* de telemedicina são regularmente usados por pilotos, tripulação de cabine e outros funcionários de atendimento – isto é, especialistas não médicos que podem

ter de lidar com possíveis emergências médicas. Eles podem usar os *kits* para coletar e transmitir os dados que normalmente seriam coletados no pronto-socorro de um hospital. Isso possibilita aos médicos, em um serviço de aconselhamento remoto, ajudar a administrar a emergência médica, assegurar que as decisões corretas sejam tomadas e determinar que tratamento possa ser conduzido, bem como se um deslocamento ou evacuação médica é necessário.

Tão importante em um mundo onde alguns custos de assistência médica podem aumentar de modo substancial, a telemedicina tem o potencial de proporcionar grandes economias de custo. A necessidade de que pacientes visitem médicos ou hospitais para cirurgias custa muito caro. A necessidade de que médicos visitem pacientes em suas casas pode custar ainda mais caro. A conexão através da telemedicina reduz fortemente esses custos. Os pacientes que têm acesso conveniente a consultas médicas podem visitar menos o hospital. Ela também visa o lado da família, no sentido em que a vida familiar e profissional do paciente fica menos conturbada. O mais significativo é que as enfermeiras podem cuidar de 15 pacientes em quatro horas, enquanto visitá-los em casa reduz o atendimento a apenas cinco ou seis pacientes por dia. Mesmo quando os custos da tecnologia são levados em consideração, a telemedicina pode representar economia de custo significativa. De modo semelhante, a telemedicina pode facilitar a terceirização de serviços médicos. Clínicos gerais terceirizam rotineiramente alguns serviços. Por exemplo, tiram amostras de sangue, mas as enviam a um laboratório especializado para análise. Com o uso mais extensivo da telemedicina, os dados exigidos para decisões de diagnóstico (por exemplo, imagens de raios X) podem ser processados por uma instituição médica especializada que trabalha em larga escala (assim, mais barato), possivelmente em algum local do mundo onde os custos sejam menores.

Entretanto, há problemas na adoção da tecnologia de telemedicina. Um estudo[7] constatou que havia três grandes barreiras para a adoção da telemedicina em prontos-socorros e unidades de terapia intensiva. A primeira delas é o ambiente regulatório em algumas regiões. A medicina deve ser (sem dúvida) uma atividade regulada, mas a dificuldade e o custo de obter permissão e/ou licenças, especialmente quando vários estados e várias instalações estão envolvidos, podem ser proibitivos. Segundo, a telemedicina pode não ser aceita por quem paga a assistência médica, seja o governo, seguradoras ou planos de saúde. Isso cria grande barreira financeira porque atribui a responsabilidade de pagamento ao hospital ou sistema de saúde. Terceiro, pode haver barreiras culturais, com alguns médicos inabilitados ou indispostos a adaptar procedimentos clínicos para aplicações da telemedicina.

COMO AS TECNOLOGIAS DE PROCESSO SÃO AVALIADAS?

A decisão mais comum relacionada à tecnologia em que os gerentes de produção estarão envolvidos é a escolha entre tecnologias alternativas. Trata-se de uma decisão importante porque a tecnologia de processo pode ter efeito significativo sobre a capacidade estratégica da operação a longo prazo; ninguém deseja modificar tecnologias caras com muita frequência. Isso significa que as características das tecnologias alternativas precisam ser avaliadas de modo que possam ser comparadas. Aqui, usamos três conjuntos de critérios de avaliação:

- A tecnologia ajusta-se à tarefa de processamento para a qual se destina?
- A tecnologia melhora o desempenho da operação?
- A tecnologia proporciona um retorno financeiro aceitável?
- A tecnologia ajusta-se à tarefa de processamento para a qual se destina?

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Amada ou odiada, a Marmite gera energia reciclada[8]

Para os leitores que vivem em regiões do mundo onde a marca Marmite não é muito comercializada, trata-se de "um creme saboroso e nutritivo que contém vitamina B e é muito usado no sanduíche, na torrada, no pão ou mesmo como um ingrediente de cozinha". Seu sabor não é para todos, e por isso é anunciado com os dizeres "*você o amará ou o odiará*". Porém, por trás do anúncio inteligente, Marmite faz parte da Unilever, a gigantesca empresa de alimentação que é pioneira em reciclar as sobras de seu processo de produção para gerar energia em sua fábrica. A fábrica está situada em Burton-upon-Trent, no Reino Unido, e todos os anos em torno de 18 mil toneladas de Marmite solidificado ficam depositadas nas superfícies das máquinas e equipamentos usados em sua fabricação. Havia anos que esse resíduo era limpo e depois descarregado no sistema de esgoto ou enviado a aterros sanitários. Então, a Unilever instalou um digestor anaeróbico. Trata-se de uma espécie de composteira na qual o subproduto descartado é digerido por micróbios que dele se alimentam. Ao fazer-se isso, há emissão de metano, que é incinerado em uma caldeira conectada a um gerador para a produção de energia. O sistema também captura o calor do descarte, que passa por um exaustor para ajudar a aquecer o sistema de água da fábrica. *Veja* a Figura 8.4. Porém, o exemplo da Marmite é apenas parte do "Plano de Sustentabilidade" da Unilever, divulgado inicialmente em 2010. Desde então, a empresa publica a cada ano uma atualização sobre o progresso que está fazendo, em nível global e nacional, para cumprir os alvos descritos em seu "Plano de Sustentabilidade".

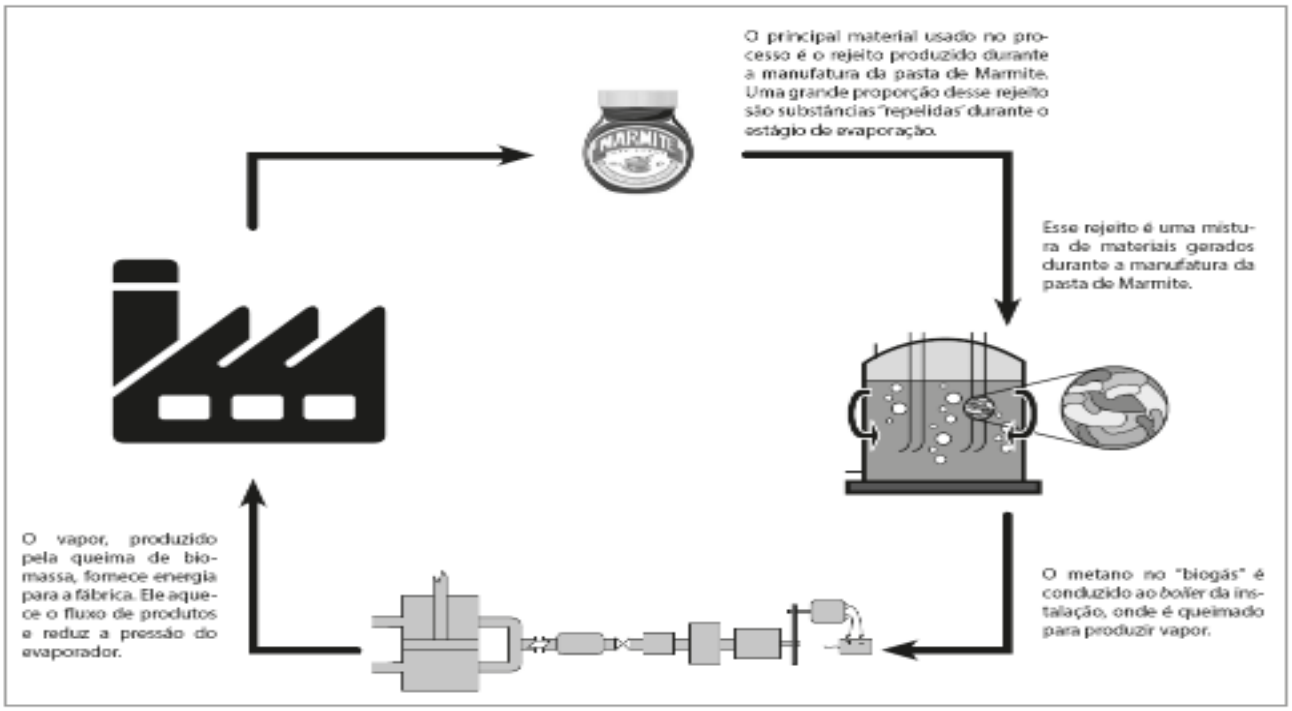


Figura 8.4 Reciclando o desperdício de produto na Marmite.

A Unilever publica seu desempenho em relação aos alvos do Plano de Sustentabilidade, estes classificados em três categorias. A primeira: *"as áreas onde estamos progredindo genuinamente"*. Estas abrangem o suprimento, a nutrição e a ecoeficiência sustentável (incluindo o projeto Marmite). A segunda: *"áreas onde precisamos considerar cuidadosamente como atingir nossos alvos, mas que estão agora prontas para aumento de escala"*. Por exemplo, um programa para aumentar a taxa de reciclagem de aerossóis, encorajando mais prefeituras locais a coletá-los de porta em porta. *"Entretanto"*, o relatório admitiu, *"temos muito a fazer, trabalhando em parceria com a indústria, governo e ONGs para ajudar a aumentar as taxas de reciclagem e de recuperação"*. A terceira categoria envolve *"áreas onde encontramos dificuldades de obter progresso e precisamos trabalhar com outros para encontrar soluções"*. Compreende alvos que requerem mudança no comportamento do consumidor, como encorajar as pessoas a comer alimentos com níveis mais baixos de sal ou a reduzir o uso de água quente no chuveiro e na lavagem de roupas.

Amanda Sourry, presidente da Unilever no Reino Unido e Irlanda, disse: "*A antiga visão de crescimento a qualquer custo é inaceitável; hoje, a única forma responsável de fazer negócio é mediante o crescimento sustentável. É por essa razão que o Plano de Sustentabilidade da Unilever não é apenas uma estratégia 'adicional', é nosso modelo para o futuro. O progresso atual mostra que estamos caminhando a passos fantásticos, particularmente nas áreas de suprimento sustentável, saúde e nutrição e reduzindo os gases que provocam o efeito estufa. Em apenas um ano do plano preparado para uma década, temos orgulho de nossas realizações até agora, mas ainda há muito a fazer*."

Tecnologias de processo diferentes serão apropriadas para diferentes tipos de operações, não apenas porque processam recursos transformados diferentes, mas também porque fazem isso em diferentes níveis de volume e variedade. Geralmente, processos de alta variedade e baixo volume requerem tecnologia de processo que seja de *propósito geral* porque pode desempenhar grande variedade de atividades de processamento que a alta variedade exige. Processos de alto volume e baixa variedade podem usar tecnologias que sejam mais *dedicadas* a sua faixa mais estreita de requisitos de processamento. Dentro do espectro que vai de tecnologias de propósito geral a tecnologias de processo dedicadas, três dimensões tendem a variar com o volume e a variedade. A Figura 8.5 ilustra estas três dimensões da tecnologia de processo:

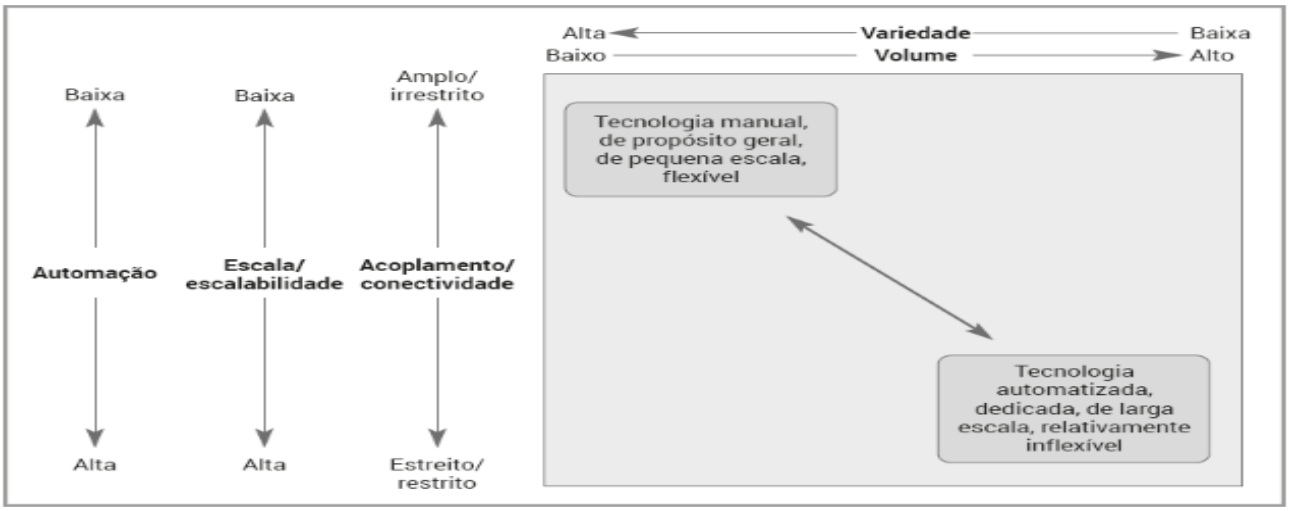


Figura 8.5 Tecnologias de processo diferentes são importantes para diferentes combinações de volume-variedade.

■ Seu grau de “automação”.

■ A capacidade da tecnologia de processar o trabalho, isto é, sua “escala” ou “escalabilidade”.

■ A extensão em que está integrada a outras tecnologias; isto é, seu grau de “acoplamento” ou de “conectividade”.

Grau de automação da tecnologia

Até certo ponto, qualquer tecnologia necessita de intervenção humana. Pode ser mínima, por exemplo, nas intervenções de manutenção periódica de uma refinaria petroquímica. Inversamente, a pessoa que opera a tecnologia pode ser o “cérebro” do processo, por exemplo, o cirurgião que adota técnicas de cirurgia laparoscópica. A razão entre o esforço tecnológico e o humano empregado é, às vezes, denominada intensidade de capital da tecnologia do processo. Geralmente, os processos de alta variedade e baixo volume empregarão tecnologia de processo com menor grau de automação do que os de alto volume e menor variedade. Por exemplo, os bancos de investimento trabalham com “derivativos” financeiros altamente complexos e sofisticados, frequentemente customizados conforme as necessidades dos clientes individuais, e cada um pode valer milhões de dólares. O pessoal de retaguarda do banco (*back office*) tem que processar esses negócios para assegurar que os pagamentos sejam pontuais, os documentos sejam trocados e assim por diante. Parte desse processamento será feita usando-se tecnologia de processo relativamente geral, como planilhas eletrônicas. Funcionários da retaguarda habilitados estão tomando as decisões em vez da tecnologia. Compare isso com os produtos de alto volume e baixa variedade, como as transações em títulos ou ações. A maioria desses produtos é simples e direta, processada em alto volume (milhares e milhares ao dia) por uma tecnologia “automatizada”.

Escala/escalabilidade da tecnologia

Com frequência há algum critério quanto à escala de unidades individuais de tecnologia. Por exemplo, o departamento de cópias de um grande complexo de escritórios pode decidir investir em uma única copiadora muito grande e mais rápida ou, alternativamente, em copiadoras menores e mais lentas, distribuídas ao redor dos vários processos da operação. Uma companhia aérea pode comprar um ou dois aviões maiores, ou grande número de pequenas aeronaves. A vantagem das tecnologias de larga escala é que m geral podem processar itens de forma mais barata do que as tecnologias de pequena escala, mas necessitam de alto volume e podem trabalhar apenas com baixa variedade. Em contraste, as virtudes da tecnologia de escala menor são, frequentemente, a agilidade e a flexibilidade associadas ao processamento de alta variedade e menor volume. Por exemplo, quatro máquinas pequenas podem produzir quatro produtos diferentes simultaneamente (embora com lentidão), enquanto uma grande máquina com capacidade quatro vezes maior produz apenas um produto por vez (embora com rapidez). As tecnologias de pequena escala são também mais robustas. Suponhamos que a escolha esteja entre três máquinas pequenas e uma maior. No primeiro caso, se uma máquina quebrar, um terço da capacidade é perdida, mas, no segundo, a capacidade é reduzida a zero. As vantagens das tecnologias de larga escala são semelhantes àquelas dos grandes incrementos de capacidade, como discutido no Capítulo 4.

O equivalente à escala para alguns tipos de tecnologia de processamento de informação é a *escalabilidade*. Por escalabilidade entendemos a habilidade de passar rapidamente a um nível diferente de capacidade

em termos de custo-benefício. É semelhante à escala absoluta, no sentido de que é influenciada pelas mesmas características de volume-variedade. A escalabilidade de TI é baseada em sua arquitetura de plataforma consistente e no alto processo de padronização que geralmente está associado às operações de alto volume e baixa variedade.

Acoplamento/conectividade da tecnologia

Acoplamento significa a vinculação de atividades separadas em uma única tecnologia do processo para formar um sistema de processamento interconectado. Geralmente, o acoplamento rigoroso proporciona rápido atravessamento do processo. Por exemplo, em um sistema de fabricação automatizado, os produtos fluem rapidamente sem atrasos entre os estágios e o estoque será menor – ele não pode acumular quando não houver "lacunas" entre as atividades. Acoplamento rigoroso também significa que o fluxo é simples e previsível, tornando mais fácil o acompanhamento das partes, quando elas passam por menor número de estágios, ou da informação, quando esta é automaticamente distribuída a todas as partes de uma rede de informação. Entretanto, a tecnologia de acoplamento rigoroso pode ser cara (cada conexão pode requerer custo de capital) e vulnerável (a falha em uma parte do sistema interconectado pode afetar todo o sistema). O sistema de fabricação totalmente integrado impede as partes de fluir de maneira predeterminada, dificultando a acomodação de produtos com requisitos de processamento muito diferentes. Assim, o acoplamento costuma ser mais indicado para variedade relativamente baixa e alto volume. De modo geral, o processamento de maior variedade requer um nível mais aberto e não limitado de acoplamento, visto que produtos e serviços diferentes exigirão variedade maior de atividades de processamento.

Princípio de administração da produção

A tecnologia de processo, nos processos de alto volume e baixa variedade, é relativamente automatizada, de grande escala e rigidamente acoplada quando comparada aos processos de baixo volume e alta variedade.

Como a tecnologia melhora o desempenho da operação?

Nos Capítulos 2 e 3, identificamos os cinco *objetivos de desempenho* das operações. Uma abordagem sensata para avaliar o impacto de qualquer tecnologia de processo em uma operação é avaliar como ela afeta a qualidade, a velocidade, a confiabilidade, a flexibilidade e o custo da operação. Por exemplo, consideremos um armazém que estoca partes a serem embaladas e entregues aos clientes. Considera-se investir em um novo sistema de "recuperação de informação e embalamento" que converte os pedidos em "listas de separação" e usa equipamentos de manuseio de materiais para retirar automaticamente os bens das prateleiras e os encaminhar à área de embalamento. A avaliação das exigências de mercado para esse armazém pode incluir:

- **Qualidade** – o impacto na qualidade pode ser o fato de que o sistema computadorizado não está propenso a erro humano, o que pode ter anteriormente resultado em retirada de peça errada da prateleira.
- **Velocidade** – o novo sistema pode ter condições de retirar itens das prateleiras com maior rapidez e segurança do que operadores humanos.

■ **Confiabilidade** – isso dependerá de como está a confiabilidade no novo sistema. Se for menos provável que haja interrupção do que acontecia com os operadores no antigo sistema (ausência por doença etc.), o novo sistema pode melhorar a confiabilidade do serviço.

■ **Flexibilidade** – é provável que a flexibilidade do novo serviço não seja tão boa quanto no sistema manual anterior. Por exemplo, há limite físico ao tamanho dos produtos quando são retirados das prateleiras pelo sistema automático, enquanto as pessoas são capazes de se adaptar ao realizar novas tarefas de modo diferente. A flexibilidade de *mix* será também menor do que no sistema anterior, pela mesma razão. Entretanto, a flexibilidade de volume (e, talvez, de entrega) pode ser melhor. O novo sistema pode funcionar por maior número de horas quando a demanda for mais alta do que o esperado ou os prazos forem mudados.

■ **Custo** – certamente o novo sistema vai requerer menor número de operadores no armazém, mas necessitará de apoio de engenharia e manutenção. Entretanto, de maneira geral, os custos de mão de obra serão na certa menores.

A tecnologia proporciona um retorno financeiro aceitável?

Avaliar o custo financeiro do investimento em tecnologia de processo é um assunto especializado. Embora o propósito deste livro não seja mergulhar em detalhes de análise financeira, é importante destacar uma questão importante que é central na avaliação financeira: enquanto os benefícios de investir em nova tecnologia podem durar por vários anos, os custos associados ocorrem, geralmente, em prazo muito mais curto. Temos que considerar o valor do dinheiro no tempo. Isso significa simplesmente que receber $ 1.000 agora é melhor do que receber um ano depois. Esse recebimento possibilita-nos investir o dinheiro que valerá mais do que os $ 1.000 que recebemos no tempo de um ano. Por outro lado, revertendo a lógica, podemos nos perguntar quanto precisaria ser investido agora para se obterem $ 1.000 um ano depois. Esse montante (inferior a $ 1.000) é denominado valor presente líquido de um valor a ser recebido um ano depois.

Por exemplo, suponhamos que a taxa de juros atual seja de 10% ao ano; então, a quantia que teríamos de investir para receber $ 1.000 no final de um ano é a seguinte:

$$\$\ 1.000 \times \frac{1}{(1{,}10)} = \$\ 909{,}10$$

Assim, o valor presente de $ 1.000 no período de um ano, *descontado pelo fato de não o termos imediatamente*, é de $ 909,10. Após dois anos, a quantia que teríamos de investir para receber $ 1.000 seria a seguinte:

$$\$\ 1.000 \times \frac{1}{(1{,}10)} \times \frac{1}{(1{,}10)}\ \$\ 1.000 \times \frac{1}{(1{,}10)^2} = \$\ 826{,}50$$

A taxa de juros assumida (10% em nosso caso) é conhecida como taxa de desconto. De modo geral, o valor presente de $*x* em *n* anos, na taxa de desconto de *r*%, é a seguinte:

$$\$ \frac{1}{(1 + r/100)^n}$$

Exemplo resolvido

O armazém que estamos usando como exemplo é objeto de um exercício de custeio e de redução de custo. O custo de capital da compra e instalação da nova tecnologia pode ser diluído em três anos. A partir do primeiro ano de sua operação efetiva, ocorrerá redução de custo da operação global. Combinando o dinheiro que a empresa terá de gastar e a economia que será feita, o fluxo de caixa ano a ano é mostrado na Tabela 8.1.

Tabela 8.1 Fluxos de caixa para a tecnologia de processo de armazenagem

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa ($ 000)	– 300	30	50	400	400	400	400	0
Valor presente (descontado a 10%)	– 300	27,27	41,3	300,53	273,21	248,37	225,79	0

Entretanto, esses fluxos de caixa precisam ser descontados para avaliar seu "valor presente". Aqui a empresa está usando uma taxa de desconto de 10%. Isso é também mostrado na Tabela 8.1. Assume-se que a vida efetiva dessa tecnologia dure seis anos:

Fluxo de caixa total (soma de todos os fluxos de caixa) = $ 1,38 milhão

Entretanto:

Valor presente líquido (VPL) = $ 816.500

Isso é considerado aceitável pela empresa.

Calcular as taxas de desconto, embora perfeitamente possível, pode ser complicado. Como alternativa, as tabelas são geralmente usadas (*veja* a Tabela 8.2).

Portanto, o valor presente líquido é:

P = FD × VF onde:

FD = fator de desconto da Tabela 8.2

VF = valor futuro

Tabela 8.2 Valor presente de $ 1 a ser pago no futuro

Anos	3,0%	4,0%	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
1	$ 0,970	$ 0,962	$ 0,952	$ 0,943	$ 0,935	$ 0,926	$ 0,918	$ 0,909
2	$ 0,942	$ 0,925	$ 0,907	$ 0,890	$ 0,873	$ 0,857	$ 0,842	$ 0,827
3	$ 0,915	$ 0,889	$ 0,864	$ 0,840	$ 0,816	$ 0,794	$ 0,772	$ 0,751
4	$ 0,888	$ 0,855	$ 0,823	$ 0,792	$ 0,763	$ 0,735	$ 0,708	$ 0,683
5	$ 0,862	$ 0,822	$ 0,784	$ 0,747	$ 0,713	$ 0,681	$ 0,650	$ 0,621
6	$ 0,837	$ 0,790	$ 0,746	$ 0,705	$ 0,666	$ 0,630	$ 0,596	$ 0,565
7	$ 0,813	$ 0,760	$ 0,711	$ 0,665	$ 0,623	$ 0,584	$ 0,547	$ 0,513
8	$ 0,789	$ 0,731	$ 0,677	$ 0,627	$ 0,582	$ 0,540	$ 0,502	$ 0,467
9	$ 0,766	$ 0,703	$ 0,645	$ 0,592	$ 0,544	$ 0,500	$ 0,460	$ 0,424
10	$ 0,744	$ 0,676	$ 0,614	$ 0,558	$ 0,508	$ 0,463	$ 0,422	$ 0,386
11	$ 0,722	$ 0,650	$ 0,585	$ 0,527	$ 0,475	$ 0,429	$ 0,388	$ 0,351
12	$ 0,701	$ 0,626	$ 0,557	$ 0,497	$ 0,444	$ 0,397	$ 0,356	$ 0,319
13	$ 0,681	$ 0,601	$ 0,530	$ 0,469	$ 0,415	$ 0,368	$ 0,326	$ 0,290
14	$ 0,661	$ 0,578	$ 0,505	$ 0,442	$ 0,388	$ 0,341	$ 0,299	$ 0,263
15	$ 0,642	$ 0,555	$ 0,481	$ 0,417	$ 0,362	$ 0,315	$ 0,275	$ 0,239
16	$ 0,623	$ 0,534	$ 0,458	$ 0,394	$ 0,339	$ 0,292	$ 0,252	$ 0,218
17	$ 0,605	$ 0,513	$ 0,436	$ 0,371	$ 0,317	$ 0,270	$ 0,231	$ 0,198
18	$ 0,587	$ 0,494	$ 0,416	$ 0,350	$ 0,296	$ 0,250	$ 0,212	$ 0,180
19	$ 0,570	$ 0,475	$ 0,396	$ 0,331	$ 0,277	$ 0,232	$ 0,195	$ 0,164
20	$ 0,554	$ 0,456	$ 0,377	$ 0,312	$ 0,258	$ 0,215	$ 0,179	$ 0,149

Para usar a tabela, vá à coluna vertical e localize a taxa de desconto apropriada (em porcentagem). Depois, vá à linha horizontal correspondente ao número de anos em que o pagamento será feito. No ponto em que a coluna e a linha se encontram está o valor presente de $ 1. Você pode multiplicar esse valor pelo valor futuro esperado para encontrar seu valor presente.

Exemplo resolvido

Uma clínica de saúde está considerando a compra de um novo sistema de análise. Os fluxos de caixa líquidos do novo sistema de análise são os seguintes:

Ano 1: – $ 10.000 (dispêndio de caixa)

Ano 2: $ 3.000

Ano 3: $ 3.500

Ano 4: $ 3.500

Ano 5: $ 3.000

Supondo que a taxa de desconto real para a clínica é de 9%, usando a tabela de valor presente líquido (Tabela 8.2), demonstre se o novo sistema cobriria pelo menos seus custos. A Tabela 8.3 mostra os cálculos. Ela mostra que, devido ao valor presente líquido do fluxo de caixa ser positivo, a compra do novo sistema cobriria seus custos e seria rentável para a clínica.

Tabela 8.3 Cálculo do valor presente para a clínica

Ano	Fluxo de caixa		Fator da tabela		Valor presente
1	($ 10.000)	x	1,000	=	($ 10.000,00)
2	$ 3.000	x	0,917	=	$ 2.752,29
3	$ 3.500	x	0,842	=	$ 2.945,88
4	$ 3.500	x	0,772	=	$ 2.702,64
5	$ 3.000	x	0,708	=	$ 2.125,28
			Valor presente líquido	=	$ 526,09

COMO AS TECNOLOGIAS DE PROCESSO SÃO IMPLEMENTADAS?

Implementar a tecnologia de processo significa organizar todas as atividades envolvidas para fazer a tecnologia funcionar como pretendido. Não importa quão potencialmente benéfica e sofisticada seja a tecnologia, ela permanece apenas como benefício prospectivo até que tenha sido implementada com sucesso. Assim, a implementação é parte importante da gestão da tecnologia de processo. Todavia, nem sempre é correto levantar pontos gerais sobre o processo de implementação, porque é muito dependente do contexto. Isto é, o modo que se implementa qualquer tecnologia dependerá muito de sua natureza específica, das mudanças implicadas pela tecnologia e das condições organizacionais que se aplicam durante a implementação. No restante deste capítulo, examinaremos quatro assuntos particularmente importantes que afetam a implementação da tecnologia: o modo como a tecnologia é planejada a longo prazo, a ideia de "distância" do recurso e processo, a necessidade de considerar a aceitabilidade do cliente e a ideia de que, se algo pode dar errado, dará.

Planejamento da tecnologia a longo prazo – roteiro tecnológico

Não importa como os gerentes de produção se envolvam no desenvolvimento de tecnologias de processo, é provável que o façam em consulta e colaboração com outras partes da empresa. Também é provável que seja no contexto de algum tipo de processo de planejamento formal, como um roteiro tecnológico. Roteiro tecnológico (*technology roadmap* – TRM) é uma abordagem que fornece estrutura para tentar assegurar o alinhamento de desenvolvimentos (e investimentos) em tecnologia, possíveis necessidades futuras do mercado e novo desenvolvimento das capacidades de operações associadas. A Motorola desenvolveu originalmente, na década de 1970, a técnica para que pudesse apoiar o desenvolvimento de seus produtos e suas tecnologias de suporte. Bob Galvin, então CEO da Motorola, definiu TRM como: "*um olhar prolongado sobre o futuro de um campo de pesquisa escolhido composto por conhecimento e imaginação coletiva dos mais brilhantes impulsionadores da mudança nesse campo*". TRM é essencialmente um processo que oferece suporte ao desenvolvimento de tecnologia, facilitando a colaboração entre as várias atividades que contribuem para a estratégia tecnológica. Permite que os gerentes de tecnologia definam a evolução tecnológica de sua empresa antecipadamente, planejando o tempo e as relações entre os diversos elementos envolvidos no planejamento tecnológico. Por exemplo, esses "elementos" poderiam consistir nos objetivos de negócios da empresa, evolução do mercado ou eventos específicos, os produtos e serviços componentes que constituem ofertas relacionadas, tecnologias de produto/serviço e de processo, as capacidades subjacentes que essas tecnologias representam e assim por diante. A Figura 8.6 mostra a forma genérica dos roteiros tecnológicos, enquanto a Figura 8.7 mostra um exemplo de TRM para o desenvolvimento de produtos/serviços, tecnologias e processos para um serviço de gerenciamento de instalações.

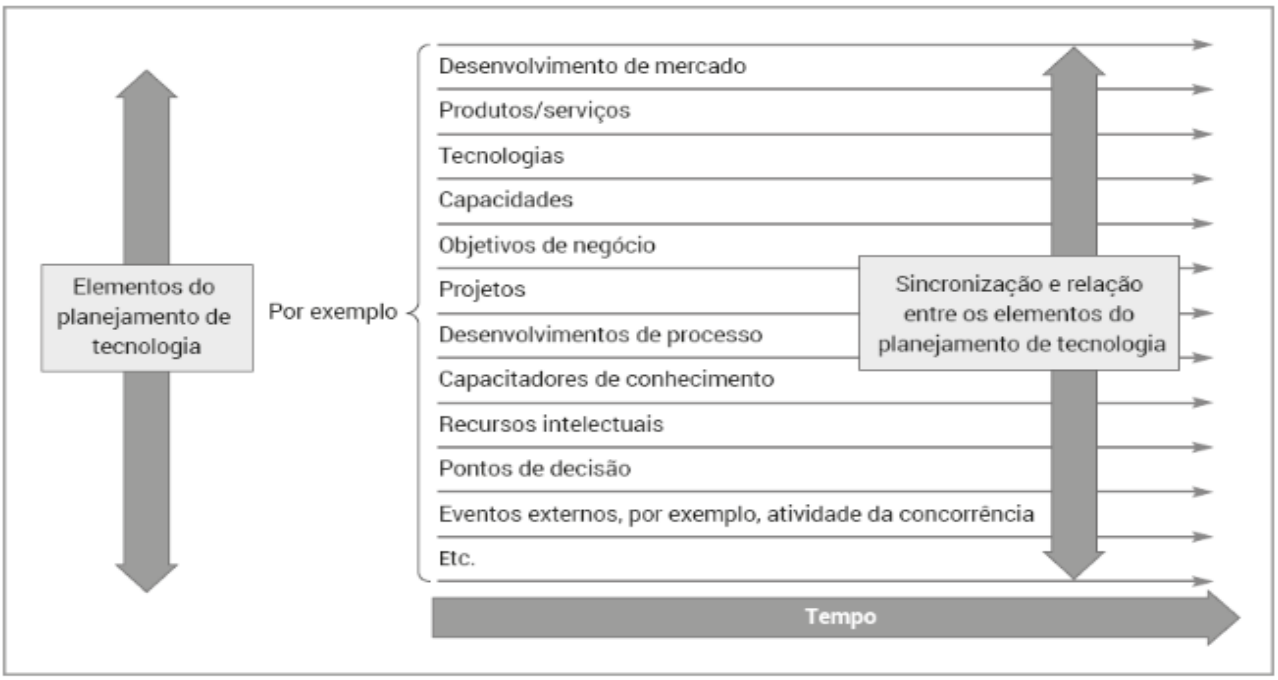


Figura 8.6 Formato genérico de um roteiro tecnológico (TRM).

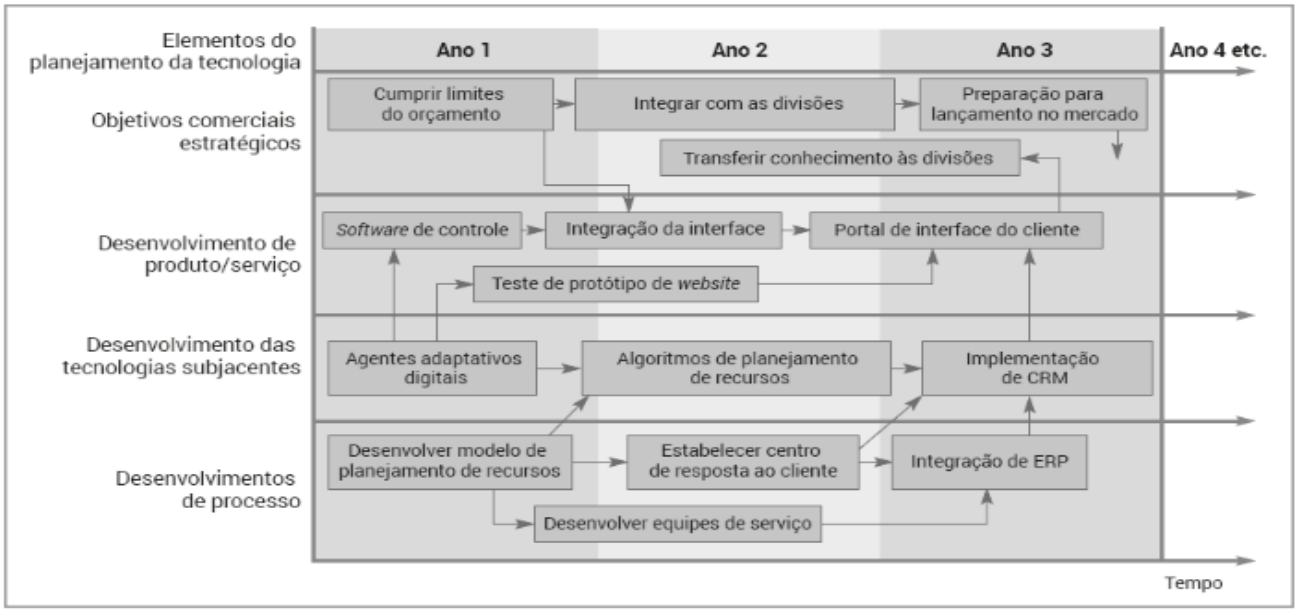


Figura 8.7 Exemplo simplificado de um TRM para o desenvolvimento de produtos/serviços, tecnologias e processos para um serviço de gerenciamento de instalações.

Os benefícios dos TRMs são associados principalmente à forma como eles reúnem as principais partes interessadas envolvidas na estratégia tecnológica e várias (e muitas vezes diferentes) perspectivas que possuem. A abordagem constitui uma base para a comunicação e, na medida do possível, para o consenso. Afinal, aborda algumas questões fundamentais que dizem respeito a qualquer estratégia tecnológica. Por que precisamos desenvolver a nossa tecnologia? Onde queremos ir com nossa capacidade tecnológica? A que distância estamos desse objetivo? Como podemos chegar aonde queremos estar? Em que ordem

devemos fazer as coisas? Quando os objetivos de desenvolvimento devem ser alcançados? No entanto, os TRMs não oferecem qualquer solução para as opções estratégicas tecnológicas de uma empresa; na verdade, eles não precisam oferecer opções ou trajetórias tecnológicas alternativas. Elas são basicamente uma descrição narrativa de como um conjunto de desenvolvimentos inter-relacionados deve progredir (e não como progredirão). Devido a isso, elas foram criticadas como alentadoras de projeções otimistas sobre o futuro. No entanto, elas fornecem pelo menos um plano em relação ao qual a estratégia tecnológica pode ser avaliada.

"Distância" de recurso e processo

O grau de dificuldade na implementação da tecnologia de processo dependerá do grau de novidade dos novos recursos tecnológicos e das mudanças exigidas nos processos da operação. Quanto menos os novos recursos tecnológicos forem entendidos (influenciados, talvez, pelo grau de inovação), maior sua "distância" da atual base do recurso tecnológico da operação. De modo semelhante, quanto mais a implementação requeira uma operação para modificar seus processos existentes, maior a "distância" do processo. Quanto maior a distância do recurso e do processo, mais difícil, provavelmente, será qualquer implementação. Isso ocorre porque tal distância dificulta a adoção de uma abordagem sistemática para analisar a mudança e a aprendizagem a partir dos erros. Essas implementações que envolvem relativamente pouca "distância" do processo ou recurso fornecem uma oportunidade ideal para aprendizagem organizacional. Como em qualquer experimento científico clássico, quanto mais variáveis mantidas constantes, maior confiança você tem na determinação de causa e efeito. Inversamente, em uma implementação na qual a "distância" do recurso e processo significa que quase tudo é "mutável", fica difícil saber o que funcionou e o que não funcionou. Mais importante, torna-se difícil saber por que funcionou ou por que não.[9] Essa ideia está ilustrada na Figura 8.8.

Princípio de administração da produção

A dificuldade da implementação da tecnologia de processo depende de seu grau de novidade e das mudanças necessárias nos processos da operação.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Duas falhas tecnológicas[10]

Não há pessoas suficientes escolhendo "Escolher e Agendar"

Foi um projeto tecnológico de dez anos de construção. O sistema "Escolher e Agendar" deve ter transformado a maneira pela qual os pacientes e seus médicos de "clínica geral" podem selecionar uma consulta ambulatorial em uma data e hora convenientes no National Health Service (NHS) do Reino Unido. O objetivo era acelerar o processo e cortar a necessidade da papelada dispendiosa. No entanto, em 2014 foi retirado silenciosamente, apesar de custar £ 356 milhões durante os dez anos em que esteve lutando para estabelecer-se. Esse foi considerado outro exemplo das dificuldades na introdução de novos sistemas de tecnologia em uma organização tão grande e complexa. Uma investigação do Comitê de Contas Públicas da Câmara dos Comuns britânica recebeu informações da equipe do NHS dando conta de que, embora alguns clínicos gostassem do sistema "Escolher e Agendar", muitos não gostavam. Além disso, nem todos os horários de consultas ambulatoriais estavam disponíveis no sistema, o que limitava sua utilidade. Muitos pacientes e médicos achavam o sistema "Escolher e Agendar" complicado e demorado. Uma

médica, Sarah Wollaston, disse: "*O sistema se adequava aos pacientes que eram bons com a tecnologia, mas não com aqueles que não tinham essa facilidade. Os médicos muitas vezes não tinham tempo para entrar no sistema durante as consultas com seus pacientes*." Um membro do Parlamento disse: "*É outra confusão do NHS. Um sistema projetado para uso por médicos clínicos, mas usado apenas pela metade deles* [...] *foi retirado silenciosamente, tão silenciosamente que mesmo a maior parte do NHS parece não saber disso. No meio de tudo, estão os pacientes. O Escolher e Agendar deveria acelerar as coisas, mas o relato que ouvimos no comitê mostrou que não era assim na maioria dos casos*." Apesar do fracasso do sistema "Escolher e Agendar" (ou sucesso apenas parcial), o departamento do Estado que supervisiona o NHS decidiu substituí-lo por um esquema de encaminhamento eletrônico potencialmente ainda mais caro, dizendo que o novo sistema usaria tecnologia diferente e apresentaria recursos adicionais, além de estar disponível em aplicativos de celular. Um porta-voz disse: "*Nosso objetivo é ter 100% de encaminhamentos eletrônicos nos próximos cinco anos – mais cedo do que isso, se conseguimos fazê-lo. Isso acabará com muitos desses erros*." Também foi relatado que se pensava na ideia de tornar obrigatório para os clínicos o uso do sistema substituto quando ele fosse lançado, com um incentivo incorporado e um esquema de penalidade para médicos e hospitais.

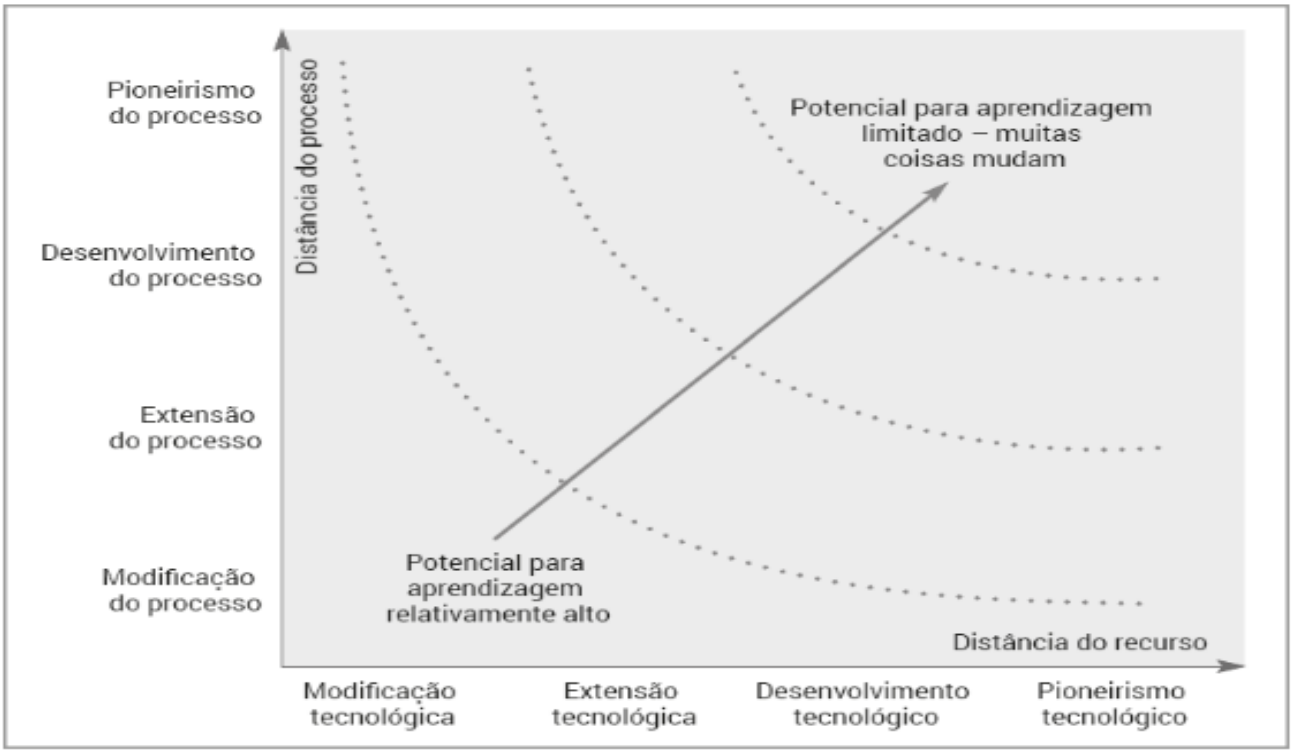


Figura 8.8 O potencial de aprendizagem depende do recurso tecnológico e da "distância" do processo.

A Iniciativa de Mídia Digital da BBC

A BBC é uma das emissoras mais conhecidas do mundo, com reputação incomparável pela qualidade de alguns de seus programas. Infelizmente, a reputação de introduzir novas tecnologias é menos exemplar. Uma de suas falhas mais espetaculares foi a da Iniciativa de Mídia Digital (DMI – *Digital Media Initiative*). A DMI foi um esforço da BBC para dispensar as fitas de vídeo e criar uma espécie de "YouTube interno" de conteúdo arquivado que a equipe poderia acessar, carregar, editar e, em seguida, colocar no ar a partir de seus computadores. À época em que o projeto foi previsto, criar um único programa de TV poderia

envolver 70 processos individuais de manuseio de vídeo. A DMI deveria reduzir isso pela metade. O projeto custou quase £ 100 milhões e durou cinco anos antes de ser descartado. As falhas na tecnologia foram expostas durante a cobertura da BBC do funeral de Margaret Thatcher, ex-primeira-ministra bastante conhecida. O DMI deveria criar um sistema de produção vinculado ao enorme arquivo de transmissão da BBC, mas, em vez de simplificar o acesso a imagens de vídeo antigas, os editores de vídeo não conseguiam acessar as imagens de arquivo para usar nos noticiários a partir de seus computadores no centro de Londres. Em vez disso, eles tiveram que transportar fitas de vídeo para lá usando táxis e a rede subterrânea da instalação de armazenagem de arquivos no noroeste de Londres. Admitindo que continuar com o projeto seria "*jogar dinheiro bom em tecnologia ruim*", a BBC afastou seu diretor de tecnologia. Um gerente da BBC chamou o projeto DMI de "*o eixo do horror*", enquanto outro disse: "*A escala do projeto foi muito grande e ficou fora de controle*." Anthony Fry, membro da representação governamental no conselho da BBC, disse que o projeto "*gerou pouco ou nenhum recurso para a corporação. Isso ocorreu porque grande parte do* software *e do* hardware *que foram desenvolvidos só poderia ser usado pela BBC se o projeto fosse concluído, o que, devido a dificuldades tecnológicas e mudanças nas necessidades do negócio*... [não foi possível]. Tony Hall, diretor-geral da BBC, disse que as ferramentas comerciais que "simplesmente não existiam há cinco anos" já estavam disponíveis e podiam fazer o mesmo trabalho que alguns elementos da DMI. Os professores Elizabeth Daniel, da Open University Business School, e John Ward, da Cranfield School of Management, comentando sobre o caso da DMI na BBC, disseram: "*esse não é o maior nem o pior erro de projeto de TI nos setores público ou privado e, se as organizações não implementarem medidas para se proteger contra eles, quase certamente não será o último*". Embora à primeira vista, dizem eles, parece que o projeto da Iniciativa de Mídia Digital da BBC tenha sofrido com os desafios encontrados em muitos outros grandes projetos de TI, existem alguns aspectos da operação e da cultura da BBC que podem tê-los exacerbado. A organização parece ter reagido lentamente às preocupações levantadas no nível superior, houve incapacidade de identificar que as coisas estavam indo errado e, depois, de agir de forma imparcial. O fracasso da DMI foi considerado como uma falha de TI, não da BBC, e, o mais preocupante, havia uma cultura que, aparentemente, não permitia que a equipe envolvida se manifestasse, ficando portanto incapaz de transformar suas preocupações sobre os projetos em processos de revisão; em vez disso, eles só puderam expressá-las em particular.

Aceitabilidade do cliente

Quando os clientes de uma operação interagem com sua tecnologia de processo, é essencial considerar suas interações ao avaliar essa operação. Se os clientes tiverem contato direto com a tecnologia, deverão ter alguma ideia de como operá-la. Quando os clientes têm uma interação ativa com a tecnologia, as limitações de seu entendimento da tecnologia podem ser as principais restrições a seu uso. Por exemplo, mesmo alguma tecnologia doméstica, como a *smart TV*, não pode ser usada em seu pleno potencial pela maioria dos proprietários. Outras tecnologias voltadas para o cliente podem enfrentar o mesmo problema, com a adição importante do fato de que, se os clientes não puderem usar as tecnologias, como o *internet banking*, haverá sérias consequências comerciais para o serviço ao cliente do banco. Os funcionários das operações de fabricação podem requerer vários anos de treinamento antes de assumirem o controle da tecnologia que operam. As operações de serviço podem não oferecer a mesma oportunidade para treinamento de clientes. Walley e Amin[11] sugerem que a habilidade da operação para

treinar clientes no uso de sua tecnologia depende de três fatores: complexidade, repetição e a variedade das tarefas desempenhadas pelo cliente. Se os serviços forem complexos, níveis mais elevados de "treinamento" podem ser necessários. Por exemplo, as tecnologias dos parques temáticos e dos restaurantes *fast-food* contam com clientes copiando o comportamento uns dos outros. A frequência de uso é importante porque o retorno do "investimento" em treinamento será maior se o cliente usar a tecnologia com frequência. Além disso, os clientes podem, ao longo do tempo, esquecer como usar a tecnologia, mas a repetição regular reforçará o treinamento. Finalmente, o treinamento será mais fácil se for apresentada ao cliente uma variedade baixa de tarefas. Por exemplo, as máquinas de venda automática tendem a se concentrar em uma categoria de produto, de modo que a sequência das tarefas exigidas para operar a tecnologia permaneça consistente.

Em outros casos, o cliente pode não confiar na tecnologia simplesmente por ser uma tecnologia, e não uma pessoa. Às vezes, preferimos ser tratados por uma pessoa, mesmo que seu desempenho seja inferior ao de uma tecnologia. Por exemplo, o uso de tecnologias robóticas em cirurgia oferece vantagens distintas sobre a cirurgia convencional, embora, não obstante a cirurgia estar sob controle de um cirurgião, a tecnologia seja vista com desconfiança por alguns pacientes e médicos. Quando cirurgiões robôs operam sem qualquer controle humano direto, em vez de simplesmente acompanhar o movimento de cirurgiões humanos, é provável que a resistência seja ainda maior. De modo semelhante, a ideia de avião sem piloto é difícil de ser "vendida" aos clientes; veja o Operações na Prática "Apertem os cintos – o piloto sumiu!".

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Apertem os cintos – o piloto sumiu![12]

As aeronaves modernas voam por meio do piloto automático a maior parte do tempo, certamente mais tempo do que a maioria dos passageiros imagina. *"Muitas pessoas não têm a menor ideia de que, quando um avião pousa com neblina, é um computador que comanda a ação"*, afirma Paul Jackson, da Jane's All the World's Aircraft. *"É a coisa mais sensata a fazer"*, concorda Ken Higgins, da Boeing. *"Quando os pilotos automáticos podem fazer algo melhor do que um piloto humano, usamos obviamente os pilotos automáticos."* Geralmente, isso significa usar os pilotos automáticos para realizar duas tarefas. Primeiro, eles podem controlar o avião durante voos longos e monótonos (para os pilotos) entre a decolagem e o pouso. Pilotos automáticos não são propensos a tédio e cansaço que possam afetar humanos e provocar erros. A segunda tarefa é realizar pousos, especialmente quando a visibilidade é ruim devido à neblina ou condições de iluminação. O piloto automático comunica-se com equipamentos no solo que permitem ao avião pousar, se necessário, em condições de visibilidade zero. De fato, pousos automáticos, quando a visibilidade é ruim, são mais seguros do que os realizados por pilotos humanos. Mesmo na improvável situação de falha de uma das duas turbinas de um avião, um piloto automático pode pousar a aeronave de forma segura. Isso significa que, em alguns voos, o piloto automático é ligado alguns segundos após a decolagem do avião e permanece no comando durante todo o voo, incluindo o pouso. Uma das poucas ocasiões em que não se usa o piloto automático são situações nas quais o piloto está em treinamento ou quando precisa acumular certo número exigido de pousos para manter sua licença.

Por ora, voos comerciais não decolam automaticamente, sobretudo porque isso exigiria que os aeroportos e as companhias aéreas investissem em equipamentos de orientação adicionais, que seriam caros para

desenvolver e instalar. Decolagens são também mais complexas tecnicamente do que pousos. Mais variáveis podem dar errado e, em algumas situações (por exemplo, no caso de uma falha de motor durante a decolagem), os pilotos precisam tomar decisões em uma fração de segundo. Os analistas da indústria concordam que seria viável, tecnicamente, desenvolver tecnologia de decolagem automática que atendesse aos padrões de segurança, mas isso poderia ser proibitivamente caro.

Mesmo assim, algumas pessoas na indústria da aviação acreditam que pode ser desenvolvida tecnologia ao ponto de voos comerciais serem realizados dispensando-se totalmente um piloto na aeronave. Isso não está tão longe assim de acontecer. Em abril de 2001, o Northrop Grumman Global Hawk, "veículo aéreo não tripulado" – (UAV – *unmanned aerial vehicle*), completou seu primeiro voo totalmente automatizado sobre o Pacífico, decolando da Califórnia e pousando, 24 horas depois, no sul da Austrália. O Global Hawk realizou a viagem sem qualquer intervenção humana. *"Realizamos um voo histórico com apenas dois cliques no* mouse*"*, afirmou Bob Mitchell, da Northrop Grumman. O primeiro clique avisou ao aparelho que decolasse e o segundo, feito após o pouso, que desligasse as turbinas. Veículos UAV são usados com objetivos de reconhecimento militar, mas entusiastas indicam que as maiores invenções da indústria aeroespacial, como as turbinas a jato e os radares, foram desenvolvidas com propósitos militares antes de serem descobertas aplicações civis. Entretanto, mesmo os entusiastas admitem que há alguns problemas significativos a serem superados antes que aviões sem piloto possam tornar-se comuns. Toda a infraestrutura de voos comerciais, desde controle do tráfego aéreo até o controle dos aeroportos, teria de ser reestruturada; uma aeronave sem pilotos totalmente automatizada teria de se mostrar segura e, talvez o mais importante, os passageiros teriam de ser convencidos a voar nesses aviões. Se todos esses obstáculos puderem ser superados, as recompensas serão substanciais. O maior custo individual das linhas aéreas diz respeito aos salários dos funcionários (muito mais do que gastos com combustíveis, custos de manutenção etc.) e, de todos os funcionários, os pilotos representam, de longe, os custos mais elevados. Voos automáticos cortariam os custos de forma significativa, mas ninguém aposta que isso ocorra tão cedo!

Antecipando problemas de implementação

A implementação de qualquer tecnologia de processo precisará considerar problemas de "ajustamento" que quase sempre ocorrem quando se faz qualquer mudança organizacional. Por problemas de ajustamento entendemos as perdas que podem ser incorridas antes que a melhoria esteja funcionando como pretendido. Entretanto, estimar a natureza e a extensão de quaisquer problemas de implementação é notoriamente difícil. Isso é particularmente verdadeiro porque, com mais frequência do que se imagina, a Lei de Murphy parece prevalecer. Essa lei é geralmente descrita como: "Se algo puder dar errado, dará." Esse efeito tem sido identificado empiricamente em várias operações, especialmente quando novos tipos de tecnologia de processo estão inclusos. Discutindo especificamente a mudança relacionada à tecnologia (embora as ideias apliquem-se a quase todas as implementações), Bruce Chew, do Massachusetts Institute of Technology,[13] argumenta que os "custos" de ajustamento originam-se de divergências imprevistas entre as capacitações e necessidades da nova tecnologia e a operação existente. Raramente a nova tecnologia comporta-se como o planejado, e à medida que as mudanças são feitas, seu impacto é refletido por toda a organização. A Figura 8.9 é um exemplo do que Chew denomina Curva de Murphy. Ela mostra um padrão típico de redução de desempenho (nesse caso, qualidade) à medida que uma nova tecnologia

de processo é introduzida. Reconhece-se que a implementação pode demorar algum tempo; assim, concessões são feitas para a extensão e o custo de um período "de arranque". Entretanto, à medida que a operação se prepara para a implementação, qualquer desvio leva à deterioração do desempenho. Mesmo após o início da implementação, essa tendência negativa permanece por semanas ou até meses, até que o antigo nível de desempenho seja atingido. A área de depressão indica a magnitude dos custos de ajustamento, e, assim, o nível de vulnerabilidade enfrentado pela operação.

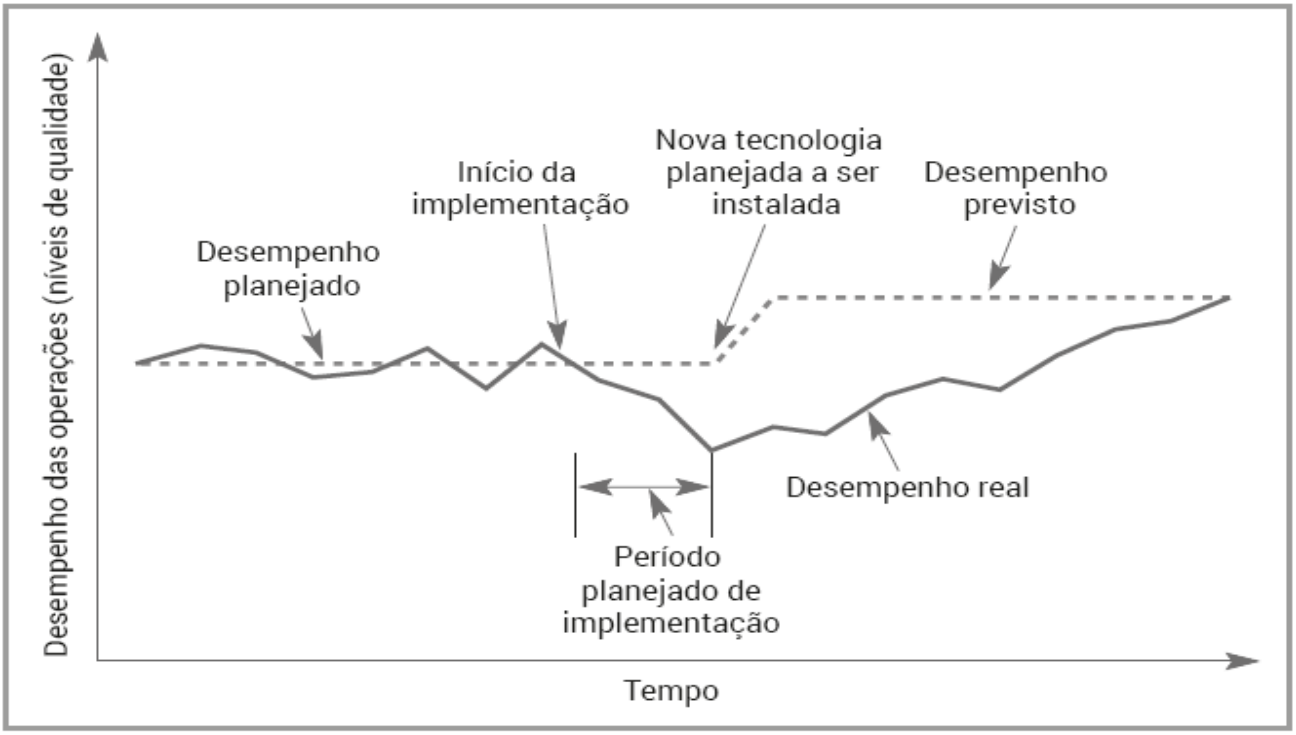


Figura 8.9 A redução do desempenho durante e após a implementação de um novo processo reflete "custos de ajustamento".

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é tecnologia de processo?

■ Tecnologia de processo são máquinas, equipamentos ou dispositivos que ajudam as operações a criar ou entregar produtos e serviços. Indiretamente, a tecnologia de processo ajuda a facilitar a criação direta de produtos e serviços.

O que os gerentes de produção precisam saber sobre a tecnologia de processo?

■ Os gerentes de produção não precisam conhecer detalhes técnicos de todas as tecnologias, mas precisam saber as respostas a quatro questões-chave: O que ela faz? Como ela faz? Que vantagens proporciona? Que restrições impõe?

■ As tecnologias de processo podem também ser classificadas de acordo com os recursos transformados que processam, a saber, tecnologias de processamento de materiais, tecnologias de processamento de informação e tecnologias de processamento de clientes. Além disso, algumas tecnologias processam mais de um tipo de recurso: são denominadas tecnologias de integração.

■ Um elemento importante no entendimento das tecnologias de processo é compreender suas implicações para as operações em que serão usadas.

Como são avaliadas as tecnologias de processo?

■ Todas as tecnologias de processo devem ser apropriadas para as atividades que precisam empreender. Na prática, isso significa assegurar que o grau de automação da tecnologia, a escala ou escalabilidade da tecnologia e o grau de acoplamento ou conectividade da tecnologia ajustem-se às características de volume e variedade da operação.

■ Todas as tecnologias devem ser avaliadas analisando-se o impacto que a tecnologia de processo terá sobre os objetivos de desempenho da operação (qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo).

■ Todas as tecnologias devem ser avaliadas financeiramente. Isso em geral envolve o uso de algumas das abordagens de avaliação mais comuns, como o valor presente líquido (VPL).

Como são implementadas as tecnologias de processo?

■ Implementar tecnologia de processo significa organizar todas as atividades comprometidas em fazer a tecnologia funcionar como pretendido.

■ Roteiro tecnológico (TRM) é uma abordagem que fornece uma estrutura que tenta assegurar o alinhamento de desenvolvimentos (e investimentos) em tecnologia, possíveis necessidades futuras do mercado e novo desenvolvimento das capacitações com operações associadas.

■ A "distância" do recurso e do processo implicada pela implementação da tecnologia indicará o grau de dificuldade.

■ A aceitabilidade do cliente pode ser uma barreira à implementação das tecnologias de processamento de clientes.

■ É necessário considerar os custos de ajustamento da implementação.

ESTUDO DE CASO

Rochem Ltd

O Dr. Rhodes estava perdendo a paciência. "*Devia ser uma decisão bem simples. Há apenas duas alternativas. Você está sendo solicitado a escolher uma máquina!*"

O comitê administrativo estava envergonhado. A Rochem Ltd era uma das maiores empresas independentes no suprimento da indústria de processamento de alimentos. Seu sucesso inicial veio com um conservante de alimentos usado principalmente para produtos à base de carne, vendido sob a marca "Lerentyl". Outros produtos foram desenvolvidos mais tarde nas áreas de corantes e revestimento de recipientes alimentares, levando o Lerentyl a representar apenas 25% do faturamento total da empresa, que era levemente superior a £ 10 milhões.

A decisão

O problema que estava ocorrendo era relacionado à substituição de uma das unidades de processo usada na fabricação de Lerentyl. Apenas duas de tais unidades estavam em uso; ambas eram máquinas "Chemling". Era a mais antiga das duas Chemling que estava dando problema. O grande número de

defeitos e os níveis de qualidade irregulares implicavam que as exigências de produção mal fossem atingidas. O problema era: a empresa deveria substituir a máquina por outra da mesma marca ou deveria comprar da única outra fábrica no mercado capaz de atender ao processo exigido, a unidade "AFU"? Os funcionários do departamento químico haviam feito uma comparação entre as duas máquinas, mostrada na Tabela 8.4.

Tabela 8.4 Comparação entre as duas alternativas de máquina

	CHEMLING	AFU
Custo de capital	£ 590.000	£ 880.000
Custos de processamento	Fixos: £ 15.000/ mês	Fixos: £ 40.000/ mês
	Variáveis: £ 750/kg	Variáveis: £ 600/kg
Capacidade de projeto	105 kg/mês	140 kg/mês
	98 ± 0,7% de pureza	99,5 ± 0,2% de pureza
Qualidade	Teste manual	Teste automático
Manutenção	Adequada, mas necessita de serviços	Não conhecida – provavelmente boa
Serviços pós-venda	Muito bons	Desconhecidos – não se sabe se são bons
Entrega	Três meses	Imediata

As pessoas que estavam considerando o problema compunham o recém-formado comitê administrativo. O comitê consistia em quatro gerentes seniores na empresa: o químico responsável e o gerente de marketing, ambos na empresa desde seu início; o gerente de produção e o contador, que haviam entrado na empresa havia apenas seis meses.

O que segue é uma versão condensada das informações apresentadas individualmente pelos gerentes do comitê, acompanhadas de suas atitudes para a tomada de decisão.

O gerente de marketing

O mercado atual desse tipo de conservante havia atingido o montante de £ 5 milhões, dos quais a Rochem representava aproximadamente 48%. Haviam ocorrido mudanças significativas no mercado – em particular, muitos dos usuários de conservantes tinham agora condições de comprar produtos similares ao Lerentyl. O resultado foi a evolução de um mercado muito mais sensível a preço do que anteriormente. As projeções do mercado eram, de alguma forma, incertas. Estava claro que o mercado total não encolheria (em termos de volume) e as melhores estimativas sugeriam um mercado de, talvez, £ 6 milhões nos próximos três ou quatro anos (em preços atuais). Entretanto, havia algumas pessoas do setor que acreditavam que o mercado atual representava apenas a ponta do *iceberg*.

Embora o mercado de conservantes de alimentos tivesse avançado por uma série de inovações técnicas, as mudanças "reais" no produto básico eram poucas e esparsas. O Lerentyl era vendido em pó sólido ou na forma líquida, dependendo das necessidades específicas do cliente. Entretanto, os preços tendiam a estar relacionados ao peso do componente químico usado. Assim, por exemplo, o preço médio de mercado era de aproximadamente £ 1.050 o quilo. Sem dúvida, havia ampla variação, dependendo do tamanho do pedido etc.

"*No momento, estou principalmente interessado em obter todos os meses a quantidade e a qualidade corretas de Lerentyl, e, embora o departamento de produção nunca tenha me decepcionado, estou preocupado; a menos que instalemos rapidamente uma nova unidade confiável, teremos problema. A máquina AFU poderia ser instalada em algumas semanas, proporcionando também melhor qualidade. Além disso, se a demanda aumentar (não estou afirmando que aumentará), a AFU nos dará uma capacidade extra. Admito que ainda não estamos tentando aumentar nossa participação no mercado de conservantes. Vemos como prioridade estabelecer primeiro nossos outros produtos. Quando isso for atingido, voltaremos a nos concentrar em nosso conservante*."

O químico responsável

O químico responsável era um amigo de longa data de John Rhodes, e juntos foram responsáveis pelas inovações dos produtos. No momento, a maior parte de seu orçamento destinou-se a modificar o Lerentyl básico para ser usado em produtos alimentícios mais ácidos, como frutas. Isso não seria fácil e nada ainda havia sido descoberto pela pesquisa, embora o químico responsável permanecesse otimista:

"*Se formos bem-sucedidos em modificar o Lerentyl, as oportunidades de mercado duplicarão da noite para o dia e precisaremos de capacidade extra. Sei que estaremos assumindo um risco ao adquirir a máquina AFU, mas nossa empresa vem crescendo por apostar no resultado de nossas pesquisas, e devemos continuar demonstrando fé. A tecnologia AFU está no caminho que todas as tecnologias similares seguirão no futuro. Cedo ou tarde, precisaremos começar a aprender como explorá-la*."

O gerente de produção

O departamento que fabrica Lerentyl estava virtualmente confinado a uma unidade de produção. De fato, estava fisicamente separado, localizado em um prédio poucos metros afastado do restante da planta. As exigências de produção para o Lerentyl eram de uma taxa constante de 190 kg por mês. Os seis técnicos que cuidavam das máquinas eram os únicos da Rochem que faziam todos os pequenos reparos e o controle de qualidade total. A razão para isso era histórica, em grande parte. Quando a empresa foi fundada, o produto era experimental e técnicos qualificados foram contratados para operar a fábrica. Quatro dos seis técnicos estavam na empresa desde o início.

"*Está certo Dave e Eric* [gerente de marketing e químico responsável] *falarem sobre uma grande expansão das vendas de Lerentyl; eles não precisam enfrentar todos os problemas se isso não ocorrer. Os custos fixos da máquina AFU são aproximadamente três vezes os da máquina Chemling. Pense apenas no que acontecerá com meu orçamento em um volume de produção baixo. No meu entendimento, não há evidência para mostrar grande crescimento de venda do Lerentyl. A ideia* [da fábrica AFU] *é também muito arriscada. Não há apenas o risco, uma vez que não creio haver entendimento sobre o que significariam as consequências da AFU. Para começar, precisaríamos do dobro de variedade de peças sobressalentes. Mas o que realmente me preocupa é a reação dos funcionários. Como técnicos plenamente qualificados, consideram-se a elite da empresa; e deveriam, pois recebem praticamente o que recebo de salário! Se examinarem a planta da AFU, todos os seus trabalhos interessantes, como teste e manutenção, desaparecerão ou serão reduzidos de maneira significativa. Terminarão como trabalhadores de processo altamente remunerados*."

A empresa financiou quase todo o seu investimento de capital recente a partir de seus lucros retidos, mas estaria fazendo empréstimos a curto prazo pela primeira vez no próximo ano para serem pagos nos anos seguintes.

O contador

"*No momento, não considero sensato investir capital extra que não possuímos na tentativa de aumentar a capacidade de que não necessitamos. Este ano será um ano dispendioso para a empresa. Já comprometemos considerável aumento de gasto na promoção de nossos produtos e no investimento de capital em outras partes da empresa. O Dr. Rhodes não é favorável a financiamento excessivo a partir de capital de terceiros. Aceito que possa haver, eventualmente, um aumento na demanda de Lerentyl, mas, se isso ocorrer, provavelmente não será este ano e, de qualquer forma, será maior do que a máquina AFU pode suportar. Assim, podemos ter também três fábricas Chemling ao mesmo tempo*."

QUESTÕES

1. Como as duas tecnologias de processo alternativas (Chemling e AFU) diferem em termos de escala e automação? Quais as implicações disso para a Rochem?
2. Lembre-se da distinção entre viabilidade, aceitabilidade e vulnerabilidade, discutida no Capítulo 4. Avalie ambas as tecnologias usando esses critérios.
3. Que recomendação você faria à empresa?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Na parte inicial deste capítulo, três tecnologias foram descritas – impressão 3D, internet das coisas e telemedicina. Tente descrever as tecnologias respondendo as "quatro questões-chave" que também foram descritas.

2 Uma nova máquina requer investimento de $ 500.000 e gerará lucro de $ 100.000 por dez anos. O investimento terá um valor líquido presente positivo, assumindo-se que uma taxa de juros realista seja de 6%?

3 O escritório de um governo local considera investir em um novo sistema de computadores para gerenciar a manutenção de suas propriedades. Prevê-se que o sistema gerará economia de $ 100.000 por ano e custará $ 400.000, com vida útil de sete anos. A autoridade local espera que seus departamentos usem uma taxa de desconto de 0,3 para calcular o retorno financeiro sobre seus investimentos. Esse investimento é financeiramente viável?

4 No exemplo anterior, os funcionários do departamento financeiro do governo local perceberam que sua taxa de desconto havia sido historicamente muito baixa. Agora acreditam que a taxa de desconto deva ser duplicada. Ainda vale a pena o investimento no novo sistema de computadores?

5 Um novo leitor ótico para digitalizar documentos está sendo avaliado por um banco. O novo sistema tem custo fixo de $ 30.000 por ano e custo variável de $ 2,5 por lote. O custo do novo *scanner* é de $ 100.000. O banco cobra $ 10 por lote de documentos digitalizados e acredita que a demanda por seus serviços de *scanner* será de 2.000 lotes no ano 1, 5.000 lotes no ano 2, 10.000 lotes no ano 3 e 12.000 lotes

do ano 4 em diante. Se a taxa de desconto realista para o banco for de 6%, calcule o valor presente líquido do investimento em um período de cinco anos.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

ARTHUR, W.B. *The nature of technology:* what it is and how it evolves. Harmondsworth: Penguin, 2010.

De certa forma, ciência popular, mas muito interessante ao mostrar como a tecnologia evolui.

BRAIN, M. *How stuff works*. New York: Wiley, 2001.

Exatamente o que diz o título. Muitas coisas sobre tecnologia de produto, mas também explica muitas tecnologias de processo de maneira clara e concisa, sem sacrificar detalhes relevantes.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *The second machine age*: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York: W. W. Norton, 2014.

Este é um dos livros recentes mais influentes sobre como a tecnologia mudará nossas vidas.

CARR, N.G. Hypermediation: "commerce and clickstream". *Harvard Business Review*, Jan./Feb. 2000.

Escrito no ápice do *boom* da internet, dá uma ideia de como as tecnologias de internet eram vistas.

CHEW, W.B.; LEONARD-BARTON, D.; BOHN, R.E. Beating Murphy's Law. *Sloan Management Review*, v. 5, Spring 1991.

Um dos poucos artigos que tratam da razão de tudo parecer dar errado quando qualquer nova tecnologia é introduzida. Visionário.

COBHAM, D.; CURTIS, G. *Business information systems:* analysis, design and practice. Harlow: Financial Times: Prentice Hall, 2004.

Um bom e sólido texto sobre o assunto.

EVANS, P.; WURSTER, T. *Blown to bits*: how the new economics of information transforms strategy. Boston: Harvard Business School Press, 1999.

Exposição interessante de como as tecnologias baseadas na internet podem mudar as regras do jogo nas empresas.

9

PESSOAS NA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Frequentemente, a administração da produção é apresentada como assunto cujo foco principal está em tecnologia, sistemas, procedimentos e instalações – em outras palavras, nas partes não humanas da organização. Isso, claro, não é verdade. Ao contrário, a forma como os recursos humanos são gerenciados tem impacto profundo sobre a eficácia de sua função operacional. Neste capítulo, examinaremos especialmente os elementos da gestão de recursos humanos que são tradicionalmente vistos no interior da esfera da administração da produção. São eles: as contribuições dos gerentes de produção para a estratégia de recursos humanos, projeto da organização, projeto do trabalho e a alocação dos "tempos de trabalho" às atividades de produção. Os aspectos mais detalhados (e tradicionais) desses dois últimos elementos são discutidos posteriormente no suplemento do capítulo – Estudo do trabalho. A Figura 9.1 mostra como os assuntos abordados no capítulo ajustam-se ao modelo global das atividades de produção.

Questões-chave

- Por que as pessoas são tão importantes na administração da produção?
- Como os gerentes de produção contribuem para a estratégia de recursos humanos?
- Como pode ser organizada a função produção?
- Como projetamos as funções e tarefas de trabalho?
- Como são alocados os tempos de trabalho?

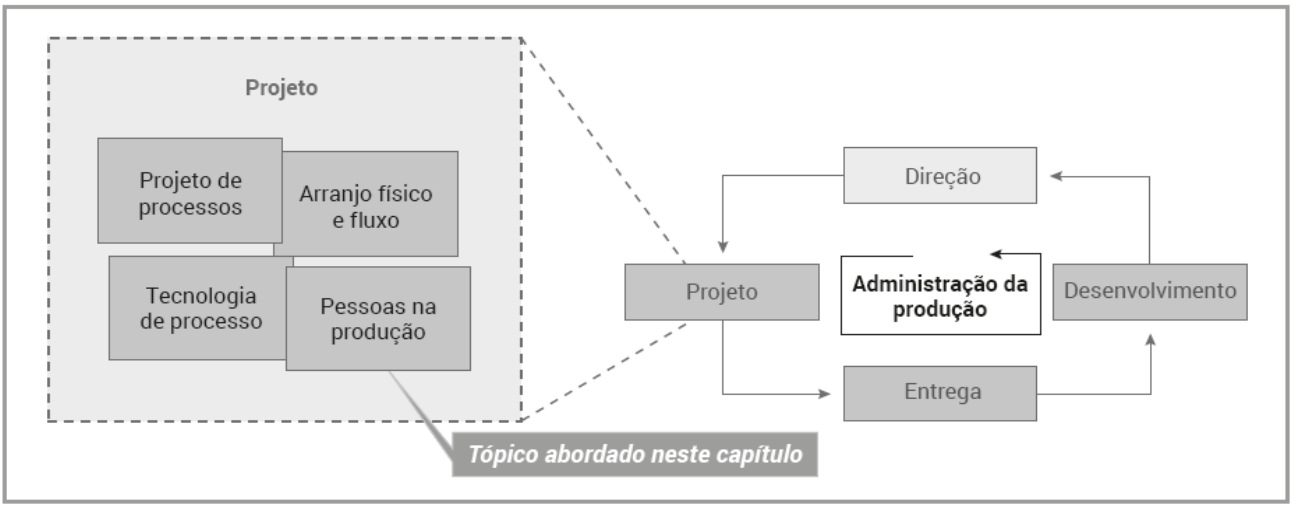


Figura 9.1 Este capítulo examina as pessoas na produção.

POR QUE AS PESSOAS SÃO TÃO IMPORTANTES NA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO?

Dizer que os recursos humanos de uma organização são seu maior ativo soa como um clichê. Todavia, vale a pena lembrar-se da importância das capacitações, atitudes e cultura das pessoas que fazem parte da função produção. Afinal, é onde a maioria dos "recursos humanos" é encontrada. Segue que são os gerentes de produção que estão mais envolvidos em liderança, desenvolvimento e organização dos recursos humanos. Neste capítulo, examinamos algumas das questões que mais diretamente afetam ou são afetadas pela administração da produção, ilustradas na Figura 9.2. Entretanto, a influência da administração da produção sobre os funcionários da organização não está limitada aos tópicos abordados neste capítulo. Quase tudo discutido neste livro tem uma dimensão de "pessoas". Todavia, em alguns capítulos, a perspectiva humana é particularmente importante. Além deste, os Capítulos 16 e 17, por exemplo, referem-se amplamente à forma como a contribuição dos funcionários de produção pode ser aproveitada. Os assuntos abordados neste capítulo definem essencialmente como as pessoas encaram suas vidas profissionais. O capítulo posiciona as expectativas sobre o que se espera delas e influencia suas percepções sobre como contribuir para a organização. Define suas atividades em relação aos colegas de trabalho e canaliza os fluxos de comunicação entre diferentes partes da operação. Contudo, o mais importante é que ajuda a desenvolver a cultura da organização – seus valores, crenças e pressupostos compartilhados.

Princípio de administração da produção

Os aspectos dos recursos humanos são especialmente importantes na função produção, em que se encontra a maioria dos "recursos humanos".

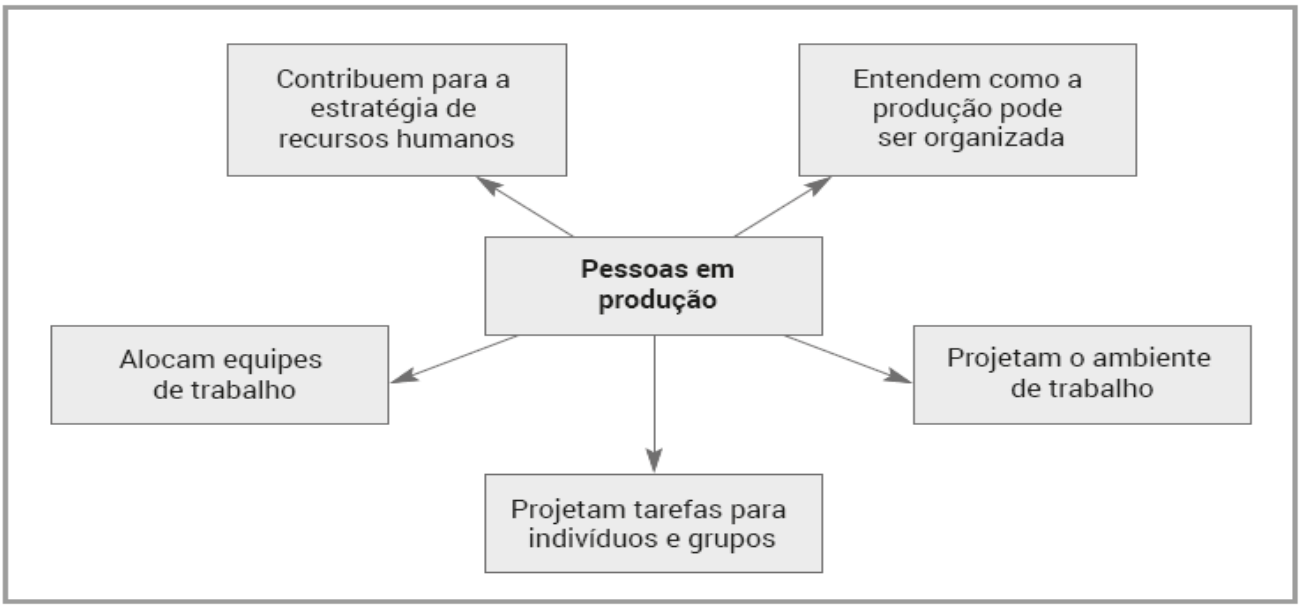


Figura 9.2 Pessoas em produção.

Cultura da produção

O que queremos dizer com cultura no contexto da função produção? Há uma riqueza de literatura acadêmica ou popular que trata o conceito de cultura organizacional, mas não surgiu qualquer definição oficial única. No entanto, a maioria de nós conhece aproximadamente o que se entende por "cultura" em

uma organização. É o que se sente fazendo parte dela – o que é pressuposto na forma como as coisas são feitas, em vez de algo formalmente articulado. É, nas palavras de um escritor bem conhecido sobre o assunto, "*o modo como fazemos as coisas por aqui*" ou "*o clima da organização*".[1] Mas a ideia de cultura "organizacional" também pode se aplicar a uma única função, como a função produção. Na verdade, há um interesse considerável entre os pesquisadores e os profissionais em superar as diferenças culturais entre diferentes funções, que às vezes podem levar ao que foi chamado de "fragmentação cultural". Embora possa haver elementos da cultura de uma organização que sejam compartilhados por todas as partes da empresa, diferentes funções muito provavelmente terão suas próprias subculturas.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

W.L. Gore[2]

Mais famosa por seus tecidos de alto desempenho, como o Gore-Tex, a Gore também tem forte reputação como uma das melhores empresas para se trabalhar onde quer que opere. Em recente publicação intitulada *Melhores empresas para trabalhar*, seus associados (a empresa não usa o termo "trabalhadores") lhe atribuíram a melhor classificação por "sentir que você pode fazer a diferença". Mais de metade de seus funcionários trabalham na empresa há pelo menos uma década, consequência de sua filosofia ("ganhar dinheiro e se divertir"), de sua cultura organizacional exclusiva e das práticas de projeto das tarefas. Poucos na empresa têm quaisquer cargos formais ou descrições de tarefas. Não há gerentes, apenas líderes e associados, pessoas que são pagas "conforme sua contribuição", e os funcionários ajudam a determinar o que cada um recebe de salário – ideias que parecem revolucionárias, embora sejam baseadas nos princípios de fundação da empresa há mais de 50 anos. Fundada por Bill e Vieve Gore no porão de sua casa em Delaware, tornou-se hoje uma empresa global com instalações em mais de 45 locais ao redor do mundo. Seu pessoal qualificado desenvolve, fabrica e vende grande variedade de produtos inovadores, praticamente todos eles baseados em apenas um material (politetrafluoretileno expandido) que foi descoberto por Bob Gore (filho dos fundadores) em 1969. A empresa possui 8.000 associados em suas quatro principais divisões (produtos têxteis, eletrônicos, médicos e industriais) e faturamento anual de US$ 2 bilhões.

A abordagem da Gore sobre como trabalha com seus associados está no cerne do sucesso da empresa. Em quase todos os níveis, a Gore é diferente de outras empresas globais. Os associados são contratados para áreas de tarefas gerais em vez de tarefas específicas. Com a orientação de seus "patrocinadores" (não chefes) e à medida que desenvolvem experiência, comprometem-se em projetos de acordo com sua capacitação. As equipes organizam-se em torno de oportunidades à medida que elas surgem, com os associados participando dos projetos que optaram por trabalhar, em vez de receberem tarefas delegadas. As equipes de projeto são pequenas, focadas, multidisciplinares e promovem fortes relacionamentos entre seus participantes. A iniciativa pessoal é encorajada, como na inovação "de participação ativa" que envolve maior proximidade do projeto na tomada de decisão. Não há, afirma Gore, gráficos organizacionais tradicionais, cadeias de comando, nem canais de comunicação predeterminados. Ao contrário, os membros da equipe comunicam-se diretamente entre si e são responsáveis pelos outros membros de sua equipe. Grupos são liderados pela pessoa que seja mais apropriada em cada estágio de um projeto. Os líderes não são apontados pela alta administração: eles "emergem" naturalmente ao demonstrarem conhecimento especial, habilidade ou experiência que leve à frente um objetivo da

empresa. O desempenho de todos é avaliado usando-se um sistema de classificação em que os colegas dão notas uns aos outros (*peer-level rating system*). Mesmo a CEO da empresa (uma das poucas pessoas com um título), Terri Kelly, "emergiu" desse modo. Quando o CEO anterior se aposentou, nenhuma lista de candidatos preferidos foi preparada para entrevista. Ao contrário, ao longo das discussões do conselho de administração, ampla variedade de associados foi convidada para indicar as pessoas que estariam dispostas a seguir. *"Não recebemos uma lista com nomes – estávamos livres para escolher qualquer pessoa da empresa"*, ela disse. *"Para minha surpresa, meu nome foi escolhido."*

O propósito explícito da cultura da empresa é "combinar liberdade com cooperação e autonomia com sinergia". Todos podem ganhar a credibilidade para definir e orientar projetos. Os patrocinadores ajudam os associados a mapear o caminho da organização que oferecerá realização pessoal enquanto maximiza sua contribuição para a empresa. Os associados aderem a quatro princípios orientadores básicos, originalmente expressos por Bill Gore:

■ Justiça uns com os outros e com todos aqueles com quem fizermos contato.

■ Liberdade para encorajar, ajudar e permitir que outros associados cresçam em conhecimento, capacitação e escopo de responsabilidade.

■ Habilidade para assumir seus próprios compromissos e mantê-los.

■ Consulta a outros associados antes de tomar medidas que possam afetar a reputação da empresa.

Esse grau de comprometimento e controle pessoal pelos associados não se enquadraria bem em uma organização do tipo "grande corporação". Não é surpresa que a Gore tenha noções incomuns de economia de escala. Bill Gore acreditava na necessidade de "dividir para poder multiplicar". Então, quando as unidades crescem para algo em torno de 200 pessoas, geralmente elas se dividem, com esses pequenos grupos organizados em *clusters* (aglomerados) ou *campi*. Idealmente, algumas dezenas de instalações estão próximas o suficiente para permitir boa comunicação e troca de conhecimento, mas ainda permanecem separadas o suficiente para promover um sentido de propriedade. Bill Gore também acreditava que as pessoas vinham trabalhar para serem inovadoras e ter desejo de inventar grandes produtos. Isso, disse ele, "*seria a cola que mantém a empresa unida"*, em vez dos procedimentos oficiais que outras empresas adotam. Na fábrica da Gore em Livingstone, Escócia, a história das "gaitas de foles respiráveis" é usada para ilustrar esse tipo de inovação criativa gerada da cultura de confiança da empresa que permite às pessoas seguirem sua paixão. Diz a história que um associado que trabalhava no departamento de sacos de filtragem em Livingstone era também um forte defensor de seu instrumento nacional – a gaita de foles. De dia trabalhava nos sistemas de filtragem e de noite tocava o instrumento. Ocorreu-lhe que as propriedades físicas do produto que ele montava durante o dia podiam compor um fole sintético para a gaita que tocava à noite. Tradicionalmente, as gaitas de fole possuíam uma bolsa fabricada de pele de ovelha ou de couro de vaca que absorvia umidade e emitia mau cheiro prejudicial à saúde. Descobriu que, se acrescentasse Gore-Tex, a bolsa ficaria respirável e seca. Fez um protótipo, testou e funcionou. Assim, decidiu dedicar tempo à criação de uma equipe para desenvolver o produto. Agora, quase todas as gaitas de fole da Escócia possuem bolsa Gore-Tex.

Acreditar, saber e comportar-se

A cultura é difícil de explicar. Como foi dito de uma organização com cultura particularmente forte (uma universidade, de fato), "*Olhando de fora para dentro, você não consegue entender. De dentro para fora, você não consegue explicar*".[3] No que diz respeito à função produção, é melhor resumida por aquilo em que o time de produção *acredita*, pelo que *sabe* e por como ele se *comporta*. São esses três elementos de cultura da produção – crença, conhecimento e comportamento – que fornecem as bases para como ela contribui para o negócio e como é capaz de melhorar ao longo do tempo:

■ **No que a produção acredita** – por "crença da produção", queremos dizer o que as pessoas dentro das operações consideram como autoevidentes. Por exemplo, a produção acredita que tem a responsabilidade de compreender totalmente as estratégias de todas as outras funções e suas implicações para a produção? Ela desenvolve capacitações dentro dos recursos e processos de produção que ofereçam uma vantagem estratégica única e duradoura?

■ **O que a produção deve saber** – o que a equipe de produção deve saber? Obviamente, deve entender os princípios subjacentes que regem o funcionamento da produção e dos processos. Somente com uma compreensão completa dos objetivos, conceitos, ferramentas e técnicas de gerenciamento de operações, as operações funcionarão sempre contribuindo plenamente para o sucesso de qualquer negócio.

■ **Como a produção deve comportar-se** – a maneira como os gerentes de produção devem se comportar não é fundamentalmente diferente do que faz qualquer gerente efetivo. A literatura popular e acadêmica tem sido há décadas ocupada por "comportamentos-chave" para uma liderança efetiva, e eles não parecem ter mudado muito há anos: "Não microgerencie sua equipe, capacite-a mas esteja disponível para aconselhar". "Seja um treinador para a sua equipe." "Seja claro e orientado para resultados, mas ajude a equipe a ver como ela pode alcançá-los." "Tenha visão e estratégia claras." "Sempre se comunique nos dois sentidos – e ouça a sua equipe." "Apoie a discussão aberta e ouça as preocupações da equipe." Tudo isso pode ser óbvio, mas faz muito sentido gerencial.

COMO OS GERENTES DE PRODUÇÃO CONTRIBUEM PARA A ESTRATÉGIA DE RECURSOS HUMANOS?

Estratégia de recursos humanos é a abordagem global a longo prazo para assegurar que os recursos humanos de uma organização proporcionem vantagem estratégica. Envolve duas atividades inter-relacionadas. Primeiro, identificar o número e o tipo de pessoas que são necessárias para gerenciar, dirigir e desenvolver a organização de modo que atenda aos objetivos estratégicos do negócio. Segundo, colocar em ação os programas e as iniciativas que atraem, desenvolvem e retêm funcionários apropriados. Esta é uma atividade essencial. Veja o que a Accenture, uma das maiores consultorias do mundo, tem a dizer sobre isso:[4] *"A atenção às pessoas tornou-se mais crítica do que nunca* [...] *a força de trabalho de uma empresa é cada vez mais importante para o sucesso empresarial – tanto que a maioria dos executivos seniores veem agora a questão de pessoas e força de trabalho como diferenciador competitivo crítico e um de seus principais itens de agenda* [...] *Uma força de trabalho superior – apoiada por organizações de aprendizagem altamente eficazes, flexíveis e recursos humanos orientados para o negócio – será essencial para atingir esses objetivos e assumir maiores avanços em direção ao alto desempenho."*

Princípio de administração da produção

Os gerentes de produção desempenham papel importante no estabelecimento de uma estratégia de recursos humanos.

Desenvolver os detalhes específicos de uma estratégia de RH está fora do escopo deste livro. Todavia, há um conjunto de assuntos diretamente relevantes, a saber: como os gerentes de produção se asseguram de que estão bem servidos e que contribuem para a estratégia?

Uma contribuição influente do papel estratégico de RH vem de Dave Ulrich,[5] da University of Michigan. Sua hipótese é que os departamentos de RH tradicionais são frequentemente inadequados para exercer um papel estratégico significativo. Ele propõe quatro elementos para a atividade de RH: ser "parceiro estratégico" para a empresa, administrar os procedimentos e processos de RH, ser um "defensor do funcionário" e ser um "agente de mudança". A Tabela 9.1 explica cada papel e sugere como os gerentes de produção podem estar associados a cada papel.

É importante reconhecer a interdependência de todas as atividades da Tabela 9.1. Os gerentes podem focar as atividades que atualmente demandam atenção. Entretanto, como geralmente ocorre na função produção, os assuntos de pessoas são interdependentes. Há pouco sentido, por exemplo, em desenvolver uma estrutura mais igualitária baseada em equipe e, depois, deixar de mudar os procedimentos de treinamento ou de remuneração da organização. É por isso que uma perspectiva estratégica destinada a identificar o relacionamento entre todos os quatro papéis é necessária e é por isso que a primeira etapa no desenvolvimento de uma estratégia de RH é entender a estratégia global da organização. Em detalhe, as questões-chave são as seguintes: Quais as implicações da estratégia para recursos humanos? Como as pessoas da organização podem contribuir para implantar a estratégia com sucesso?

Tabela 9.1 Papéis de RH de Ulrich e sua relevância para os gerentes de produção

Papel dos recursos humanos (RH)	O que implica	Relevância para a administração de produção (AP)
Parceira estratégica	Alinhar RH e a estratégia empresarial: "diagnóstico organizacional", planejamento de mão de obra, monitoramento ambiental etc.	A AP integra a estratégia de produção com a estratégia de RH. A AP especifica seus requisitos de capacitação a longo prazo e confia em RH para fornecê-los/desenvolvê-los, informada pelas previsões de mercado de mão de obra, planejamento de sucessão etc.
Especialista administrativa	Desenvolver os processos de RH da organização e os "serviços compartilhados": folha de pagamento, avaliação, seleção e recrutamento, comunicação etc.	A AP é em grande medida um cliente interno para os processos de RH. A AP deve ser clara em suas necessidades com níveis de serviço mutuamente negociados. Observe que a AP deve também ser hábil em orientar o RH sobre como projetar e gerenciar seus processos eficiente e eficazmente.
Defensora dos funcionários	Ouvir e responder aos funcionários: "fornecer recursos aos funcionários", conciliação, orientação de carreira, procedimentos de queixa etc.	A AP e o RH devem desenvolver um bom relacionamento de trabalho para lidar com quaisquer assuntos de "emergência" que surgirem. A AP deve também ser sensível ao *feedback* do RH sobre a forma como gerencia as operações do dia a dia.
Agente de mudança	Gerenciar a transformação e a mudança: "assegurando a capacitação para mudança", desenvolvimento gerencial, avaliação de desempenho, desenvolvimento organizacional etc.	A AP e o RH são conjuntamente responsáveis pelas atividades de melhoria da produção. O RH tem papel vital em todas as atividades culturais, de desenvolvimento e de avaliação associadas com a melhoria.

Estresse relacionado ao trabalho

A ideia de que há um vínculo entre a estratégia de recursos humanos e a incidência de estresse no trabalho não é nova. Mesmo alguns dos pioneiros da "administração científica" aceitavam que a forma de organizar o trabalho não deveria resultar em condições que promovessem o estresse. Hoje é amplamente aceito que

o estresse pode prejudicar seriamente a qualidade das vidas das pessoas e, por sua vez, sua eficácia no ambiente de trabalho. Aqui, estresse é definido como "reação adversa que as pessoas têm às pressões excessivas ou a outros tipos de demandas colocadas sobre elas".[6] Além de razões éticas óbvias para evitar o estresse relacionado ao trabalho, há também benefícios relacionados à empresa, como os seguintes:

- Os funcionários trabalham mais alegres, sua qualidade de vida no trabalho melhora e seu desempenho é melhor.
- Introduzir melhorias é mais fácil quando o estresse é gerenciado de modo eficaz.
- Relações de emprego: os problemas podem ser resolvidos mais facilmente.
- Os níveis de comparecimento aumentam e a incidência de doenças é reduzida.

A Tabela 9.2 ilustra algumas das causas do estresse no trabalho e o que os gerentes de produção podem fazer sobre isso.

Tabela 9.2 Causas do estresse no trabalho e o que pode ser feito sobre isso

Causas do estresse	O que pode ser feito sobre isso
Os funcionários podem ficar sobrecarregados se não podem enfrentar o volume ou o tipo de trabalho que são solicitados a fazer.	Modificar o modo como o trabalho é projetado, investigar as necessidades de treinamento e se é possível para os funcionários trabalharem em horários mais flexíveis.
Os funcionários podem sentir-se insatisfeitos se não tiverem controle ou possibilidade de comentar sobre como e quando executar o trabalho.	Envolver ativamente o funcionário na tomada de decisão, na contribuição das equipes e na revisão do desempenho pode ajudar a identificar pontos fortes e fracos.
Os funcionários não se sentem apoiados: os níveis de absenteísmo por doença aumentam com frequência se eles sentirem que não podem conversar com os gerentes sobre os problemas que estão enfrentando.	Dar aos funcionários a oportunidade de conversar sobre os problemas que estejam causando o estresse; ser solidário e mantê-los informados.
Uma falha na construção dos relacionamentos baseados no bom comportamento e na confiança pode levar a problemas relacionados a disciplina, queixas e *bullying*.	Confira as políticas da organização para lidar com queixas, desempenho insatisfatório, muitas faltas e má conduta e para solucionar os problemas de *bullying* e assédio.
Os funcionários ficarão ansiosos sobre seu trabalho e a organização se não conhecerem seu papel e o que se espera deles.	Revise o processo de indução, prepare uma descrição acurada do trabalho e mantenha um vínculo direto entre as metas individuais e corporativas.
A mudança pode levar a grande incerteza e insegurança.	Planeje para que a mudança não seja inesperada. Consulte os funcionários para que eles saibam de sua real contribuição e trabalhe com eles para solucionar problemas.

COMO PODE SER ORGANIZADA A FUNÇÃO PRODUÇÃO?

Existem duas questões aqui. A primeira é "como deve ser organizado o conjunto completo de processos e recursos que criam produtos e serviços?" A segunda é "como os gerentes de produção, que tomam as decisões sobre a produção, devem se posicionar com relação ao restante da função produção?" Veremos a primeira questão examinando algumas formas comuns de estruturas organizacionais, e a segunda examinando o papel da "tomada de decisão" da produção. Primeiro, porém, vale a pena examinar como as "organizações" podem ser descritas.

Perspectivas sobre as organizações[7]

A forma como ilustramos as organizações diz muito sobre nossas suposições básicas do que é uma "organização" e como se supõe que ela atue. Por exemplo, a ilustração de uma organização como um "organograma" convencional implica que as organizações são simples e controláveis, com linhas claras de

responsabilidade. Entretanto, raramente isso acontece. De fato, assumir tal visão mecanicista pode não ser apropriado nem desejável. Ver uma organização como uma máquina não ambígua é apenas uma das muitas metáforas comumente usadas para entendê-la. Uma análise bem conhecida por Gareth Morgan propõe o uso de algumas "imagens" ou "metáforas" que podem ser usadas para se compreender as organizações, como vemos a seguir.

■ **Organizações são máquinas –** Os recursos das organizações podem ser vistos como "componentes" de um mecanismo cujo propósito está claramente entendido. As relações dentro de uma organização são claras e ordenadamente definidas, os processos e os procedimentos que devem acontecer ocorrem normalmente e o fluxo de informação através da organização é previsível. Tais metáforas mecânicas parecem impor clareza no que seja realmente um comportamento organizacional bagunçado. Porém, onde é importante impor clareza (como em muita análise de produção), tal metáfora pode ser útil e é a base da "abordagem de processo" usada neste e em outros livros semelhantes.

■ **Organizações são organismos vivos –** Organizações são entidades vivas. Seu comportamento é ditado pelo comportamento dos indivíduos que estão nela. Os indivíduos e suas organizações adaptam-se às circunstâncias assim como as diferentes espécies adaptam-se ao meio ambiente. Isso é um modo particularmente útil de examinar as organizações, se partes do meio ambiente (como as necessidades do mercado) mudarem radicalmente. A sobrevivência da organização depende de sua habilidade de mostrar flexibilidade suficiente para responder a seu meio ambiente.

■ **Organizações são cérebros.** Como cérebros, as organizações processam informações e tomam decisões. Equilibram critérios conflitantes, ponderam riscos e decidem quando um resultado é aceitável. Também são capazes de aprender e de mudar seu modelo de mundo à luz da experiência. Essa ênfase em tomada de decisão, acúmulo de experiência e aprendizagem a partir dessa experiência é importante para entender as organizações. Elas consistem em grupos conflitantes em que o poder e o controle são questões-chave.

■ **Organizações são culturas.** Geralmente, a cultura de uma organização significa seus valores compartilhados, ideologia, padrão de pensamento e ritual do dia a dia. Organizações diferentes terão culturas diferentes originando-se de suas circunstâncias e de sua história. Uma grande força da visão de organizações como culturas é que ela chama a atenção para sua "versão compartilhada da realidade". Examinar os símbolos e as realidades compartilhadas de uma organização permite-nos ver além do que a organização diz de si mesma.

■ **Organizações são sistemas políticos.** Organizações, como as comunidades, são governadas. O sistema de governo raramente é democrático, mas não é uma ditadura. Os mecanismos de governo em uma organização são, geralmente, meios de entender filosofias alternativas, meios de encontrar consenso (ou pelo menos reconciliação) e, às vezes, meios de legitimar a oposição. Indivíduos e grupos procuram perseguir seus propósitos mediante as políticas detalhadas da organização. Eles formam alianças, acomodam relacionamentos de poder e gerenciam conflito. Tal visão é útil para ajudar as organizações a legitimar a política como aspecto inevitável da vida organizacional.

Formas de estrutura organizacional

Existem muitas maneiras diferentes de definir a "estrutura organizacional"; aqui, ela é vista como a forma pela qual tarefas e responsabilidades são divididas em agrupamentos distintos, e como são definidas as relações de responsabilidade e coordenação entre os agrupamentos. A maioria dos projetos organizacionais tenta dividir uma organização em partes discretas que recebem algum grau de autoridade para tomar decisões em sua parte da organização. Mesmo a menor das organizações necessita delegar a tomada de decisão dessa forma; permite a especialização, de modo que as decisões possam ser tomadas pela pessoa mais apropriada. O principal problema é que a dimensão da especialização deve ser usada ao agrupar as partes da organização. Há três abordagens básicas para isso:

■ Agrupar os recursos conforme seu *propósito funcional* – por exemplo, vendas, marketing, operações, pesquisa e desenvolvimento, finanças etc.

■ Agrupar recursos pelas próprias *características dos recursos* – isso pode ser feito, por exemplo, ao agrupar tecnologias similares (tecnologias de extrusão, de ondulação, de fundição etc.). Por outro lado, isso pode ser feito ao agrupar as habilidades similares (auditoria, fusões e aquisições, impostos etc.). Pode também ser feito conforme os recursos requeridos para produtos ou serviços específicos (comida fresca, comida congelada, comida enlatada etc.).

■ Agrupar recursos pelos *mercados* que eles devem servir – novamente, isso pode ser feito de várias formas. Os mercados podem ser definidos por localização, com fronteiras geográficas distintas (América do Norte, América do Sul, Europa e Oriente Médio, Sudeste Asiático etc.). De outro modo, os mercados podem ser definidos por tipo de cliente (pequenas empresas, grandes empresas nacionais, grandes empresas multinacionais etc.).

Há um número quase infinito de estruturas organizacionais possíveis. Entretanto, alguns tipos puros de organização que têm emergido são úteis para ilustrar as diferentes abordagens do projeto organizacional, mesmo que, em sua forma pura, sejam raramente encontradas.

■ **Organização "U".** Na forma unitária ou na forma U, a organização agrupa seus recursos principalmente por seu propósito funcional. A Figura 9.3(a) mostra uma organização U típica com estrutura administrativa piramidal, cada nível reportando ao nível gerencial acima. Tais estruturas podem enfatizar a eficiência do processo sobre o serviço ao cliente e a habilidade de adaptar-se aos mercados mutantes. Porém, a organização U reúne a *expertise* e pode promover a criação e o compartilhamento de conhecimento técnico. O problema na organização em forma de U não é tanto o desenvolvimento das capacitações, mas a flexibilidade de sua implementação.

■ **Organização M.** Essa forma de estrutura organizacional emergiu porque a estrutura baseada na funcionalidade da forma U ficava complicada quando as empresas cresciam, frequentemente com mercados complexos. Agrupa os recursos necessários para cada grupo de produtos ou serviços ou, alternativamente, aqueles necessários para servir a determinado mercado geográfico, em divisões separadas. Funções separadas podem ser distribuídas ao longo de diferentes divisões [(*veja* a Figura 9.3(b)] que podem reduzir a economia de escala e a eficiência operacional. Entretanto, permitem que cada divisão individual foque as necessidades específicas de seus mercados.

■ **Formas matriciais.** As estruturas matriciais são híbridas, geralmente combinando a forma M com a forma U. Efetivamente, a organização tem duas estruturas diferentes e simultâneas [*veja* a Figura 9.3(c)].

Em uma estrutura matricial, cada aglomerado de recursos tem pelo menos duas linhas de autoridade, por exemplo, para a divisão e para os grupos funcionais. Enquanto uma organização matricial assegura a representação de todos os interesses dentro da empresa, ela pode ser complexa e, às vezes, confusa.

■ **Organização N.** A letra "N" significa *network* (rede). Nessa forma, os recursos das organizações são aglomerados em grupos, como em outras formas organizacionais, mas com maior delegação de responsabilidade para a administração estratégica desses recursos. As formas N têm relativamente pouca submissão hierárquica e controle. Cada agrupamento de recursos está vinculado a outros para formar uma rede, com a força relativa dos relacionamentos entre agrupamentos que mudam ao longo do tempo, dependendo das circunstâncias [*veja* a Figura 9.3(d)]. A alta administração estabelece metas amplas e tenta desenvolver uma cultura unificada, mas não "comanda e controla" na mesma extensão que em outras formas de organização.

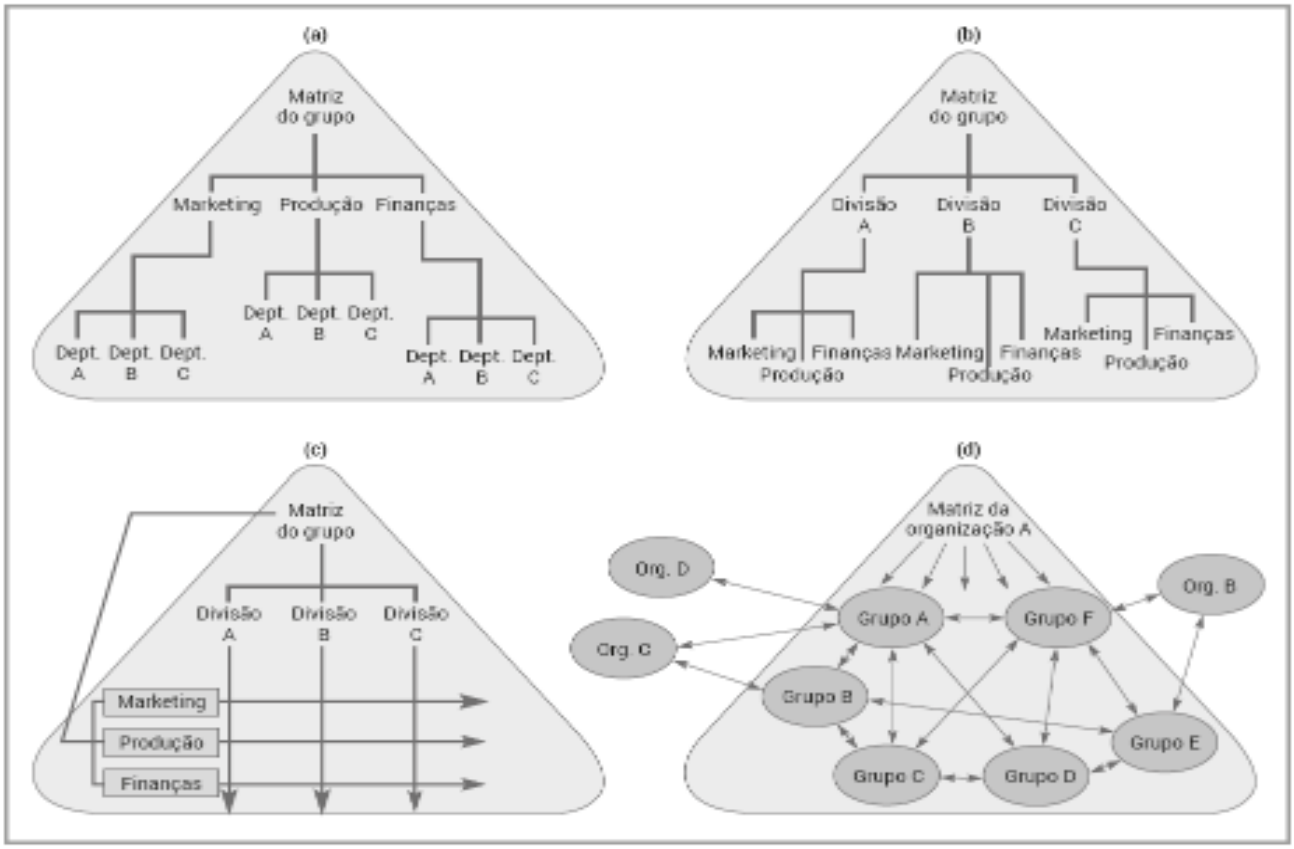


Figura 9.3 (a) As organizações U dão proeminência a agrupamentos funcionais de recursos. (b) As M separam os recursos da organização em divisões distintas. (c) As que têm forma matricial estruturam os recursos da organização de modo que tenham dois (ou mais) níveis de responsabilidade. (d) As N formam redes soltas, internamente entre os grupos de recursos e externamente com outras organizações.

"Desenvolvedores" de produção – papéis de "supervisão" e "linha"

Tradicionalmente, tem sido comum distinguir dois tipos de papéis nas organizações. As pessoas que ocupam cargos clássicos de "supervisão" têm papel de monitoramento, planejamento, modelagem e "desenvolvimento". São aqueles encarregados de construir a capacidade estratégica da produção

corporativa. É uma tarefa que precisa de algum "espaço" organizacional para ser efetivamente realizada. Por certo não é uma tarefa que coexista facilmente com as preocupações agudas e imediatas de executar uma operação no dia a dia. Essas pessoas constituem o que poderia ser chamado de "desenvolvedores de produção" ou "produção central". Elas executam o que são chamados (de forma ligeiramente confusa) papéis de "supervisão". Em contrapartida, as pessoas que ocupam funções de "linha" são aquelas que executam as operações do dia a dia. O seu papel é em parte um papel reativo, que envolve a busca de soluções para problemas inesperados: realocar recursos, ajustar processos, resolver problemas de qualidade e assim por diante. Elas precisam antecipar apenas o suficiente para garantir que os recursos estejam disponíveis para atingir os objetivos. Sua rotina é a necessária. Saber aonde a operação está indo, mantê-la dentro do orçamento e puxá-la de volta ao curso quando ocorre o inesperado – tarefa não menos valiosa do que a do desenvolvedor, mas muito diferente.

Embora essas descrições sejam claramente estereótipos, representam dois tipos de tarefas de produção. A questão, para o projeto organizacional, é saber se é sensato separá-las de forma organizacional. Pode causar mais problemas do que resolvê-los. Embora permita que cada um se concentre em seus diferentes empregos, também pode separar os dois grupos de pessoas que mais ganham trabalhando juntas. Aqui está o paradoxo: o papel de desenvolvimento precisa de liberdade contra as pressões imediatas da gestão do dia a dia, mas é crucial que entenda a natureza exata dessas pressões. O que torna a operação distinta? Onde ocorrem os problemas? Que melhorias fariam a maior diferença para o desempenho da operação? Estas perguntas são respondidas apenas por quem vive na operação, e não separado dela. Da mesma forma, o gerente de produção do dia a dia tem que interpretar o funcionamento da operação, coletar dados, explicar restrições e treinar os desenvolvedores. Sem a confiança e a cooperação de cada um, nenhum dos gerentes pode ser eficaz.

Quatro tipos de papel de desenvolvedor de produção

Podemos usar as dimensões que definem as perspectivas sobre a estratégia da produção descrita no Capítulo 3 para examinar o papel que os desenvolvedores da produção desempenham dentro da função produção:

■ **De cima para baixo ou de baixo para cima?** Se os desenvolvedores da produção tiverem visão do mundo predominantemente de cima para baixo, é provável que eles assumam uma abordagem programática das atividades, enfatizando a implementação da estratégia global da empresa. Por outro lado, se eles tiverem visão de baixo para cima, serão mais propensos a favorecer um modelo de desenvolvimento de operações mais emergente, onde as operações de negócios individuais contribuem juntamente para a construção geral do conhecimento da produção.

■ **Requisitos de mercado ou foco nos recursos da produção?** Se os desenvolvedores da produção tiverem visão de requisitos de mercado do desenvolvimento da produção, eles provavelmente se concentrarão no desempenho explícito alcançado por cada parte da função produção e na extensão em que esse desempenho serve para satisfazer os clientes da operação. Foco nos recursos da produção, por outro lado, enfatiza a maneira pela qual cada parte da função produção desenvolve suas competências e as implanta com sucesso em seus mercados.

Podemos usar essas duas dimensões para definir uma tipologia de como o papel do desenvolvedor de operações poderia funcionar, como mostrado na Figura 9.4. Classifica os desenvolvedores da produção em quatro tipos puros, chamados governadores, curadores, treinadores e facilitadores – uma tipologia. Embora, na prática, a função produção central da maioria das empresas seja uma combinação desses tipos puros, geralmente um tipo predomina.

■ **Desenvolvedores de produção como governadores** – o termo "governador" é usado para descrever o agente de uma autoridade central, interpretando a estratégia de produção e julgando sobre quaisquer disputas. O termo também é usado para indicar o mecanismo que estabelece metas claras para cada parte da operação, julga seu desempenho e, se o desempenho não for o alvo, quer saber o motivo.

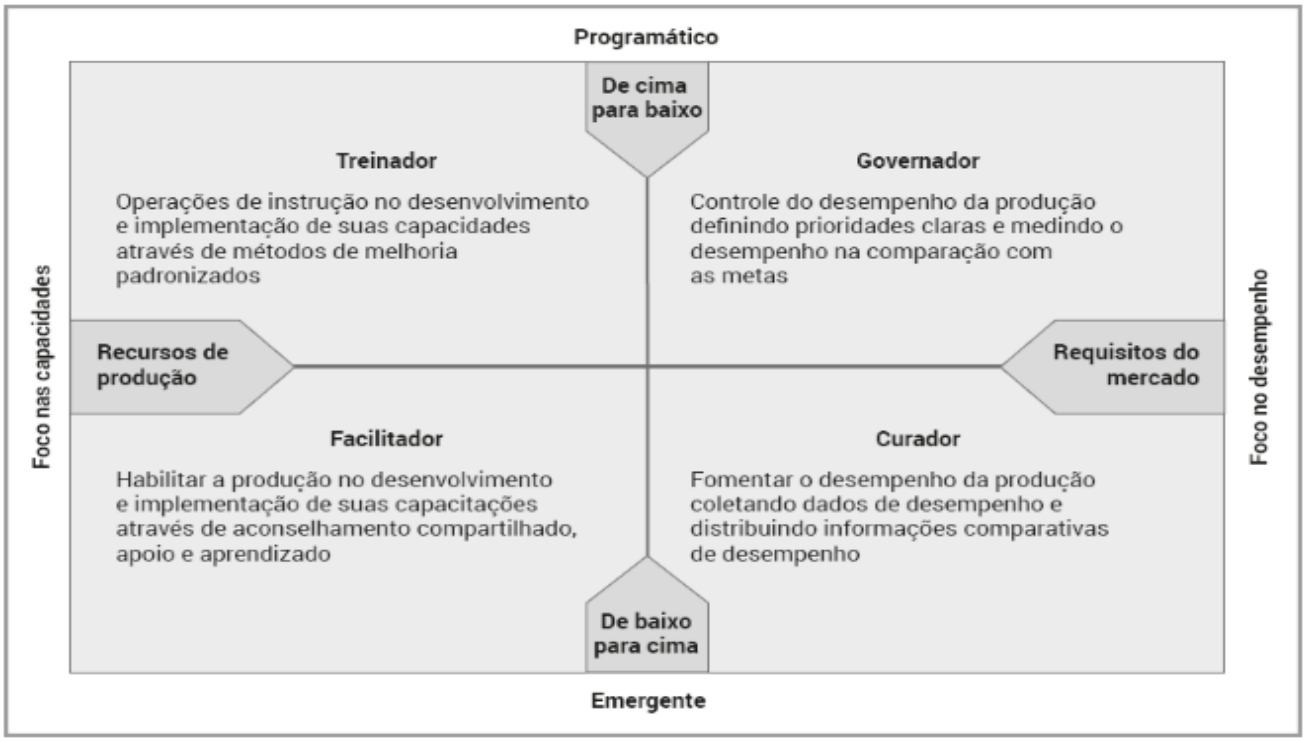


Figura 9.4 Tipologia do papel de "desenvolvimento de produção".

■ **Desenvolvedores de produção como curadores** – os desenvolvedores de produção podem se preocupar principalmente com o desempenho em relação aos requisitos do mercado, sem agir de cima para baixo. Eles podem ter uma visão mais emergente, atuando como o repositório de dados de desempenho e ideias sobre práticas de operações para a empresa como um todo. O termo "curador" é usado para capturar essa ideia. Os desenvolvedores de produção, portanto, estarão empenhados em coleta de informações de desempenho, exemplos de melhores práticas e assim por diante. Eles também estarão interessados na divulgação dessa informação para que os gerentes de produção em diferentes partes do negócio possam se comparar com seus colegas e, quando apropriado, adotar as melhores práticas de outros lugares.

■ **Desenvolvedores de operações como treinadores** – a mudança dos requisitos do mercado para a ênfase dos recursos da produção muda o foco mais para o desenvolvimento de capacitações internas. Se a mentalidade dos desenvolvedores de produção for superior, seu papel se tornará o de "treinadores", que desenvolvem objetivos claros, geralmente derivados da estratégia global da empresa, e elaboram

métodos eficazes para desenvolver as várias partes da operação geral. E como as necessidades das partes individuais da operação podem diferir, os desenvolvedores de produção "treinadores" podem conceber metodologias de melhoria que, até certo ponto, podem ser personalizadas.

■ **Desenvolvedores de operações como facilitadores** – de certa forma, esse tipo final de função de desenvolvedor de produção é o mais difícil de operar de modo eficaz. Novamente há preocupação com o desenvolvimento das capacidades de produção, mas o desenvolvedor age como facilitador de mudanças ao invés de instrutor. Seu papel é aconselhar, apoiar e, em geral, auxiliar o desenvolvimento e a implantação de capacidades através de um processo de orientação das várias partes da operação. Ele compartilha a responsabilidade com os gerentes de produção do dia a dia na formação de uma comunidade de práticas de produção. Implícita neste tipo de função de desenvolvedor de produção está a aceitação de uma abordagem relativamente de longo prazo ao desenvolvimento da produção.

PROJETO DO TRABALHO

O projeto do trabalho diz respeito ao modo como estruturamos o trabalho de cada indivíduo, a equipe à qual pertence (se houver), seu local de trabalho e sua interface com a tecnologia que usa. Nesta seção, lidamos com o que geralmente se considera a responsabilidade central do gerente de produção relacionada a pessoas – projeto do trabalho. Esse é um tópico muito amplo, e só podemos tratar aqui de parte de suas influências e abordagens.

As influências sobre o projeto do trabalho que veremos aqui estão ilustradas na Figura 9.5.

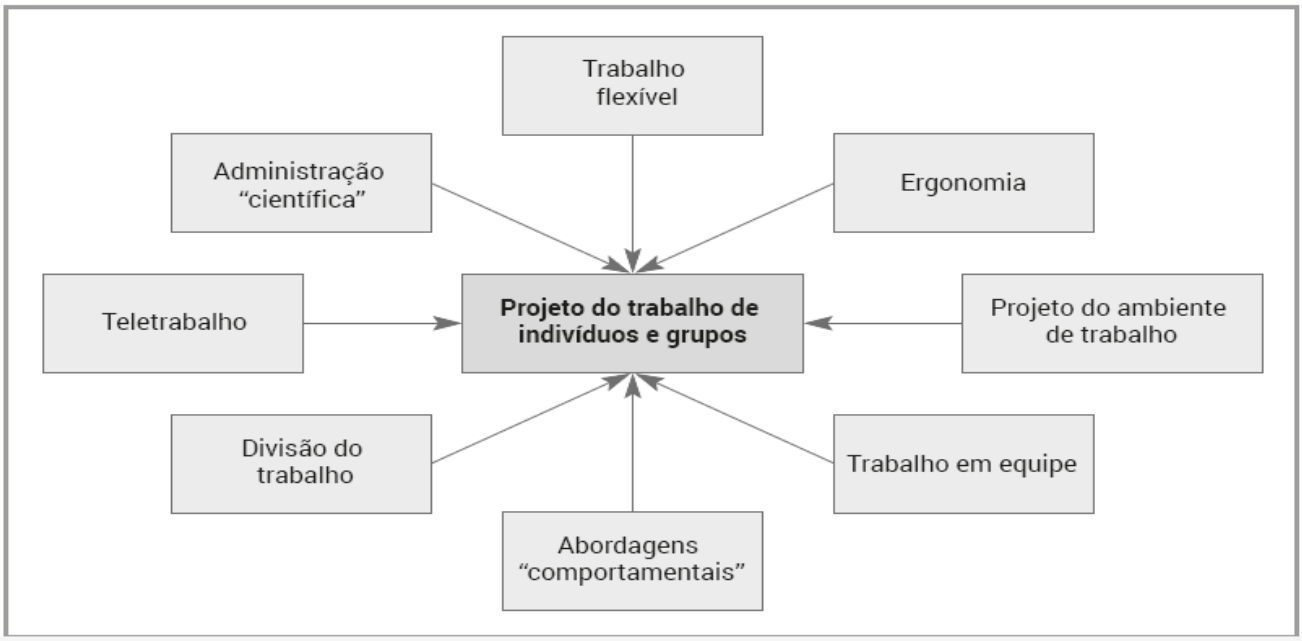


Figura 9.5 As principais influências sobre o projeto do trabalho, alocação do tempo de trabalho e o projeto do ambiente de trabalho.

Decisões do projeto do trabalho

O projeto do trabalho envolve vários elementos separados, embora relacionados:

■ **Que tarefas são alocadas a cada pessoa da operação?** A produção de bens e serviços envolve um conjunto de tarefas diferentes que precisam ser divididas entre as pessoas que participam da operação. Diferentes abordagens para a divisão do trabalho produzirão diferentes alocações de tarefas.

■ **Qual o melhor método para desempenhar cada tarefa?** Cada tarefa deve ter um método aprovado (ou o melhor método) de execução. Embora haja ideias diferentes do que seja "melhor", geralmente, é o método mais eficiente que se ajusta à tarefa, e não interfere indevidamente com outras tarefas.

■ **Quanto tempo levará e quantas pessoas serão necessárias?** A medição do trabalho ajuda-nos a calcular o tempo necessário para fazer um trabalho e, assim, quantas pessoas serão necessárias.

■ **Como manter o comprometimento?** Entender como podemos encorajar as pessoas e manter o comprometimento no trabalho é, provavelmente, a mais importante das questões do projeto do trabalho. Isso porque as abordagens comportamentais, como delegação de poder (ou *empowerment*), trabalho em equipe e trabalho flexível, estão no âmago do projeto do trabalho.

■ **Qual tecnologia está disponível e como será usada?** Muitas tarefas operacionais exigem o uso de tecnologia. Não só a tecnologia precisa ser apropriadamente projetada, mas também a interface entre as pessoas e o *hardware*.

■ **Quais as condições ambientais do local de trabalho?** As condições sob as quais as tarefas são desempenhadas terão impacto significativo sobre a eficiência das pessoas. Embora frequentemente consideradas parte do projeto do trabalho, as condições ambientais são tratadas separadamente neste capítulo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

O estresse de trabalhar em alto contato com o cliente[9]

Os empregos que estão na linha de frente de contato direto com clientes (particularmente muitos clientes, o tempo todo, de todos os tipos) podem ser particularmente estressantes. Nem todos os clientes serão razoáveis, pacientes, educados ou mesmo sãos. As pessoas que têm esses cargos de alto contato com clientes precisam de suporte, treinamento e talvez uma aptidão especial. E muitos conselhos devem ser dados à equipe que tem de lidar com os clientes que estão bravos porque sentem que receberam um nível inadequado de serviço. Tais conselhos geralmente incluem coisas como: reconhecer o problema (percebido), tentar colocar-se na posição do reclamante, obter todos os fatos reais e tentar corrigir o problema. Isso não é fácil, mas se as queixas puderem ser resolvidas para a satisfação do cliente, poderá haver benefícios significativos. Algumas pesquisas indicam que 90 por cento dos clientes cujas queixas são resolvidas voltam a usar o serviço e podem até se tornar defensoras do serviço. Apesar disso, manter a tolerância e a cortesia diante de alguns clientes particularmente difíceis pode estar além daquilo que até mesmo o pessoal mais experiente poderia suportar. Esse certamente foi o caso com Steven Slater, ex-assistente de bordo da companhia aérea norte-americana JetBlue. Ele estava trabalhando em um voo para Nova York e teve que servir de árbitro quando uma passageira começou a discutir com um passageiro sobre o espaço no compartimento de bagagem durante o embarque. A passageira insultou o Sr. Slater e puxou a porta do compartimento em sua cabeça. Mais tarde, quando a aeronave pousou, ela aparentemente recusou-se a seguir o pedido de permanecer no assento e levantou-se para tirar a bolsa do compartimento superior enquanto a aeronave ainda estava taxiando. Mais uma vez, a mulher

supostamente insultou o Sr. Slater. Foi então que sua paciência acabou de forma particularmente dramática. Ele foi ao interfone e transmitiu para todos a bordo: "*Para a passageira que acabou de me chamar de filho da ****. Trabalho nesse ramo há 28 anos e eu estou farto disso*." Então, recolheu sua bagagem de mão (e duas cervejas do carrinho), abriu a porta da cabine, ativou a rampa inflável e anunciou "*para aqueles de vocês que mostraram dignidade e respeito por 20 anos, tenham uma ótima viagem*" e deslizou para fora da aeronave (felizmente, parada) em direção à pista. Como forma de abandonar seu emprego, isso não é recomendado. Mais tarde, ele foi preso e acusado criminalmente por danos e imprudência.

Alocação de tarefas – divisão do trabalho

Toda operação deve decidir sobre o equilíbrio entre usar especialistas e generalistas. Essa ideia diz respeito à divisão do trabalho – dividindo o trabalho total em partes menores, cada uma é realizada por uma pessoa ou equipe. Foi primeiramente formalizada como conceito pelo economista Adam Smith em seu livro *A riqueza das nações*, em 1776. Talvez o epítome da divisão do trabalho seja a linha de montagem, onde os produtos se movem ao longo de um caminho único e são construídos por operadores que repetem continuamente uma única tarefa. Esse é o modelo predominante do projeto do trabalho na maioria dos produtos fabricados em massa e em alguns serviços produzidos em massa (por exemplo, comida *fast-food*). Há algumas *vantagens reais* nos princípios da divisão do trabalho:

■ *Ela promove maior rapidez na aprendizagem*. Obviamente, é mais fácil aprender como fazer uma tarefa simples e relativamente curta do que uma tarefa longa e complexa. Isso significa que novos funcionários podem ser rapidamente treinados e designados para suas tarefas quando elas são curtas e simples.

■ *A automação fica mais fácil*. Dividir uma tarefa total em pequenas partes levanta a possibilidade de automatizar algumas dessas pequenas tarefas. Substituir pessoas por tecnologia é consideravelmente mais fácil para tarefas curtas e simples do que para as longas e complexas.

■ *Redução do trabalho não produtivo*. Esse é provavelmente o benefício mais importante da divisão do trabalho. Em tarefas grandes e complexas, a proporção de tempo gasto em apanhar ferramentas e materiais, colocá-los de volta em seus lugares e, geralmente, encontrá-los, posicioná-los e procurá-los, pode ser de fato muito alta. Por exemplo, uma pessoa que monta o motor de um carro levará duas a três horas e se ocupará com muita procura de peças, posicionamento e assim por diante. Por volta de metade do tempo da pessoa será gasto nessas tarefas de busca, posicionamento e localização (denominadas elementos não produtivos do trabalho). Agora, consideremos como o motor de um carro é realmente montado na prática. O trabalho total é por certo dividido em 20 ou 30 estágios separados, cada um cuidado por uma pessoa que faz apenas parte do total. Equipamento especializado e dispositivos para manuseio de materiais podem ser criados para ajudá-las a executar seu trabalho de maneira mais eficiente. Além disso, há relativamente pouca procura, posicionamento e movimentação envolvidos nessa tarefa simplificada. O trabalho não produtivo pode ser consideravelmente reduzido, talvez abaixo de 10%, o que seria muito significativo para os custos da operação.

Porém, há também sérias desvantagens nos trabalhos altamente divididos:

■ *Monotonia*. Quanto mais curta a tarefa, mais frequentemente os operadores precisarão repeti-la. Repetir a mesma tarefa, por exemplo, a cada 30 segundos, oito horas por dia e cinco dias por semana dificilmente

pode ser chamado de trabalho gratificante. Assim como quaisquer objeções éticas, há outras objeções práticas mais óbvias às tarefas que induzem tal monotonia. Entre elas, maior probabilidade de absenteísmo e *turnover* de funcionários, maior probabilidade de erro e até mesmo sabotagem deliberada do trabalho.

■ *Lesão física*. A repetição continuada de uma faixa muito restrita de movimentos pode, em casos extremos, levar a lesão física. O uso exagerado de algumas partes do corpo (especialmente braços, mãos e pulsos) pode resultar em dor e redução da capacidade laborativa. Isso costuma ser chamado de lesão por esforço repetitivo (LER).

■ *Baixa flexibilidade*. Frequentemente, dividir uma tarefa em muitas pequenas partes dá ao projeto do trabalho uma rigidez que é difícil alterar quando as circunstâncias mudam. Por exemplo, se uma linha de montagem foi projetada para fabricar um produto específico mas, então, precisa mudar para fabricar um produto muito diferente, toda a linha precisará ser redesenhada. Provavelmente, isso implicará mudar cada conjunto de tarefas do operador, o que pode ser um procedimento demorado e difícil.

■ *Baixa robustez*. As tarefas altamente divididas implicam materiais (ou informações) passando entre vários estágios. Se um desses estágios não estiver funcionando corretamente, por exemplo, em razão de algum equipamento defeituoso, toda a operação será afetada. Por outro lado, se cada pessoa estiver desempenhando a tarefa total, quaisquer problemas afetarão apenas a produção dessa pessoa.

Princípio de administração da produção

A divisão do trabalho impõe efeitos positivos e negativos, mas é ainda um fator significativo no projeto do trabalho.

Projetando métodos de trabalho – administração científica

O termo "administração científica" estabeleceu-se em 1911 com a publicação do livro com o mesmo título por Frederick Taylor (essa abordagem total ao projeto do trabalho é, às vezes, referida pejorativamente como taylorismo). Nesse livro, ele identificou o que viu como princípios básicos da administração científica:[9]

■ Todos os aspectos do trabalho devem ser investigados em base científica para estabelecer as leis, normas e fórmulas que governam os melhores métodos de trabalho.

■ Tal abordagem investigativa ao estudo do trabalho é necessária para estabelecer o que constitui um "trabalho diário justo".

■ Os trabalhadores devem ser selecionados, treinados e desenvolvidos metodicamente para desempenhar suas tarefas.

■ Os gerentes devem agir como planejadores do trabalho (analisar as tarefas e estabelecer o melhor método de fazer o trabalho), enquanto os trabalhadores devem ser responsáveis por fazer as tarefas conforme os padrões estabelecidos.

■ A cooperação deve ser promovida entre a administração e os trabalhadores, baseada na "prosperidade máxima" de ambos.

A coisa mais importante a lembrar sobre a administração científica é que ela não é particularmente "científica" como tal, embora, certamente, adote uma abordagem "investigativa" para melhorar as operações. Talvez um melhor termo fosse "administração sistemática". Ela deu origem a dois campos de estudo separados, embora relacionados: o estudo do método, que determina os métodos e as atividades

a ser incluídas nas tarefas; e a medição do trabalho, que diz respeito à medição do tempo que deve ser dedicado ao desempenho das tarefas. Juntos, esses dois campos são frequentemente referidos como estudo do trabalho. Serão explicados em detalhe no suplemento deste capítulo.

Projetando a interface humana – projeto ergonômico do local de trabalho

A ergonomia diz respeito principalmente aos aspectos fisiológicos do projeto de trabalho. A fisiologia cuida das funções do corpo. Envolve dois aspectos: primeiro, como uma pessoa interage com sua área de trabalho imediata; segundo, como as pessoas reagem às condições ambientais. Examinaremos o segundo aspecto da ergonomia mais adiante, neste capítulo. A ergonomia é algo que diz respeito à engenharia dos fatores humanos ou simplesmente "aos fatores humanos". Ambos os aspectos estão ligados por duas ideias comuns:

Comentário crítico

Mesmo em 1915, os críticos da abordagem da administração científica já se manifestavam. Em uma apresentação à Comissão de Relações Industriais dos Estados Unidos, a administração científica foi descrita como:

■ em "espírito e essência, um sistema habilmente concebido de aceleração do trabalho e sudação do trabalhador";

■ destinado a intensificar a "moderna tendência à especialização do trabalho e da tarefa";

■ um sistema que condena "o trabalhador a uma rotina monótona";

■ um sistema que coloca "nas mãos dos empregadores uma imensa massa de informação e métodos que podem ser usados inescrupulosamente em detrimento dos trabalhadores";

■ tendendo a "transferir à administração todo o conhecimento tradicional, o julgamento e as habilidades dos trabalhadores";

■ destinado a intensificar fortemente "o acatamento desnecessário de ordens e a disciplina";

■ tendendo a "enfatizar a quantidade de produto às custas da qualidade".

Dois temas evidentes nessa crítica inicial merecem atenção mais próxima. O primeiro é que a administração científica, inevitavelmente, resulta em padronização de tarefas altamente divididas e, assim, reforça os efeitos negativos da divisão excessiva do trabalho anteriormente mencionados. Segundo, a administração científica formaliza a separação das tarefas de julgamento, planejamento e conhecimento, que são realizadas pela "administração", das tarefas rotineiras, padronizadas e de baixa qualificação, que são deixadas para os "operadores". Tal separação, no mínimo, priva a maioria dos funcionários de uma oportunidade de contribuir de modo significativo para suas tarefas (e também priva a organização de sua contribuição). Todos esses temas de crítica da administração científica levam ao mesmo ponto: que tais tarefas programadas sob princípios estritos da administração científica levam à baixa motivação entre os funcionários, à frustração pela falta de controle sobre seu trabalho e à própria alienação do trabalho.

■ Deve haver um ajustamento entre as pessoas e as tarefas que realizam. Para atingir esse ajustamento, há apenas duas alternativas. Ou a tarefa pode ser ajustada às pessoas que a estão executando ou, de outro modo, as pessoas podem se ajustar (ou, talvez menos radicalmente, podem ser recrutadas) à tarefa. A ergonomia cuida da primeira alternativa.

■ É importante seguir a abordagem "científica" para o projeto do trabalho, por exemplo, coletando dados para indicar como as pessoas reagem sob diferentes condições do projeto do trabalho e tentando encontrar o melhor conjunto de condições para obter conforto e desempenho.

Aspectos antropométricos

Muitas melhorias ergonômicas dizem respeito principalmente ao que se denomina aspectos antropométricos do trabalho – isto é, os aspectos relacionados a tamanho, formato e outras características físicas das pessoas. Por exemplo, o projeto de uma tarefa de montagem deve ser controlado, parcialmente, pelo tamanho e pela força dos operadores que executam o trabalho. Os dados que os profissionais de ergonomia usam quando estão fazendo isso se denominam dados antropométricos. Visto que todos variamos em termos de tamanho e capacitação, os profissionais de ergonomia interessam-se especialmente por nossa faixa de capacitações. É por isso que os dados antropométricos são geralmente expressos em termos de percentil. A Figura 9.6 ilustra essa ideia. Ela mostra a ideia de variação de tamanho (nesse caso, de altura). Apenas 5% da população são menores do que a pessoa situada na parte extrema à esquerda da figura (5º percentil), enquanto 95% são menores do que a pessoa da parte extrema à direita (95º percentil). Quando esse princípio é aplicado a outras dimensões do corpo, por exemplo, comprimento do braço, ele pode ser usado para projetar áreas de trabalho. A Figura 9.6 também mostra as áreas de trabalho normal e máxima, derivadas dos dados antropométricos. Por exemplo, seria inadmissível colocar componentes ou ferramentas frequentemente usados fora da área máxima de trabalho, derivada da dimensão do 5º percentil de alcance do braço humano.

Princípio de administração da produção

As considerações da ergonomia no projeto do trabalho podem evitar desgaste físico excessivo e aumentar a eficiência.

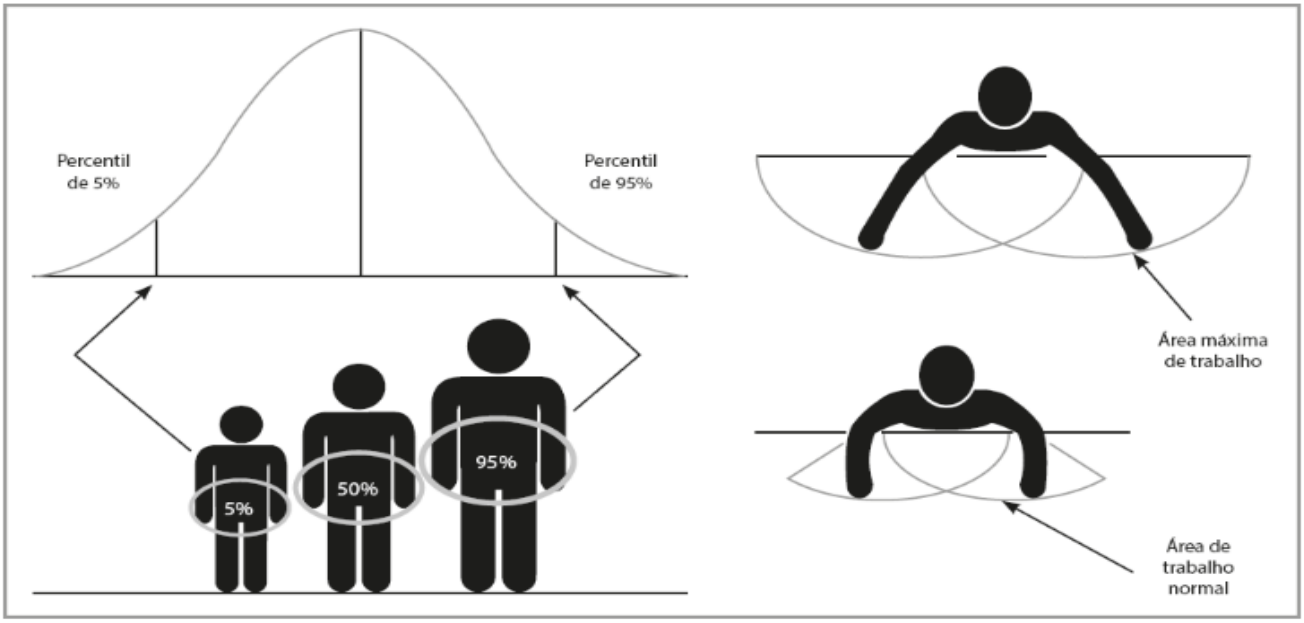


Figura 9.6 Uso de dados antropométricos no projeto do trabalho.

Projetar para haver comprometimento – abordagens comportamentais do projeto do trabalho

As tarefas projetadas apenas pela divisão do trabalho, administração científica ou mesmo em princípios totalmente ergonômicos podem alienar as pessoas que as desempenham. O projeto do trabalho deve também levar em consideração o desejo dos indivíduos de preencherem suas necessidades de autoestima e desenvolvimento pessoal. Daí a importância da teoria da motivação e sua contribuição à abordagem do projeto do trabalho. Isso atinge dois objetivos importantes do projeto do trabalho. Primeiro, fornece tarefas que tenham intrinsecamente melhor qualidade de vida – um fim eticamente desejável em si mesmo. Segundo, em razão dos níveis mais altos de motivação que gera, é um instrumento para atingir melhor desempenho da operação em termos de qualidade e quantidade do resultado. Essa abordagem de projeto do trabalho envolve duas etapas conceituais: primeira, explorar como as várias características do trabalho afetam a motivação das pessoas; segunda, explorar como a motivação individual para o trabalho afeta o desempenho das pessoas nesse trabalho.

Um dos modelos típicos que fundamentam essa abordagem de projeto do trabalho é o de Hackman e Oldham, mostrado na Figura 9.7.[10] Aqui, várias "técnicas" de projeto do trabalho são recomendadas por afetar as principais "características" do trabalho. Essas características são assumidas por influenciar vários "estados mentais" positivos para o trabalho. Por sua vez, considera-se que elas oferecem certos resultados de desempenho. Na Figura 9.7, algumas das "técnicas" (que Hackman e Oldham originalmente chamaram de "conceitos de implementação") necessitam de um pouco mais de explicação:

- Combinar tarefas significa aumentar o número de atividades alocadas aos indivíduos.
- Formar unidades naturais de trabalho significa reunir atividades que compõem um todo coerente.
- Estabelecer relacionamentos com os clientes significa que os funcionários fazem contato diretamente com seus clientes internos.
- Carregamento vertical significa incluir atividades "indiretas" (como manutenção).
- Abrir canais de *feedback* significa que os clientes internos respondem diretamente com suas opiniões e percepções.

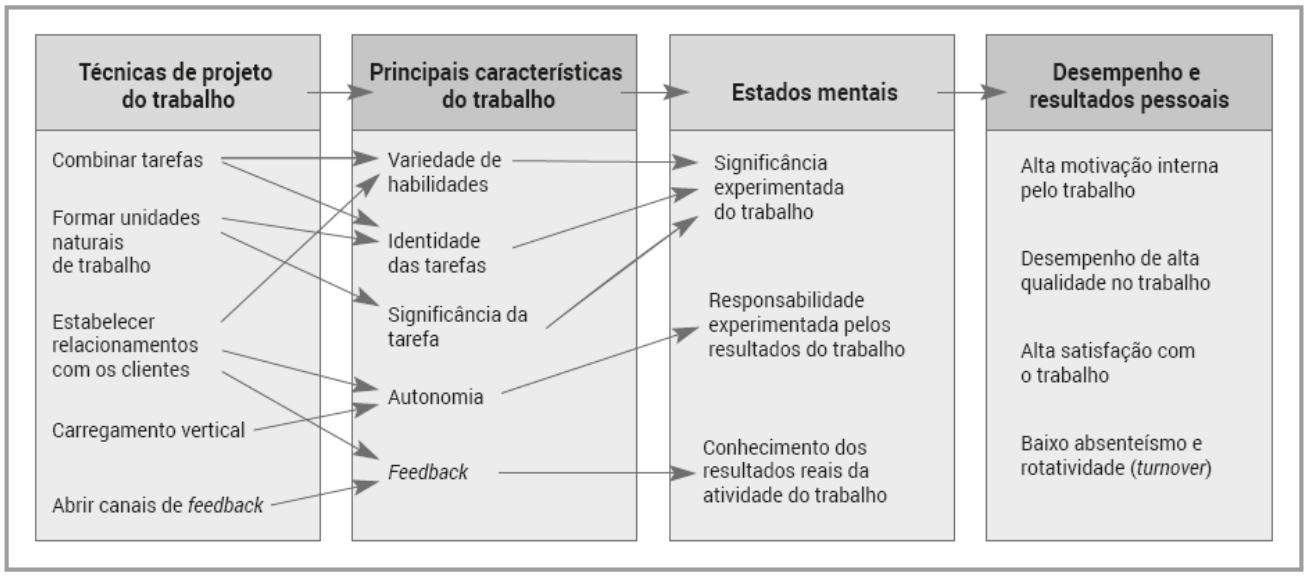


Figura 9.7 Modelo típico de projeto do trabalho "comportamental".

Hackman e Oldham também indicam como essas técnicas de projeto do trabalho moldam as principais características do trabalho resultante e, além disso, como essas características influenciam "os estados mentais" das pessoas. Estados mentais são as atitudes dos indivíduos em relação a suas tarefas, especificamente o quão significativo consideram o trabalho, quanta responsabilidade e controle sentem que têm sobre o modo como o trabalho é realizado e quanto entendem sobre os resultados de seus esforços. Todos esses estados mentais influenciam o desempenho das pessoas no trabalho em termos de motivação, qualidade, satisfação, *turnover* e absenteísmo.

Rotação de tarefas

Se o aumento do número de tarefas relacionadas ao trabalho for limitado de alguma maneira, por exemplo, pela tecnologia do processo, uma técnica poderá ser encorajar a rotação de tarefas. Isso significa mover os indivíduos periodicamente entre grupos de tarefas diferentes para fornecer alguma variedade em suas atividades. Quando bem-sucedida, a rotação de tarefas pode aumentar a flexibilidade das habilidades e dar uma pequena contribuição para reduzir a monotonia. Entretanto, isso não é visto como totalmente benéfico pela administração (porque pode interromper o fluxo de trabalho contínuo) ou pelas pessoas que desempenham as tarefas (porque pode interferir em seu ritmo de trabalho).

Alargamento do trabalho

O método mais óbvio de atingir pelo menos alguns dos objetivos do projeto comportamental de trabalho é a alocação de maior número de tarefas aos indivíduos. Se essas tarefas extras são do mesmo tipo das tarefas originais, a mudança é denominada alargamento do trabalho. Isso pode não envolver tarefas mais exigentes ou compensadoras, mas pode proporcionar um trabalho mais completo e, assim, levemente mais significativo. Se, pelo menos, as pessoas que desempenham um trabalho alargado não se repetirem com frequência, o trabalho pode se tornar menos monótono. Assim, por exemplo, suponhamos que a fabricação de um produto seja tradicionalmente dividida como linha de montagem em dez atividades similares e sequenciais. Se esse trabalho for redesenhado de modo a formar duas linhas de montagem paralelas de cinco pessoas, o nível de saída de todo o sistema será mantido, mas cada operador terá o dobro do número de tarefas a desempenhar. Isso é alargamento do trabalho. Os operadores repetem-se com menos frequência e a variedade de tarefas é presumivelmente maior, apesar de não haver responsabilidade adicional ou mais autonomia dada a cada operador.

Enriquecimento do trabalho

Enriquecimento do trabalho não significa apenas aumentar o número de tarefas, mas também alocar tarefas extras que envolvem mais tomadas de decisão, maior autonomia e maior controle sobre o trabalho. Por exemplo, as tarefas extras podem incluir manutenção, planejamento e controle ou monitoramento dos níveis de qualidade. O efeito é tanto reduzir a repetição do trabalho como aumentar a autonomia e as oportunidades de desenvolvimento pessoal no trabalho. Assim, no exemplo da linha de montagem, cada operador, além de ser alocado a um trabalho que é duas vezes mais longo do que o anterior, pode também ficar responsável por executar a manutenção rotineira e tarefas como registro e gerenciamento do suprimento de materiais. A Figura 9.8 ilustra a diferença entre o que se denomina

mudanças horizontais e verticais. De modo geral, mudanças horizontais são as que estendem a variedade de tarefas *similares* atribuídas a um trabalho específico. Mudanças verticais são as que adicionam responsabilidade, tomada de decisão ou autonomia para o trabalho. O alargamento do trabalho implica movimento apenas na escala horizontal, enquanto o enriquecimento certamente implica movimentos na escala vertical e, talvez, em ambas as escalas.

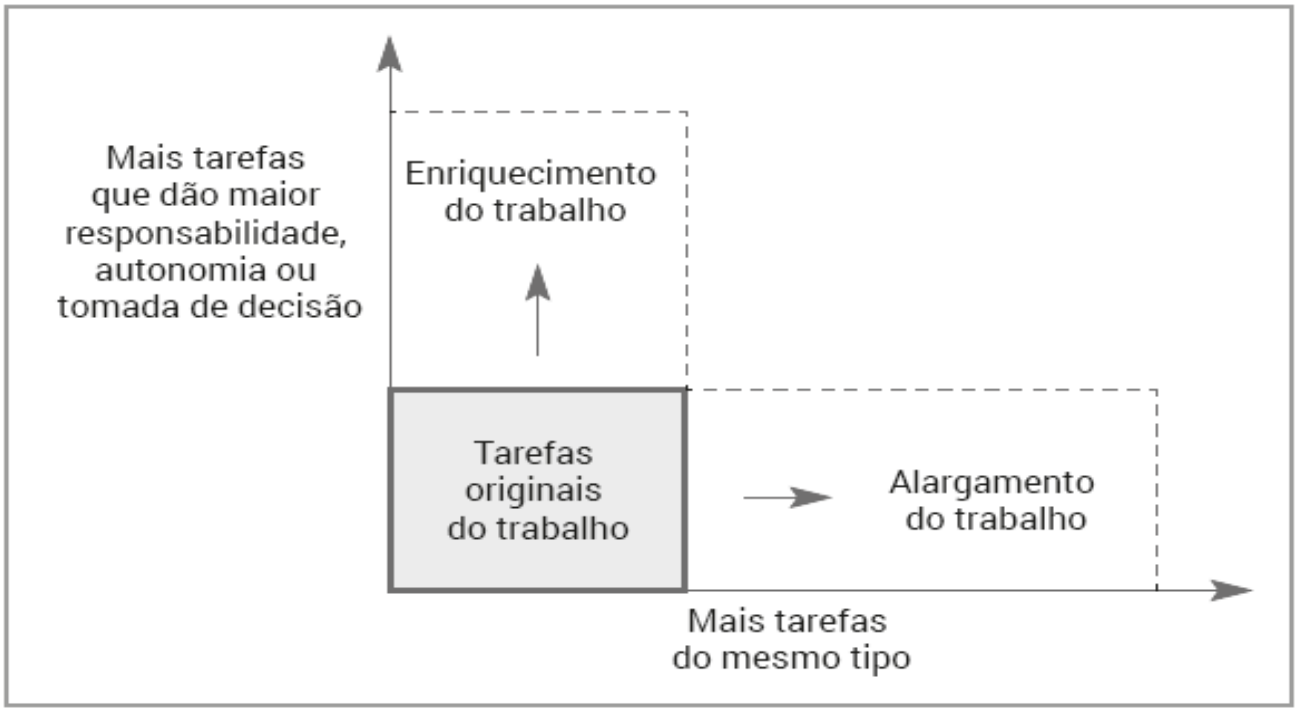


Figura 9.8 Alargamento do trabalho e enriquecimento do trabalho.

Empowerment

Empowerment (delegação de poder) é uma extensão da característica da *autonomia* do trabalho, proeminente na abordagem comportamental para o projeto do trabalho. Entretanto, é usualmente considerado como mais do que autonomia. Enquanto autonomia significa dar aos funcionários a *capacidade* de mudar a forma de executar suas tarefas, *empowerment* significa dar a eles a *autoridade* de mudar a forma de fazer o trabalho, assim como a forma que é desempenhado. Isso pode ser projetado nas tarefas em diferentes graus.[11] No mínimo, os funcionários podem ser solicitados a dar sugestões sobre como a operação pode ser melhorada. Indo além, os funcionários podem ser autorizados a realinhar suas tarefas. Indo mais além, os funcionários podem ser incluídos na direção e no desempenho estratégico de toda a organização. Veem-se geralmente como *benefícios* do *empowerment* respostas rápidas às necessidades dos clientes (inclusive clientes insatisfeitos), funcionários que se sentem melhor em suas tarefas e que interagem com os clientes de modo mais entusiasmado, promovendo propaganda "boca a boca" e os retendo. Entretanto, há *custos* associados ao *empowerment*, como custos maiores de seleção e treinamento, desigualdade percebida do serviço e a possibilidade de más decisões serem tomadas pelos funcionários.

Trabalho em equipe

Um desenvolvimento no projeto de trabalho que está bastante ligado ao conceito de *empowerment* é a organização do trabalho baseado em equipe (algumas vezes chamado equipes de trabalho autogeridas). Isso ocorre quando funcionários com habilidades normalmente justapostas desempenham coletivamente uma tarefa especificada e possuem alto grau de decisão sobre como de fato desempenhar a tarefa. Tipicamente, a equipe controlaria as ações sobre alocação de tarefas entre seus membros, a programação do trabalho, a medição e melhoria da qualidade e, às vezes, a contratação de funcionários. Até certo ponto, a maioria dos trabalhos sempre tem sido uma atividade baseada em grupo. Entretanto, o conceito de trabalho em equipe é mais prescritivo e considera um conjunto compartilhado de objetivos e responsabilidades. Os grupos são descritos como equipes quando as virtudes do trabalho em conjunto estão sendo enfatizadas, como a capacidade de usar várias aptidões dentro da equipe. As equipes podem também ser usadas para compensar outras mudanças organizacionais, como a mudança para estruturas organizacionais achatadas.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

McDonald's permite que famílias compartilhem o trabalho

Naquilo que foi visto como o primeiro contrato desse tipo no Reino Unido, o McDonald's, cadeia de restaurantes de *fast-food*, anunciou que permitiria aos funcionários revezarem-se com familiares. Pelo acordo, os membros da família que trabalhassem na mesma loja poderiam trocar de turnos sem ter que solicitar a autorização dos gerentes. A empresa anunciou que esperava com esse tipo de contrato *"encorajar seus funcionários a ficarem totalmente treinados e totalmente revezáveis"*, mas que a principal razão era "*diminuir o absenteísmo e melhorar a retenção de pessoal*". *"É muito bom"*, disse um funcionário do McDonald's. *"Dependendo de como nos sentimos de manhã, decidimos quem de nós vai trabalhar."* Embora o esquema esteja atualmente limitado apenas a membros da família, o McDonald's afirma que pode pensar em ampliá-lo para cobrir amigos que trabalhem no mesmo restaurante.

Quando as organizações têm menor número de níveis gerenciais, cada gerente terá um leque maior de atividades a controlar. As equipes que são capazes de tomada de decisão autônoma têm clara vantagem nessas circunstâncias. Os benefícios do trabalho em equipe podem ser resumidos como:

- aumentar a produtividade por meio de maior motivação e flexibilidade;
- aumentar a qualidade, encorajando a inovação;
- aumentar a satisfação ao permitir que os indivíduos contribuam mais efetivamente;
- facilitar a implementação das mudanças tecnológicas no ambiente de trabalho, já que as dispõem-se a compartilhar os desafios que isso proporciona.

Comentário crítico

O trabalho em equipe não é apenas difícil de implementar com sucesso, mas pode também causar estresse indevido aos indivíduos que formam as equipes. Algumas equipes são formadas porque soluções mais radicais, como reorganização total, estão sendo evitadas. As equipes não podem compensar processos organizacionais mal projetados; tampouco podem substituir a responsabilidade dos gerentes em definir como as decisões devem ser tomadas. Frequentemente, as equipes são solicitadas a tomar decisões, mas

não é dada responsabilidade suficiente para a realização da tarefa. Em outros casos, as equipes podem conseguir resultados, mas pagam um preço por isso. A fábrica sueca de carros Volvo introduziu equipes autogeridas nas décadas de 1970 e 1980, o que melhorou a motivação e o moral, mas elas se tornaram proibitivamente caras. Mais grave do que isso, o trabalho em equipe foi criticado por substituir um tipo de pressão por outra. Embora as equipes possam ser autônomas, isso não significa que estejam isentas de estresse. O controle gerencial de cima para baixo é frequentemente substituído por uma pressão excessiva entre os componentes da equipe, que é de algum modo mais insidiosa.

Trabalho flexível

A natureza da maior parte das tarefas mudou significativamente nos últimos 25 anos. Novas tecnologias, mercados de trabalho mais dinâmicos, clientes mais exigentes e uma mudança no entendimento de como os indivíduos podem contribuir para o sucesso competitivo, tudo isso foi impactado. Mudou também nosso entendimento de como deve ser equilibrada a vida familiar, profissional e social. Formas alternativas de organização e atitudes alternativas de trabalho estão sendo procuradas; formas que permitam e encorajam um nível de flexibilidade na prática do trabalho que seja adequado ao nível de flexibilidade necessário no mercado de trabalho. A partir das perspectivas da administração de produção, três aspectos do trabalho flexível são significativos: flexibilidade de habilidades, flexibilidade de tempo e flexibilidade de localização.

■ **Flexibilidade de habilidades** – uma força de trabalho flexível que pode se movimentar entre várias tarefas diferentes pode ser implantada (ou implantar-se) em qualquer atividade com demanda em determinado momento. A curto prazo, os funcionários de um supermercado podem se mover das atividades de armazém para a reposição de prateleiras ou para os caixas, dependendo da necessidade no momento. No sentido mais de longo prazo, multi-habilidade significa ter condições de migrar de um conjunto de habilidades a outro uma vez que as tendências da demanda a prazo mais longo tornem-se óbvias. Por exemplo, um engenheiro que em um momento trabalhava na manutenção de equipamentos complexos, visitando os locais onde estavam instalados, pode agora desempenhar a maior parte de suas atividades usando diagnóstico remoto por computador e assistência por linha telefônica. A implicação da flexibilidade do trabalho é que se deve colocar *maior ênfase* em treinamento, aprendizagem e gestão do conhecimento. Definir que conhecimento e experiência são necessários para desempenhar tarefas particulares e transformar isso em atividades de treinamento são pré-requisitos claros para o estabelecimento eficaz de múltiplas habilidades.

■ **Flexibilidade de tempo –** nem todos os indivíduos desejam trabalhar em tempo integral. Muitas pessoas, geralmente por causa de responsabilidades familiares, preferem apenas trabalhar em tempo parcial, às vezes apenas durante partes do dia ou da semana (para cuidar dos filhos etc.). Da mesma forma, empregadores podem não requerer o mesmo número de funcionários o tempo inteiro. Por exemplo, podem necessitar de funcionários extras em períodos de maior demanda. Unir a oferta de funcionários e a demanda por seu trabalho é o objetivo do "tempo flexível" ou dos sistemas de trabalho de tempo flexível. Esses podem definir o horário de trabalho de *núcleo* para cada trabalhador e permitir que outros horários sejam acumulados de forma flexível. Outros esquemas incluem horários anuais, uma solução para a gestão de capacidade física, assunto descrito no Capítulo 11.

■ **Flexibilidade de localização** – o balanço setorial do emprego mudou. O setor de serviços na maioria das economias desenvolvidas representa agora entre 70 e 80% de todo o emprego. Mesmo no setor industrial, a proporção de pessoas com empregos indiretos (os não diretamente engajados na fabricação de produtos) também aumentou significativamente. Um resultado de tudo isso é que o número de empregos sem "localização específica" aumentou. Localização específica significa que um emprego deve ocorrer em uma localização física. Assim, o trabalhador de uma loja deve trabalhar em uma loja e o trabalhador de uma linha de montagem deve trabalhar na linha de montagem. Contudo, muitas tarefas podem ser desempenhadas em qualquer local onde haja canais de comunicação com o restante da organização. A realização disso deu origem ao que é denominado teletrabalho, "trabalho flexível", "trabalho em casa", "trabalho móvel" ou *home office*, criando o "escritório virtual".

Comentário crítico

Há sempre grande diferença entre o que é tecnicamente possível e o que é organizacionalmente viável. O teletrabalho apresenta seus problemas. Em particular, aqueles que negam ao indivíduo a chance de se encontrar com seus colegas frequentemente enfrentam dificuldades. Os problemas podem ser os seguintes:

■ *Falta de socialização* – escritórios são locais sociais onde as pessoas podem adotar a cultura de uma organização, bem como aprender entre si. É ingenuidade pensar que todo conhecimento pode ser codificado e aprendido formalmente a distância.

■ *Eficácia de comunicação* – grande parte da comunicação essencial que temos com nossos colegas não é planejada e é realizada cara a cara. Ocorre em "encontros casuais", mesmo assim importantes para espalhar a informação contextual, além de estabelecer informações específicas, necessárias para o trabalho.

■ *Solução de problema* – frequentemente, ainda é mais eficiente e eficaz pedir ajuda informal a colegas para resolver problemas do que estruturar uma solicitação formal usando tecnologia de comunicações.

■ *É um trabalho solitário* – o isolamento entre os trabalhadores móveis ou que atuam em casa é um problema real. Para muitos de nós, o local de trabalho fornece o principal foco de interação social. Uma tela de computador não consegue substituir isso.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Yahoo luta contra o teletrabalho[12]

Quando Marissa Mayer, a nova chefe do Yahoo, decidiu que os funcionários da empresa não poderiam mais trabalhar em casa, mas deveriam ir ao escritório para trabalhar, houve horror em todo o Vale do Silício, e além dali. A notícia também provocou um debate sobre a quantidade de liberdade que os funcionários deveriam ter para decidir como, quando e onde deveriam realizar seu trabalho. Talvez o mais surpreendente foi que a decisão da Sra. Mayer pareceu contrariar a tendência, especialmente nas empresas de alta tecnologia, de permitir e até mesmo incentivar um certo grau daquilo que se tornou conhecido como "teletrabalho" (definido como "a prática de trabalhar em casa para uma empresa e comunicar-se através do uso de um computador pessoal e sistemas de comunicação"). Pesquisas mostraram recentemente que o trabalho em casa em alguns setores, especialmente sistemas de informação, engenharia e ciência, estava aumentando de modo especialmente rápido. Além disso, visto que muitas dessas empresas de tecnologia produziram o *hardware* e o *software* que possibilitam o

trabalho de casa, parecia sensato deixar seus funcionários usá-los. Como dizia uma manchete, "*a mentalidade* 'das *9 às 5' está morta*". E não é surpreendente que o teletrabalho seja popular; ele tem uma série de vantagens para as empresas. Primeiro, é popular com a maioria do pessoal, por isso ajuda a reter (e ganhar acesso a um grupo maior de) talentos. Também se diz que melhora a produtividade, evitando o ambiente de trabalho às vezes sujeito a distrações. E, logicamente, como a equipe gasta menos tempo no escritório, isso pode ocasionar uma economia substancial de despesas gerais.

Talvez seja por isso que a decisão da Yahoo foi recebida de forma tão crítica ("Uma falha épica", "Hipócritas", "Idiotice" foram apenas algumas das reações). Mas não foi o receio de que seus funcionários ficassem sentados de pijama o dia inteiro que levou à sua decisão de enviar o memorando aos funcionários da Yahoo, proibindo o teletrabalho. O memorando vazado dizia que "*o hábito fez a empresa ficar mais lenta e tornou mais difícil haver encontros fortuitos que poderiam dar origem a novas ideias*", e era da inovação que vinha desses encontros que a empresa precisava. "*Todos nós podemos sentir a energia e a excitação em nossos escritórios*", explicou o memorando. Os defensores da Yahoo dizem que seus funcionários são pessoas altamente qualificadas, como projetistas e programadores, que precisavam de mais tempo junto com os colegas. Simplesmente, para a Yahoo, os custos do teletrabalho eram maiores do que seus benefícios. E há algumas desvantagens bastante admitidas em relação ao teletrabalho. Trabalhar em casa pode isolar tanto funcionários quanto gerentes que precisarão se esforçar para manter o contato. Na verdade, o teletrabalho pode ser difícil quando os funcionários exigem supervisão constante. Há também a questão da responsabilidade. É difícil saber ao certo se a equipe realmente está trabalhando em vez de assistir TV durante o dia. No entanto, uma proibição geral de trabalhar em casa ainda é incomum nos setores de alta tecnologia. E, após um ano da decisão original da Yahoo, havia algumas indicações de que, sob certas circunstâncias, o teletrabalho seria mais uma vez permitido.

Projetando o ambiente de trabalho

Um aspecto da ergonomia que já examinamos anteriormente diz respeito à interface que uma pessoa faz com os aspectos físicos de sua área de trabalho imediata, como suas dimensões. Mas o assunto também examina como as pessoas fazem interface com seu ambiente de trabalho, ou seja, com temperatura, iluminação, ruído e assim por diante. Certamente, isso influenciará a forma como suas funções são desempenhadas. Condições de trabalho que são muito quentes ou muito frias, pouco iluminadas ou excessivamente claras, ruidosas ou com silêncio irritante, influenciarão o modo como as tarefas são conduzidas. Muitas dessas questões são frequentemente cobertas pela legislação de saúde ocupacional e de segurança, que controla as condições dos ambientes de trabalho no mundo inteiro. Um entendimento profundo desse aspecto da ergonomia é necessário para se trabalhar sob as orientações dessa legislação.

Princípio de administração da produção

Projetar ambientes de trabalho é parte importante do projeto do trabalho.

Temperatura do ambiente de trabalho

Prever as reações dos indivíduos à temperatura do ambiente de trabalho não é simples. Os indivíduos variam no modo como seu desempenho e conforto se modificam com a temperatura. Além disso, a maioria de nós julga que a "temperatura" será também influenciada por outros fatores, como a umidade e o

movimento do ar. Todavia, alguns pontos gerais em relação às temperaturas do ambiente profissional fornecem orientação aos projetistas do trabalho:

■ Uma faixa de temperatura confortável dependerá do tipo de trabalho que está sendo feito; o trabalho mais leve requer temperaturas mais altas do que o trabalho mais pesado.

■ A eficácia das pessoas no desempenho de tarefas de vigilância é reduzida em temperaturas superiores a 29 °C; a temperatura equivalente para pessoas que praticam tarefas manuais é um pouco mais baixa.

■ As chances de ocorrerem acidentes aumenta em temperaturas superiores ou abaixo da faixa confortável para o trabalho envolvido.

Níveis de iluminação

A intensidade da iluminação necessária para o desempenho satisfatório de qualquer trabalho dependerá da natureza da tarefa. Algumas tarefas que envolvem movimento extremamente delicado e preciso, por exemplo, uma cirurgia, exigem níveis muito altos de iluminação. Outras tarefas menos delicadas não exigem esses níveis elevados. A Tabela 9.3 mostra os níveis de iluminação recomendados (medidos em lux) para várias atividades.

Níveis de ruído

Os efeitos prejudiciais dos níveis excessivos de ruído podem ser mais fáceis de entender do que alguns outros fatores ambientais. A perda de audição causada pelo ruído é uma consequência bem documentada dos ambientes de trabalho onde o ruído não é mantido abaixo de limites seguros. Os níveis de ruído de várias atividades são mostrados na Tabela 9.4. Ao ler essa lista, tenha em mente que o ruído máximo recomendado (e frequentemente legal) ao qual as pessoas podem estar sujeitas no trabalho diário é de 90 decibéis (dB) no Reino Unido (embora, em algumas partes do mundo, o nível legal seja inferior a esse). Também tenha em mente que a unidade de decibéis de ruído é baseada em uma escala logarítmica, o que significa que a intensidade de ruído duplica a cada 3 dB. Além dos efeitos prejudiciais dos altos níveis de barulho, o ruído intermitente e de alta frequência pode também afetar o desempenho no trabalho mesmo em níveis bem menores, especialmente em tarefas que requerem atenção e julgamento.[13]

Tabela 9.3 Exemplos de níveis de iluminação recomendados para várias atividades[14]

Atividade	Iluminância (lux)
Atividades normais em casa, iluminação geral	50
Forno em fábrica de vidro	150
Trabalho em escritório	500
Montagem de veículo	500
Revisão gráfica de provas	750
Acerto de cores em fábrica de tintas	1.000
Montagem eletrônica	1.000
Inspeção rigorosa em malharia	1.500
Inspeção de teste de engenharia usando pequenos instrumentos	3.000
Indústria relojoeira e manufatura de joias finas	3.000
Sala de cirurgia (iluminação local)	10.000–50.000

Tabela 9.4 Níveis de ruído de várias atividades

Ruído	Decibéis (dB)
Conversação calma	40
Tráfego leve a 25 metros	50
Escritório grande e movimentado	60
Rua de tráfego intenso	70
Britadeira a 20 metros	80
Fábrica de tecido	90
Serra circular – trabalho próximo	100
Rebitadeira – trabalho próximo	110
Decolagem de avião a jato a 100 metros	120

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Música durante o trabalho?[15]

A música de fundo no trabalho não é nova. Tem sido usada no local de trabalho há séculos. Já na época da Revolução Industrial, conta-se que orquestras e cantores seriam contratados ocasionalmente para se apresentar a trabalhadores nas fábricas mais silenciosas. Mais tarde, na década de 1940, a BBC lançou um programa de rádio chamado *Music While You Work* (música enquanto você trabalha). Transmitido duas vezes por dia, foi feito especialmente para os trabalhadores das fábricas. Os artistas contratados para tocar eram solicitados a "*tocar com um ritmo animado, que mantivesse a atenção dos trabalhadores*", acreditando-se que isso aumentaria a produtividade. Mas tocar música no trabalho nem sempre é liberado. No Reino Unido, por exemplo, a lei exige que as empresas que reproduzam músicas gravadas em público obtenham licenças da *Performing Right Society* (PRS), que cobra taxas e paga *royalties* aos compositores e suas gravadoras. Ouvir um dispositivo através de fones de ouvido, no entanto, é liberado. Mas a música ajuda ou atrapalha?

Alguns órgãos definitivamente pensam que isso ajuda. A Musicworks (que é uma organização apoiada pela PRS, e por isso não é exatamente independente) cita estudos que mostram que a música no local de trabalho promove o humor positivo, pode incentivar o espírito de equipe, melhorar a atenção e reduzir o número de acidentes de trabalho. Também pode, dizem eles, reduzir o número de dias de baixa por doença e aumentar a produtividade no local de trabalho. Um estudo feito por Teresa Lesiuk na University of Miami descobriu que os especialistas em TI que ouviam música completavam tarefas mais rapidamente e apresentavam melhores ideias do que aqueles que não o faziam. Mas nem todo mundo está convencido. "*Se as pessoas precisam de alto nível de concentração, isso pode ser uma distração*", diz a Dra. Carolyn Axtell, do Institute of Work Psychology. "*Quando as pessoas escolhem ouvir música pode haver efeitos positivos – pode ser relaxante e ajudar a evitar outras distrações, como o ruído ambiente. Mas quando isso é imposto, elas podem achar incômodo e estressante.*" No entanto, os indivíduos podem diferir em sua reação à música e os problemas ocorrem quando os interesses dos colegas se chocam. "*Você pode desviar o olhar se não quer ver algo, mas não pode fechar os ouvidos*", diz ela.

Em outro estudo, pesquisadores da London University estudaram a prática aparentemente comum de cirurgiões tocando música na sala de cirurgia (as *playlists* variavam de música clássica suave até *heavy metal* e *dance* eletrônica). Os pacientes não se queixavam, estando anestesiados, mas outros membros da equipe cirúrgica nem sempre ficavam felizes. A música pode prejudicar a comunicação em uma equipe cirúrgica, impedindo que membros da equipe ouçam as instruções. Pior ainda, quando os níveis de som são desiguais e uma nova faixa entra inesperadamente, ou se um cirurgião aumenta o volume quando sua música favorita aparece, outros membros da equipe podem ficar incomodados. Mas, apesar das descobertas às vezes conflitantes dos pesquisadores, surgem alguns temas:

■ O grau em que uma tarefa é "imersiva" faz diferença quando se avalia a eficácia da música no aumento do resultado produtivo. "Imersiva" refere-se à variabilidade e à demanda criativa da tarefa. Criar um trabalho inteiramente original a partir do zero, algo que exige muita criatividade, é tarefa "imersiva". Executar mais tarefas de rotina, como responder *e-mails*, não é. Quando a tarefa é rotineira, claramente definida e repetitiva, a música provavelmente é útil para a maioria das pessoas.

■ A música afeta seu humor. Aparentemente, o motivo do aumento da produtividade não vem do ruído de fundo da música em si, mas sim do humor melhorado que sua música favorita motiva. Em um estudo, especialistas em TI que ouviam música completavam suas tarefas mais rapidamente e apresentavam melhores ideias do que aqueles que não o faziam, porque a música melhorava seu humor.

■ Em escritórios abertos, onde a conversa de fundo pode ser demasiada para algumas pessoas, os fones de ouvido podem ajudá-las.

■ A música não ajuda a aprender. Ela tem efeito negativo na absorção e retenção de novas informações, pois isso requer muita atenção.

■ Ouvir música com letra, especialmente letras interessantes e/ou novas, prejudica a execução de tarefas imersivas. Ouvir a letra das músicas ativa o centro de linguagem do seu cérebro, de modo que tentar executar outras tarefas relacionadas à linguagem fica particularmente difícil.

(Sejamos claros: a maior parte deste livro foi escrita enquanto ouvia-se música.)

Ergonomia no escritório

À medida que o número de pessoas que trabalham em escritório (ou em locais parecidos com escritório) aumenta, os princípios ergonômicos vêm sendo cada vez mais aplicados a esse tipo de atividade. Ao mesmo tempo, a legislação vem avançando para abranger a tecnologia de escritório, como telas e teclados de computador. Por exemplo, as diretivas da União Europeia sobre trabalho em equipamento com tela de vídeo exigem que as organizações avaliem todas as estações de trabalho para reduzir os riscos inerentes a seu uso, planejem intervalos de descanso e mudança de atividade e forneçam informações e treinamento aos usuários. A Figura 9.9 ilustra alguns dos fatores ergonômicos que devem ser levados em consideração ao se projetarem trabalhos de escritório.

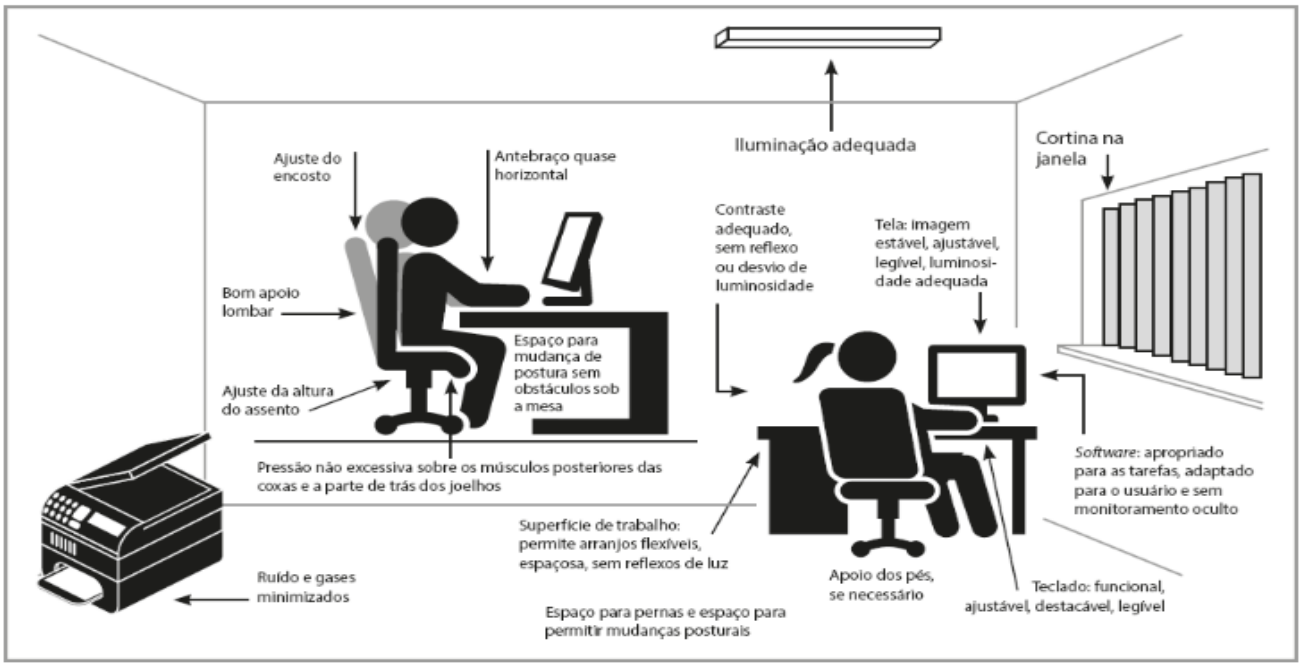


Figura 9.9 Ergonomia no ambiente de escritório.

ALOCAÇÃO DOS TEMPOS DE TRABALHO

Sem alguma estimativa do tempo necessário para completar uma atividade, não seria possível saber quanto trabalho alocar às equipes ou aos indivíduos, quando uma tarefa será concluída, quanto custa, se o trabalho está progredindo conforme a programação e muitas outras informações vitais necessárias para gerenciar qualquer operação. Sem alguma estimativa dos tempos de trabalho, os gerentes de produção ficam "às cegas". Ao mesmo tempo, não é necessário muito raciocínio antes de ficar claro que mensurar os tempos do trabalho deve ser difícil com qualquer grau de precisão ou confiança. O tempo que você leva para fazer qualquer tarefa dependerá de preparo, experiência, motivação as ferramentas apropriadas, condições ambientais, seu grau de cansaço e assim por diante. Assim, no mínimo, qualquer "medição" do tempo exigido por uma tarefa será uma estimativa. Será nosso "melhor palpite" de quanto tempo permitir para a tarefa. É por isso que denominamos esse processo de estimativa dos tempos de trabalho "alocação dos tempos de trabalho". Estamos alocando um tempo para concluir uma tarefa porque precisamos fazer isso para muitas decisões importantes de administração da produção. Por exemplo, os tempos de trabalho são necessários para:

- planejar quanto trabalho um processo pode desempenhar (sua capacidade);
- decidir quantos funcionários são necessários para concluir as tarefas;
- programar as tarefas individuais para pessoas específicas;
- balancear a alocação de trabalho nos processos (*veja* o Capítulo 7);
- custear o conteúdo de mão de obra de um produto ou serviço;
- estimar a eficiência ou a produtividade dos funcionários e/ou dos processos; e
- calcular o pagamento de bônus (menos importante do que já foi há algum tempo).

Não obstante a base teórica fraca da medição do trabalho, entender o relacionamento entre trabalho e tempo é parte muito importante do projeto do trabalho. A vantagem da medição estruturada e sistemática

do trabalho é que proporciona uma moeda comum para avaliação e comparação de todos os tipos de trabalho. Assim, se a alocação do tempo de trabalho for importante, como deverá ser feita? De fato, há um corpo de conhecimento e de experiência de longa data nessa área. Geralmente é denominado "medição do trabalho", embora, temos dito, "medição" possa ser considerado um indicador com falso grau de precisão. Formalmente, a medição do trabalho é definida como "o processo de estabelecer o tempo para um trabalhador qualificado, em nível definido de desempenho, para realizar determinado trabalho especificado". Embora não seja uma definição precisa, geralmente concorda-se que um *trabalho especificado* é aquele cujas especificações foram estabelecidas para definir a maioria dos aspectos do trabalho. *Trabalhador qualificado* é "aquele aceito por ter os atributos físicos, inteligência, experiência, formação técnica e conhecimento necessários para desempenhar a tarefa em padrões satisfatórios de segurança, qualidade e quantidade". Desempenho padronizado é a "taxa de produção que trabalhadores qualificados atingirão sem esforço físico excessivo como média do dia de trabalho, desde que estejam motivados para se empenharem no seu trabalho".

Técnicas de medição do trabalho

Houve um tempo em que a medição do trabalho estava firmemente associada à imagem de um homem "especialista em eficiência", em "tempos e movimentos" ou "fixação de índices", que vagava pelas fábricas com um cronômetro, procurando economizar alguns centavos. Embora essa ideia de medição do trabalho tenha (quase) desaparecido, o uso de cronômetro para estabelecer um tempo básico para um trabalho é ainda relevante e usado em uma técnica denominada "estudo de tempos". O estudo de tempos e o tópico geral de medição do trabalho são tratados no Suplemento deste capítulo – Estudo do trabalho.
Assim como o estudo de tempos, há outras técnicas de medição do trabalho em uso:

■ *Síntese de dados elementares* é uma técnica de medição do trabalho para desenvolver o tempo de um trabalho em nível de desempenho definido pelos tempos obtidos previamente de estudos de outros trabalhos que continham os elementos concernentes ou decorrentes de dados sintéticos.

■ *Sistemas de tempos e movimentos predeterminados* é uma técnica de medição do trabalho em que os tempos estabelecidos para movimentos humanos básicos (classificados conforme a natureza do movimento e as condições sob as quais a medição é feita) são usados para estabelecer o tempo de um trabalho a um nível de desempenho definido.

■ *Estimativa analítica* é uma técnica de medição do trabalho que constitui um desenvolvimento da estimativa pelo qual o tempo exigido para executar os elementos de um trabalho a um nível definido de desempenho é estimado a partir do conhecimento e da experiência dos elementos envolvidos.

■ *Amostragem da atividade* é uma técnica em que grande número de observações instantâneas são feitas em determinado período de tempo sobre um grupo de máquinas, processos ou trabalhadores. Cada observação registra o que está ocorrendo em determinado instante e a porcentagem de observações gravadas de uma atividade específica ou atraso é uma medida da porcentagem de tempo durante o qual ocorre essa atividade ou atraso.

Comentário crítico

As críticas à medição do trabalho são muitas e diversas. Entre as mais comuns estão as seguintes:

■ Todas as ideias nas quais o conceito de tempo padronizado se baseia são impossíveis de definir precisamente. Como alguém pode claramente definir trabalhadores qualificados, tarefas especificadas ou especialmente um nível definido de desempenho?

■ Mesmo se alguém tenta fazer essas definições, tudo isso resulta em uma definição de trabalho excessivamente rígida. A maioria dos trabalhos modernos requer algum elemento de flexibilidade que é difícil de alcançar com tarefas rigidamente definidas.

■ Usar cronômetros para medir tempos das pessoas é degradante e, geralmente, contraproducente. No mínimo é intrusivo e, na pior situação, torna as pessoas "objetos de estudo".

■ O procedimento de avaliação implícito no estudo de tempos é subjetivo e, geralmente, arbitrário. Não há outra base além da opinião da pessoa que conduz o estudo.

■ O estudo de tempos, especialmente, é muito fácil de manipular. É possível que os funcionários se baseiem em "tempos anteriores" para atingir determinado custo. Além disso, funcionários experientes podem "encenar um espetáculo" para manipular a pessoa que registra os tempos.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

Por que as pessoas são tão importantes na administração da produção?

■ Os recursos humanos são o maior ativo de qualquer organização e, assim, de qualquer operação. Geralmente, a maioria dos "recursos humanos" se encontra na função produção.

Como os gerentes de produção contribuem para a estratégia de recursos humanos?

■ A estratégia de recursos humanos é a abordagem global a longo prazo para assegurar que os recursos humanos de uma organização forneçam vantagem estratégica. Consiste em identificar o número e o tipo de pessoas que são necessárias para gerenciar e desenvolver a organização de modo que atenda a seus objetivos empresariais estratégicos e acione os programas e as iniciativas que atraem, desenvolvem e retêm funcionários apropriados.

Como pode ser organizada a função produção?

■ Podem-se assumir várias perspectivas nas organizações. Como ilustramos, as organizações dizem muito sobre as suposições básicas do que uma "organização" é. Por exemplo, as organizações podem ser descritas como máquinas, organismos, cérebros, culturas ou sistemas políticos.

■ A relação entre os papéis de "supervisão" e "linha" na operação pode ser modelada por meio das quatro perspectivas da estratégia de produção, que foram discutidas no Capítulo 3.

■ Há um número quase infinito de estruturas organizacionais possíveis. A maioria dessas estruturas é composta de dois ou mais "tipos puros" como: a forma U, a forma M, formas matriciais, a forma N.

Como projetamos as funções e tarefas de trabalho?

■ Há muitas influências sobre como o trabalho é projetado. Entre elas estão: divisão do trabalho, administração científica, estudo do método, medição do trabalho, ergonomia, abordagens comportamentais, incluindo rotação, alargamento e enriquecimento de tarefas, *empowerment*, trabalho em equipe e trabalho flexível (incluindo "teletrabalho").

Como são alocados os tempos de trabalho?

■ O método mais conhecido é o estudo de tempos, mas há outras técnicas de medição do trabalho, como síntese de dados elementares, sistemas de tempos e movimentos predeterminados, estimativa analítica e amostragem de atividade.

ESTUDO DE CASO

Grace enfrenta (três) problemas

Grace Whelan, sócia-gerente da McPherson Charles, ficou intrigada. Três de suas equipes mais bem-sucedidas pareciam enfrentar problemas semelhantes com seus funcionários, mesmo que cada equipe tivesse tarefas, processos e tipos de pessoal muito diferentes. Todos os anos, a empresa consultava toda a equipe para avaliar seus pontos de vista, níveis de satisfação com seus empregos e necessidades de desenvolvimento. Foram os resultados da última pesquisa que surpreenderam Grace. "*Os resultados da pesquisa são realmente surpreendentes. Ainda no ano passado tudo parecia bem. Agora, o moral claramente caiu nas três equipes. No entanto, os sócios que lideram todas essas equipes são de primeira linha. Advogados fantásticos e bons líderes.*"

McPherson Charles, com sede em Bristol, no oeste da Inglaterra, cresceu rapidamente até se tornar um dos maiores escritórios de advocacia da região, com 21 sócios e cerca de 400 funcionários. Três anos antes, a empresa se reorganizou em 15 equipes, cada uma liderada por um "sócio principal" e especializada em praticar um tipo de Direito. Esta provou ser uma boa estrutura organizacional, o que incentivou as equipes a se organizar adequadamente para o tipo de clientes com quem tratavam. Em especial, três equipes se destacaram sob essa estrutura: "direito de família", "propriedade" e "cobrança". Agora, eram essas mesmas equipes que mostravam sinais de insatisfação.

Antes que os resultados da pesquisa fossem publicados para todos os funcionários, Grace sabia que precisaria elaborar algum tipo de resposta às questões levantadas. Ela decidiu se encontrar com cada um dos principais sócios nas três equipes. A primeira pessoa com quem decidiu conversar foi Simon Reece, que liderava a equipe de direito de família. Antes de fazer isso, ela explicou o que a equipe de Simon fazia.

Direito de família

"*Eles são chamados de equipe de 'direito de família', mas, basicamente, o que fazem é ajudar as pessoas a passar pelo trauma do divórcio, separação e rompimento. Seus maiores clientes de 'alto valor' vêm a eles por recomendação boca a boca. No ano passado, tinham quase uma centena desses clientes 'de alto valor' e todos valorizavam o toque pessoal que a equipe podia dar, conhecendo-os bem e passando tempo com eles para entender os aspectos muitas vezes 'ocultos' de seus casos. Claro, nem todos os seus clientes são super-ricos. Cerca de um terço da receita anual com direito de família vem de aproximadamente 750 casos de divórcio e aconselhamento relativamente rotineiros*".

Simon foi franco sobre a diminuição dos níveis de satisfação do pessoal em sua equipe. "*O problema é que trabalhar com os clientes de 'alto valor' é simplesmente mais divertido e mais gratificante que a rotina 'arroz com feijão'. Então, meu pessoal que faz esse tipo de trabalho, geralmente os mais experientes, não quere assumir as coisas de rotina. Com casos de 'alto valor', você deve poder separar os problemas pessoais dos negócios. Entrevistar esses clientes não pode ser algo corrido. Eles costumam ser pessoas ricas e com ativos complexos. Muitas vezes, temos que largar tudo e sair para bem longe a fim de conhecer e discutir sua*

situação. Não há procedimentos padrão, cada cliente é diferente e todos devem ser tratados individualmente. Então, temos uma equipe de indivíduos que aceita o desafio toda vez e oferece um ótimo serviço. Em contrapartida, o trabalho de rotina é muito menos interessante, mas às vezes muito angustiante. Os novatos, que costumam assumir os casos de rotina, às vezes podem sentir-se como 'cidadãos de segunda classe'. Muitos deles gostariam de obter mais experiência com o complexo trabalho de alto valor, mas não posso correr o risco de lhes dar esse grau de responsabilidade, pois o trabalho é muito valioso. Além disso, francamente, os mais antigos, que lidam com o trabalho de alto valor, não querem abrir mão de seu trabalho mais glamoroso. Tenho tentado me certificar de que todos na minha equipe, caso desejem, tenham uma mistura de trabalho interessante e rotineiro ao longo do ano. É a única forma de desenvolvê-los a longo prazo. Devemos encorajá-los a exercitar e desenvolver seu julgamento profissional. Eles estão autorizados a lidar com os problemas pessoalmente ou chamar um dos membros mais antigos da equipe para obter ajuda, caso seja apropriado. É importante dar-lhes esse tipo de responsabilidade para que se vejam como parte de uma equipe. Mas ainda há tensões entre funcionários mais experientes e os novatos. Estamos pensando em adotar um arranjo de escritório aberto, centrado em nossa biblioteca especializada de jurisprudência familiar, para tentar incentivar uma cooperação maior."

Cobrança

Grace estava menos preocupada com a equipe de cobrança, liderada por Hazel Lewis. "*A equipe de cobrança tem sido a nossa melhor história de sucesso. Eles cresceram muito mais rápido do que qualquer outra parte da empresa, e muito disso se deve a Hazel. Ela fornece um serviço-chave para a nossa base de clientes comerciais. Seu principal trabalho consiste em lidar com cobranças coletivas de dívidas. O grupo possui 17 clientes dos quais cinco fornecem 85% do volume total. Trabalha em estreita colaboração com os departamentos de contas das empresas clientes e desenvolveu uma abordagem semiautomática para cobrança de dívidas. É um ótimo serviço que a Hazel automatizou em grande parte*."

Hazel lidera a equipe de cobrança desde que esta foi criada há quatro anos. Além de ser a sócia encarregada da cobrança, excepcionalmente ela e seu assistente eram os únicos advogados qualificados na equipe. "*Nossos problemas na equipe de cobrança não acontecem realmente por causa de tensões ou disputas internas. Em geral, nosso pessoal está feliz com o que faz e com a forma como é supervisionada. A questão é apenas que somos muito diferentes do restante da empresa. Além de mim e Raymond* [seu assistente], *todos os outros membros da equipe são técnicos que cuidam e desenvolvem os sistemas que usamos, ou as pessoas que trabalharam no processamento ou nos* call centers *antes de chegarem até nós. E entre nós, desenvolvemos uma operação inteligente aqui. Nosso pessoal entra com os dados recebidos de seus clientes no sistema, e a partir desse ponto tudo prossegue através de um processo predefinido: cartas são produzidas, consultas respondidas e, eventualmente, dívidas coletadas, em última instância através de processos judiciais, se for preciso. O trabalho costuma vir em lotes de clientes e varia de acordo com a época do ano e as atividades de vendas do cliente. No momento, as coisas estão bastante estáveis; tivemos quase 900 novos casos para tratar na semana passada. Os detalhes de cada caso são enviados pelo cliente; nosso pessoal insere os dados em nossas telas e configura um sistema diário padrão para enviar cartas. Algumas pessoas respondem rapidamente à primeira carta e muitas vezes o caso é encerrado dentro de uma semana ou mais, outras pessoas ignoram as cartas e, dessa forma, iniciamos os processos judiciais. Sabemos exatamente o que é necessário para as negociações judiciais e temos um processo muito bom para garantir*

que toda a documentação correta esteja disponível no dia. Nosso problema é que o restante da empresa não nos vê como 'advogados normais', e eles estão certos, não somos. Mas fica difícil para eles ser desprezados o tempo todo. Nossa estrutura salarial é diferente, nosso esquema de bônus é diferente e a forma como medimos o desempenho é diferente. Mas há uma solução. Visto que nos expandimos tanto, precisamos de mais espaço do que aquele disponível neste prédio. Acho que devemos pensar em mudar a equipe de cobrança. Há um ótimo local perto do aeroporto que poderia ser expandido no futuro, se necessário. Realmente, não há motivo algum para ficarmos próximos das outras equipes."

Propriedade

A equipe de "propriedade" era uma das maiores partes da empresa e estava bem estabelecida no mercado local, com excelente reputação por ser rápida, amigável e oferecer uma boa relação qualidade-preço. A maior parte do seu trabalho era "doméstico", agindo para pessoas que compram ou vendem sua casa, ou sua segunda casa. Cada cliente era alocado a um advogado, que se tornava seu principal ponto de contato. Mas, dado que podiam ter até uma centena de clientes domésticos por semana, a maior parte do trabalho era efetivamente realizada pelo restante da equipe de funcionários "paralegais" (funcionários com menos qualificações que um advogado totalmente qualificado) nos bastidores.

Kate Hutchinson, que liderava a equipe da propriedade, estava orgulhosa do processo que ela e sua equipe haviam montado. "*Existe um processo relativamente padrão para vendas e compras de propriedades domésticas e pensamos que somos bastante eficientes na gestão desses cargos padrão. Nosso processo possui quatro estágios, um relacionado a pesquisas de registro de terras, um ligado a bancos que fornecem o financiamento da hipoteca, um para garantir que as pesquisas sejam concluídas e uma seção que finaliza o processo inteiro até a conclusão. Acreditamos que esse grau de especialização pode nos ajudar a alcançar a eficiência que está se tornando importante à medida que o mercado fica mais competitivo. Nosso problema particular é que, cada vez mais, também estamos começando a assumir cargos 'mais específicos'. São coisas como arranjos de 'renegociação de hipotecas' e funções exclusivas e bastante complexas, onde um credor hipotecário transfere um conjunto complexo de ativos de empréstimo para outro credor. Esses trabalhos 'especiais' são sempre mais complexos do que o trabalho habitual e não são populares com nossos funcionários. Eles nem sempre se encaixam facilmente em nosso processo padrão, e interrompem a rotina de trabalho. Por exemplo, às vezes há ocasiões em que a conclusão rápida é particularmente importante e isso pode nos atrapalhar um pouco.*"

Grace estava mais preocupada com a equipe de propriedade do que Kate parecia estar. A empresa havia recentemente formado parcerias com dois grandes construtores especulativos, que tratavam de "vendas de lotes" especiais e também seriam classificadas por Kate como "especiais", fora do padrão. Grace sabia que todas essas "especialidades" envolviam muito trabalho e podiam ocupar vários membros da equipe por um tempo. Mas elas eram uma importante fonte de receita. Atualmente, a equipe estava lidando com até 25 clientes "especiais" a cada semana, e isso certamente aumentaria. Grace suspeitava que Kate tivesse se enganado ao tentar seguir o mesmo processo usado nos trabalhos domésticos normais. Será que tentar fazer coisas diferentes com o mesmo processo teria sido a causa da insatisfação na equipe?

QUESTÕES

1. Quais são os problemas de pessoal de cada uma das três equipes?
2. Quais são os "serviços" individuais oferecidos por cada uma das três equipes?

3. Como você descreveria o processo de cada equipe em termos do trabalho de seu pessoal?

4. Na sua opinião, o que cada líder de equipe deveria fazer para tentar contornar os problemas de sua equipe?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Um hotel possui duas alas, uma leste e outra oeste. Cada ala possui quatro camareiras que trabalham em turnos de sete horas para arrumar os quartos todo dia. A ala leste possui 40 quartos padronizados, 12 quartos de luxo e 5 suítes. A ala oeste possui 50 quartos padronizados e 12 quartos de luxo. O tempo padrão para arrumar os quartos é: 20 minutos para quartos padronizados, 25 minutos para quartos de luxo e 40 minutos para suítes. Além disso, uma tolerância de 5 minutos é dada para qualquer trabalho extra, como levar itens extras para os quartos ou lidar com pedidos de clientes. Qual a produtividade das camareiras em cada ala do hotel? Que outros fatores podem também influenciar a produtividade das camareiras?

2 No mesmo exemplo, uma das camareiras da ala oeste deseja dividir o trabalho com sua companheira, cada uma trabalhando três horas por dia. Suas colegas concordaram em apoiá-la e irão garantir que o serviço prestado em todos os quartos da ala oeste permaneçam com o mesmo padrão todos os dias. Se conseguirem, como isso terá afetado sua produtividade?

3 *Etapa 1* – Faça um sanduíche de qualquer tipo, preferencialmente um que você goste, e registre as tarefas que você teve que desempenhar para concluir o trabalho. Assegure-se de ter incluído todas as atividades, não esquecendo a movimentação dos materiais (pão etc.) indo e vindo da mesa de trabalho.

Etapa 2 – Seus amigos ficaram tão impressionados com a aparência geral de seu sanduíche que o convenceram a preparar um para cada um deles todos os dias. Você tem dez amigos e, assim, terá que fazer dez sanduíches idênticos (para evitar disputas). Como você mudaria seu método de preparar os sanduíches para acomodar esse volume maior?

Etapa 3 – A fama de seus sanduíches se espalhou. Você agora decidiu começar um negócio de fabricação de vários tipos diferentes de sanduíches em alto volume. Projete os trabalhos de duas ou três pessoas que irão ajudá-lo nessa empreitada. Suponha que os volumes serão de, no mínimo, 100 sanduíches de três tipos diferentes, todos os dias.

4 Um departamento pouco conhecido de seu município possui a responsabilidade de manter limpa a área de banheiros públicos. Emprega dez pessoas que são encarregadas, cada uma, de visitar um certo número de banheiros, limpá-los e reportar qualquer conserto necessário, todos os dias. Prepare uma lista de ideias de como você manteria essas pessoas motivadas e comprometidas a desempenhar, da melhor forma possível, essa tarefa desagradável.

5 Visite um supermercado e observe os funcionários que trabalham nos caixas:

(a) Que tipo de habilidades os funcionários precisam ter nessa função?

(b) Quantos consumidores por hora são capazes de "processar"?

(c) Que oportunidades existem para enriquecimento do trabalho nessa atividade?

(d) Como você garantiria motivação e comprometimento entre os funcionários que exercem esse tipo de trabalho?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

ARGYRIS, C. Empowerment: the emperor's new clothes. *Harvard Business Review*, May/June 1998.

Uma visão crítica, embora fascinante, sobre *empowerment*.

BOCK, L. *Work rules!* Insights from inside Google that will transform how you live and lead. London: John Murray, 2015.

Abrangendo muito mais do que este capítulo, não obstante, é um livro atraente, que oferece *insight* para uma firma se tornar atraente.

BOND, F.W.; BUNCE, D. Job control mediates change in a work reorganization intervention for stress reduction. *Journal of Occupational Health Psychology*, v. 6, p. 290-302, 2001.

Artigo acadêmico interessante sobre as questões de estresse.

BRIDGER, R. *Introduction to ergonomics*. London: Taylor & Francis, 2003.

Exatamente o que diz o título, uma introdução (boa) à ergonomia.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. *Ergonomics for beginners*: a quick reference guide, 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

Boas orientações práticas sobre a remoção, do local de trabalho, de estresses físicos e mentais causados por um trabalho ou projeto ambiental fraco.

HACKMAN, R.J.; OLDHAM, G. *Work redesign*. Reading: Addison-Wesley, 1980.

Um pouco desatualizado, embora inovador em seu tempo e, com certeza, influente.

HERZBERG, F. One more time: how do you motivate employees? [com comentário retrospectivo]. *Harvard Business Review*, Jan. 1987.

Visão interessante de um dos autores mais influentes da abordagem comportamental para a escola de projeto do trabalho.

LANTZ, A.; BRAV, A. Job design for learning in work groups. *Journal of Workplace Learning*, v. 19, n. 5, p. 269-285, 2007.

Outro artigo acadêmico, porém voltado para a questão importante do aprendizado como objetivo de projeto do trabalho.

Suplemento do Capítulo 9

ESTUDO DO TRABALHO

INTRODUÇÃO

Conta-se que Frank Gilbreth (fundador do estudo do método) participou de uma conferência científica com um artigo intitulado "A melhor maneira de vestir-se de manhã". Em sua apresentação, ele deixou a audiência científica perplexa ao analisar a "melhor" maneira de abotoar o colete de manhã. Entre suas conclusões, o colete devia ser abotoado de baixo para cima (para tornar mais fácil arrumar a gravata no mesmo movimento; abotoar de cima para baixo requer que as mãos sejam novamente levantadas). Pense nesse exemplo se deseja entender a administração científica e particularmente o estudo do método. Em primeiro lugar, ele está bastante correto. O estudo do método e outras técnicas da administração científica podem, frequentemente, não necessitar de qualquer validação intelectual ou científica, embora funcionem em geral de acordo com suas próprias condições. Em segundo lugar, Gilbreth chegou a sua conclusão por uma análise sistemática e crítica dos movimentos que eram necessários para realizar o trabalho. Novamente, essas são características da administração científica – análise detalhada e exame sistemático cuidadoso. Terceiro (e, possivelmente, mais importante), os resultados são relativamente triviais. Foi necessário muito esforço para se chegar a uma conclusão que, improvavelmente, tivesse quaisquer consequências que fizessem a terra tremer. De fato, uma das críticas à administração científica, desenvolvida no início do século XX, é que ela se concentrava em objetivos relativamente limitados e, às vezes, triviais.

Entretanto, a responsabilidade por sua aplicação passou dos funcionários especializados em "tempos e movimentos" para funcionários que podiam usar tais princípios para melhorar o que faziam e como faziam. Além disso, alguns dos métodos e técnicas da administração científica, ao contrário de sua filosofia (especialmente aqueles que aparecem nos títulos como "estudo do método"), podem mostrar na prática que são úteis para reexaminar criticamente os projetos de trabalho. É a praticidade dessas técnicas que, possivelmente, explica por que elas ainda são influentes no projeto de trabalho quase um século após sua origem.

ESTUDO DO MÉTODO NO PROJETO DO TRABALHO

Estudo do método é uma abordagem sistemática para encontrar o melhor método. São seis etapas:

1. Selecione o trabalho a ser estudado.
2. Registre todos os fatos relevantes do método atual.
3. Examine os fatos criticamente e em sequência.

4. Desenvolva o método mais prático, econômico e eficaz.
5. Implante o novo método.
6. Mantenha o método verificando-o periodicamente em uso.

Etapa 1 – Selecione o trabalho a ser estudado

A maioria das operações tem muitas centenas e, possivelmente, milhares de trabalhos discretos e atividades que podem estar sujeitos ao estudo. A primeira etapa do estudo do método é selecionar as tarefas a serem estudadas que darão maior retorno sobre o investimento do tempo dedicado a estudá-las. Isso significa que é improvável que valha a pena estudar as atividades que, por exemplo, possam ser descontinuadas em breve ou que sejam desempenhadas apenas ocasionalmente. Por outro lado, os tipos de trabalho que devem ser estudados como questão de prioridade são aqueles que, por exemplo, parecem oferecer o maior escopo para melhoria ou que estão causando gargalos, atrasos ou problemas na operação.

Etapa 2 – Registre todos os fatos relevantes do método atual

Há muitas técnicas de registro diferentes no estudo do método. A maioria delas:
- registra a sequência das atividades do trabalho;
- registra o inter-relacionamento de tempo das atividades do trabalho; ou
- registra o percurso do movimento de alguma parte do trabalho.

Talvez a técnica de registro mais comumente usada no estudo do método seja o mapeamento do processo, que foi discutido no Capítulo 4. Observe que estamos aqui registrando o método atual de fazer o trabalho. Parece estranho dedicar tanto tempo e esforço a registrar o que está acontecendo atualmente quando, afinal, o objetivo do estudo do método é idealizar um método melhor. A razão para isso é que, primeiramente, registrar o método atual pode dar um *insight* bem maior do próprio trabalho, podendo ocasionar novas formas de fazê-lo. Segundo, registrar o método atual é um bom ponto de partida para avaliá-lo criticamente e, assim, melhorá-lo. Nesse último ponto, a suposição é que é mais fácil melhorar o método a partir do método atual e, depois, criticá-lo em detalhe, do que começar com uma "folha de papel em branco".

Etapa 3 – Examine os fatos

Provavelmente este seja o estágio mais importante do estudo do método, e a ideia aqui é examinar o método atual profunda e criticamente. Isso é frequentemente feito usando a denominada "técnica de questionamento". Essa técnica tenta detectar os pontos fracos no raciocínio usado para os métodos existentes, de modo que métodos alternativos possam ser desenvolvidos (*veja* a Tabela S9.1). A abordagem pode parecer ligeiramente detalhada e tediosa, embora seja fundamental para a filosofia de estudo do método – tudo deve ser criticamente examinado. Entendendo a tendência natural de ser menos rigorosas nesta fase, algumas empresas usam formulários prontos, fazendo essas perguntas e deixando espaço para respostas formais e/ou justificativas que o projetista do trabalho deve completar.

Tabela S9.1 Técnica de questionamento do estudo do método

Questão ampla	Questão detalhada
O propósito de cada atividade (questiona a necessidade fundamental para o elemento)	■ O que é feito? ■ Por que é feito? ■ O que mais pode ser feito? ■ O que deveria ser feito?
O local em que cada elemento é feito (pode sugerir uma combinação de certas atividades ou operações)	■ Onde é feito? ■ Por que é feito lá? ■ Onde mais pode ser feito? ■ Onde deveria ser feito?
A sequência em que os elementos são feitos (pode sugerir uma mudança na sequência da atividade)	■ Quando é feito? ■ Por que é feito agora? ■ Quando deveria ser feito?
A pessoa que faz a atividade (pode sugerir uma combinação e/ou mudança na responsabilidade ou na sequência)	■ Quem faz? ■ Por que essa pessoa faz? ■ Quem mais poderia fazer? ■ Quem deveria fazer?
Os meios pelos quais cada atividade é feita (pode sugerir novos métodos)	■ Como é feito? ■ Por que é feito desse modo? ■ De que outra forma poderia ser feito? ■ Como deveria ser feito?

Etapa 4 – Desenvolva um novo método

O exame crítico anterior dos métodos atuais provavelmente indicou algumas mudanças e melhorias. Esta etapa consiste em levar essas ideias adiante na tentativa de:

■ eliminar totalmente partes da atividade;

■ combinar os elementos;

■ mudar a sequência de eventos de modo a melhorar a eficiência do trabalho; ou

■ simplificar a atividade para reduzir o conteúdo do trabalho.

Uma ajuda útil durante esse processo é preparar um *checklist* com os princípios revisados da economia do movimento. A Tabela S9.2 ilustra isso.

Tabela S9.2 Princípios da economia do movimento

Princípio amplo	Como fazer
Use o corpo humano do modo que funciona melhor	■ O trabalho deve ser organizado de modo que um ritmo natural possa tornar-se automático. ■ O movimento do corpo deve ser simultâneo e simétrico, se possível. ■ A plena capacidade do corpo humano deve ser empregada. ■ Braços e mãos, como pesos, estão sujeitos às leis físicas e a energia deve ser conservada. ■ As tarefas devem ser simplificadas.
Organize o local de trabalho para ajudar o desempenho	■ Deve haver um local definido para todos os equipamentos e materiais. ■ Os equipamentos, os materiais e os controles devem estar localizados próximos ao ponto de uso. ■ Os equipamentos, os materiais e os controles devem estar localizados de modo a permitir a melhor sequência e percurso dos movimentos. ■ O local de trabalho deve estar ajustado às tarefas e às capacidades humanas.
Use a tecnologia para reduzir o esforço humano	■ O trabalho deve ser feito precisamente onde necessário. ■ As orientações devem ajudar no posicionamento do trabalho sem que o operador precise de atenção contínua. ■ Os controles e os dispositivos operados com o pé podem aliviar as mãos do trabalho. ■ Os dispositivos mecânicos podem multiplicar as habilidades humanas. ■ Os sistemas mecânicos devem estar ajustados ao uso humano.

Fonte: Adaptada de BARNES, Frank C. Principles of motion economy: revisited, reviewed and restored. *Proceedings of the Southern Management Association Annual Meeting*. Atlanta, 1983. p. 298.

Etapas 5 e 6 – Instale o novo método e o mantenha regularmente

A abordagem do estudo do método para a implantação de novas práticas de trabalho concentra-se largamente no "gerenciamento do projeto" do processo de implantação. Também enfatiza a necessidade de monitorar regularmente a eficácia dos projetos de trabalho após terem sido implantados.

MEDIÇÃO NO PROJETO DO TRABALHO

Tempos básicos

A terminologia é importante na medição do trabalho. Quando um *trabalhador qualificado* está operando em um *trabalho específico* de *desempenho padronizado*, o tempo que ele demora em executar a tarefa é denominado tempo básico do trabalho. Os tempos básicos são úteis porque são os "blocos de construção" da estimativa do tempo. Com os tempos básicos para várias tarefas diferentes, um gerente de produção pode construir uma estimativa de tempo para qualquer atividade mais longa que seja constituída dessas tarefas. A técnica mais conhecida para estabelecer tempos básicos é, provavelmente, o estudo do tempo.

Estudo do tempo

O estudo do tempo é "uma técnica de medição do trabalho destinada a registrar os tempos e a taxa de trabalho para os elementos de um trabalho específico, realizado sob condições específicas, e a analisar os dados a fim de obter o tempo necessário para realizar o trabalho a determinado nível de desempenho". A técnica exige três etapas para derivar os tempos básicos para os elementos do trabalho:

- observar e medir o tempo necessário para desempenhar cada elemento do trabalho;
- ajustar ou "normalizar" cada tempo observado;
- tirar a média dos tempos ajustados para derivar o tempo básico para o elemento.

Etapa 1 – Observar, medir e avaliar

Um trabalho é observado ao longo de vários ciclos. Cada vez que se desempenha um elemento do trabalho, seu tempo é medido com um cronômetro. Simultaneamente com a observação do tempo, é registrada uma avaliação do desempenho (percebido) da pessoa que faz o trabalho. Avaliar é "o processo de estimar a taxa de trabalho em relação ao conceito do observador, correspondente ao desempenho padronizado. O observador pode levar em consideração, separado ou em conjunto, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, como velocidade do movimento, esforço, destreza, consistência etc.". Há várias formas de registrar a avaliação do observador. A mais comum segue uma escala que usa uma taxa de 100 para representar o desempenho padronizado. Se o observador avalia uma observação específica do tempo para desempenhar um elemento de trabalho como 100, o tempo observado é o tempo real que alguém trabalhando em desempenho padronizado levaria.

Etapa 2 – Ajustar os tempos observados

O ajuste para normalizar o tempo observado é o seguinte:

$$\frac{\text{Índice observado}}{\text{Índice padronizado}}$$

em que o índice padronizado é 100 na escala de avaliação comum que estamos usando. Por exemplo, se o tempo observado for de 0,71 minuto e o índice observado, de 90, então:

$$\text{Tempo básico} = \frac{0.71 \times 9}{100} = 0{,}64 \text{ min}$$

Etapa 3 – Tirar a média dos tempos básicos

Não obstante os ajustes feitos nos tempos observados mediante mecanismos de avaliação, cada tempo básico calculado separadamente não será o mesmo. Isso não se dá necessariamente em função da imprecisão do índice ou mesmo da inexatidão do próprio procedimento de avaliação; é um fenômeno natural do tempo ocorrido no desempenho das tarefas. Nenhuma atividade humana pode ser repetida *exatamente* no mesmo tempo ou em todas as ocasiões.

Tempos padronizados

O tempo padronizado para um trabalho é uma extensão do tempo básico e tem uso diferente. Enquanto o tempo básico para um trabalho é uma parte da informação que pode ser usada como a primeira etapa para estimar o tempo de desempenho de um trabalho sob ampla variedade de condições, o tempo padronizado refere-se ao tempo *permitido* para o trabalho sob circunstâncias específicas. Isso ocorre porque o tempo padronizado inclui concessões que refletem o descanso e o relaxamento permitidos em razão das condições sob as quais o trabalho é desempenhado. Assim, o tempo padronizado para cada elemento consiste principalmente em duas partes, o tempo básico (o tempo necessário para um trabalhador qualificado executar um trabalho específico em desempenho padronizado) e uma concessão (que é acrescentada ao tempo básico para permitir momentos de descanso, relaxamento e necessidades pessoais).

Concessões

Concessões são acréscimos ao tempo básico a fim de se dar ao trabalhador a oportunidade de se recuperar dos efeitos físicos e psicológicos da realização de determinado trabalho sob condições específicas e de permitir satisfação das necessidades pessoais. A quantidade de concessões dependerá da natureza do trabalho. O modo pelo qual a concessão de relaxamento é calculada e as concessões exatas dadas a cada um dos fatores que determinam a extensão da concessão variam entre diferentes organizações. A Tabela S9.3 ilustra as concessões usadas por uma empresa que fabrica eletrodomésticos. Cada trabalho tem uma concessão de 10%; a tabela mostra as concessões em porcentagem a serem aplicadas a cada elemento do

trabalho. Além disso, outras concessões podem ser aplicadas a coisas como contingências inesperadas, sincronização com outros trabalhos, condições de trabalho incomuns e assim por diante.

Tabela S9.3 Tabela de concessões usadas por uma fábrica de eletrodomésticos

Fatores de concessão	Exemplo	Concessão (em %)
Energia necessária	Nenhuma	0
Insignificante		
Muito pouca	0 – 3 kg	3
Pouca	3 – 10 kg	5
Média	10 – 20 kg	10
Forte	20 – 30 kg	15
Muito forte	Acima de 30 kg	15 – 30
Postura requerida	Sentada	0
Normal		
Ereta	De pé	2
Continuamente ereta	De pé por longos períodos	3
Deitada	De lado, de frente ou de costas	4
Difícil	Agachada etc.	4 – 10
Fadiga visual		2
Atenção quase contínua		
Atenção contínua com focos variados		3
Atenção contínua com foco fixo		5
Temperatura	Abaixo de 0 °C	Acima de 10
Muito baixa		
Baixa	0 – 12 °C	0 – 10
Normal	12 – 23 °C	0
Alta	23 – 30 °C	0 – 10
Muito alta	Acima de 30 °C	Acima de 10
Condições atmosféricas	Boa ventilação	0
Boas		
Médias	Abafada/Mau cheiro	2
Ruins	Empoeirada/necessita filtro	2 – 7
Muito ruins	Necessita de respirador	7 – 12

A Figura S9.1 mostra como o tempo básico médio de cada elemento do trabalho é combinado com as concessões (baixas, neste exemplo) de cada elemento para formar o tempo padronizado de todo o trabalho.

Tarefa: Pacote 20 x peça 73/2A Localização: Departamento de embalagem Observador: PVT

Elemento		Observação										Tempo básico médio	Concessões	Elemento de tempo padronizado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Fazer a caixa	Tempo observado	0,71	0,71	0,71	0,69	0,75	0,68	0,70	0,72	0,70	0,68			
	Avaliação	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
	Tempo básico	0,64	0,64	0,63	0,62	0,60	0,61	0,63	0,65	0,63	0,61	0,626	10%	0,689
Separar em faixas de 20	Tempo observado	1,30	1,32	1,25	1,33	1,33	1,28	1,32	1,32	1,30	1,30			
	Avaliação	90	90	100	90	90	90	90	90	90	90			
	Tempo básico	1,17	1,19	1,25	1,20	1,20	1,15	1,19	1,19	1,17	1,17	1,168	12%	1,308
Lacrar e proteger	Tempo observado	0,56	0,52	0,56	0,56	0,55	0,55	0,60	0,55	0,49	0,52			
	Avaliação	90	90	90	90	90	90	85	90	100	100			
	Tempo básico	0,48	0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,51	0,50	0,49	0,51	0,495	10%	0,545
Montar, armar e rotular	Tempo observado	1,12	1,21	1,20	1,25	1,41	1,27	1,11	1,15	1,20	1,23			
	Avaliação	100	90	90	90	90	90	100	100	90	90			
	Tempo básico	1,12	1,09	1,08	1,13	1,27	1,14	1,11	1,15	1,08	1,21	1,138	12%	1,275

Tempo padronizado bruto		3,817
Concessões para o trabalho total	5%	0,191
Tempo padronizado para o trabalho		4,01 SM

Figura S9.1 Estudo de tempos de uma tarefa de embalagem – tempo padronizado calculado para toda a tarefa.

Exemplo resolvido

Duas equipes de trabalho da embaixada em Monróvia foram alocadas na tarefa de processar pedidos de visto de entrada no país. A Equipe A processa pedidos da Europa, África e Oriente Médio. A Equipe B processa pedidos da América do Norte, América do Sul, Ásia e Oceania. A Equipe A escolheu organizar-se de tal modo que cada um de seus três membros processa um pedido do início ao fim. Os quatro membros da Equipe B optaram por dividir-se em duas subequipes. Dois abrem as cartas e fazem a verificação sobre os antecedentes criminais (ninguém que tenha sido preso por qualquer crime que não seja infração de trânsito pode entrar no país), enquanto os outros dois membros da equipe verificam a condição financeira do candidato ao visto (apenas pessoas com mais de $ 1.000 dólares liberianos podem entrar no país). O responsável por assuntos consulares está propenso a descobrir se um desses métodos de organizar as equipes é mais eficiente do que o outro. O problema é que os pedidos de visto diferem de uma região para outra. Tipicamente, a Equipe A processa em torno de dois pedidos de visto de trabalho para cada pedido de visto de turismo. A Equipe B processa em torno de um pedido de visto de trabalho para cada dois pedidos de visto de turismo.

Um estudo revelou os seguintes dados:

Tempo padrão médio para processar um visto de trabalho = 63 minutos

Tempo padrão médio para processar um visto de turismo = 55 minutos

Produção semanal média da Equipe A:

85,2 vistos de trabalho

39,5 vistos de turismo

Produção semanal média da Equipe B:

53,5 vistos de trabalho

100,7 vistos de turismo

Todos os membros das equipes trabalham 40 horas semanais.

A eficiência de cada equipe pode ser calculada comparando-se a produção real em minutos e o tempo médio trabalhado em minutos.

Assim, a Equipe A processa:

$$(85{,}2 \times 63) + (39{,}5 \times 55) = 7.540{,}1 \text{ minutos de trabalho}$$
$$\text{em } 3 \times 40 \times 60 \text{ minutos} = 7.200 \text{ minutos}$$

$$\text{Assim, sua eficiência} = \frac{7{,}540.1}{7{,}200} \times 100 = 104{,}72\%$$

A Equipe B processa:

$$(53{,}5 \times 63) + (100{,}7 \times 55) = 8.909 \text{ minutos de trabalho}$$
$$\text{em } 4 \times 40 \times 60 \text{ minutos} = 9.600 \text{ minutos}$$

$$\text{Assim, sua eficiência} = \frac{9{,}909}{9{,}600} \times 100 = 92{,}8\%$$

A evidência inicial parece sugerir que a forma como a Equipe A organizou-se é mais eficiente.

PARTE III

ENTREGA – PLANEJAMENTO E CONTROLE DAS OPERAÇÕES

10 – Planejamento e controle
11 – Gestão da capacidade física
12 – Gestão da cadeia de suprimento
13 – Gestão de estoque

Parte III
ENTREGA

Todas as atividades envolvidas no projeto físico de uma operação devem ter previstas a natureza e a forma dos recursos de transformação capazes de satisfazer às demandas dos clientes. Produtos e serviços precisam então ser entregues a eles. Isso é feito diariamente pelo planejamento e controle das atividades dos recursos de transformação, assegurando o suprimento apropriado de produtos e serviços de modo a atender os requisitos do mercado. Esta parte do livro examinará seis diferentes aspectos do planejamento e controle da entrega de produtos e serviços, à medida que percorrem os processos, as operações e as redes de suprimento. Os capítulos desta parte são:

• **Capítulo 10: Planejamento e controle** – Examina como a produção organiza a entrega de seus produtos e serviços continuamente, de modo que as demandas dos clientes sejam satisfeitas.

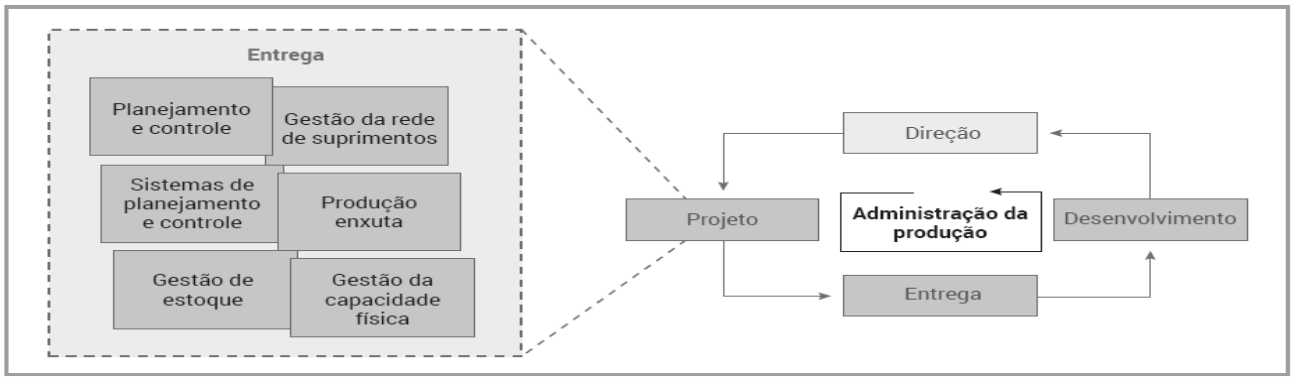
• **Capítulo 11: Gestão da capacidade física** – Explica de que maneira a produção precisa decidir como variar sua capacidade (se possível), acompanhando a flutuação da demanda por produtos e serviços.

• **Capítulo 12: Gestão da cadeia de suprimento** – Descreve como as operações estão relacionadas no contexto de uma rede mais ampla de fornecedores e clientes, e como essas relações podem ser geridas.

• **Capítulo 13: Gestão de estoque** – Examina como os recursos transformados se acumulam na forma de estoques à medida que percorrem os processos, operações e redes de suprimento.

• **Capítulo 14: Sistemas de planejamento e controle** – Descreve como são necessários sistemas para gerenciar a grande quantidade de informações necessárias para planejar e controlar a produção, e como o *enterprise resouce planning* (ERP) é usado para fazer isso.

• **Capítulo 15: Produção enxuta** – Explica os conceitos em que se baseia um dos mais influentes conjuntos de ideias que impactam a administração da produção.



10

PLANEJAMENTO E CONTROLE

INTRODUÇÃO

O projeto de uma operação determina os recursos com os quais ela cria seus serviços e produtos, mas depois a operação precisa entregar serviços e produtos de maneira contínua. É fundamental, para uma operação fazer essa entrega, a forma como planeja e controla suas atividades, de modo que as demandas dos clientes sejam satisfeitas. Este capítulo introduz e fornece uma visão geral de alguns dos princípios e métodos de planejamento e controle. Os capítulos restantes desta parte do livro desenvolvem alguns assuntos específicos que são vitais para uma operação entregar seus serviços e produtos. Esses assuntos começam com a gestão da capacidade física, passando pela gestão de estoque, fornecendo uma visão geral da gestão da rede de suprimento e examinando como os sistemas de planejamento e controle, particularmente o *enterprise resources planning* (ERP), gerenciam as informações que asseguram a entrega efetiva. Depois, examinamos como a filosofia "enxuta" tem influenciado a prática da produção. A Figura 10.1 mostra onde esse tópico se localiza nas atividades da administração da produção.

Questões-chave

- O que é planejamento e controle?
- Qual a diferença entre planejamento e controle?
- Como suprimento e demanda afetam planejamento e controle?
- Quais são as atividades de planejamento e controle?

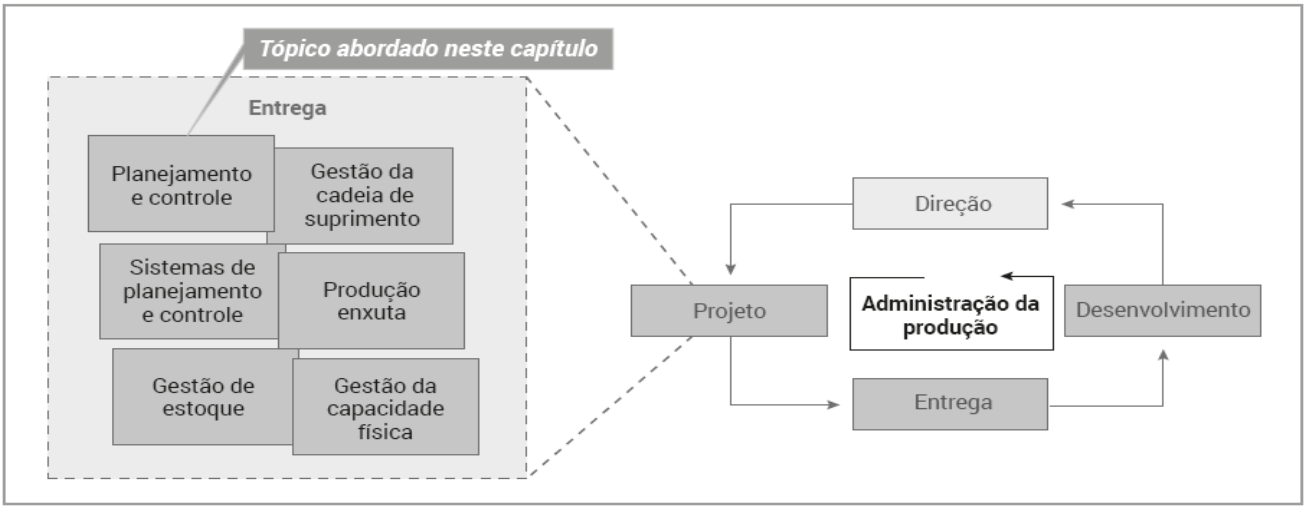


Figura 10.1 Este capítulo examina o planejamento e controle da produção.

O QUE É PLANEJAMENTO E CONTROLE?

Planejamento e controle diz respeito às atividades que tentam conciliar as demandas do mercado com a habilidade dos recursos da operação para entregá-las. Fornece os sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos do suprimento e da demanda. Consideremos, por exemplo, o modo como uma cirurgia rotineira é organizada em um hospital. Quando um paciente chega e é admitido no hospital, parte do planejamento para a cirurgia já aconteceu. A sala de cirurgia já foi reservada e os médicos e enfermeiros que irão participar da operação já receberam todas as informações com relação às condições do paciente. Cuidados pré e pós-operatórios já foram definidos. Tudo isso envolve pessoal e instalações em diferentes partes do hospital. Todos precisam receber as mesmas informações, e suas atividades precisam ser coordenadas. Logo depois que o paciente chegar, ele será examinado pela equipe para certificar-se de que sua condição é a esperada (mais ou menos da mesma forma que um material é inspecionado quando chega à fábrica). O sangue, se necessário, será reservado após a verificação da compatibilidade e qualquer medicação necessária será colocada à disposição (da mesma forma que diferentes materiais são reunidos em uma fábrica). Qualquer mudança de última hora pode requerer algum grau de replanejamento. Por exemplo, se o paciente demonstrar sintomas inesperados, pode ser preciso colocá-lo em observação antes que ocorra a cirurgia. Isso não apenas afetará o próprio tratamento do paciente, mas o tratamento de outros pacientes talvez precise ser reprogramado (da mesma forma que máquinas podem precisar de reprogramação se um trabalho sofre atraso em uma fábrica). Todas essas atividades de programação, coordenação e organização dizem respeito ao planejamento e controle do hospital.

Princípio de administração da produção
A interface entre o cliente e o sistema de planejamento e controle modela a percepção desse cliente quanto a uma operação.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Joanne gerencia a programação[1]

Joanne Cheung é consultora sênior de serviços em uma concessionária de primeira linha da BMW. Ela e sua equipe atuam como interface entre os clientes que desejam consertar seus carros e os 16 técnicos que fazem o trabalho em uma oficina de última geração. *"Há três tipos de trabalho que precisamos organizar"*, diz Joanne. *"O primeiro é realizar reparos nos veículos dos clientes. Geralmente, eles desejam isso o mais rápido possível. O segundo tipo de trabalho é o serviço de rotina. Geralmente, não são serviços de urgência, de modo que os clientes mostram-se dispostos a negociar um prazo para isso. O restante de nossa atividade consiste em trabalhar nos carros usados, que o nosso comprador adquiriu e posteriormente será vendido aos nossos clientes. Antes que qualquer um desses carros seja entregue, precisam passar por diversas verificações. Até certo ponto, tratamos essa categoria de trabalho de modo ligeiramente diferente. Temos que prestar um bom serviço aos nosso compradores internos de carros, mas há alguma flexibilidade no planejamento dessas tarefas. No outro extremo, os consertos de emergência para os clientes precisam ser ajustados à nossa programação o mais rápido possível. Se alguém está desesperado para receber o carro consertado, às vezes, pedimos a essa pessoa para entregar o veículo o mais cedo possível para retirá-lo no final do expediente. Isso nos dá mais tempo para ajustar nossa programação.*

Há várias opções de serviço disponíveis aos clientes. Podemos fazer pequenos reparos rápidos enquanto eles esperam. É mais comum pedirmos para deixarem o carro e retirá-lo mais tarde. Para ajudá-los, temos dez carros disponíveis que são entregues aos primeiros que chegarem à concessionária. Como alternativa, o veículo pode ser retirado na casa do cliente e devolvido quando estiver pronto. Nossos quatro motoristas que fazem isso estão preparados para realizar 12 viagens diárias.

Quase todos os dias, a concessionária lida com 50 a 80 tarefas que demoram de meia hora a um dia inteiro. Para inserir uma tarefa em nosso processo, todos os consultores de serviço têm acesso ao sistema de programação computadorizado. Na tela, vemos a capacidade total diária, todas as tarefas programadas, a capacidade livre ainda disponível, o número de carros de empréstimo disponíveis e assim por diante. Usamos isso para verificar quando teremos capacidade de programar um novo serviço e entrar com todos os detalhes do cliente. A BMW dispõe de uma tabela de 'tempos padronizados' para as principais tarefas. Entretanto, você precisa modificar um pouco esses tempos padronizados em função das circunstâncias. É aí que entra a experiência do consultor de serviço.

Mantemos todas as peças mais comumente usadas em estoque, mas se um reparo necessitar de uma peça que não esteja em estoque, normalmente podemos adquiri-la dos distribuidores de peças BMW em um dia. Todas as noites, nosso sistema de planejamento imprime a lista das tarefas a serem executadas no dia seguinte e a lista das peças que provavelmente serão utilizadas. Isso permite que os funcionários do almoxarifado separem as peças para cada tarefa, de modo que os técnicos possam retirá-las na manhã do dia seguinte, evitando atrasos.

Todo dia temos que lidar com situações inesperadas. Um técnico pode descobrir que alguma tarefa adicional é necessária, os clientes podem requerer a execução de tarefa extra ou algum técnico adoece, reduzindo nossa capacidade. Ocasionalmente, as peças podem não estar disponíveis na distribuidora, o que exige que o serviço seja reagendado. A cada dia, cerca de quatro ou cinco clientes não aparecem. Geralmente, eles se esquecem de trazer os carros, o que exige também novos agendamentos. Conseguimos lidar com a maior parte das incertezas porque nossos técnicos são flexíveis em termos das habilidades que possuem e, também, estão dispostos a fazer hora extra, se necessário. Além disso, é importante gerenciar as expectativas dos clientes. Se houver alguma chance de que um veículo não fique pronto a tempo, o cliente não deve descobrir isso de surpresa, na hora em que vier retirar seu veículo."

QUAL É A DIFERENÇA ENTRE PLANEJAMENTO E CONTROLE?

Perceba que escolhemos tratar "planejamento e controle" juntos. Isso se dá porque a divisão entre "planejamento" e "controle" não é clara, tanto na teoria quanto na prática. Entretanto, há algumas características gerais que ajudam a fazer distinção entre os dois. Planejamento é uma formalização do que deve acontecer em algum tempo no futuro. Mas um plano não garante que um evento realmente ocorrerá. Ao contrário, é uma declaração de intenção. Embora os planos sejam baseados em expectativas, durante sua implementação as coisas nem sempre ocorrem como esperado. Os clientes mudam de ideia sobre o que desejam e quando o desejam. Os fornecedores nem sempre podem entregar pontualmente, máquinas podem quebrar, funcionários podem faltar por doença. Controle é o processo de lidar com esses tipos de mudança. Pode significar que os planos precisem ser refeitos a curto prazo. Também pode significar que será preciso fazer uma "intervenção" na operação para trazê-la de volta aos "trilhos" – por exemplo,

encontrar um novo fornecedor que possa entregar rapidamente, consertar a máquina que quebrou ou transferir o pessoal de uma parte da operação para outra, para cobrir ausências. Atividades de controle fazem os ajustes que permitem que a operação atinja os objetivos estabelecidos no plano, mesmo quando as suposições em que o plano foi baseado não se confirmem.

Princípio de administração da produção

Planejamento e controle são separados, mas são atividades diretamente correlacionadas.

Planejamento e controle a longo, médio e curto prazos

A natureza das atividades de planejamento e controle muda ao longo do tempo. A longo prazo, os gerentes de produção fazem planos relativos ao que pretendem fazer, que recursos precisam e que objetivos esperam atingir. A ênfase está mais no planejamento do que no controle porque há ainda pouco a ser controlado. Eles usarão previsões da demanda provável, descritas em termos agregados. Por exemplo, um hospital fará planos para atender a 2.000 pacientes sem necessariamente entrar nos detalhes das necessidades de cada um deles. De maneira semelhante, o hospital pode planejar ter 100 enfermeiras e enfermeiros e 20 médicos, mas, novamente, sem decidir a respeito de seus atributos específicos. Os gerentes de produção estarão preocupados, principalmente, em atingir metas financeiras e de volume.

O planejamento e o controle a médio prazo são mais detalhados. Olham à frente para avaliar a demanda global que a operação deve atender de maneira parcialmente desagregada. Nesse momento, por exemplo, o hospital deve distinguir entre os diferentes tipos de demanda. O número de casos de pacientes que chegam por acidentes e emergência precisará ser separado do número de casos que exigem tratamento de rotina. Da mesma forma, diferentes categorias de pessoal deverão ser identificadas e o número de pessoal de cada categoria precisará ser definido. Não menos importante, planos contingenciais terão que ser pensados de forma que permitam leves desvios dos planos. Essas contingências agirão como recurso de "reserva" e tornarão o planejamento e o controle mais fáceis a curto prazo.

No planejamento e controle a curto prazo, muitos dos recursos terão sido definidos e será difícil fazer grandes mudanças. Entretanto, intervenções a curto prazo serão possíveis se as coisas não correrem conforme os planos. Nesse estágio, a demanda será avaliada de forma totalmente desagregada, com todos os tipos de procedimentos cirúrgicos tratados como atividades individuais. O mais importante é que os pacientes terão de ser identificados pelo nome e pelos horários específicos a serem agendados para seu tratamento. Ao fazer intervenções e mudanças no plano a curto prazo, os gerentes de produção tentarão equilibrar a qualidade, a rapidez, a confiabilidade, a flexibilidade e os custos de suas operações de forma ocasional. É improvável que tenham tempo para fazer cálculos detalhados dos efeitos de suas decisões de planejamento e controle a curto prazo sobre todos esses objetivos, mas um entendimento geral das prioridades formará o pano de fundo para sua tomada de decisões. A Figura 10.2 mostra como os aspectos de planejamento e controle variam em importância, conforme a proximidade da data do evento.

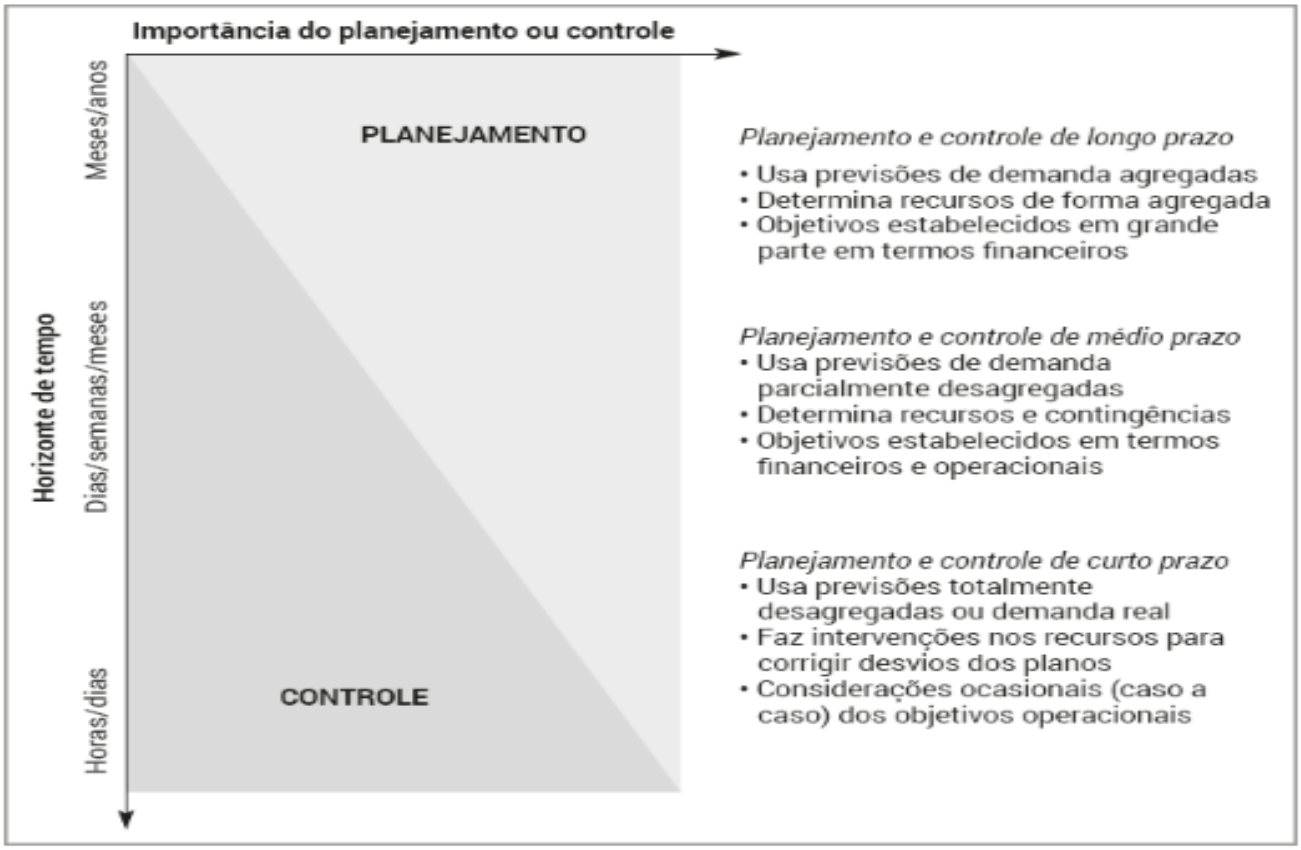


Figura 10.2 O equilíbrio entre as atividades de planejamento e controle muda a curto, médio e longo prazos.

Efeito volume-variedade no planejamento e controle

Como constatamos anteriormente, as características de volume-variedade de uma operação terão efeito sobre suas atividades de planejamento e controle. As operações que produzem alta variedade de serviços ou produtos em volume relativamente baixo terão clientes com diferentes exigências e usarão processos diferentes das operações que criam serviços ou produtos padronizados em alto volume (*veja* a Tabela 10.1).

Tabela 10.1 Efeitos do volume-variedade em planejamento e controle

Volume	Variedade	Resposta ao cliente	Horizonte de planejamento	Principais decisões de planejamento	Decisões de controle	Robustez
Baixo	Alta	Lenta	Curto	Tempo	Detalhadas	Alta
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Alto	Baixa	Rápida	Longo	Volume	Agregadas	Baixa

Consideremos duas operações diferentes – um escritório de arquitetura e um serviço de fornecimento de eletricidade. A alta variedade dos serviços prestados pelos arquitetos implica que eles não poderão produzir projetos antes que os clientes os solicitem. Por isso, o tempo que levam para responder aos requisitos dos clientes será relativamente longo. Os clientes entenderão isso, mas esperam ser amplamente consultados sobre suas necessidades. Os detalhes e requisitos de cada trabalho surgirão apenas à medida que cada prédio individual for projetado, conforme as solicitações dos clientes, de modo

que o planejamento ocorra a prazo relativamente curto. As decisões individuais que são tomadas no processo de planejamento geralmente serão relativas aos tempos das atividades e eventos, por exemplo, quando um projeto precisa ser entregue, quando a construção deverá começar, quando cada arquiteto precisará trabalhar no projeto e assim por diante. As decisões de controle também estarão situadas em nível de detalhamento relativamente alto. Um pequeno atraso para consertar uma parte do projeto pode ter implicações significativas em muitas outras partes. Para um arquiteto, planejamento e controle da operação não podem ser totalmente rotineiros; os projetos precisarão de gerenciamento individual. Entretanto, a robustez da operação (isto é, sua vulnerabilidade a interrupções sérias se parte da operação falhar) será relativamente alta. Provavelmente, há muitas outras coisas a fazer se um arquiteto estiver impedido de continuar uma parte do trabalho.

Por outro lado, o serviço de suprimento de eletricidade é muito diferente. O volume é alto, a produção é contínua e não há variedade. Os clientes esperam "entrega" instantânea sempre que ligam um eletrodoméstico. O horizonte de planejamento na geração de eletricidade pode ser muito longo. Grandes decisões em relação à capacidade das usinas são tomadas com muitos anos de antecedência. Até mesmo as flutuações de demanda de um dia típico podem ser previstas com alguma antecedência. Programas populares de televisão podem afetar a demanda minuto a minuto, e isso pode ser previsto com semanas ou meses de antecedência. O clima, que também afeta a demanda, é mais incerto, mas pode ser previsto até certo ponto. As decisões individuais de planejamento feitas pelos serviços de suprimento de eletricidade vão centrar-se não nos tempos relativos às saídas, mas no volume de saída. As decisões de controle observarão medidas agregadas de saída, tais como o total de quilowatts de eletricidade gerada, pois o produto é mais ou menos homogêneo. Entretanto, a robustez da operação é muito baixa, tanto que, se o gerador falhar, a capacidade da operação de fornecer eletricidade para essa parte da operação também falhará.

Princípio de administração da produção

As características de volume-variedade de uma operação afetarão suas atividades de planejamento e controle.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Controle das operações na Air France[2]

"*Em muitos aspectos, uma linha aérea pode ser vista como um grande problema de planejamento, normalmente abordado com muitos problemas de planejamento independentes, menores, mas ainda assim difíceis. A lista de coisas que exigem planejamento parece ser infindável: tripulação, sistemas de reservas, assentos, voos, viagens de grande percurso, manutenção, portões de embarque, estoque, compra de equipamentos. Cada problema de planejamento possui suas próprias considerações e complexidades, seu próprio horizonte de tempo, seus próprios objetivos, mas todos estão inter-relacionados.*"

A Air France possui 80 planejadores de voo que trabalham em turnos cobrindo as 24 horas no escritório de planejamento de voo em Roissy, no aeroporto Charles de Gaulle. Seu trabalho é estabelecer as rotas ideais de voo, antecipar quaisquer problemas, como mudanças climáticas, e minimizar o consumo de combustível. Os objetivos gerais da atividade de planejamento de voo são, antes de tudo, a segurança, seguida por economia e conforto para os passageiros. Programas de computador cada vez mais poderosos processam uma montanha de informações necessárias para planejar os voos, mas, no final, as decisões ainda se baseiam em julgamentos humanos. Até os mais sofisticados sistemas especialistas servem apenas

de apoio para os planejadores de voo. Planejar a programação da Air France é um trabalho imenso. Seguem apenas algumas considerações que devem ser levadas em conta:

■ *Frequência* – para cada aeroporto, quantos serviços separados a linha aérea deve oferecer?

■ *Atribuição de frota* – que tipo de avião deverá ser usado para cada trecho do voo?

■ *Bancos* – em qualquer *hub* de linha aérea onde os passageiros de diversos voos trocam de avião para continuar a viagem, as linhas aéreas gostam de se organizar para formar "bancos" dos vários aviões que chegam juntos, pausam para deixar os passageiros efetuar a troca de aviões e decolam juntos. Assim, quantos "bancos" devem ser formados e quando deve ocorrer?

■ *Tempos de bloqueio* – é o tempo que leva para um avião decolar de um portão de embarque em um aeroporto de saída e chegar a outro portão em um aeroporto de chegada. Quanto mais longo for o tempo de bloqueio permitido, mais provável será que ele mantenha a programação, mesmo que sofra pequenos atrasos. Entretanto, tempos de bloqueio mais longos também significam menos voos programados.

■ *Manutenção planejada* – qualquer programação tem de permitir que os aviões permaneçam algum tempo na base de manutenção.

■ *Planejamento de tripulação* – pilotos e tripulação de cabine precisam ser alocados em aviões para os quais possuam licença específica, além de necessitarem manter um máximo de horas de voo.

■ *Planejamento dos portões de embarque* – se muitas aeronaves estiverem em solo ao mesmo tempo, poderá haver problemas em carregá-las e descarregá-las simultaneamente.

■ *Recuperação* – muitas variáveis podem causar desvios do plano no setor de transporte aéreo. Tolerâncias precisam ser previstas para permitir recuperação.

Para voos dentro das 12 zonas geográficas da Air France e entre elas, os planejadores constroem um plano de voo que formará a base para os voos reais, horas mais tarde. Todos os documentos de planejamento precisam estar prontos para a tripulação de voo, que chega ao aeroporto duas horas antes do horário previsto para a decolagem. Por ser responsável pela segurança e pelo conforto dos passageiros, o comandante de bordo sempre tem a palavra final e, quando satisfeito, assina o plano de voo juntamente com o planejador de voo.

COMO SUPRIMENTO E DEMANDA AFETAM PLANEJAMENTO E CONTROLE?

Se planejamento e controle são o processo de conciliar a demanda com o suprimento, a natureza das decisões tomadas para planejar e controlar uma operação dependerá da natureza da demanda e da natureza do suprimento nessa operação. Nesta seção, examinamos algumas diferenças na demanda e no suprimento que podem afetar a forma em que os gerentes de produção planejam e controlam suas atividades.

Incerteza no suprimento e na demanda

A incerteza é importante no planejamento e no controle porque os torna mais difíceis. Às vezes, o suprimento de *inputs* para uma operação pode ser incerto. Por exemplo, festividades de pequenas comunidades raramente acontecem como planejado. Eventos demoram mais do que o esperado, alguns dos números programados podem atrasar e alguns participantes podem nem mesmo chegar. Em outras operações, o suprimento é relativamente previsível e a necessidade de controle é mínima. Por exemplo,

os serviços de TV a cabo fornecem entretenimento de acordo com o programado na casa dos assinantes. É rara a mudança da programação. De modo semelhante, a demanda pode ser imprevisível. Um restaurante *fast-food* instalado em um *shopping center* não sabe quantas pessoas chegarão, quando chegarão e o que pedirão. Pode ser possível prever certos padrões, como aumento da demanda nos períodos de almoço e lanche da tarde, mas uma tempestade repentina pode atrair os consumidores ao *shopping center* e aumentar significativamente a demanda em prazo muito curto. Inversamente, a demanda pode ser mais previsível. Por exemplo, em uma escola, estando as turmas completas e tendo o semestre começado, um professor sabe quantos alunos há em uma turma. A incerteza no suprimento e na demanda torna o planejamento e o controle mais difíceis, mas uma combinação de suprimento *e* demanda incertas é particularmente difícil.

Princípio de administração da produção

Os sistemas de planejamento e controle devem ser capazes de enfrentar a incerteza da demanda.

Demanda dependente e independente

Algumas operações podem prever a demanda com relativa certeza porque a demanda por seus serviços ou produtos depende de algum outro fator que já se conheça. Isso é chamado de demanda dependente. Por exemplo, a demanda por pneus em uma montadora de automóveis não é uma variável totalmente aleatória. O processo de previsão da demanda é relativamente simples. Consistirá em examinar as programações de produção na fábrica e derivar a demanda por pneus a partir dessas programações. Se 600 carros são fabricados em determinado dia, é simples calcular que 3.000 pneus serão demandados pela fábrica (cada carro possui cinco pneus) – a demanda é dependente de um fator conhecido, isto é, o número de carros que serão fabricados. Em função disso, os pneus podem ser encomendados da fábrica para uma programação de entrega que esteja diretamente relacionada à demanda de pneus da montadora (como na Figura 10.3). De fato, a demanda para qualquer parte da montadora será derivada da programação da linha de montagem para os carros concluídos. Outras operações atuarão com demanda dependente em razão da natureza do serviço ou produto que fornecem. Por exemplo, um ateliê de costura não comprará tecido ou fará vestidos de vários tamanhos diferentes para o caso de alguém de repente chegar e querer comprar um. Nem um restaurante fino começará a cozinhar determinado prato para um consumidor que eventualmente chegue e o solicite. Em ambos os casos, uma combinação de risco e perecibilidade do produto ou serviço evita que a operação comece a criar bens ou serviços antes que tenha um pedido firme. O planejamento e o controle em situações de demanda relacionam-se em grande parte com a forma como a operação deve responder quando ocorre a demanda.

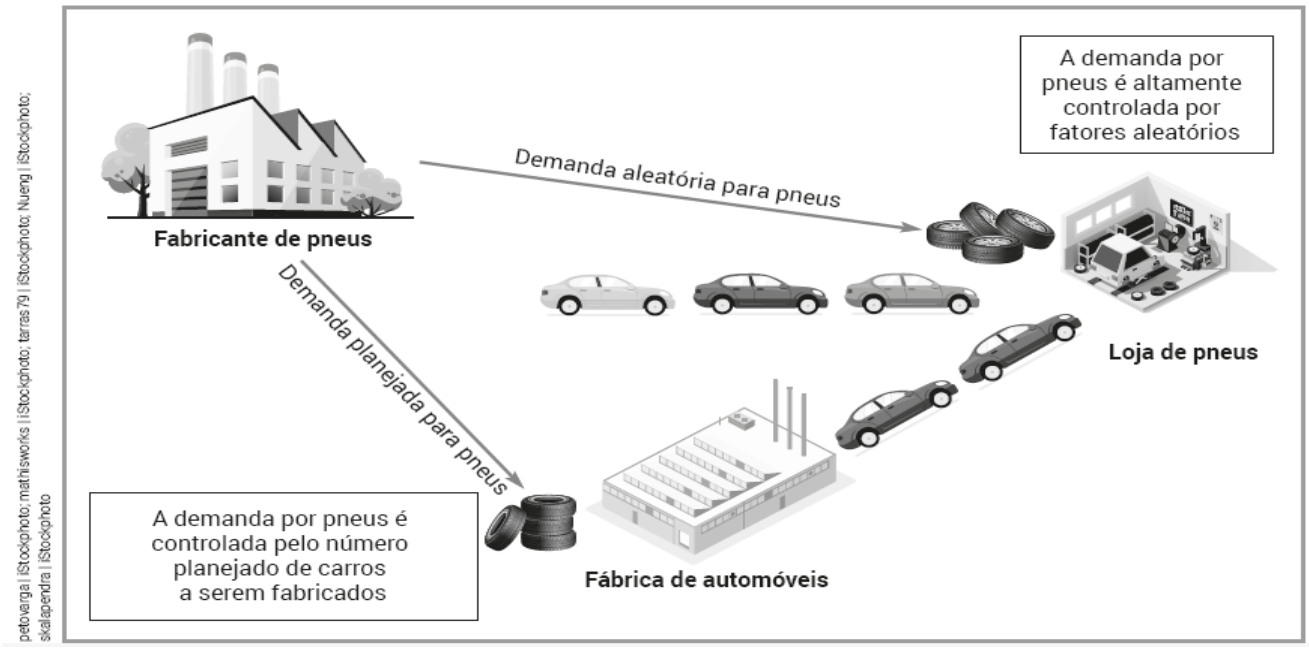


Figura 10.3 A demanda dependente é derivada da demanda de algo mais; a demanda independente é mais aleatória.

Em contraste, algumas operações estão sujeitas à demanda independente. Precisam suprir a demanda futura sem saber exatamente qual será a demanda; ou, na terminologia de planejamento e controle, não têm uma firme "visibilidade antecipada" sobre os pedidos dos clientes. Por exemplo, a loja de pneus, que opera um serviço de substituição de pneus, precisará gerenciar um estoque de pneus. Nesse sentido, é exatamente a mesma tarefa enfrentada pelo gerente de estoque de pneus da montadora de automóveis. Entretanto, a demanda é muito diferente para a loja de pneus; seu gerente não pode antecipar o volume ou as necessidades exatas dos clientes. Deve tomar decisões sobre a quantidade e os tipos de pneus a estocar, baseado nas previsões da demanda à luz dos riscos que está disposto a correr de ficar sem estoque. Essa é a natureza do *planejamento e controle da demanda independente*. Faz a "melhor estimativa" da demanda futura, tenta manter os recursos que possam satisfazer a essa demanda e tenta responder rapidamente se a demanda real não corresponder à prevista. Planejamento e controle do estoque (tratados no Capítulo 12) são típicos do planejamento e controle da demanda independente.

Princípio de administração da produção

Os sistemas de planejamento e controle devem distinguir entre demanda dependente e independente.

Respondendo à demanda

Está claro que a natureza do planejamento e controle em qualquer operação dependerá de como responder à demanda, que, por sua vez, está relacionada aos tipos de produtos ou serviços que produz. Por exemplo, uma agência de propaganda iniciará o processo de planejamento e controle de uma campanha apenas quando o cliente assinar o contrato com a agência. O "projeto" criativo da propaganda será baseado em um *brief* encaminhado pelo cliente. Somente após o projeto ter sido aprovado é que os recursos apropriados (diretor, redatores, atores, empresa de produção etc.) serão contratados. Depois da

filmagem do anúncio e da pós-produção (edição, tratamento de efeitos especiais etc.) o material concluído será "entregue" para exibição em faixas horárias de televisão. Isso é mostrado na Figura 10.4 como operação de "projeto, recurso, criação e entrega".

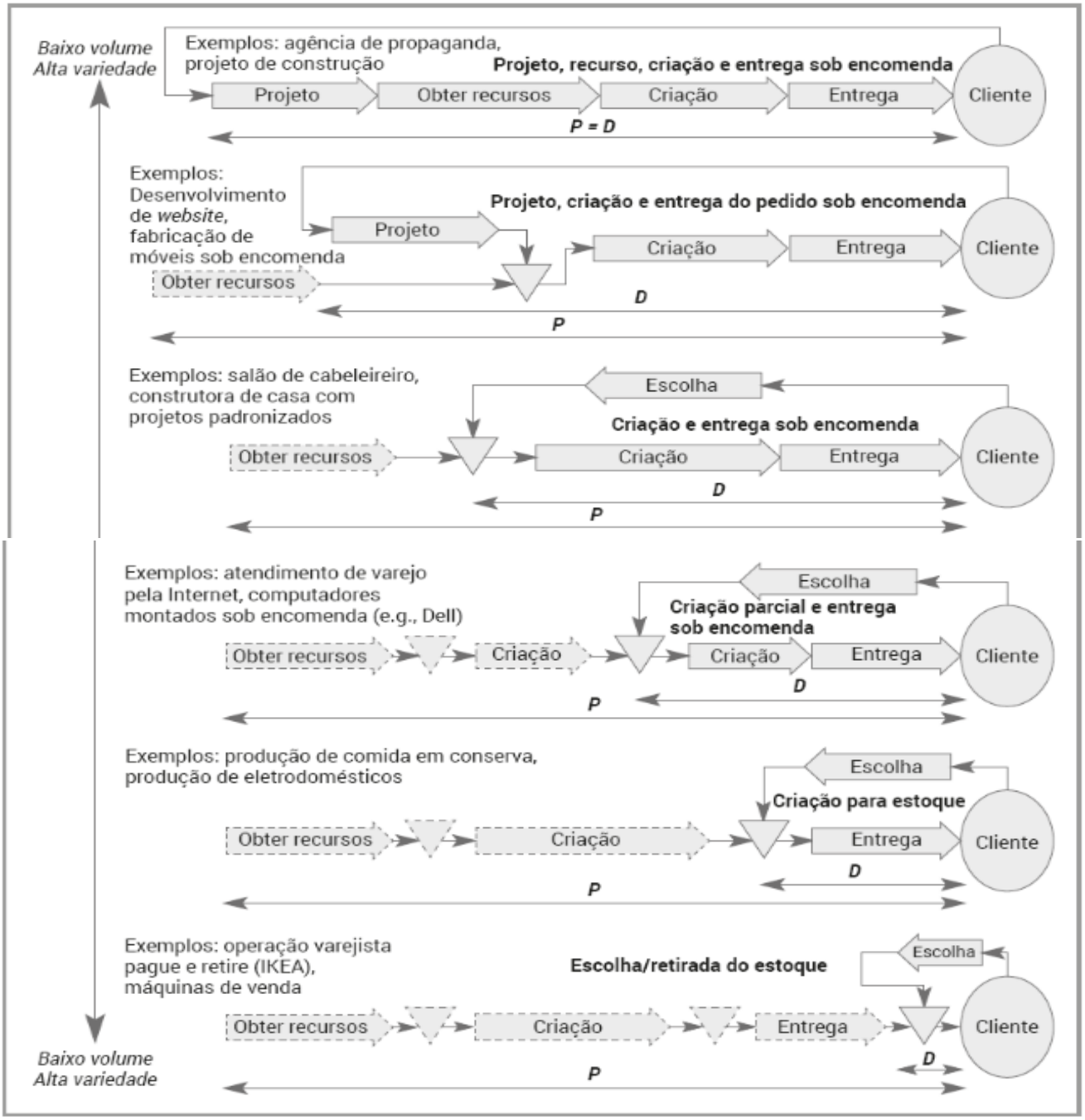


Figura 10.4 A razão P:D de uma operação indica quanto tempo o cliente precisa esperar pelo serviço ou produto em comparação ao tempo total de realizar todas as atividades para tornar o serviço ou produto disponível ao cliente.

Outras operações podem confiar suficientemente na natureza da demanda, se não em seus detalhes exatos, para manter "em estoque" a maioria dos recursos exigidos para satisfazer seus clientes. Certamente, manterão seus recursos de transformação ou mesmo seus recursos transformados.

Entretanto, produzirão o serviço ou produto apenas quando receberem o pedido de um cliente ou empresa. Por exemplo, uma empresa de *design* de *websites* mantém a maioria de seus recursos (projetistas gráficos, desenvolvedores de *software*, *softwares* especializados em desenvolvimento etc.), mas ainda projeta, cria e entrega o *website* apenas após entender as exigências do cliente. (*Veja* a seção "Operações na Prática" sobre a "Torchbox", no Capítulo 1.) Isso é mostrado na Figura 10.4 como uma operação de "projeto, criação e entrega sob encomenda".

Algumas operações oferecem serviços ou produtos relativamente padronizados, mas não os criam antes que o cliente escolha qual serviço ou produto específico deseja ter. Assim, uma construtora que possui projetos padronizados pode optar em construir a casa apenas quando o cliente enviar-lhe um contrato assinado. Visto que o projeto da casa é relativamente padronizado, os fornecedores de materiais de construção terão que ser identificados, mesmo se a operação de construção não mantiver os itens em estoque. Isso é mostrado na Figura 10.4 como uma operação de "criação e entrega sob encomenda". No setor de manufatura, seria denominada operação de "fabricação sob encomenda".

Algumas operações têm serviços ou produtos que são tão previsíveis que elas podem começar a "criá-los" antes que cheguem os pedidos específicos do cliente. O exemplo possivelmente mais conhecido é o da Dell Computers, onde o cliente pode "configurar" seu computador, selecionando entre vários componentes através do *website* da empresa. Esses componentes já foram criados (geralmente por fornecedores), mas são montados para atender ao pedido de um cliente específico. Isso é mostrado na Figura 10.4 como operação de "criação parcial e entrega sob encomenda". No setor de manufatura, seria denominada operação de "montagem sob encomenda".

Quando os serviços ou produtos de uma operação são padronizados, há o potencial de criá-los totalmente antes de a demanda ser conhecida. Quase todos os produtos domésticos, por exemplo, são "criação para estoque" ou "fabricação para estoque" (isso é mostrado na Figura 10.4) para serem posteriormente entregues aos clientes. Levando em conta o caráter evolutivo dessa lógica, algumas operações requerem que os clientes retirem seus próprios serviços ou produtos. Essa é a ilustração "Escolha/retirada do estoque" da Figura 10.4. A IKEA e a maioria das operações de varejo de rua funcionam dessa forma.

Um ponto a observar nas operações ilustradas na Figura 10.4 é que há correlação entre como as operações respondem à demanda e suas características de volume-variedade. É fácil ver que as operações de "projeto, recurso, criação e entrega sob encomenda" são recomendadas para empresas de baixo volume e alta variedade. Por definição, projetar serviços ou produtos diferentes resultará em alta variedade, e o desempenho de cada atividade para cada cliente seria bastante complicado para uma empresa de alto volume. Inversamente, a "criação para estoque" e a "escolha/retirada do estoque" confiam claramente em serviços ou produtos padronizados.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Uber

Uber é uma empresa que atraiu muitos oponentes, principalmente os motoristas convencionais de táxi em vários países, alguns órgãos reguladores em todo o mundo, seus concorrentes (obviamente) – e, às vezes, até mesmo seus clientes. Por quê? Bem, em parte porque a empresa, e especialmente o fundador, Travis Kalanick, é muito franco, mas principalmente porque desafiou a maneira como o negócio de pedir um táxi é gerenciado. Agora, o serviço de carro baseado em *smartphones* conseguiu perturbar a indústria

de táxi em muitos dos seus mercados. Ele fez isso porque o insumo básico para qualquer sistema de planejamento e controle é a informação: isto é, informações sobre o que os clientes pediram ou poderão pedir, informações sobre quais recursos estão disponíveis para atender às demandas dos clientes, informações sobre prioridades e assim por diante. E isso também vale para quando você pede um táxi. O trabalho de gerenciar o fluxo constante de pedidos dos clientes e combiná-los com a disponibilidade dos táxis tem sido tradicionalmente responsabilidade de "centrais de despacho de táxis". São órgãos de controle de informações, oferecendo aos clientes um ponto de contato central e aos motoristas em serviço as instruções para chegar ao passageiro mais próximo. Os taxistas pagam a tais "despachantes" uma taxa para manter esse serviço. Mas as operações de despacho central começaram a ser ameaçadas por *smartphones* com GPS embutido.

Estes ofereciam diretamente o potencial para conectar clientes a motoristas, efetivamente cortando o intermediário. Foi uma oportunidade vista por Travis Kalanick e seu amigo Garrett Camp, numa noite em que nevava em Paris, quando não conseguiram pegar um táxi. A frustração levou-os à ideia de um aplicativo simples que pudesse resolver o problema. Por que não seria possível "pressionar um botão e pegar um carro"? (É irônico que a ideia tenha chegado a eles em Paris, que se tornou um centro de resistência à empresa; os motoristas de táxi parisienses passaram a cortar os pneus dos carros Uber e quebrar suas janelas.) As vantagens para o cliente eram óbvias. Em vez de chamar o centro de despacho ou ficar em pé na rua até que chegue um táxi vazio, depois explicando onde você quer ir e ter que mexer com dinheiro (ou com uma máquina de cartão de crédito), o uso do processo baseado em aplicativo é muito mais simples. Os passageiros solicitam um veículo de um *smartphone*, cuja facilidade de localização permite que saibam quando o carro está chegando. Ele informa o destino no *software* de navegação do motorista e, como o preço é cobrado automaticamente na conta do cliente, ele pode sair imediatamente após a chegada.

Razão *P:D*[4]

Outra forma de caracterizar a escala gradual entre planejamento e controle com "Projeto, recurso, criação e entrega sob encomenda" e "Escolha/retirada do estoque" é pelo uso de uma razão *P:D*. Essa razão compara o tempo total que os clientes precisam esperar entre solicitar o serviço ou produto e recebê-lo, denominado tempo de demanda, *D*, e o tempo total de atravessamento do início ao fim, *P*. Tempo de atravessamento é o tempo que uma operação leva para projetar serviço ou produto (se for customizado), obter os recursos, criá-lo e entregá-lo.

Os tempos P e D dependem da operação

P e *D* são ilustrados para cada tipo de operação na Figura 10.4. Geralmente, a razão de *P* e *D* amplia-se à medida que as operações se movem de "Projeto, obtenção de recursos, criação e entrega do pedido" para "Escolha/retirada do estoque". Em outras palavras, quando se move do início desse espectro ao outro extremo, ou seja, aquele da "Criação para estoque" ou da "Escolha/retirada do estoque", a operação antecipou a demanda do cliente e já criou os serviços e produtos, muito embora não haja garantia de que a demanda antecipada realmente aconteça. Esse é um ponto particularmente importante para a atividade de planejamento e controle. Quanto maior a razão *P:D*, mais especulativas serão as atividades de

planejamento e controle da operação. Em sua forma extrema, a operação "Escolha/retirada do estoque", como em uma loja de rua, fez uma "aposta" ao projetar, encontrar os recursos, criar e entregar os produtos (ou, mais provavelmente, pagar alguém para fazer isso) para suas lojas antes de qualquer certeza de que os clientes os desejarão. Compare isso com uma operação do tipo "Projeto, recurso, criação e entrega sob encomenda", como a agência de propaganda que citamos anteriormente. Aqui, *D* é igual a *P* e a especulação com relação ao volume da demanda a curto prazo é eliminada, pois tudo acontece em resposta a um pedido firme do cliente. Assim, ao reduzir sua razão *P:D*, a produção reduz seu grau de atividade especulativa e também reduz sua dependência da previsão (embora a má previsão leve a outros problemas).

Contudo, não assumimos que, quando a razão *P:D* aproxima-se de 1, toda incerteza é eliminada. O volume da demanda (em termos do número de "pedidos" dos clientes) pode ser conhecido, mas não o tempo gasto para a preparação de cada "pedido". Tomemos novamente o exemplo da agência de propaganda: durante cada estágio do processo, do projeto à entrega, é comum ter que pedir muitas vezes a aprovação e/ou o *feedback* do cliente. Além disso, haverá quase certamente algum ciclo retroativo à medida que as modificações forem feitas. De modo semelhante a como o desenvolvimento simultâneo funciona em um novo projeto de serviço e produto (*veja* o Capítulo 5), um estágio pode ser iniciado antes de um anterior estar concluído. Assim, por exemplo, o diretor de filmagem terá começado antes que o projeto de arte seja concluído. Isso é ilustrado na Figura 10.5. Então, aqui são os *timings* que são incertos.

Princípio de administração da produção

A razão *P:D* de uma operação compara o tempo que os clientes precisam esperar por um serviço ou produto com seu tempo de atravessamento total.

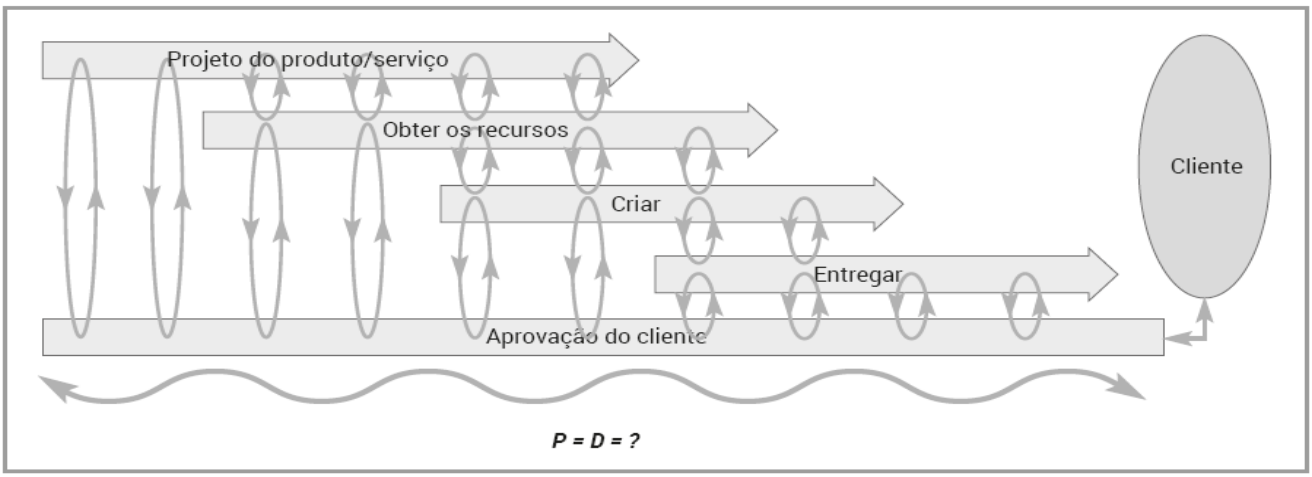


Figura 10.5 O relacionamento entre os estágios de algumas "operações de projeto, obtenção de recursos, criação e entrega sob encomenda", como em uma agência de propaganda, pode ser complexo, com consulta frequente e ciclos imprevisíveis.

ATIVIDADES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

Planejamento e controle requer a conciliação do suprimento e da demanda em termos de volumes, *timing* e quantidade. Neste capítulo, focaremos uma visão geral das atividades que planejam e controlam o volume e o *timing* (a maior parte deste livro refere-se a esses assuntos). Há quatro atividades sobrepostas:

carregamento, sequenciamento, programação e monitoramento e controle (*veja* a Figura 10.6). Alguma cautela é necessária quando usamos esses termos. Organizações diferentes podem usá-los de diferentes formas, e mesmo os livros-textos nessa área adotam definições diferentes. Por exemplo, algumas autoridades denominam o que chamamos de planejamento e controle como "programação da produção". Entretanto, a terminologia de planejamento e controle é menos importante do que o entendimento das ideias básicas descritas no restante deste capítulo.

Princípio de administração da produção

As atividades de planejamento e controle incluem carregamento, sequenciamento, programação e monitoramento e controle.

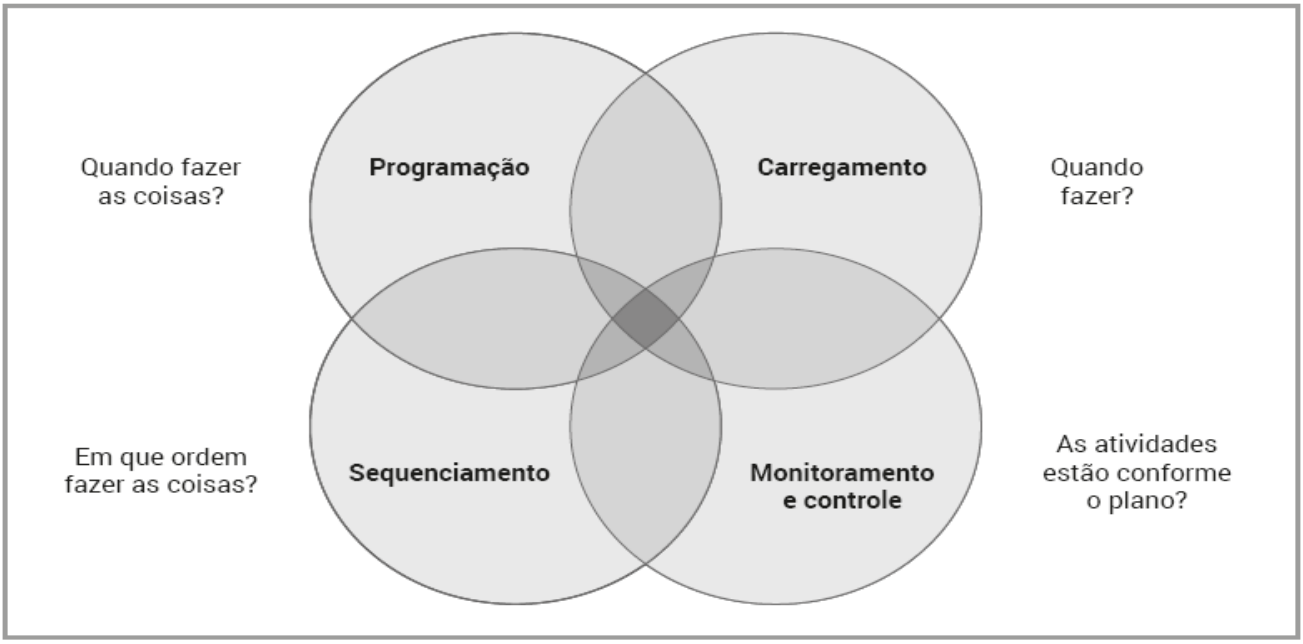


Figura 10.6 Atividades de planejamento e controle.

Carregamento

Carregamento é a quantidade de trabalho alocada a um centro de trabalho. Por exemplo, uma máquina instalada no chão de fábrica de uma empresa está disponível, teoricamente, 168 horas por semana. Entretanto, isso não significa necessariamente que as 168 horas de trabalho possam ser carregadas nessa máquina. A Figura 10.7 mostra o que consome esse tempo disponível. Por alguns períodos, a máquina não pode funcionar; por exemplo, pode não estar disponível nos feriados e fins de semana. Assim, a carga atribuída à máquina deve levar isso em consideração. Quando a máquina está disponível para o trabalho, outras perdas reduzem mais o tempo disponível. Por exemplo, pode-se perder algum tempo enquanto é feita a troca (*setup*) de um componente por outro durante a fabricação. Se a máquina quebrar, ela não estará disponível. Se houver dados disponíveis de confiabilidade da máquina, isso deve também ser levado em consideração. Às vezes, a máquina pode ficar esperando a chegada de peças ou ficar "ociosa" por algum outro motivo. Outras perdas podem incluir tolerância pelo trabalho da máquina abaixo de sua

velocidade ideal (por exemplo, porque sua manutenção não foi feita devidamente) ou tolerância para "perdas de qualidade" ou defeitos que a máquina pode produzir. Sem dúvida, muitas dessas perdas (mostradas na Figura 10.6) deveriam ser pequenas ou inexistentes em uma operação bem gerenciada. Entretanto, o tempo valioso disponível para uma operação produtiva, mesmo nas melhores operações, pode estar significativamente abaixo do tempo máximo disponível. Essa ideia será examinada no Capítulo 11, quando discutiremos a medição da capacidade.

Princípio de administração da produção

Para dado nível de demanda, um sistema de planejamento e controle deve ser capaz de indicar as implicações para o carregamento em qualquer parte da operação.

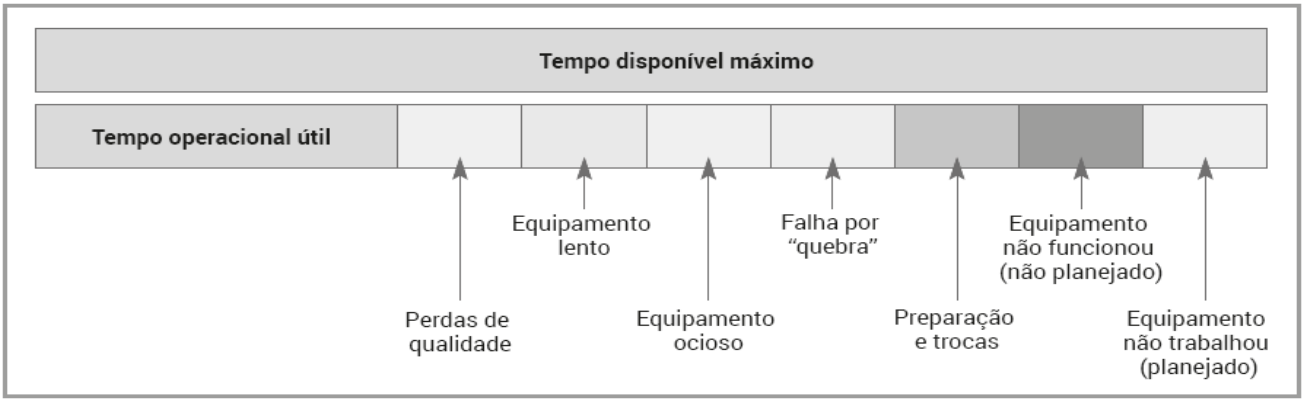


Figura 10.7 Redução do tempo disponível para tempo operacional útil.

Carregamento finito e infinito

O carregamento finito é uma abordagem que aloca trabalho apenas a um centro de trabalho (uma pessoa, uma máquina ou talvez um grupo de pessoas ou máquinas) até um limite estabelecido. Esse limite é a capacidade de trabalho estimada do centro (baseada nos tempos disponíveis para carga). O trabalho acima dessa capacidade não é aceito. A Figura 10.8 mostra como a carga no centro de trabalho não pode exceder o limite de capacidade. O carregamento finito é particularmente relevante para operações em que:

- *é possível limitar a carga* – por exemplo, é possível fazer um sistema de marcação de hora para um consultório médico ou um cabeleireiro;
- *é necessário limitar a carga* – por exemplo, por razões de segurança, apenas um número finito de pessoas e quantidade finita de carga são permitidos em aviões;
- *o custo da limitação da carga não é proibitivo* – por exemplo, o custo de manter uma fila finita de pedidos em um fabricante especializado de carros esportivos não afeta de modo adverso a demanda, e até pode melhorá-la.

O carregamento infinito é uma abordagem de carregamento que não limita a aceitação do trabalho, mas, ao contrário, tenta responder a ele. O segundo diagrama da Figura 10.8 ilustra esse padrão de carregamento em que as restrições de capacidade não foram usadas para limitar o carregamento, de modo que o trabalho é concluído mais cedo. O carregamento infinito é relevante para operações em que:

■ *não é possível limitar a carga* – por exemplo, o pronto-socorro de um hospital não pode recusar chegadas que exijam atenção;
■ *não é necessário limitar a carga* – por exemplo, restaurantes *fast-food* são projetados para flexibilizar a capacidade para cima e para baixo, atendendo assim às taxas variáveis de chegada de clientes. Durante períodos de muita demanda, os clientes devem aceitar algum tempo de espera para serem atendidos. A menos que a espera seja muito longa, eles podem decidir esperar e não ir a outro restaurante;

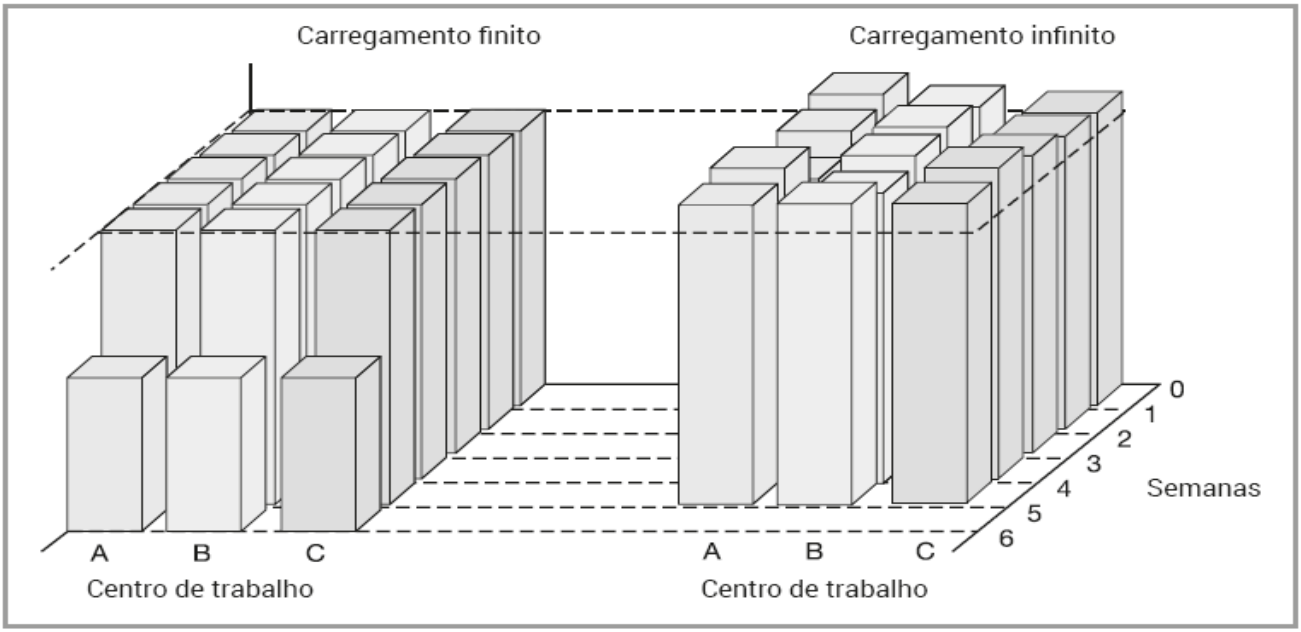


Figura 10.8 Carregamento finito e infinito de trabalhos em três centros de trabalho A, B e C. O carregamento finito limita o carregamento em cada centro de acordo com suas capacidades, mesmo que signifique atraso de alguns trabalhos. O carregamento infinito permite que o carregamento de cada centro exceda sua capacidade para assegurar que os trabalhos não atrasem.

■ *o custo de limitação da carga é proibitivo* – por exemplo, se uma agência bancária recusar clientes na porta porque há certo número limite de pessoas lá dentro, os clientes ficarão insatisfeitos com o serviço.

Em atividades de planejamento e controle complexas, em que há múltiplas etapas, cada uma com diferentes capacidades, e com um *mix* variável de trabalhos chegando às instalações, como no setor de usinagem de uma empresa de engenharia, as restrições impostas pelo carregamento finito tornam os cálculos de carregamento complexos e não compensam o esforço computacional considerável que seria necessário.

Sequenciamento

Seja a abordagem de carregamento finita ou infinita, quando o trabalho chega, decisões devem ser tomadas sobre a ordem em que as tarefas serão executadas. Essa atividade é denominada "sequenciamento". As prioridades dadas ao trabalho em uma operação são frequentemente estabelecidas por um conjunto predefinido de regras, algumas das quais relativamente complexas. Algumas delas estão resumidas a seguir.

Restrições físicas

A natureza física dos *inputs* processados pode determinar a prioridade do trabalho. Por exemplo, em uma operação que utilize tintas ou tingimentos, os tons mais claros serão colocados na sequência antes dos tons mais escuros. Cada vez que um lote é concluído, a cor é ligeiramente escurecida para o próximo lote. Isso se deve ao fato de que a cor só pode ser escurecida e nunca clareada. Às vezes, o *mix* de trabalho que chega a uma parte de uma operação pode determinar a prioridade dada às tarefas. Por exemplo, quando um tecido é cortado em determinado tamanho e formato na indústria de confecção de roupas, o tecido excedente será desperdiçado se não for utilizado para outro produto. Portanto, trabalhos que se encaixam fisicamente podem ser programados para reduzir desperdícios. A questão do sequenciamento descrita no caso sobre passageiros de linhas aéreas é desse tipo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Passageiros de linhas aéreas podem ser sequenciados?[5]

Como muitos antes dele, o Dr. Jason Steffen, astrofísico profissional do mundialmente famoso Fermilab, estava frustrado pelo tempo que demorou para embarcar em um avião, juntamente com os demais passageiros. Decidiu idealizar um modo de tornar a experiência um pouco menos tediosa. Assim, por um tempo, deixou seu trabalho normal de examinar planetas, além do Sol, matéria escura e cosmologia, e testou experimentalmente um método mais rápido de embarcar em um avião. Constatou que, ao mudarem a sequência em que os passageiros entram em um avião, as linhas aéreas podem, potencialmente, economizar tempo e dinheiro. Usando uma simulação por computador e as técnicas aritméticas rotineiramente usadas em seu trabalho diário, foi capaz de encontrar o que parecia ser um método de sequenciamento superior. De fato, o modo mais comum de embarcar passageiros mostrou ser o menos eficiente. Ele é denominado "método de blocos", em que blocos de assentos são chamados para embarcar, começando pelos assentos situados na parte traseira do avião. Anteriormente, outros especialistas do setor aéreo haviam sugerido embarcar primeiramente os passageiros sentados à janela, depois os do assento do meio e, por fim, os sentados junto ao corredor. Essa prática é denominada método Wilma. Contudo, conforme as simulações do Dr. Steffen, duas coisas retardam o processo de embarque. A primeira é que os passageiros podem ser solicitados a esperar no corredor enquanto os que estão na frente guardam a bagagem antes de ocupar o assento. A segunda é que os passageiros já sentados no lado do corredor ou no assento do meio, frequentemente, precisam se levantar para os ocupantes do assento à janela sentarem. Então, o Dr. Steffen sugeriu uma variante do método Wilma que minimizava o primeiro tipo de distúrbio e eliminava o segundo. Sugeriu o embarque começando com os passageiros sentados ao lado das janelas, alternando os assentos. Usando essa abordagem (agora denominada método Steffen), primeiro, os passageiros dos assentos de um lado do avião, próximos às janelas, são embarcados de modo alternado. A seguir, os passageiros sentados próximo às janelas do outro lado do avião são embarcados, também de modo alternado. Depois, são preenchidos os assentos alternados de um lado e, depois, do outro. O procedimento é repetido para os assentos do meio e ao lado do corredor. *Veja* a Figura 10.9.

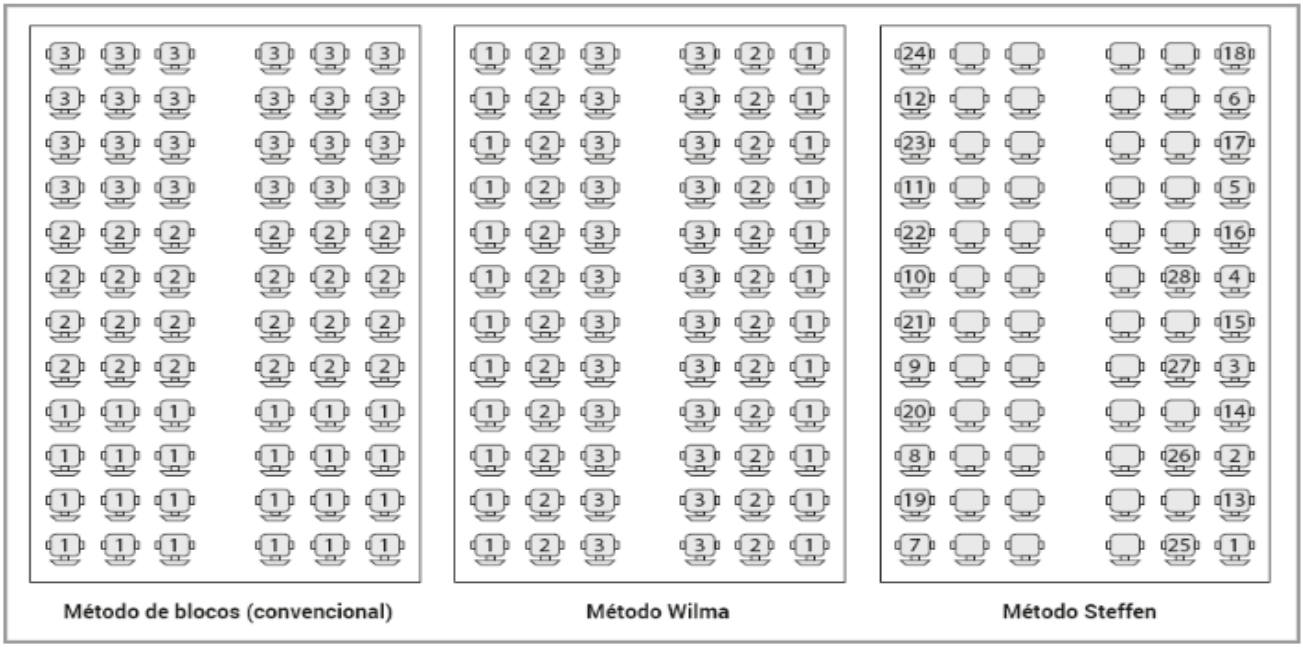


Figura 10.9 A melhor forma de sequenciar os passageiros em um avião.

Posteriormente, a eficácia das várias abordagens foi testada, usando-se como protótipo um Boeing 757 e 72 voluntários carregando bagagem. Cinco cenários diferentes foram testados: embarque em "blocos" em grupos de fileiras do fundo para a frente do avião; um por um do fundo para a frente; método Wilma; método Steffen; e embarque totalmente aleatório. Em todos os casos, permitiu-se a pais com crianças embarcar primeiro, uma vez que as famílias gostam de embarcar juntas. Como o Dr. Steffen havia previsto, a abordagem convencional "em blocos" mostrou ser a mais lenta e a abordagem estrita do fundo para a frente não foi muito melhor. O embarque totalmente aleatório (assentos não marcados), usado por várias linhas aéreas de baixo custo, mostrou-se muito melhor, provavelmente porque o embarque aleatório evita conflitos de espaço. Os tempos para o embarque total dos 70 passageiros usando cada método foram os seguintes: embarque em "blocos" – 6min54; de trás para frente – 6min11; aleatório – 4min44; método Wilma – 4min13; método Steffen – 3min36.

A grande questão é a seguinte: "Os passageiros estariam realmente preparados para ser sequenciados dessa forma, à medida que fazem fila para embarcar na aeronave?" Alguns funcionários de linhas aéreas argumentam que encaminhar os passageiros para um avião é um pouco como pastorear gatos. Contudo, se puderem adotar o método Steffen, economizarão tempo para os clientes e volume significativo de dinheiro para as linhas aéreas.

Prioridade do cliente

Às vezes, as operações usam o sequenciamento prioritário de clientes, que permite que um cliente ou item importante ou prejudicado seja "processado" antes dos outros, independentemente da ordem de chegada desse cliente ou item. Essa abordagem é tipicamente usada por operações cuja base de clientes é dispersa, formada por uma massa de pequenos clientes e alguns deles muito grandes e importantes. Por exemplo, alguns bancos dão prioridade a clientes importantes. Similarmente, em hotéis, os clientes que reclamam serão tratados como prioridade porque sua reclamação pode ter efeito adverso sobre as percepções de

outros clientes. Mais seriamente, os serviços de emergência geralmente precisam usar o julgamento para priorizar a urgência do serviço solicitado. Por exemplo, a Figura 10.10 mostra o sistema de triagem típico usado em hospitais para priorizar pacientes (*veja* a seção "Operações na Prática" intitulada "Sistema de triagem hospitalar"). Entretanto, o sequenciamento prioritário de clientes, embora forneça alto nível de serviço a alguns, pode prejudicar o serviço prestado a muitos outros. Isso pode baixar o desempenho global da operação se os fluxos de trabalho forem interrompidos para acomodar clientes importantes.

1	Ressuscitação imediata	Paciente precisa de tratamento imediato para preservar sua vida
2	Muito urgente	Pacientes com doenças sérias ou feridos, cujas vidas não estão em perigo imediato
3	Urgente	Pacientes com problemas sérios, mas em condições aparentemente estáveis
4	Padrão	Casos padrão sem perigo ou angústia imediata
5	Não urgente	Pacientes cujas condições não são verdadeiros acidentes ou emergências

Figura 10.10 Escala de priorização de triagem.

Data devida (DD)

Priorizar pela data devida significa que o trabalho é sequenciado de acordo com o momento em que "deve" ser entregue, independentemente do tamanho de cada trabalho ou da importância de cada cliente. Por exemplo, um serviço de suporte, como uma unidade de impressão, frequentemente será indagado sobre quando as cópias serão entregues e, então, a sequência de trabalho será feita conforme essa data devida. Geralmente, o sequenciamento por data devida melhora a confiabilidade de entrega e a velocidade média da entrega. Entretanto, pode não fornecer produtividade ideal, uma vez que um sequenciamento mais eficiente do trabalho pode reduzir o custo total. Todavia, pode ser flexível quando chega um novo trabalho urgente ao centro de trabalho.

Último a entrar, primeiro a sair (last in, first out – LIFO)

Último a entrar, primeiro a sair (*last in, first out* – LIFO) é um método de sequenciamento geralmente selecionado por razões práticas. Por exemplo, descarregar um elevador é mais eficiente com o método LIFO, uma vez que há apenas uma porta para entrada e saída. Entretanto, não é uma abordagem equitativa. Pacientes em clínicas hospitalares podem ficar furiosos se recém-chegados forem atendidos em primeiro lugar.

Primeiro a entrar, primeiro a sair (first in, first out – FIFO)

Algumas operações atendem os clientes na sequência exata de sua chegada. Isso é chamado primeiro a entrar, primeiro a sair (*first in first out* – FIFO). Por exemplo, os órgãos de emissão de passaporte do Reino

Unido recebem os formulários e os empilham conforme a data de chegada. Eles trabalham por data da remessa de correio, abrindo-a na sequência e processando os pedidos de passaporte por ordem de chegada. Em parques temáticos, uma fila única pode ser criada, de modo que contorne a área do saguão até as bilheterias. Quando os clientes chegam à frente da fila, o atendimento é feito no próximo guichê livre.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA
Sistema de triagem hospitalar

Um dos ambientes hospitalares mais difíceis de programar é o pronto-socorro, onde os pacientes chegam aleatoriamente, sem qualquer aviso, ao longo do dia. Cabe à recepção do hospital e à equipe médica preparar rapidamente uma programação que atenda a maioria dos critérios necessários. Particularmente os pacientes que sofrem acidentes muito sérios, ou que chegam apresentando sintomas de doença grave, precisam ser atendidos com mais urgência. Assim, o hospital programará primeiramente o atendimento desses casos. Os casos de menor urgência – pacientes que sintam algum desconforto, mas cujos ferimentos ou doenças não apresentem risco de morte – terão que esperar até os casos de urgência serem tratados. Os casos de rotina, de não urgência, terão a menor prioridade de todos. Em muitas circunstâncias, esses pacientes terão que esperar por tempo maior, que pode chegar a horas, especialmente se o hospital estiver lotado. Às vezes, casos não urgentes podem até mesmo ser rejeitados, se o hospital estiver muito ocupado com casos mais importantes. Em situações nas quais os hospitais esperam afluxos súbitos de pacientes, eles desenvolveram o que é conhecido como sistema de triagem, em que o pessoal médico classifica rapidamente os pacientes que chegam para determinar a categoria de urgência na qual se encaixam. Dessa forma, uma programação adequada para os vários tratamentos pode ser preparada em curto período de tempo.

Tempo de operação mais longo (longest operation time – (LOT)

As operações podem sequenciar seus trabalhos mais longos em primeiro lugar, o que se denomina sequenciamento por tempo de operação mais longo. A vantagem é ocupar os centros de trabalho por longos períodos. Em contraste, trabalhos relativamente pequenos em andamento ao longo da operação ocuparão algum tempo em cada centro de trabalho pela necessidade de mudança entre um trabalho e outro. Entretanto, embora o sequenciamento por tempo da operação mais longo mantenha alta utilização, essa norma não leva em consideração a velocidade, a confiabilidade ou a flexibilidade da entrega. De fato, pode funcionar diretamente contra esses objetivos de desempenho.

Primeiro, o tempo de operação mais curto (shortest operartion time – SOT – first)

A maioria das operações em algum momento fica limitada pela disponibilidade de caixa. Nessas situações, as regras de sequenciamento podem ser ajustadas para privilegiar os trabalhos mais curtos; isso é denominado sequenciamento pela operação de tempo mais curto. Esses trabalhos podem ser faturados e o pagamento recebido para facilitar os problemas de fluxo de caixa. Trabalhos maiores, que tomam mais tempo, não permitem rápido faturamento. Isso tem o efeito de melhorar do desempenho de entrega se a

unidade de medição da entrega for o número de trabalhos. Entretanto, pode afetar negativamente a produtividade total e prejudicar o atendimento aos clientes maiores.

Julgando as regras de sequenciamento

Todos os cinco objetivos de desempenho, ou alguma variante deles, podem ser usados para julgar a eficácia das regras de sequenciamento. Entretanto, os objetivos de confiabilidade, velocidade e custo são particularmente importantes. Assim, por exemplo, os seguintes objetivos de desempenho são geralmente usados:

- atender ao cliente na data prometida (confiabilidade);
- minimizar o tempo que o trabalho despende no processo, também conhecido como "tempo de fluxo ou de atravessamento" (velocidade);
- minimizar o estoque de trabalho em processo (um elemento de custo);
- minimizar o tempo ocioso dos centros de trabalho (outro elemento de custo).

Comparando os resultados das três regras de sequenciamento descritas no Exemplo Resolvido com as outras regras de sequenciamento descritas anteriormente e aplicadas ao problema, teremos os resultados resumidos na Tabela 10.2. Nesse caso, a regra SOT resultou tanto em melhor tempo médio de processo quanto em melhor (ou menos pior) média de atraso. Embora diferentes regras tenham diferentes desempenhos, dependendo das circunstâncias do problema de sequenciamento, na prática, a regra SOT geralmente apresenta melhor desempenho.

Tabela 10.2 Comparação das cinco regras de decisão de sequenciamento

Regra	Tempo médio do processo (dias)	Atraso médio (dias)
FIFO	12	6,4
DD	8,4	3,2
SOT	7,6	3,2
LIFO	8,4	3,8
LOT	12,8	7,4

Exemplo resolvido

Steve Smith é *designer* de *websites* em uma escola de administração. Retornando de suas férias anuais (após concluir todos os trabalhos importantes antes de sair), recebeu a incumbência de cinco novos trabalhos de *design*. Ele atribui aos trabalhos os códigos de A a E. Steve precisa decidir em qual sequência realizar os trabalhos. Deseja ao mesmo tempo minimizar o tempo médio que os trabalhos permanecem em seu escritório e, se possível, cumprir os prazos (tempos de entrega) alocados a cada trabalho.

Sua primeira ideia é fazer os trabalhos na ordem em que os recebeu, isto é, o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO):

Regra de sequenciamento – Primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO)

Regra de sequenciamento – Data devida (DD)

Sequência de trabalhos	Tempo de processo (dias)	Tempo de início	Tempo de término	Data devida	Nível de atraso (dias)
E	1	0	1	3	0
B	3	1	4	5	0
A	5	4	9	6	3
D	2	9	11	7	4
C	6	11	17	8	9
Tempo total no processo		42	Atraso total		16
Tempo médio no processo (total/5)		8,4	Atraso médio (total/5)		3,2

Alarmado pelo atraso médio, ele tenta a regra da data devida (DD):

Sequência de trabalhos	Tempo de processo (dias)	Tempo de início	Tempo de término	Data devida	Nível de atraso (dias)
A	5	0	5	6	0
B	3	5	8	5	3
C	6	8	14	8	6
D	2	14	16	7	9
E	1	16	17	3	14
Tempo total no processo		60	Atraso total		32
Tempo médio no processo (total/5)		12	Atraso médio (total/5)		6,4

Melhor! Mas Steve experimenta a regra do tempo de operação mais curto:

Regra de sequenciamento – Tempo de operação mais curto (SOT)

Sequência de trabalhos	Tempo de processo (dias)	Tempo de início	Tempo de término	Data devida	Nível de atraso (dias)
E	1	0	1	3	0
D	2	1	3	7	0
B	3	3	6	5	1
A	5	6	11	6	5
C	6	11	17	8	9
Tempo total no processo		38	Atraso total		16
Tempo médio no processo (total/5)		7,6	Atraso médio (total/5)		3,2 dias

Isso dá o mesmo atraso médio, mas com tempo médio do processo menor. Steve decide usar esta última regra.

Programação

Tendo determinado a sequência em que o trabalho será desenvolvido, algumas operações requerem um cronograma detalhado, mostrando em que momento os trabalhos devem começar e quando devem terminar – isso é programação. Programações são declarações comuns de volume e tempo em muitos ambientes de consumo. Por exemplo, uma programação de horários de ônibus mostra que mais ônibus são colocados nas rotas em intervalos mais frequentes durante as horas de pico. O horário do ônibus mostra também o horário em que cada ônibus deve chegar em cada estágio da rota. Programações de trabalho são usadas em operações quando algum planejamento é exigido para certificar que a demanda do cliente seja atendida. Outras operações, como os serviços de resposta rápida, em que os clientes chegam de forma não planejada, não podem ser programadas a curto prazo. Apenas podem responder no momento em que a demanda lhes seja apresentada.

Complexidade da programação

A atividade de programação é uma das tarefas mais complexas na administração da produção. Primeiro, os programadores devem lidar simultaneamente com vários tipos diferentes de recurso. As máquinas terão capacidades e capacitações diferentes; o pessoal terá habilidades diferentes. O mais importante é que o número de programações possíveis aumenta rapidamente à medida que o número de atividades e processos aumenta. Por exemplo, suponhamos que uma máquina tenha cinco trabalhos diferentes para processar. Qualquer dos cinco trabalhos pode ser processado em primeiro lugar e pode ser seguido por qualquer dos quatro trabalhos remanescentes, e assim por diante. Isso significa que há:

$5 \times 4 \times 3 \times 2 = 120$ diferentes programações possíveis

Em outras palavras, para n trabalhos, há $n!$ (n fatorial) maneiras diferentes de programar os trabalhos para um único processo. Porém, quando existem (digamos) duas máquinas, não há razão para a sequência da máquina 1 ser a mesma sequência da máquina 2. Se considerarmos as duas tarefas de sequenciamento como independentes uma da outra, para as duas máquinas haverá:

$120 \times 120 = 14.400$ programações possíveis das duas máquinas e dos cinco trabalhos.

Assim, uma fórmula geral pode ser elaborada para calcular o número de programações possíveis em qualquer situação dada, como a seguinte:

Número de programações possíveis = $(n!)^m$

em que n é o número de trabalhos e m é o número de máquinas.
Em termos práticos, isso significa que geralmente há muitos milhões de programações viáveis, mesmo para tarefas de programação relativamente pequenas. Isso ocorre porque a programação raramente tenta fornecer uma solução "ótima", mas, ao contrário, se satisfaz com uma solução viável, "aceitável".

Programação para a frente e para trás

A programação para a frente consiste em iniciar o trabalho tão logo ele chegue. A programação para trás inicia o trabalho no último momento possível sem que ele sofra atraso. Por exemplo, imaginemos que uma lavanderia leve seis horas para lavar, secar e passar um lote de macacões. Se o trabalho for entregue às 8 h e retirado às 16 h, há mais de seis horas disponíveis para fazer o trabalho. A Tabela 10.3 mostra os diferentes tempos de início de cada trabalho, dependendo de a programação ser para frente ou para trás.

Tabela 10.3 Efeitos da programação para a frente e para trás

Tarefa	Duração	Tempo de início (para trás)	Tempo de início (para frente)
Passar	1 hora	15 h	13 h
Secar	2 horas	13 h	11 h
Lavar	3 horas	10 h	8 h

A escolha entre as programações para frente e para trás depende bastante das circunstâncias. A Tabela 10.4 lista algumas vantagens e desvantagens dos dois tratamentos. Em teoria, tanto o planejamento de necessidade

de materiais (*material requirement planning* – MRP, *veja* o Capítulo 14) quanto a programação enxuta ou planejamento *just in time* (JIT, *veja* o Capítulo 15) usam a programação para trás, iniciando o trabalho apenas quando for necessário. Entretanto, na prática, os usuários do MRP tendem a permitir muito tempo para cada tarefa ser concluída e, assim, cada tarefa não é iniciada no último momento possível. Em comparação, o *just in time* tem início, como o nome diz, em cima da hora.

Princípio de administração da produção

O sistema de planejamento e controle de uma operação deve permitir que os efeitos de programações alternativas sejam avaliados.

Tabela 10.4 Vantagens das programações para frente e para trás

Gráficos de Gantt

O método de programação mais simples e mais usado é o gráfico de Gantt. Trata-se de uma ferramenta simples que representa o tempo como uma barra (ou canal) em um gráfico. Os tempos de início e fim de atividades podem ser indicados no gráfico e, às vezes, o progresso real do trabalho também é indicado no mesmo gráfico. A vantagem dos gráficos de Gantt são que eles proporcionam uma representação visual simples do que deveria estar acontecendo e do que está realmente ocorrendo na operação. Além disso, podem ser usados para "testar" programações alternativas. É tarefa relativamente simples representar programações alternativas (mesmo que não seja tarefa tão simples encontrar uma programação que se encaixe satisfatoriamente em todos os recursos). A Figura 10.11 ilustra um gráfico de Gantt para uma empresa de desenvolvimento de *software* especializado. Ele mostra como se espera que evoluam vários trabalhos pelos cinco estágios do processo. O gráfico de Gantt não é uma ferramenta de otimização; ele simplesmente facilita o desenvolvimento de programações alternativas por meio de uma comunicação eficaz.

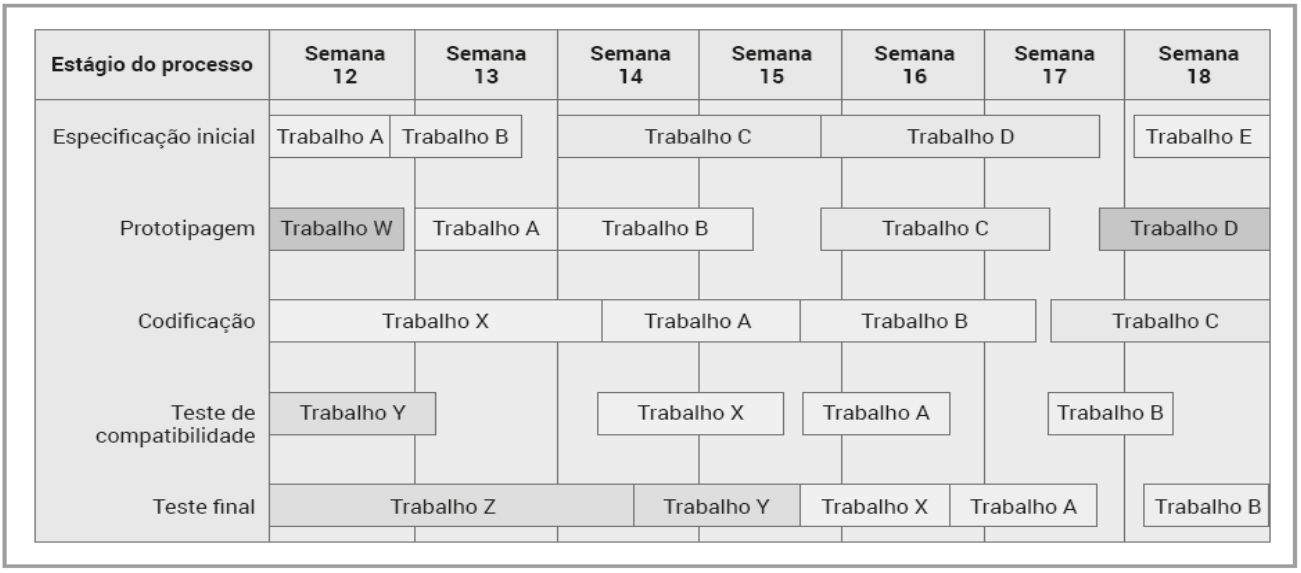


Figura 10.11 Gráfico de Gantt mostrando a programação para trabalhos em cada estágio do progresso.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

A vida de um sanduíche de salada de frango – parte 1[6]

Sanduíche pronto e embalado é um produto em crescimento no mundo inteiro, na medida em que os consumidores colocam praticidade e rapidez acima de comodidade e custo. Porém, se você consumiu recentemente um sanduíche pronto, pense no cronograma de eventos necessários para sua fabricação. Por exemplo, considere um sanduíche de salada de frango. Menos de cinco dias atrás, o frango estava na granja sem saber que jamais veria outro final de semana. O cronograma do gráfico de Gantt ilustrado na Figura 10.12 conta a história do sanduíche e do frango (postumamente).

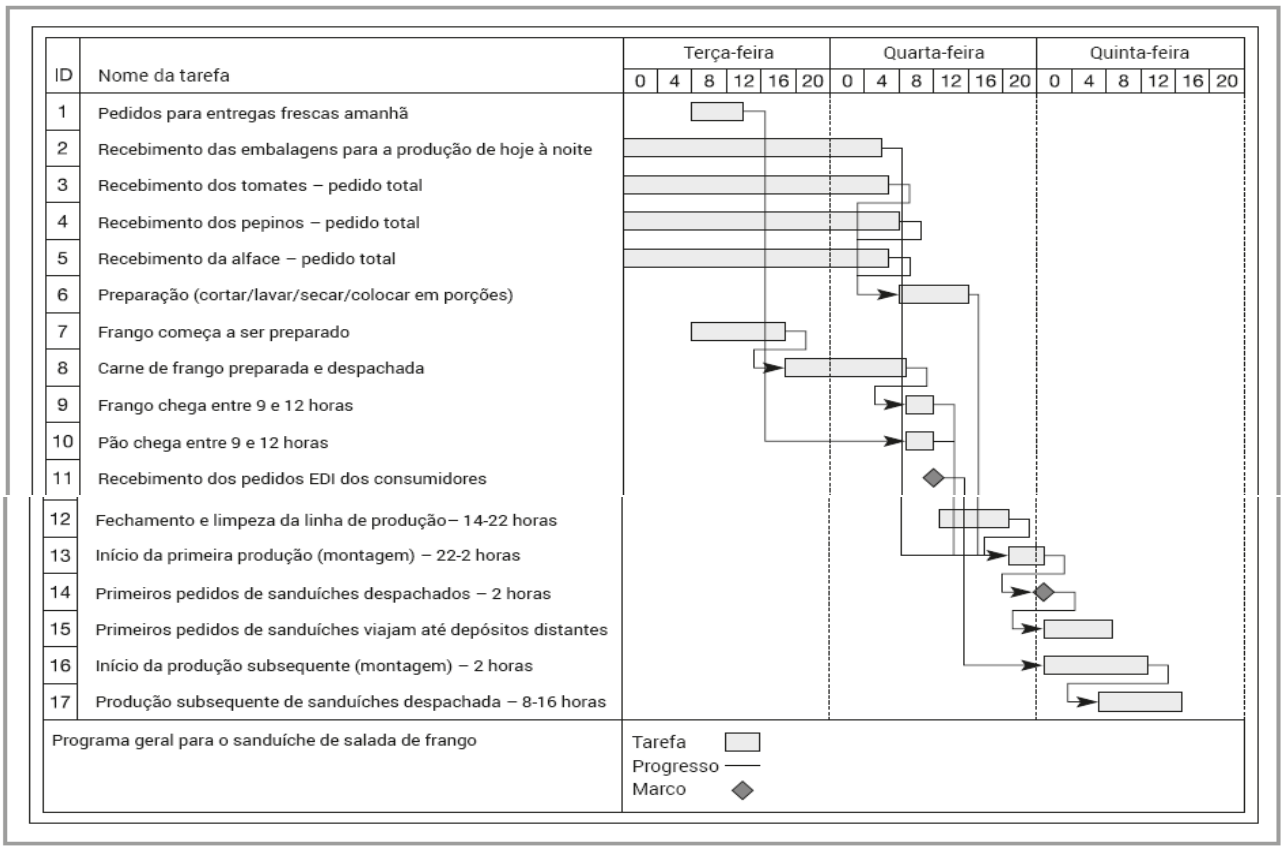


Figura 10.12 Programa simplificado para fabricação e entrega de um sanduíche de salada de frango.

A partir da previsão, os pedidos dos itens não perecíveis são feitos de modo que cheguem até uma semana antes de serem usados. Os pedidos de itens perecíveis são feitos diariamente, um dia ou dois antes de serem necessários. Tomates, pepinos e alfaces possuem vida útil de três dias. Assim, podem ser recebidos até três dias antes da produção dos sanduíches. O estoque é usado segundo a regra do primeiro a chegar, primeiro a sair (FIFO). Se hoje, digamos, é quarta-feira, as verduras processadas serão aquelas que chegaram nos últimos três dias. Esta manhã, o pão recebido de uma padaria local e o frango fresco, cozido e cortado em tiras serão colocados diretamente no sanduíche durante sua montagem. Ontem (terça-feira), o frango foi abatido, cozido, cortado e enviado à fábrica. Por volta do meio-dia, os pedidos para a produção noturna terão sido recebidos via internet. Das 14 h às 22 h, as linhas de produção estarão fechadas para manutenção e limpeza completa. Durante esse período, a equipe de planejamento de produção está ocupada planejando o fluxo da produção noturna. A produção para entrega aos consumidores mais afastados da fábrica é planejada primeiro. Por volta das 22 h, a produção está preparada para iniciar. Os sanduíches são fabricados em linhas de produção. O pão é colocado manualmente na esteira rolante e a

manteiga é espalhada automaticamente por uma máquina. A seguir, os vários recheios são aplicados em cada estágio, de acordo com o "projeto" do sanduíche especificado (*veja* a Figura 10.13). Aplicado o recheio, a fatia superior do pão é colocada no sanduíche e uma máquina o corta em dois triângulos, embala e sela. Agora são 2 h de quinta-feira e os primeiros caminhões refrigerados estão partindo em sua viagem até os vários pontos de consumo. A produção continua até as 14 h de quinta-feira, depois novamente a linha será fechada para manutenção e limpeza. Os últimos sanduíches são despachados às 16 h de quinta-feira. Não há produtos acabados em estoque.

A parte dois da vida de um sanduíche de salada de frango é apresentada no Capítulo 14.

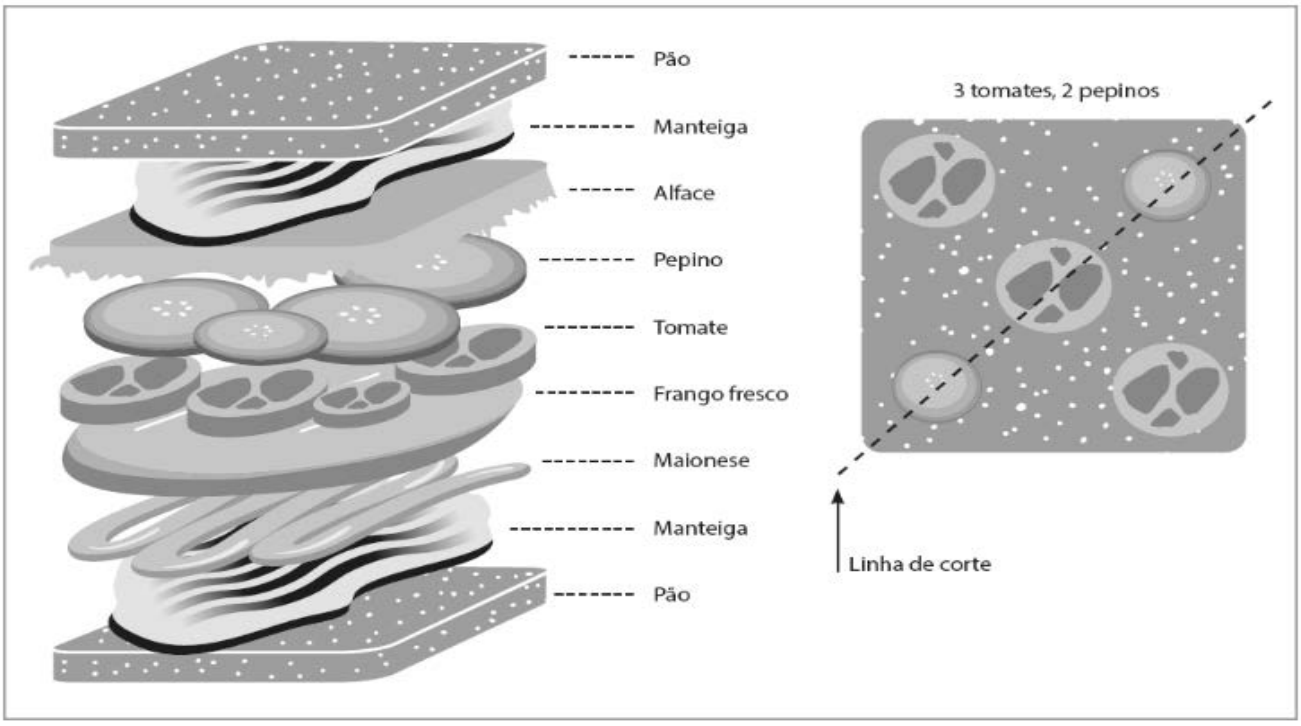


Figura 10.13 Projeto para um sanduíche de salada de frango.

Programando padrões de trabalho

Onde o recurso dominante de uma operação é o pessoal, a programação dos tempos de trabalho determina efetivamente a capacidade da própria operação. Assim, a principal tarefa da programação é garantir que número suficiente de pessoas esteja trabalhando a qualquer momento para proporcionar uma capacidade adequada ao nível corrente da demanda. Geralmente, isso é denominado de escala de pessoal. Operações como *call centers*, correio, polícia, serviços de entrega expressa, lojas de varejo e hospitais, todos precisam programar as horas de trabalho de seu pessoal com a demanda em mente. Essa é uma consequência direta da visibilidade alta dessas operações (apresentamos esta ideia no Capítulo 1). Essas operações não podem estocar seus produtos ou serviços e, assim, devem responder imediatamente à demanda dos clientes. Por exemplo, a Figura 10.14 mostra a programação de turnos para um serviço de informações ao cliente de uma pequena empresa de *software*. Esse serviço ajuda os clientes na solução de seus problemas técnicos e funciona das 4 h às 20 h às segundas-feiras, das 4 h às 22 h de terças às sextas-feiras, das 6 h às 22 h aos sábados e das 10 h às 20 h aos domingos. A demanda é mais intensa de terça a

quinta, diminui na sexta, é baixa durante o final de semana e começa a aumentar novamente na segunda-feira.

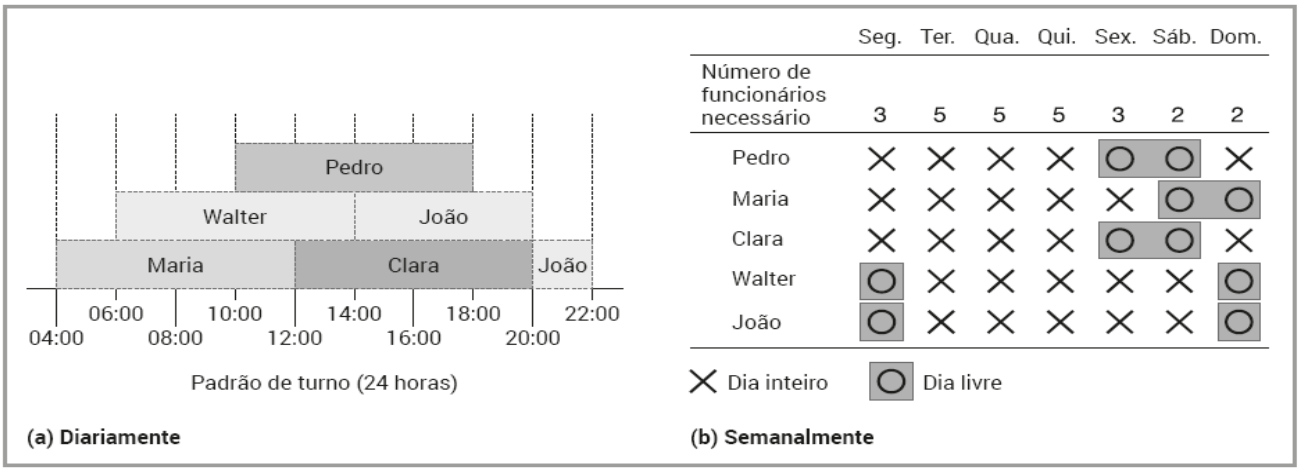


Figura 10.14 Programação dos turnos em uma pequena empresa de *software*.

A tarefa de programação para esse tipo de problema pode ser considerada por diferentes cronogramas, dois dos quais são ilustrados na Figura 10.14. Durante o dia, as horas de trabalho precisam ser combinadas com os membros individuais da equipe. Durante a semana, os dias de folga também são combinados. Durante o ano, as férias, períodos de treinamento e outros horários em que os funcionários estão indisponíveis também precisam ser negociados. Tudo isso precisa ser programado de modo que:

- a capacidade corresponda à demanda;
- a duração de cada turno nunca seja excessivamente longa nem curta, para ser atraente à equipe;
- o trabalho em horas "inconvenientes" seja minimizado;
- os dias de folga acompanhem os acordos feitos com os funcionários (nesse exemplo, os funcionários preferem ter dois dias consecutivos de folga na semana);
- as férias e outros períodos "sem trabalho" sejam acomodados;
- suficiente flexibilidade seja inserida na programação para cobrir mudanças inesperadas no suprimento (doença de funcionários) e na demanda (surto repentino de chamadas de clientes).

A programação da escala de funcionários é um dos problemas mais complexos. No exemplo relativamente simples mostrado na Figura 10.14, consideramos que todos os funcionários possuem o mesmo nível e tipo de habilidade. Em operações muito grandes, com muitos tipos de habilidades para programar e demanda incerta (por exemplo, um grande hospital), o problema de programação torna-se extremamente complexo. Algumas técnicas matemáticas estão disponíveis, mas a maior parte da programação desse tipo é, na prática, solucionada usando-se métodos heurísticos (regras práticas), alguns incorporados em pacotes de *software* disponíveis comercialmente.

Monitoramento e controle da operação

Após criar um plano para a operação por meio de carregamento, sequenciamento e programação, cada parte da operação precisa ser monitorada para garantir que as atividades planejadas estejam de fato ocorrendo. Qualquer desvio dos planos pode ser retificado por algum tipo de intervenção na operação, que por si só, provavelmente, envolverá algum replanejamento. A Figura 10.15 ilustra uma visão simples

de controle. A saída de um centro de trabalho é monitorada e comparada com o plano que indica o que esse centro deve fazer. Desvios desse plano são considerados por meio da atividade de replanejamento e das intervenções necessárias feitas ao centro de trabalho que (supostamente) garantirão que o novo plano seja executado. Entretanto, qualquer desvio eventual da atividade planejada será detectado e o ciclo, repetido.

Princípio de administração da produção

Um sistema de planejamento e controle deve ser capaz de detectar desvios dos planos em um cronograma que permita resposta apropriada.

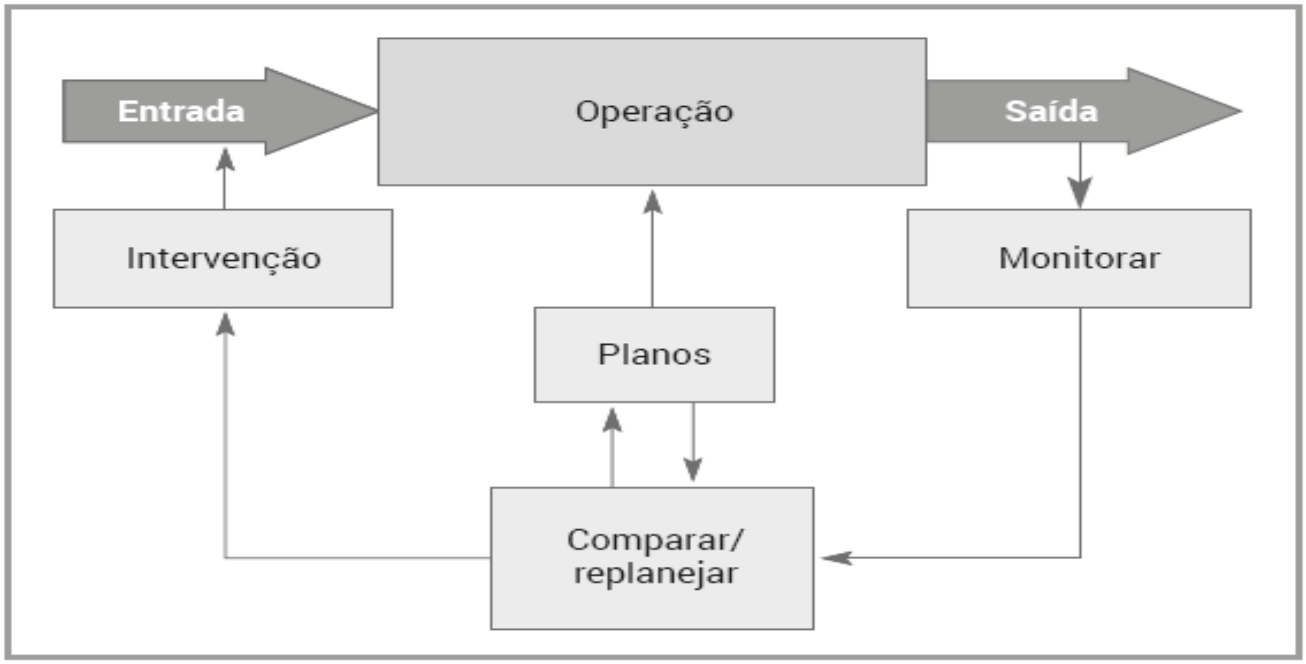


Figura 10.15 Modelo simples de controle.

Controle empurrado e controle puxado

Assim, um elemento de controle é a intervenção periódica nas atividades da operação. Uma decisão importante é o modo de realizar essa intervenção. A distinção-chave está entre os sinais da intervenção que empurram o trabalho no decorrer dos processos da operação e os que puxam o trabalho apenas quando é necessário. Em um sistema de controle empurrado, as atividades são programadas por meio de um sistema central e completadas em linha com as instruções centrais, como em um sistema MRP (*veja* o Capítulo 14). Cada centro de trabalho empurra o trabalho sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte poderá utilizá-lo imediatamente. Os centros de trabalho são coordenados pelo sistema central de planejamento e controle. Entretanto, na prática, há muitas razões pelas quais as condições reais diferem das planejadas. Como consequência, tempo ocioso, estoque e filas caracterizam frequentemente sistemas empurrados. Por outro lado, em um sistema de controle puxado, o andamento e as especificações do que é feito são estabelecidos pela estação de trabalho "cliente" que puxa o trabalho da estação anterior (fornecedor). O cliente atua como o único "gatilho" para a movimentação. Se uma requisição não é passada para trás, do cliente para o fornecedor, este não é autorizado a produzir nada ou a mover qualquer

material. A requisição de um cliente não apenas aciona a produção no estágio de suprimento, mas também prepara o estágio supridor para solicitar outra entrega de seus próprios fornecedores. Dessa forma, a demanda é transmitida para trás através dos estágios, desde o ponto original da demanda pelo cliente final.

Consequências das programações empurrada e puxada sobre o estoque

Entender os diferentes princípios das programações empurrada e puxada é importante porque elas têm efeitos diferentes em termos de suas propensões a acumular estoque na operação. Os sistemas puxados são menos propensos a acumular estoque e, portanto, são favorecidos pelas operações enxutas (*veja* o Capítulo 15). Para entender por que é assim, consideremos a analogia da "gravidade", ilustrada na Figura 10.16. Aqui, um sistema empurrado é representado por uma operação em que cada estágio está em nível mais baixo do que o anterior. Quando os itens são processados em um estágio, eles são empurrados rampa abaixo para o estágio seguinte. Qualquer atraso ou problema nesse estágio resultará em acúmulo de itens em estoque. No sistema puxado, as peças não podem fluir naturalmente para cima, de modo que apenas podem progredir se o estágio seguinte deliberadamente as puxar. Sob essas circunstâncias, não se acumula estoque tão facilmente.

Princípio de administração da produção
O controle puxado reduz o acúmulo de estoque entre processos ou estágios.

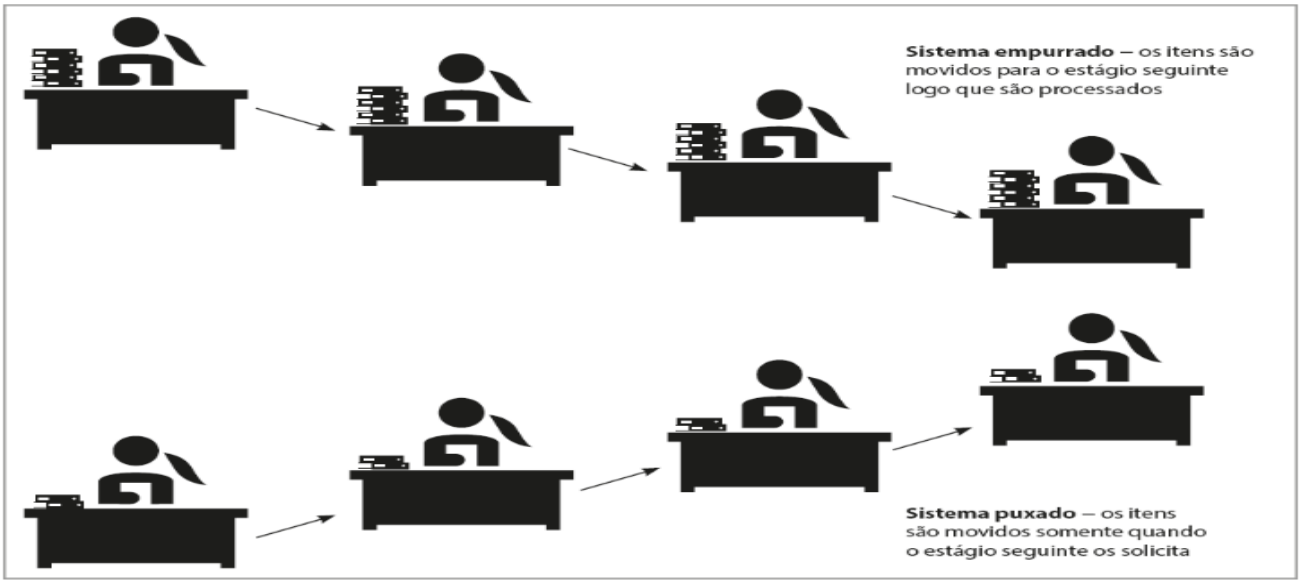


Figura 10.16 Sistema empurrado *versus* sistema puxado: analogia da gravidade.

Tambor, pulmão e corda

O conceito de tambor, pulmão e corda vem da teoria das restrições (*theory of constraints* – TOC) e de um conceito denominado tecnologia de produção otimizada (*optimized production technology* – OPT), originalmente descritos por Eli Goldratt em seu livro *A meta*[7] (lidaremos mais com suas ideias no Capítulo 15). É uma ideia que ajuda a decidir exatamente *onde* o controle deve ocorrer em um processo. A maior parte da produção não tem o mesmo volume de carga em cada centro de trabalho separado (isto é, não é

perfeitamente balanceada). Isso significa que é provável haver parte do processo atuando como um gargalo no fluxo de trabalho ao longo do processo. Goldratt argumenta que o gargalo deve ser o ponto de controle de todo o processo. É chamado de *tambor* porque estipula a "batida" (andamento) para o resto do processo que se segue. Dado que o processo não tem capacidade suficiente, um gargalo está (ou deveria estar) atuando todo o tempo. Portanto, é sensato manter-se um *pulmão* de estoque à sua frente, de modo a assegurar que sempre haja algo em que trabalhar. Devido ao fato de que restringe a saída de todo o processo, qualquer tempo perdido no gargalo afetará essa saída. Assim, não vale a pena para as outras partes do processo anterior ao gargalo trabalhar em plena capacidade. Tudo o que fariam seria acumular trabalho mais adiante ao longo do processo até o ponto em que o gargalo estivesse restringindo o fluxo. Desse modo, alguma forma de comunicação entre o gargalo e a entrada do processo é necessária para assegurar que as atividades anteriores ao gargalo deixem de produzir demasiadamente. Isso é chamado de *corda* (*veja* a Figura 10.17).

Princípio de administração da produção

As restrições dos processos e atividades "gargalo" devem ser um *input* importante para a atividade de planejamento e controle.

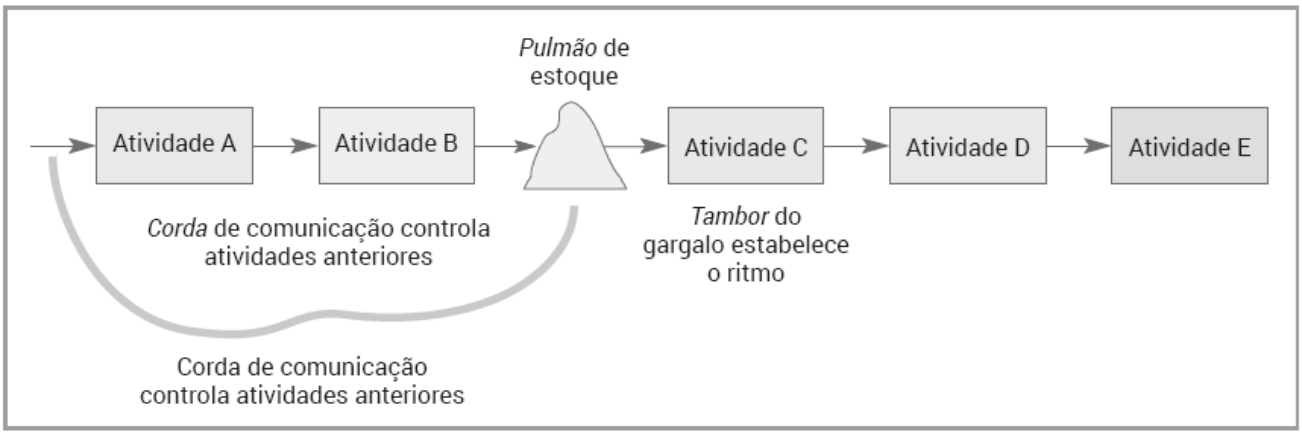


Figura 10.17 Conceito de tambor, pulmão e corda.

Controlar a produção nem sempre é rotina

O modelo simples de controle da Figura 10.15 nos ajuda a compreender as funções básicas da atividade de monitoramento e controle. Contudo, como informado no último comentário crítico, trata-se de uma simplificação. Alguns processos simples baseados em tecnologia podem aproximar-se desse modelo, mas muitas outras operações não. De fato, algumas das observações citadas no comentário crítico fornecem um conjunto útil de questões que podem ser usadas para avaliar o grau de dificuldade associado ao controle de qualquer operação. Especificamente:

Comentário crítico

A maioria das perspectivas sobre controle abordadas neste capítulo são simplificações de uma realidade bem mais complicada. Baseiam-se em modelos utilizados para compreender sistemas mecânicos como os motores dos carros. Entretanto, alguém que tenha trabalhado em organizações reais sabe que organizações não são máquinas. São sistemas sociais, cheios de interações complexas e ambíguas.

Modelos simples como esses pressupõem que os objetivos das operações sejam sempre claros e acordados. Todavia, organizações são entidades políticas em que objetivos diferentes, muitas vezes conflitantes, competem. Por exemplo, operações do governo local são extremamente políticas. Além disso, os resultados das operações não são facilmente mensurados. Uma universidade pode ser capaz de medir o número e as qualificações de seus estudantes, por exemplo, mas não pode medir o impacto completo de seu ensino na felicidade futura dos alunos. Ainda que fosse possível descobrir uma intervenção adequada para trazer uma operação de volta ao "controle", a maior parte das operações não poderia prever perfeitamente o efeito que essa intervenção traria. Mesmo a maior cadeia de lanchonetes não pode saber *exatamente* como um novo sistema de alocação de turnos afetará seu desempenho. Além disso, de qualquer forma, algumas operações nunca fazem a mesma coisa mais de uma vez. A maior parte do trabalho executado por operações de construção civil, por exemplo, é única. Se cada resultado é diferente, como os "controladores" poderão saber o que supostamente deve acontecer? Seus próprios planos são meras especulações.

- Há consenso sobre quais devem ser os objetivos da operação?
- Os efeitos das intervenções na operação são previsíveis?
- As atividades da operação são, em grande parte, repetitivas?

Começando com a primeira questão, os objetivos estratégicos são claros e não ambíguos? Nem sempre é possível (ou necessariamente desejável) articular cada aspecto dos objetivos de uma operação em detalhe. Muitas operações são simplesmente muito complexas para isso. Nem sempre cada gerente sênior concorda sobre quais *devem* ser os objetivos da operação. Frequentemente, falta um objetivo claro porque os gerentes têm interesses diferentes e conflitantes. Nas organizações de assistência social, alguns gerentes são encarregados de proteger os membros vulneráveis da sociedade, outros, de assegurar que o dinheiro público não seja desperdiçado, e ainda outros podem ser solicitados a proteger a independência de seus profissionais. Em outros momentos, os objetivos são ambíguos porque a estratégia precisa enfrentar mudanças imprevisíveis no meio ambiente, o que torna os objetivos originais redundantes. Outra suposição no modelo de controle simplificado é de que há algum conhecimento razoável sobre como cumprir o resultado desejado. Isto é, quando uma decisão é tomada, podem-se prever seus efeitos com um grau razoável de confiança. Em outras palavras, o controle operacional presume que quaisquer intervenções que pretendem trazer um processo de volta ao controle, de fato, terão o efeito pretendido. Todavia, isso implica que os relacionamentos entre a intervenção e a consequência resultante no processo são previsíveis, o que, por sua vez, implica que o grau de conhecimento do processo seja alto. Por exemplo, se uma organização decide mudar de local para ser mais conveniente a seus clientes, isso pode ou não gerar bons resultados. Os clientes podem reagir de maneira imprevista. Mesmo se eles inicialmente responderem bem à nova localização, pode haver um intervalo antes de as reações negativas se tornarem evidentes. De fato, muitas decisões de produção são tomadas sobre atividades em que o relacionamento de causa e efeito é apenas parcialmente compreendido. A suposição final sobre o controle é que as intervenções são feitas de modo repetitivo e ocorrem frequentemente (por exemplo, verificar um processo de hora em hora ou diariamente). Isso significa que a operação tem a oportunidade de aprender como suas intervenções afetam o processo, o que facilita consideravelmente o controle. Entretanto, algumas situações de controle não são repetitivas; por exemplo, as que envolvem serviços ou produtos

exclusivos. Portanto, em razão de não ser possível repetir a intervenção ou o desvio do plano que a causou, há pouca oportunidade de aprendizagem.

A Figura 10.18 ilustra como essas questões podem formar um modelo do tipo "árvore de decisão", que indica como a natureza do controle das operações pode ser influenciada.[8] O controle operacional é relativamente simples: os objetivos não são ambíguos, os efeitos das intervenções são conhecidos e as atividades são repetitivas. Esse tipo de controle pode ser feito usando convenções e normas predeterminadas. Entretanto, há ainda alguns desafios para o controle bem-sucedido das rotinas. É preciso disciplina operacional para assegurar que os procedimentos de controle sejam sistematicamente implementados. O principal ponto assumido é que qualquer divergência das condições necessárias para o controle rotineiro implica um tipo de controle diferente.

Princípio de administração da produção

O planejamento e o controle nem sempre são rotineiros, especialmente quando os objetivos são ambíguos; os efeitos das intervenções na operação não são previsíveis e as atividades não são repetitivas.

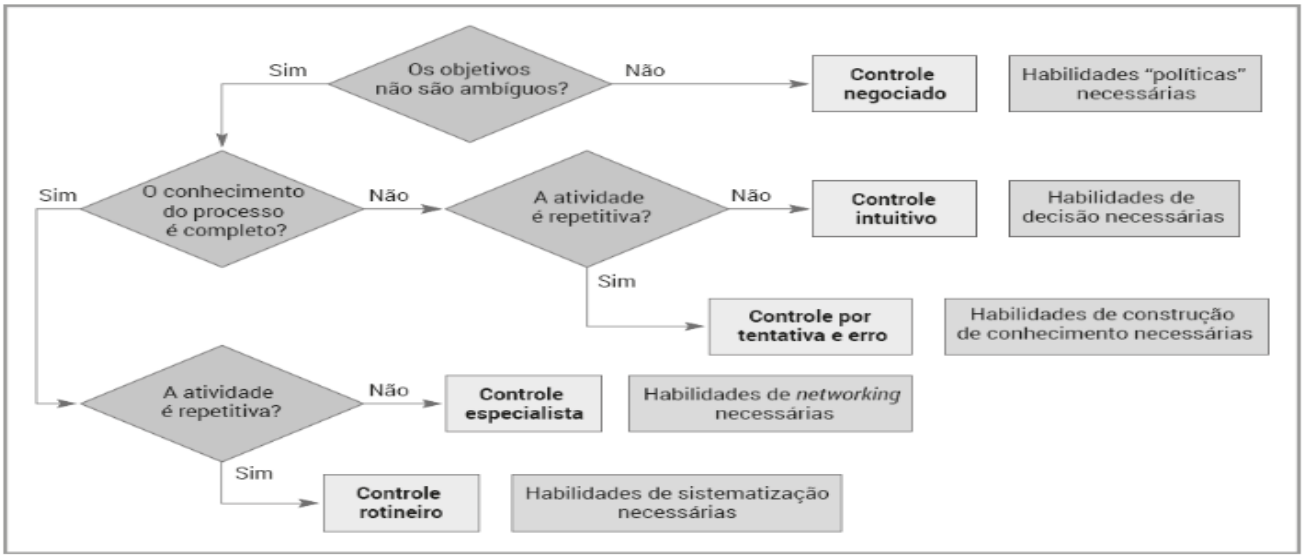


Figura 10.18 Nem sempre o controle é rotineiro; circunstâncias diferentes exigem tipos diferentes de controle.

Controle especialista

Se os objetivos não forem ambíguos, embora os efeitos das intervenções sejam relativamente bem compreendidos, mas a atividade não é repetitiva (por exemplo, instalar ou atualizar o *software* ou os sistemas de TI), o controle pode ser delegado a um "especialista", alguém para quem tais atividades são repetitivas porque seu conhecimento foi construído com base na experiência anterior, ocorrida em algum lugar. Um controle especialista bem-sucedido requer que tais especialistas existam e que possam ser "adquiridos" pela empresa. Também requer que o especialista tire proveito do conhecimento de controle já presente na empresa e integre seu conhecimento de "especialista" com o suporte interno que potencialmente já existe. Ambos reforçam a necessidade de "interligar", em termos de adquirir *expertise* e, depois, integrar essa *expertise* na organização.

Controle por tentativa e erro

Se os objetivos estratégicos forem relativamente inequívocos mas os efeitos das intervenções desconhecidos, embora a atividade seja repetitiva, a operação pode obter conhecimento de como controlar com sucesso mediante suas próprias falhas. Em outras palavras, embora as simples prescrições possam não estar disponíveis nos estágios iniciais do controle das intervenções, a organização pode aprender como fazer isso mediante experiência própria. Por exemplo, uma cadeia de *fast-food*, ao abrir novas lojas em novos mercados, pode não estar inicialmente segura sobre como organizar melhor essa abertura de lojas. Contudo, se a abertura for a primeira de várias, o objetivo deve ser não apenas ter sucesso em cada inauguração mas, igualmente (ou mais) importante, aprender a partir de cada experiência. É essa habilidade na construção do conhecimento que determinará, no final, a eficácia do controle por tentativa e erro.

Controle intuitivo

Se os objetivos forem relativamente inequívocos (de modo que fique claro o que a operação esteja tentando fazer), mas os efeitos das intervenções de controle não forem conhecidos nem repetitivos, a aprendizagem por tentativa e erro não será possível. Aqui, o controle torna-se mais arte do que ciência. Nessas circunstâncias, o controle deve estar baseado na equipe gerencial que usa sua intuição para tomar as decisões de controle. Muitos processos estratégicos de produção estão nessa categoria – por exemplo, estabelecer uma parceria de suprimento estratégico (*veja* o Capítulo 13). Os objetivos são claros (sobrevivem conjuntamente a longo prazo, proporcionam retorno aceitável e assim por diante), mas não apenas as intervenções de controle são não repetitivas e seus efeitos não plenamente compreendidos, mas às vezes também os interesses do fornecedor podem estar em conflito com os seus. Todavia, declarar simplesmente que a "intuição" é necessária nessas circunstâncias não é particularmente útil. Sem dúvida, o instinto e os sentimentos são atributos valiosos em qualquer equipe gerencial, mas são resultado, pelo menos parcialmente, de saber como melhor organizar o conhecimento, a experiência e as habilidades de tomada de decisão compartilhadas pelos membros da equipe. Requer análise decisória profunda, não para tomar "mecanicamente" a decisão, mas estruturá-la de modo que conexões possam ser feitas, consequências compreendidas e *insights* obtidos.

Controle negociado

A circunstância mais difícil para o controle estratégico é quando os objetivos são ambíguos. Esse tipo de controle envolve reduzir a ambiguidade de algum modo para tornar os objetivos menos incertos. Às vezes, isso é feito simplesmente pelos gerentes seniores "pronunciando" ou decidindo arbitrariamente quais *devem* ser os objetivos, independentemente de visões opostas. Por exemplo, controlar as atividades de um serviço de assistência infantil pode envolver visões muito diferentes entre os funcionários que tomam as decisões do dia a dia. Geralmente, pode-se buscar um acordo negociado, que poderá tornar-se um objetivo inequívoco. Como alternativa, especialistas externos podem ser usados para ajudar as negociações ou para remover as decisões de controle de quem tenha visões conflitantes. Contudo, mesmo em um modelo de negociação, existe quase sempre um elemento político quando há ambiguidades nos objetivos. Os processos de negociação serão, até certo ponto, dependentes das estruturas de poder.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é planejamento e controle?

■ Planejamento e controle é a conciliação do potencial da operação para o suprimento de produtos e serviços com as demandas de seus clientes na operação. É o conjunto de atividades diárias que conduzem continuamente a operação.

Qual a diferença entre planejamento e controle?

■ Um plano é a formalização do que deve acontecer em algum momento do futuro. Controle é o processo de lidar com mudanças no plano e na operação a ele relacionada. Embora planejamento e controle sejam teoricamente distintos, geralmente são tratados em conjunto.

■ O equilíbrio entre planejamento e controle muda ao longo do tempo. O planejamento domina a longo prazo e normalmente é feito de forma agregada. No outro extremo, a curto prazo, o controle normalmente opera dentro das limitações de recursos da operação, mas faz intervenções na operação para corresponder às mudanças em circunstâncias de curto prazo.

Como suprimento e demanda afetam planejamento e controle?

■ O grau de incerteza da demanda afeta o equilíbrio entre planejamento e controle. Quanto maior a incerteza, mais difícil será planejar e maior ênfase será dada ao controle.

■ Essa ideia de incerteza está vinculada aos conceitos de demanda dependente e demanda independente. A demanda dependente é relativamente previsível porque depende de algum fator conhecido. A demanda independente é menos previsível porque depende de oportunidades de mercado ou do comportamento do cliente.

■ As diferentes formas de responder à demanda podem ser caracterizadas pelas diferenças nas razões *P:D* da operação. A razão *P:D* reflete a relação entre o tempo de atravessamento total *P* e o tempo de demanda *D*.

Quais são as atividades de planejamento e controle?

■ No planejamento e controle do volume e do tempo das atividades na produção, são necessárias quatro atividades distintas:

o carregamento, que dita a carga de trabalho alocada a cada parte da operação;

o sequenciamento, que decide a ordem em que o trabalho é executado dentro da operação;

a programação, que determina os tempos detalhados das atividades e quando as atividades são iniciadas e concluídas;

■ o monitoramento e controle, que consiste em detectar o que está ocorrendo na operação, replanejar, se necessário, e intervir para impor novos planos. Dois importantes tipos de controle são os "empurrados" e os "puxados". Controle "puxado" é um sistema em que a demanda é acionada por requisições de um centro de trabalho cliente (interno). Controle "empurrado" é um sistema centralizado em que as decisões de controle (e, às vezes, de planejamento) são emitidas para centros de trabalho que devem, então,

desempenhar suas tarefas e suprir a estação de trabalho seguinte. Na manufatura, as programações "puxadas", geralmente, têm níveis de estoque bem mais baixos do que as programações "empurradas".

■ A facilidade com que o controle pode ser mantido varia entre as operações.

ESTUDO DE CASO

***subText* Studios, Singapura**[9]

C. K. estava claramente chateado. Desde que fundou a *subText* no mercado de geração de imagem por computador, em rápido crescimento do Sudeste Asiático, três anos antes, essa foi a primeira vez que precisou pedir desculpa a seus clientes. De fato, foi mais do que um pedido de desculpa: havia concordado em reduzir seu preço, embora soubesse que isso não compensaria seu atraso. Admitiu que, até aquele momento, não havia percebido o grau de risco, tanto em reputação quanto financeiro, em deixar de cumprir as datas programadas. Não que ele ou sua equipe estivesse inconsciente da importância da confiabilidade. Ao contrário, "imaginação", "*expertise*" e "confiabilidade" figuravam com proeminência no material promocional do estúdio, declaração de missão e assim por diante. O problema era que "imaginação" e "*expertise"* pareciam ter sido as responsáveis por seu sucesso até aquele momento. Sem dúvida, foi má sorte que, após mais de um ano de total confiabilidade (nenhum trabalho entregue com atraso), os dois que atrasaram no primeiro trimestre daquele ano foram particularmente críticos. *"Foram ambos para novos clientes"*, disse C. K. *"E nenhum dos dois indicava quão importante era a data de entrega para eles. Admito que devíamos ter conhecimento, ou descoberto. Porém, isso sempre é mais difícil com novos clientes porque, sem um histórico anterior de outros trabalhos, você, realmente, não gosta sequer de admitir a possibilidade de estar atrasado."*

A empresa

Após estudar ciência da computação na Universidade Nacional de Singapura, C. K. Ong trabalhou nos estúdios da CGI, nos arredores de Los Angeles, Califórnia, e depois retornou a Singapura para fundar a *subText Studios*. No centro da empresa estavam os três departamentos principais que lidavam sequencialmente com os trabalhos contratados. Esses três departamentos eram: "Pré-produção", "Produção" e "Pós-produção".

A **Pré-produção** encarregava-se de receber e aperfeiçoar o *brief* especificado pelo cliente, conferir e validar seu conteúdo com o cliente, para esclarecer quaisquer ambiguidades no *brief*, realizar o *storyboarding* das sequências e obter a aprovação do cliente para o *brief*. Além disso, a pré-produção funcionava como contato com o cliente e era também responsável por estimar os recursos e o tempo para cada *job*. Também era responsável por monitorar o *job* durante os dois estágios remanescentes, mas, geralmente, fazia isso apenas se o cliente precisasse ser consultado durante os processos de produção e pós-produção.

A **Produção** consistia na criação das próprias imagens. Esse podia ser um processo complexo que consumia tempo, envolvendo o uso de estações de trabalho de última geração e *software* CGI. Em torno de 80% de todo o trabalho de produção era feito internamente, mas, para alguns *jobs*, outras agências especializadas eram contratadas. Isso era feito apenas para os trabalhos que a *subText* não pudesse executar ou que encontrasse dificuldade para realizar.

A **Pós-produção** tinha duas funções: a primeira era integrar as sequências de imagem visual elaboradas pela produção com outros efeitos, como sonorização, músicas, vozes de fundo etc.; a segunda era cortar, editar e, geralmente, entregar o "produto" acabado no formato exigido pelo cliente.

Cada um dos três departamentos empregava equipes de duas pessoas. A pré-produção possuía duas equipes, a produção, três e a pós-produção, duas equipes. Para os trabalhos de pré e pós-produção, havia sempre uma equipe dedicada exclusivamente a um *job*. *"Nunca permitimos que houvesse uma equipe estivesse ocupada em dois trabalhos ou duas equipes dedicadas ao mesmo trabalho. Isso não funciona e só causa confusão, embora não se aplique à produção. Geralmente (mas nem sempre) o trabalho da produção pode ser desmembrado, de modo que duas ou mesmo todas as três equipes podem estar trabalhando em partes diferentes do mesmo trabalho ao mesmo tempo. Desde que haja coordenação precisa entre as equipes e que todas estejam comprometidas em se agrupar no final, deve haver um relacionamento mais ou menos inverso entre o número de pessoas trabalhando e a extensão de tempo que o trabalho demora. De fato, com o abominável* job *53/F é exatamente o que tivemos que fazer. Entretanto, não obstante o que eu disse sobre comprimir o prazo, provavelmente perdemos alguma eficiência por ter todas as três equipes trabalhando no* job. *Geralmente, nossas equipes trabalham até o* job *estar concluído. Esse nível de trabalho leva em conta as estimativas de prazo que fazemos para cada estágio do processo. E, embora possamos às vezes ser um pouco imprecisos, isso acontece porque esse tipo de coisa é difícil de estimar"* (C. K. Ong).

O *job* 53/F

O *job* 53/F, recentemente concluído (atrasado) e entregue ao cliente (insatisfeito), foi fonte de muito caos, confusão e recriminação nas duas ou três últimas semanas. Embora o *job* estivesse apenas três dias atrasado, isso levou o cliente a adiar uma apresentação a seu próprio cliente. Pior, a *subText* havia avisado sobre o atraso apenas cinco dias antes, tentando cumprir o prazo até o último minuto.

O nome completo do *job* que havia causado a eles tanto problema era 04/53/F. A Tabela 10.5 mostra os dados de todos os *jobs* iniciados nesse ano até o momento (dia 58 – cada dia de trabalho era numerado ao longo do ano). A Figura 10.19 mostra a programação para esse período. O *job* foi aceito no dia 18 e parecia relativamente simples, embora sempre estivesse claro que seria um serviço de produção demorada. Ficou também claro que o prazo estaria sempre apertado. Tinham 32 dias para concluir um *job* que estimava-se demorar 30 dias.

Tabela 10.5 subText Studios, Singapura – dados de planejamento para os dias 02 a 58

Job (04)	Dia	Tempo total estimado	Tempo total real	Prazo de entrega	Entrega real	Pré-produção		Produção		Pós-produção	
						Estim.	Real	Estim.	Real	Estim.	Real
06/A	–4	29	30	40	34	6	8	11	10	12	12
11/B	–4	22	24	42	31	4	5,5	7	7,5	11	11
04/C	2	31	30,5	43	40	9	9,5	12	13	10	9
54/D	5	28	34	55	58	10	12	12	17	6	5
31/E	15	34	25	68	57	10	11	12	14	12	–
53/F	18	32	49	50	53	6	10	18	28	8	11
24/G	25	26	20	70	–	9	11	9	9	8	–
22/H	29	32	26	70	–	10	12	14	14	8	–
22/I	33	30	11	75	–	10	11	12	–	8	–
09/J	41	36	14	81	–	12	14	14	–	10	–
20/K	49	40	–	89	–	12	–	14	–	14	–

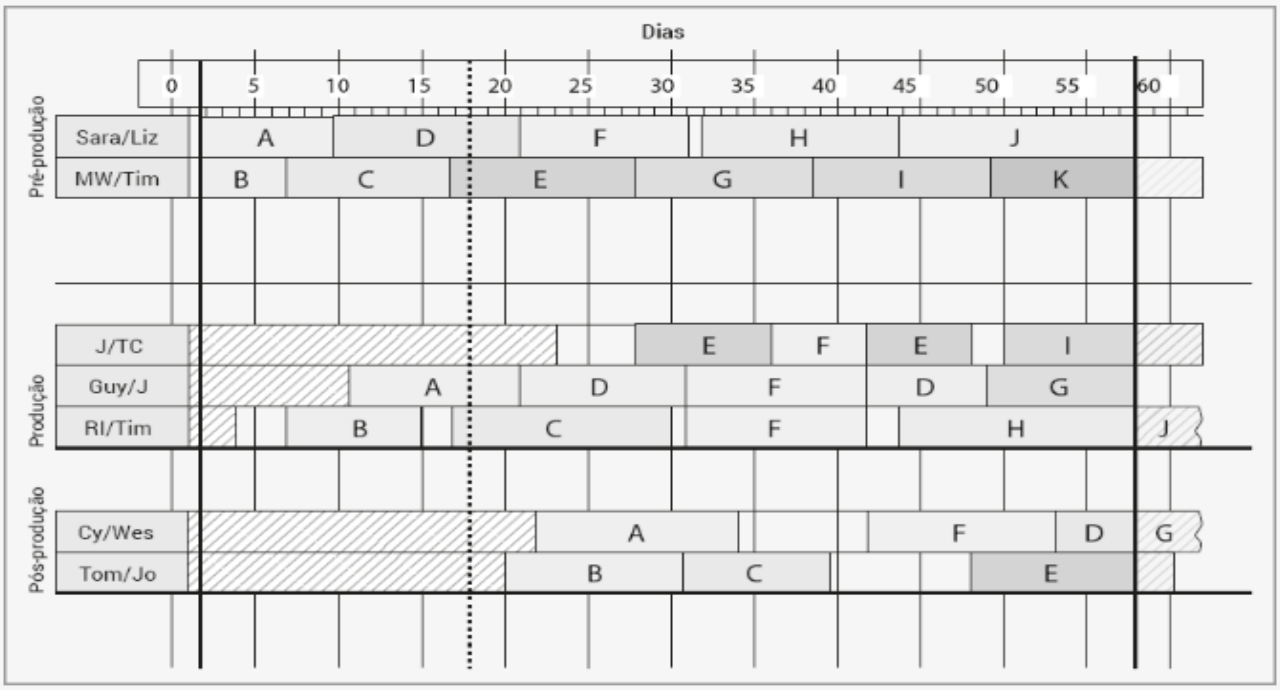


Figura 10.19 subText Studios, Singapura – programação real do dia 02 ao dia 08.

"*Em retrospectiva, subestimamos o quanto três equipes trabalhando no estágio de produção desse* job *em um ponto ou outro do tempo aumentaria sua complexidade. Tudo bem, não era um CGI fácil de ser executado, mas, provavelmente, tudo ficaria bem se tivéssemos organizado melhor o estágio do CGI. Houve também verdadeira má sorte quando, em nossos esforços para entregar o job 53/F no prazo, também interrompemos o job 53/D, que era do único cliente novo que tivemos este ano*" (C. K. Ong).

O *job* mostrou-se difícil desde o início. O estágio de pré-produção demorou mais tempo do que o previsto, principalmente porque a equipe criativa do cliente mudou pouco antes de a *subText* iniciar o trabalho. Porém, foi o próprio *software* CGI que provou ser o principal problema. Além de a tarefa ser intrinsecamente difícil, não foi fácil separá-la em pacotes que pudessem ser coordenados para serem trabalhados por duas equipes alocadas ao *job. O* mais sério é que se tornou aparente, dois ou três dias após o início do trabalho de produção, que era necessária a ajuda de outro estúdio para alguns efeitos especiais. Embora o outro estúdio fosse fornecedor regular a curto prazo, no momento seu pessoal estava muito ocupado com seu próprio trabalho para poder ajudar. Por fim, a ajuda veio de um estúdio especializado de Hong Kong. *"A demora na subcontratação foi um problema evidente, mas foi apenas no meio do caminho da fase de produção que começamos a perceber como o* job *53/F seria difícil. Foi nesse estágio que empregamos todos os recursos de produção para concluí-lo. Infelizmente, até então, o* job *estava atrasado. Por fim, a decisão de alocar três equipes não seria fácil porque sabíamos que interromperia outros* jobs *e, potencialmente, causaria mais problemas de coordenação."*

"Nunca mais faremos isso"

"*Nunca mais faremos isso*", disse C. K. às equipes, quando se reuniram para identificar o que haviam feito errado. "*Necessitamos desesperadamente de uma abordagem mais profissional para continuar nossas atividades. Não faz sentido eu dizer a todos quão bons somos se nós os decepcionamos. O problema é que não desejo encorajar uma cultura de 'comando e controle' no estúdio. Dependemos de que todos os funcionários*

sintam que têm liberdade para explorar opções aparentemente loucas que possam levar a algo muito especial. Não somos uma fábrica. Porém, precisamos controlar nossa estimativa de modo que tenhamos uma ideia melhor de quanto tempo cada job *realmente necessitará. Depois disso, cada um dos departamentos essenciais pode ser responsável por seu próprio planejamento.*"

QUESTÕES

1. O que deu errado com o *job* 53/F e como a empresa pode evitar cometer novamente os mesmos erros?
2. O que você sugere que a *subText* faça para amarrar seus procedimentos de planejamento e controle?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Releia, no início do capítulo, a seção "Operações na Prática" intitulada "Joanne gerencia a programação", e também o caso sobre a Air France. Quais as diferenças e semelhanças entre as tarefas de planejamento e controle nessas duas operações?

2 Uma lanchonete especializada em sanduíches precisa encomendar os produtos pelo menos oito horas antes de serem entregues. Quando a entrega é feita na loja, os sanduíches são imediatamente colocados em balcões com a temperatura controlada. O tempo médio que os sanduíches ficam nos balcões é de seis horas. Qual a razão *P:D* para essa operação de varejo?

3 É início da semana, e Marie, Willy e Silvie têm três trabalhos para concluir. Os três podem trabalhar neles em qualquer ordem. O trabalho A exige 4 horas do tempo de Marie, 5 horas do tempo de Willy e 3 horas do tempo de Silvie. O trabalho B exige 2 horas do tempo de Marie, 8 horas do tempo de Willy e 7 horas do tempo de Silvie. O trabalho C exige 10 horas do tempo de Marie, 4 horas do tempo de Willy e 5 horas do tempo de Silvie. Faça uma programação para Marie, Willy e Silvie que detalhe quando estarão atuando em cada trabalho. (Suponha que eles trabalham 7 horas por dia.)

4 Para o problema anterior, qual a carga de trabalho de Marie, Willy e Silvie? Se todos os trabalhos tiverem que ser concluídos em dois dias, quanto tempo extra cada um deles precisará trabalhar?

Etapa 1 – Faça uma lista de todas as tarefas que você precisa executar na próxima semana. Inclua nessa lista as tarefas relacionadas a seu trabalho e/ou estudo, as tarefas relacionadas a sua vida doméstica, enfim, todas as coisas que você precisa fazer.

Etapa 2 – Priorize todas essas tarefas da "mais importante" à "menos importante".

Etapa 3 – Faça uma programação provisória de quando exatamente você executará cada uma dessas tarefas.

Etapa 4 – No fim da semana, compare o que anotou na programação que *faria* com o que realmente *fez*. Se houve discrepância, por que ocorreu?

Etapa 5 – Faça sua própria lista de regras de planejamento e controle a partir de sua experiência nesse exercício de planejamento e controle pessoal.

5 Com base em sua experiência de marcar consultas com seu clínico geral ou com quem quer que seja responsável por prestar-lhe serviços médicos, reflita sobre como os pacientes são programados para visitar um médico.

(a) Quais são os objetivos de planejamento e controle para um clínico geral?

(b) Como o consultório médico que você utiliza pode ser melhorado?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

CHAPMAN, S.N. *Fundamentals of production planning and control*. Harlow: Pearson, 2005.

Um livro-texto detalhado, voltado para aqueles que desejam estudar o assunto em profundidade.

GOLDRATT, E.Y.; COX, J. *A meta*. São Paulo: Educator, 1987.

Não leia este livro se você gosta de um bom romance, mas leia se quiser uma forma agradável de entender algumas das complexidades que envolvem programação da produção. Aplica-se, particularmente, aos conceitos de tambor, pulmão e corda descritos neste capítulo e prepara a cena para a discussão sobre OPT no Capítulo 14.

KEHOE, D.F.; BOUGHTON, N.J. New paradigms in planning and control across manufacturing supply chains: the utilization of Internet technologies. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21, n. 5/6, p. 582-593, 2001.

Um estudo acadêmico sobre planejamento e controle.

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C.; JACOBS, F.R. *Manufacturing planning and control for supply chain management*. 6. ed. New York: McGrawHill Higher Education, 2011.

A última versão da "bíblia" de planejamento e controle de produção.

11

GESTÃO DA CAPACIDADE FÍSICA

INTRODUÇÃO

A gestão da capacidade física é a atividade de entender a natureza do suprimento e da demanda de uma operação e lidar com as diferenças entre eles. Isso envolve a seleção de respostas do lado do suprimento (chamadas planos de capacidade) e de respostas do lado da demanda (chamadas gestão da demanda e gestão de receitas). Ela visa atender às necessidades dos clientes, mantendo a eficiência dos recursos da operação. Para fazer isso, os gerentes de produção devem ser capazes de entender e conciliar dois requisitos concorrentes. Por um lado, há a importância de manter a satisfação do cliente, entregando-lhe produtos e serviços de forma razoavelmente rápida. Por outro lado, há a necessidade de a produção (e suas cadeias de suprimento estendidas) manter a eficiência, minimizando os custos do excesso de capacidade. Neste capítulo, observamos essas tensões concorrentes em um nível agregado. Neste nível, os gerentes não discriminam entre os diferentes produtos e serviços que podem ser produzidos pela operação. Em vez disso, eles pretendem garantir que a capacidade geral de fornecimento esteja alinhada com a demanda global colocada na operação. A Figura 11.1 mostra onde este capítulo se encaixa na estrutura do livro. No final do capítulo, há um suplemento sobre gestão de filas, para quem deseja saber mais detalhes sobre esse subtópico importante da gestão da capacidade física.

Questões-chave

- O que é gestão da capacidade física?
- Como a demanda e a capacidade são medidas?
- Como deve ser estabelecida a capacidade básica da operação?
- Quais são as formas de lidar com divergências entre demanda e capacidade?
- Como a produção compreende as consequências de suas decisões de capacidade?

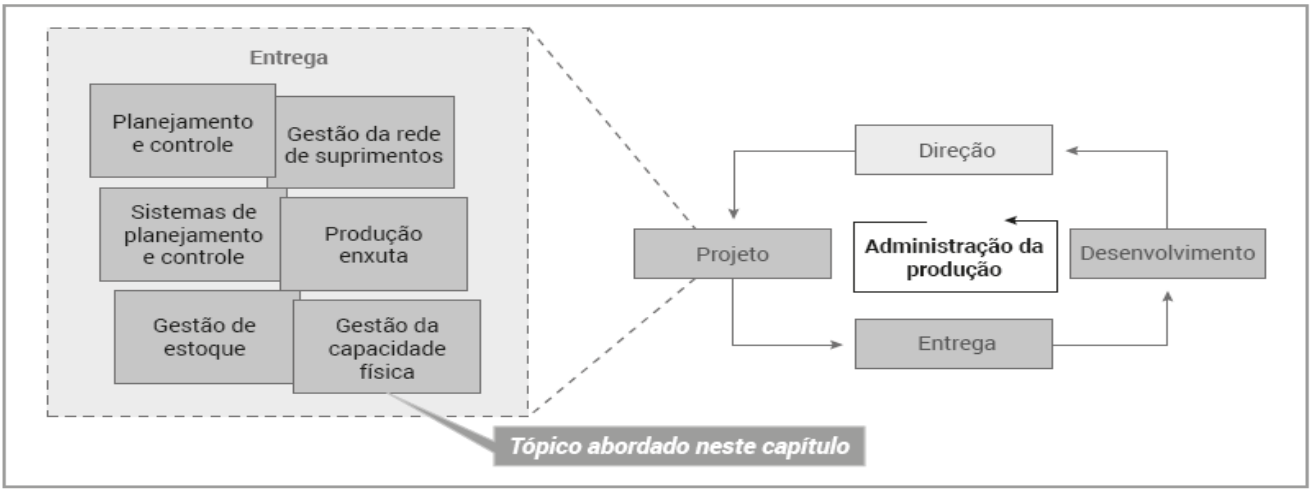


Figura 11.1 Este capítulo examina a gestão da capacidade física.

O QUE É GESTÃO DA CAPACIDADE?

A capacidade de uma operação é o *nível máximo de atividade de valor agregado em um período de tempo* que o processo pode atingir sob condições operacionais normais. Criticamente, essa definição reflete a escala da capacidade; porém, mais importante, sua *capacitação de processamento*. Suponha que uma empresa farmacêutica invista em novos reatores com capacidade de 1.000 litros, ou que uma empresa compre um estacionamento com capacidade para 500 veículos. Essa informação lhe oferece uma noção da *escala* de capacidade, mas está longe de ser uma medida útil da capacidade para um gerente de produção. Assim, a empresa farmacêutica estará envolvida com o nível de produção (ou seja, a capacidade de processamento) que pode ser atingido usando um vaso reator de 1.000 litros. Se um lote de produtos padronizados pode ser fabricado a cada hora, a capacidade de processamento planejado pode chegar a 24.000 litros por dia. Se a reação demorar quatro horas, e duas horas forem usadas para limpeza entre os lotes de produção, o reator poderá produzir apenas 4.000 litros por dia. De modo semelhante, o estacionamento pode estar totalmente ocupado pelos funcionários de escritório durante o dia e "processar" apenas 500 carros por dia. Como alternativa, pode ser usado por clientes de lojas que ficam apenas uma hora em média e por frequentadores de teatro, que ficam três horas à noite. A capacidade de processamento seria, então, de 5.000 carros por dia.

Gestão da capacidade física é a atividade de compreender a natureza da demanda por produtos e serviços, planejando e controlando a capacidade, de modo eficaz, a curto, médio e longo prazos. Tudo isso deverá ser feito conciliando as demandas concorrentes de satisfação do cliente e eficiência de recursos. No Capítulo 5, examinamos como as mudanças da demanda a longo prazo podem ser consideradas na estrutura e escopo da produção. Essas decisões, chamadas "estratégia da capacidade a longo prazo", diziam respeito à introdução (ou eliminação) de grandes incrementos de capacidade física. Neste capítulo, tratamos dos aspectos da gestão da capacidade física mais de curto e médio prazos, em que as decisões de capacidade são tomadas principalmente dentro das restrições dos limites da capacidade física estabelecidos pela estratégia da capacidade a longo prazo da operação.

Princípio de administração da produção

Capacidade é o nível máximo de atividade de valor agregado por um período de tempo que o processo ou operação pode alcançar sob condições operacionais normais.

Gestão da capacidade a médio e a curto prazos

Após estabelecer a capacidade a longo prazo, os gerentes de produção devem decidir como ajustar a capacidade da operação a médio prazo. Geralmente, isso envolve uma avaliação das previsões da demanda em um período de 2 a 18 meses à frente, durante o qual a produção no tempo planejado pode ser variada, por exemplo, ao mudar o número de horas que os recursos são usados. Entretanto, na prática, poucas previsões são precisas, e a maioria da produção também precisa responder às mudanças na demanda que ocorrem em uma escala de tempo menor — isso se chama "gestão da capacidade a curto prazo". Hotéis e restaurantes têm mudanças inesperadas e aparentemente aleatórias de uma noite para outra, mas também sabem por experiência que determinados dias são, em média, mais ocupados do que outros. Assim, os gerentes de produção também precisam fazer ajustes na capacidade de produção a curto prazo, o que lhes possibilita flexibilizar a produção por curto período ou baseados em previsão (por

exemplo, os caixas dos bancos estão sempre ocupados no horário do almoço) ou de última hora (por exemplo, um dia quente e ensolarado em um parque temático).

Demanda e capacidade agregadas

A característica importante da gestão da capacidade, como estamos tratando aqui, é que ela diz respeito ao estabelecimento dos níveis de capacidade a médio e curto prazos em termos *agregados* (de fato, o que chamamos aqui de gestão da capacidade física às vezes é chamado de "planejamento agregado"). Ou seja, ela visa tomar decisões gerais, amplas, mas não tratar de todos os detalhes dos produtos e serviços individuais que são oferecidos. Isso é o que significa "agregados" — produtos e serviços diferentes são agrupados para se obter ampla visão da demanda e da capacidade. Isso pode significar algum grau de aproximação, especialmente se o *mix* de produtos ou serviços que estão sendo produzidos varia significativamente (como veremos posteriormente neste capítulo). Todavia, como primeira etapa na gestão da capacidade física, a agregação é necessária. Por exemplo, um hotel pode considerar a demanda e a capacidade em termos de "pernoites mensais"; isso não leva em conta o número de hóspedes em cada quarto e suas exigências individuais, mas é uma boa aproximação inicial. Uma fábrica de malhas de lã pode mensurar a demanda e a capacidade pelo número de unidades (roupas) que é capaz de produzir por mês, ignorando variações de tamanho, cor ou estilo. Os fabricantes de alumínio podem produzir toneladas por mês, ignorando a variação nos tipos de ligas, bitolas e tamanho do lote. A medida final de agregação é o dinheiro. Por exemplo, as lojas de varejo que vendem variedade de produtos excepcionalmente ampla usam o faturamento mensal, ignorando a variação dos gastos, do número de itens comprados, da margem bruta de cada item e do número de itens vendidos por transação com o cliente. Se tudo isso parece muito aproximado, lembre-se de que a maioria das operações possui experiência suficiente de lidar com dados agregados para considerar isso útil.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Crise de capacidade em Heathrow[1]

Com mais de 469 mil voos e 72,3 milhões de passageiros que chegam e partem a cada ano, Heathrow, em Londres, é um dos centros (*hubs*) internacionais mais movimentados do mundo. Seu tamanho e localização dão poderosos "efeitos de rede". Isso significa que pode combinar os passageiros que chegam com voos de saída para centenas de cidades diferentes. E, no entanto, sua atratividade para as companhias aéreas é um dos principais problemas. Em um dia normal, 60 por cento das chegadas, totalizando mais de 55.000 clientes, passam tempo em um dos quatro "períodos de retenção" diários de Heathrow. Esses atrasos variam de 4 a 10 minutos, aumentando para 20 minutos no pico do final da manhã, quando entre 32 e 40 aviões normalmente circulam em Londres. Os custos desses atrasos incluem $ 119.000 de combustível desperdiçado por dia, 600 toneladas de emissões adicionais de CO_2 e a frustração de muitos clientes perdendo um valioso tempo de trabalho ou lazer. O problema-chave é a capacidade operacional, que atualmente é de 98 por cento em comparação com cerca de 70 por cento na maioria dos outros grandes aeroportos. "[Quando] *você tem* [uma das] *unidades de infraestrutura mais utilizadas do mundo, então um dos resultados é que você tem períodos de retenção aérea*", diz Jon Proudlove, diretor-gerente do serviço nacional de tráfego aéreo (NAS) em Heathrow. Com pouca folga na capacidade, o efeito (como

vimos no triângulo da produção no Capítulo 6) é que quaisquer variações (como o mau tempo ou condições precárias no solo) têm impacto imediato na velocidade de processamento das aeronaves. Os efeitos do problema de gerenciamento de capacidade de Heathrow estão começando a ser sentidos, com várias companhias aéreas buscando capacidade aeroportuária alternativa no Reino Unido e na Europa para expandir suas operações. No entanto, as soluções para o problema são muito menos claras. Considerando o gerenciamento de capacidade de médio e curto prazo, foram feitos investimentos significativos nos sistemas de tráfego aéreo para tentar aumentar a capacidade existente (ou seja, expandir a "capacidade de atender") e melhorias nos processos de embarque foram testadas para garantir a rápida manobra de aviões. No entanto, a longo prazo, a questão da capacidade (dentro do que são tomadas decisões de gerenciamento de capacidade de médio e curto prazo) inevitavelmente se volta para a expansão do número de pistas. Heathrow atualmente opera duas pistas, face às quatro ou cinco de seus principais concorrentes europeus Schiphol, Madri, Paris e Frankfurt. Até mesmo a construção de uma nova pista de aterrissagem, embora talvez a solução mais óbvia para a *capacidade física*, recentemente foi vetada pelos políticos do Reino Unido diante de uma forte oposição, em grande parte ambiental. Por enquanto, os gerentes de produção de Heathrow devem gerenciar a capacidade existente da melhor forma possível.

Restrições de capacidade

Muitas organizações operam abaixo de sua capacidade de processamento máxima, seja porque não há demanda suficiente para "preencher" sua capacidade, seja como uma política deliberada, para que a operação possa responder rapidamente a cada novo pedido. No entanto, muitas vezes, as organizações se encontram com algumas partes de sua produção operando abaixo da capacidade, enquanto outras partes estão em sua capacidade "máxima". As partes da operação que operam na sua capacidade "máxima" é que são as *restrições de capacidade* para toda a operação. Por exemplo, um supermercado de varejo poderia oferecer um serviço de embrulho para presente que, em momentos normais, pode lidar com todos os pedidos de seus serviços sem atrasar indevidamente os clientes. No Natal, porém, a demanda por embrulho pode aumentar mais do que proporcionalmente ao aumento geral costumeiro para a loja como um todo. A menos que sejam fornecidos recursos adicionais para aumentar a capacidade dessa micro-operação, isso pode restringir a capacidade de toda a loja.

Princípio de administração da produção
A capacidade física geralmente é expressa em termos agregados.

Objetivos da gestão da capacidade

As decisões tomadas pelos gerentes de produção ao elaborar seus planos de capacidade afetarão vários aspectos do desempenho:

- Os *custos* serão afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda. Níveis de capacidade superiores à demanda podem significar subutilização da capacidade e, assim, custos unitários elevados.
- As *receitas* também serão afetadas pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, mas de modo oposto. Níveis de capacidade iguais ou superiores à demanda em qualquer ponto do tempo assegurarão que toda a demanda seja satisfeita e nenhuma receita perdida.

■ O *capital de giro* será afetado se uma operação decidir acumular estoque de produtos acabados antecipadamente à demanda. Isso pode permitir que a demanda seja satisfeita, mas a organização terá que financiar o estoque até ele ser vendido.

■ A *qualidade* dos bens ou serviços pode ser afetada por um plano de capacidade que envolva grandes flutuações em seus níveis ao contratar, por exemplo, funcionários temporários. Os novos funcionários e a interrupção da rotina de trabalho da operação podem aumentar a probabilidade de se cometerem erros.

■ A *rapidez* da resposta à demanda do cliente pode ser aumentada pelo acúmulo de estoque (permitindo que os clientes sejam satisfeitos diretamente a partir do estoque em vez de terem que esperar pela fabricação dos itens) ou por provisão deliberada de excesso de capacidade para evitar filas.

■ A *confiabilidade* do suprimento também será afetada pela proximidade dos níveis de demanda em relação à capacidade. Quanto mais próxima a demanda estiver da capacidade máxima de produção, menos condições terá a operação de enfrentar quaisquer interrupções inesperadas e menos confiáveis serão suas entregas de bens e serviços.

■ A *flexibilidade*, especialmente a flexibilidade de volume, será aumentada pelo excesso de capacidade. Se a demanda e a capacidade estiverem equilibradas, a operação não será capaz de responder a qualquer aumento inesperado da demanda.

O processo de gestão da capacidade

O processo de gestão da capacidade é ilustrado na Figura 11.2. Normalmente, os gerentes de produção deparam com uma previsão de demanda que tem pouca probabilidade de ser correta ou constante. Eles também terão alguma ideia de sua própria habilidade para atender a essa demanda. Todavia, antes de tomarem qualquer decisão, devem ter dados quantitativos tanto da capacidade quanto da demanda. Logo, a primeira etapa será *medir os níveis agregados da demanda e da capacidade* e *compreender as mudanças nesses níveis* para o período de planejamento. A segunda etapa é *determinar o nível básico de capacidade da operação*, a partir do qual serão feitos ajustes a maior ou a menor. Isso, em grande parte, será determinado pelos objetivos de desempenho da operação, além da perecibilidade das saídas e do grau de variabilidade da demanda e do suprimento. A terceira etapa é *identificar as políticas alternativas de capacidade* que podem ser adotadas em resposta às flutuações da demanda. A terceira etapa é *identificar e selecionar métodos para lidar com as divergências entre demanda e capacidade*. Frequentemente, os gerentes de produção usarão uma combinação de técnicas "puras" — plano de capacidade nivelado, plano de capacidade acompanhando a demanda e gestão da demanda. A quarta e última etapa é *compreender as consequências de diferentes decisões de capacidade*. Isso muitas vezes envolve o uso de representações cumulativas, princípios de filas e perspectivas a mais longo prazo.

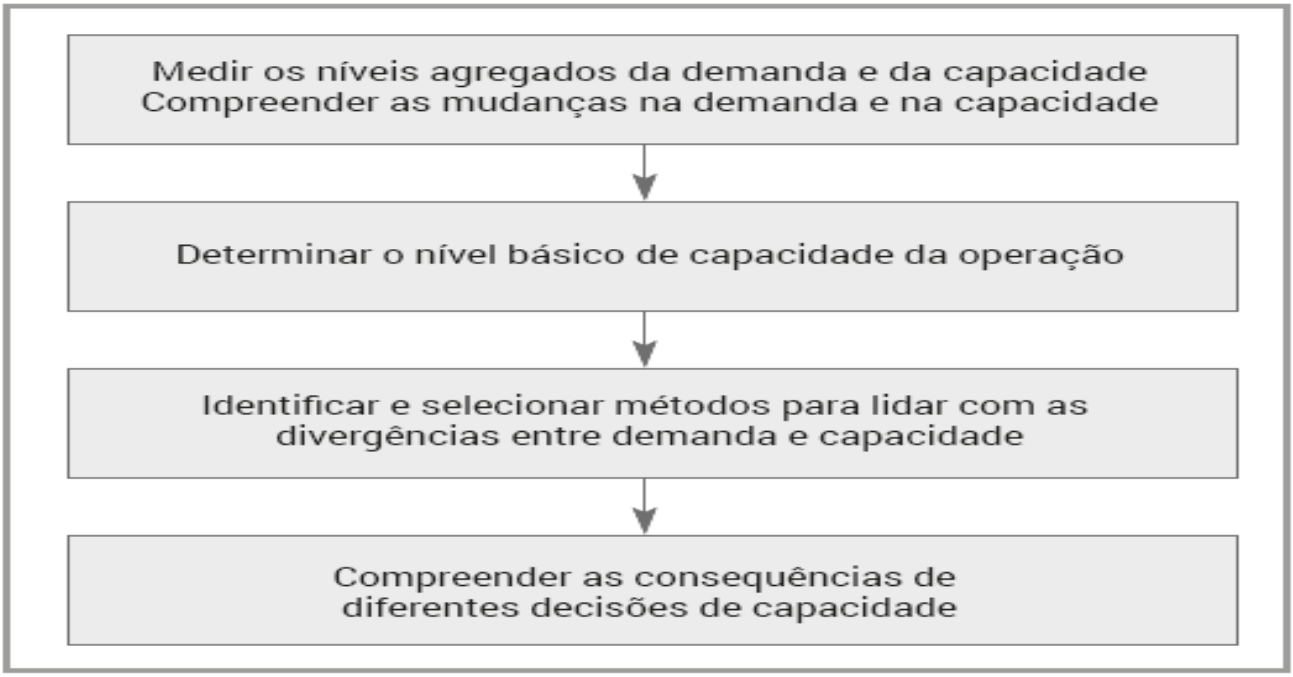


Figura 11.2 O processo de gestão da capacidade.

COMO DEMANDA E CAPACIDADE SÃO MENSURADAS?

Compreendendo a demanda por produtos e serviços

A primeira tarefa da gestão da capacidade é compreender a natureza da demanda. As principais questões são: Qual é a demanda geral por um produto ou serviço durante certo período de tempo? Quanto varia a demanda? Os requisitos totais e/ou as mudanças na demanda são fáceis ou difíceis de prever? Em dado período de tempo, quanto a demanda muda, e qual será a precisão provável da previsão? Embora a previsão da demanda seja geralmente responsabilidade das funções de vendas e/ou de marketing, é um insumo muito importante para a decisão de gestão da capacidade e, assim, é de interesse dos gerentes de produção. Afinal, sem uma estimativa da demanda futura não é possível planejar efetivamente para futuros eventos, apenas reagir a eles. Assim, é importante entender a base e a razão dessas previsões da demanda (veja o suplemento sobre previsão, na sequência do Capítulo 5.) No que diz respeito à gestão da capacidade, há três requisitos para uma previsão da demanda:

■ É expressa em termos que sejam úteis para a gestão da capacidade. Se as previsões forem expressas em termos monetários e não derem nenhuma indicação das demandas que serão colocadas sobre a capacidade de uma operação, elas precisarão ser traduzidas em expectativas realistas da demanda, expressas nas mesmas unidades da capacidade (por exemplo, horas/máquina por ano, pessoal operacional necessário, espaço etc.).

■ É a mais exata possível. Em gestão da capacidade, a exatidão da previsão é importante porque, enquanto a demanda pode mudar instantaneamente, há uma defasagem entre a decisão de alterar a capacidade e o momento em que a mudança surte efeito. Assim, muitos gerentes de produção defrontam-se com um dilema. Para tentar atender à demanda, muitas vezes precisam estabelecer o volume de produção antecipadamente, baseados em uma previsão que pode mudar antes que a demanda ocorra ou, pior ainda, pode não refletir a demanda real.

■ Dá uma indicação de incerteza relativa. As decisões de trabalhar horas extras e de recrutar pessoal extra são geralmente baseadas em níveis de previsão da demanda que, na prática, podem diferir consideravelmente da demanda real, conduzindo a custos desnecessários ou a serviço insatisfatório aos clientes. Por exemplo, a previsão dos níveis de demanda de um supermercado pode se mostrar inicialmente baixa, mas depois aumentar até a hora do almoço. Após essa hora, a demanda pode diminuir para aumentar apenas no início da noite e depois cair novamente no final da atividade comercial. O gerente do supermercado pode usar essa previsão para ajustar (digamos) a capacidade dos caixas durante o dia. Embora essa possa ser uma previsão precisa da demanda média, nenhum dia será exatamente igual a esse padrão. De igual importância é estimar quanto a demanda real pode diferir da média. Isso pode ser descoberto examinando-se a estatística de demanda para determinar sua distribuição em cada momento do dia. A importância disso reside no fato de que o gerente agora sabe quando será importante ter pessoal de reserva, talvez para suprir as prateleiras, mas estando de prontidão para atender nos caixas se a demanda justificar. Geralmente, a vantagem de previsões probabilísticas como essa é que permitem aos gerentes de produção optar entre possíveis planos que virtualmente garantam a habilidade das operações em atender à demanda real e planos que minimizem os custos. O ideal é que esse julgamento seja influenciado pela natureza do modo como a empresa obtém pedidos: mercados sensíveis ao preço podem exigir um plano de redução de custos para eliminar riscos que nem sempre satisfaz à demanda de pico, enquanto os mercados que valorizam a capacidade de resposta e a qualidade do serviço podem justificar uma provisão maior de capacidade operacional.

Compreendendo as mudanças na demanda

A maioria dos mercados é influenciada por algum tipo de sazonalidade. Às vezes, as causas da sazonalidade são climáticas (feriados), às vezes festivas (compras de presentes), às vezes financeiras (cobrança de impostos), sociais ou políticas; de fato, há muitos fatores que afetam o volume da atividade de tudo, dos materiais de construção ao vestuário, da assistência médica aos hotéis. Normalmente, o termo “sazonalidade” é usado para descrever variações da demanda no período de um ano. Todavia, variações semelhantes na demanda também podem ocorrer para alguns produtos e serviços durante um ciclo mais curto. Os padrões de demanda diário e semanal de um supermercado irão flutuar, com algum grau de previsibilidade. A demanda pode ser baixa pela manhã, aumentando à tarde, com picos no horário do almoço e após o trabalho, à noite. A demanda pode ser baixa nas segundas e terças-feiras, aumentando conforme a semana avança e alcançando um pico nas sextas-feiras e sábados. Bancos, serviços públicos, organizações de venda por telefone e de fornecimento de eletricidade têm padrões de demanda semanais, diários ou mesmo horários, o que exige ajuste de capacidade. O grau em que uma operação terá que lidar com flutuações de demanda de prazo muito curto é determinado parcialmente pelo tempo que seus clientes estão dispostos a esperar por seus produtos ou serviços. Uma operação cujos clientes sejam incapazes de esperar ou não queiram esperar deve planejar-se para flutuações de demanda de prazo muito curto. Por exemplo, serviços de emergência precisarão entender a variação horária da demanda por seus serviços e planejar a capacidade de acordo com isso.

Melhor previsão ou melhor capacidade de resposta da produção?

O grau de esforço (e custo) a ser dedicado para a previsão muitas vezes é uma fonte de intenso debate dentro das empresas. Isso costuma ser reduzido a dois argumentos opostos. Um é mais ou menos assim: "*Certamente é importante que as previsões sejam as mais exatas possível; não podemos planejar a capacidade de produção de outra maneira. Isso invariavelmente significa que acabamos com muita capacidade (aumentando, assim, os custos) ou muito pouca capacidade (perdendo receita e satisfação dos clientes)*." O contra-argumento é muito diferente. "*A demanda sempre será incerta; essa é a natureza da demanda. Acostume-se com isso. A única forma de satisfazer os clientes é tornar a operação suficientemente responsiva para lidar com a demanda, quase independentemente de qual seja ela*." Esses dois argumentos têm algum mérito, mas ambos são posições extremas. Na prática, a produção precisa encontrar algum equilíbrio entre ter previsões melhores e poder enfrentar previsões imperfeitas.

Tentar obter previsões corretas tem um valor particular onde a operação acha difícil ou impossível reagir a flutuações inesperadas na demanda de curto prazo. Em alguns feriados, por exemplo, varejistas baseados na internet acham difícil flexibilizar a quantidade de produtos que eles têm no estoque em curto prazo. Os clientes podem não estar dispostos a aguardar. Por outro lado, outros tipos de operações que trabalham em mercados intrinsecamente incertos podem desenvolver processos rápidos e flexíveis para compensar a dificuldade em obter previsões precisas. Por exemplo, os fabricantes de roupas de moda tentam superar a incerteza em seu mercado encurtando seu tempo de resposta para novas ideias de moda (tempo da passarela à loja) e o tempo necessário para repor estoques nas lojas (tempo de reposição). Da mesma forma, quando o custo de não atender à demanda é muito alto, os processos também precisam confiar em sua capacidade de resposta ao invés de previsões precisas. Por exemplo, os setores de emergência nos hospitais devem ser responsivos, mesmo que isso implique subutilização de recursos em algumas ocasiões.

Princípio de administração da produção

A gestão da capacidade requer combinação de tentativas de aumentar o conhecimento do mercado com tentativas de aumentar a flexibilidade da produção.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Panetone: como as padarias da Itália enfrentam a demanda sazonal[2]

O panetone tornou-se símbolo nacional do Natal italiano. O bolo leve e fofo no formato de domo, recheado com uvas passas e casca de laranja cristalizada, representa *o* bolo italiano do Natal. Tradicionalmente fabricado em Milão, cerca de 40 milhões de bolos desse tipo são consumidos em toda a Itália no período de final de ano. Tornou-se também popular ao redor do mundo. Mais de um milhão são exportados para os Estados Unidos, ao passo que um endosso dado por Delia Smith, *chef* célebre, causou explosão de demanda na Inglaterra com uma receita bem-sucedida de trufa elaborada com panetone. Esse estímulo para a produção é bom para os grandes fabricantes italianos, mas, embora os volumes sejam bem elevados, o produto é ainda sazonal, o que apresenta um problema para os fabricantes milaneses experientes. Os produtores "artesanais" menores simplesmente inserem alguns lotes de panetone em sua programação assim que o Natal se aproxima. Contudo, para os grandes fabricantes que precisam produzir milhões de panetones para o Natal, isso não é possível. Nenhum fabricante de panetone é maior do que o grupo Bauli. É um dos mais famosos fabricantes de produtos de confeitaria da Europa. Foi fundado há 70

anos e, não obstante sua abordagem de produção em massa, tem reputação por qualidade e melhoria tecnológica. A produção de panetone da empresa representa 38% das vendas italianas. A chave para seu sucesso, conforme a empresa, é ter "*combinado a habilidade das receitas domésticas com a garantia de alta qualidade tecnológica devida a altos padrões não atingidos por produtores artesanais, mas que só pode ser alcançado pela seleção de matérias-primas de alta qualidade, milhares de testes e verificações de toda a linha de produção e processo produtivo"*. De fato, a empresa afirma que seu tamanho é uma vantagem. *"Alto investimento em pesquisa e tecnologia permite-nos gerenciar a fermentação natural e garantir uma qualidade uniforme que as padarias tradicionais encontram dificuldade de atingir."*

De fato, embora o grupo Bauli tenha diversificado em produtos que vendem o ano todo, como *croissants* e biscoitos, adquiriu papel de liderança na fabricação de produtos para ocasiões festivas. Os bolos sazonais representam 50% de seu faturamento de € 420 milhões. É tão bem-sucedido na escolha de seus mercados que em 2009 comprou a Motta e a Alemagna, duas das maiores marcas milanesas pioneiras na fabricação de panetone. Então, como a Bauli enfrenta tal sazonalidade? Em parte, por contratar grande número de trabalhadores temporários para preencher suas linhas de produção dedicadas. Nos momentos de pico, pode haver 1.200 temporários na fábrica, mais do que seus 800 funcionários permanentes. A empresa também começa a acumular estoque de panetone antes de a demanda começar a crescer no pico do Natal. A fabricação de panetones dura cerca de quatro meses, começando em setembro. "*A atenção aos ingredientes e o uso de novas tecnologias de produção garantem uma vida de prateleira de cinco meses sem conservantes*", afirma Michele Bauli, vice-presidente do conselho de administração, que faz parte da família fundadora da empresa. Os trabalhadores temporários são também contratados para fabricar outros bolos sazonais, como a *colomba*, um presente de páscoa no formato de pomba, que os mantém ocupados por um mês e meio na primavera do hemisfério norte.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Natal na Amazon[3]

Fundada como livraria *online* por Jeff Bezos, a Amazon, agora maior varejista *online* do mundo, iniciou seus negócios na Europa em 1998. Desde então, a empresa baseada em Seattle vem passando por um crescimento notável, empregando em torno de 40.000 pessoas no mundo inteiro e dominando um mercado consumidor competitivo e acirrado, onde seu sucesso é inquestionável, baseado parcialmente nos preços atraentes. Porém, preços baixos não são a única coisa que apoia o sucesso da Amazon. Sem entrega rápida, precisa e eficiente, ela não poderia ter assegurado sua posição de liderança entre os *e*-varejistas.

Isso ocorre porque a Amazon dedica muito investimento e esforço a seus centros de atendimento, de serviços ao cliente e de desenvolvimento de *softwares* na Europa, América do Norte, América Latina e Ásia. A empresa organiza o embarque de milhões de itens, desde comedouro para pássaros a roupas de bebê (a Amazon diz que o número exato dos diferentes itens que vende é difícil de definir, especialmente ao levar em consideração os artigos oferecidos via *marketplace* e mudanças diárias). Uma operação de entrega típica da Amazon acontece em um armazém de 46.000 m^2 situado em Milton Keynes, na Inglaterra, um dos oito no país. Os produtos são estocados em amplas prateleiras, com a posição de cada item referenciada pelo uso de um sistema portátil de navegação por satélite. A Amazon diz que economiza tempo quando seus funcionários separam os itens. *"O computador mostra o caminho mais rápido para a*

localização de um item", afirma Arthur Valdez, vice-presidente das operações inglesas da Amazon. O item é então escaneado, separado e colocado em uma correia transportadora para ser empacotado ou embalado e, depois, rotulado. Nesse ponto, um *e-mail* é automaticamente enviado ao cliente informando-lhe que seu produto está a caminho.

Valdez gerencia uma rede de operações de rápida movimentação que deve sempre manter controle rigoroso de suas atividades, mas nenhum período é mais adequado a teste do que as vésperas do Natal. O hábito dos consumidores ocidentais de comprar presentes nessa época implica que 40% da receita anual de vendas pode ocorrer nos três últimos meses do ano, com metade das vendas multibilionárias *online* ocorrendo no final de novembro e nas duas primeiras semanas de dezembro. O número médio de artigos vendidos diariamente salta, no período de pico, de 300.000 para 3,6 milhões em um dia. No Reino Unido, esse dia — que é denominado "*cyber monday*" (ciber-segunda-feira) — cai no início de dezembro ou, para ser mais preciso, às 21 h desse dia, quando os compradores normalmente já receberam seu salário mensal e, já tendo passado o final de semana pesquisando nas lojas de rua, voltam do trabalho e iniciam de fato as compras de Natal. Isso torna o horário agitado. *"Um caminhão lotado sai a cada três minutos e 24 segundos no dia mais movimentado"*, diz Valdez. Mas uma previsão cuidadosa pode ao menos prevenir que o pico de Natal seja uma surpresa. O monitoramento cuidadoso do comportamento do consumidor tem revelado outra tendência — após a "*cyber monday*", vem a "quinta-feira bumerangue", quando os clientes passam a devolver os itens indesejados. *"À medida que o setor de varejo* online *continua crescendo, aumentam também a demanda e a confiança dos consumidores em devolver itens, geralmente antes do Natal"*, afirma Mark Lewis, executivo-chefe da CollectPlus, que viabiliza a devolução dos itens em lojas de conveniência próximas ao cliente. *"Isso é adequado aos varejistas. Eles desejam receber os itens devolvidos o mais breve possível para que possam revendê-los."* Mark Lewis diz que metade de seus clientes devolve os itens em períodos menos movimentados. *"O pico das 19 h reflete como vivemos hoje em dia."*

Entretanto, alguns analistas de varejo acreditam que o avanço da tecnologia na forma de transações por telefone celular e banda larga também significa que o movimento da "*cyber monday*" e da "quinta-feira bumerangue" diminuirá porque tal tecnologia facilita transações mais bem distribuídas no tempo. Mas, para Valdez, é a vigilância contínua que permite à Amazon acompanhar as tendências da demanda. *"Todo ano é como se o Natal começasse em 1º de janeiro. Durante todo o ano estamos focados em entender as lições aprendidas no Natal anterior"*, diz ele.

Compreendendo a capacidade

A segunda tarefa da gestão da capacidade é compreender a natureza da capacidade ou do suprimento. A medição da capacidade a princípio parece simples, mas na verdade pode ser relativamente difícil de definir de forma clara, a menos que a operação seja padronizada e repetitiva. Assim, se uma fábrica de televisores produz apenas um modelo básico, a capacidade semanal pode ser descrita como 2.000 aparelhos do Modelo A. Um órgão do governo pode ter a capacidade de imprimir e postar 500.000 formulários de imposto de renda por semana. Um rápido passeio em um parque temático pode ser projetado para processar grupos de 60 pessoas a cada três minutos — capacidade para conduzir 1.200 pessoas por hora. Em cada caso, uma *medida de capacidade de produção* é a medida mais apropriada porque o produto da operação não varia em sua natureza. Entretanto, para muitas operações, a definição

da capacidade não é tão óbvia. Por exemplo, quando uma faixa muito mais ampla de produtos reflete demandas variadas para o processo, as *medidas de capacidade de saída* (produtos) de produção são menos úteis. Aqui, as *medidas de capacidade de entrada* (insumos) são frequentemente usadas para definir a capacidade. Quase todos os tipos de operações podem usar um misto de medidas de entrada e saída, mas, na prática, a maioria opta por usar uma ou outra (*veja* a Tabela 11.1).

Princípio de administração da produção
Qualquer medida de capacidade deverá refletir a habilidade de uma operação ou processo de suprir a demanda.

Tabela 11.1 Medidas de capacidade de entrada e de saída para diferentes operações

Operação	Medida de capacidade de entrada	Medida de capacidade de saída
Fábrica de aparelhos de ar-condicionado	Horas-máquina disponíveis	Número de unidades por semana
Hospital	Leitos disponíveis	Número de pacientes tratados por semana
Teatro	Número de assentos	Número de espectadores por semana
Universidade	Número de estudantes	Estudantes graduados por ano
Loja de varejo	Área de vendas	Número de itens vendidos por dia
Linha aérea	Número de assentos disponíveis no setor	Número de passageiros por semana
Empresa de eletricidade	Tamanho do gerador	Megawatts de eletricidade gerados
Cervejaria	Volume dos tanques de fermentação	Litros por semana

Observação: A medida mais comumente usada é mostrada em negrito.

A capacidade depende do mix de atividades

Quanta coisa uma operação pode fazer depende daquilo que ela está sendo solicitada a fazer. Por exemplo, um hospital pode ter problema para medir sua capacidade porque a natureza dos produtos e serviços pode variar de forma significativa. Se todos os seus pacientes precisassem de tratamentos relativamente básicos, com internações hospitalares curtas, muitas pessoas seriam tratadas por semana. De outra parte, se a maioria dos pacientes precisasse de longos períodos de observação ou recuperação, um número muito menor seria tratado. O volume de produção depende do *mix* de atividades nas quais o hospital está engajado, e como a maior parte dos hospitais desempenha muitos tipos diferentes de atividade, é difícil prever o volume de produção (embora não impossível!). Alguns dos problemas causados pela variação do *mix* podem ser contornados em parte pelo uso de medidas de capacidade agregada. (Lembre-se de que "agregação" significa que diferentes produtos e serviços são agrupados a fim de obter uma visão ampla da demanda e da capacidade.)

Princípio de administração da produção
Capacidade é uma função do *mix*, da duração e da especificação do serviço/produto.

Exemplo resolvido

Suponhamos que uma fábrica de aparelhos de ar-condicionado fabrique três modelos diferentes, o de luxo, o padrão e o econômico. O modelo de luxo pode ser montado em 1,5 hora, o padrão em 1 hora e o econômico em 0,75 hora. A área de montagem da fábrica tem disponibilidade de 800 horas de pessoal próprio por semana.

Se a demanda por modelos de luxo, padrão e econômico estiver na proporção 2:3:2, o tempo necessário para montar 2 + 3 + 2 = 7 unidades será:

$$(2 \times 1{,}5) + (3 \times 1) + (2 \times 0{,}75) = 7{,}5 \text{ horas}$$

O número de unidades produzidas por semana será:

$$\frac{800}{7{,}5} \times 7 = 746{,}7 \text{ unidades}$$

Se a proporção da demanda de unidades de luxo, econômico e padrão mudar para 1:2:4, o tempo necessário para montar 1 + 2 + 4 = 7 unidades será:

$$(1 \times 1{,}5) + (2 \times 1) + (4 \times 0{,}75) = 6{,}5 \text{ horas}$$

Agora, o número de unidades produzidas por semana será:

$$\frac{800}{6{,}5} \times 7 = 861{,}5 \text{ unidades}$$

A capacidade depende do tempo durante o qual a produção é exigida

Capacidade física é a produção que uma operação pode oferece *em uma unidade de tempo definida*. O nível de atividade e produção que pode ser alcançado por curtos períodos de tempo não é o mesmo que a capacidade que é sustentada de forma regular. Por exemplo, um órgão de processamento de imposto de renda, durante seus períodos de pico no final (ou início) do ano fiscal, pode ser capaz de processar 120.000 formulários por semana. Faz isso estendendo as horas de trabalho de seus funcionários, desencorajando seu pessoal de tirar férias durante esse período, evitando qualquer interrupção potencial de seus sistemas de TI (não permitindo atualizações durante esse período etc.) e talvez simplesmente trabalhando mais e de forma mais intensa. Apesar disso, os funcionários precisam de férias, e também não podem trabalhar por longas horas continuamente, e por fim o sistema de informação terá que ser atualizado. Assim, ao medir a capacidade, os gerentes de produção devem considerar três medidas diferentes da capacidade, como mostra a Figura 11.3:

Princípio de administração da produção

A capacidade utilizável é raramente igual à capacidade teórica ou projetada.

■ *Capacidade projetada* é a capacidade teórica de uma operação que um de seus projetistas técnicos tinha em mente quando o contrataram. Por exemplo, uma empresa de tratamento superficial de papel fotográfico terá várias linhas de revestimento que depositam camadas finas de produtos químicos em rolos de papel a alta velocidade. Cada linha será capaz de correr a uma determinada velocidade. Multiplicar a velocidade máxima do revestimento pelo tempo de operação da planta resulta na capacidade teórica de projeto da linha.

■ *Capacidade efetiva* é a capacidade de uma operação depois que as perdas planejadas forem contabilizadas. Por exemplo, no caso acima, a linha não pode ser executada de forma realista continuamente em sua taxa máxima. Diferentes produtos terão requisitos de revestimento diferentes, de modo que a linha precisará ser interrompida para a mudança. Manutenção também precisará ser

realizada, o que consumirá mais tempo produtivo. As dificuldades técnicas da programação podem significar mais tempo perdido. Nem todas essas perdas são culpa do gerente de produção; elas ocorrem devido ao mercado e às demandas técnicas da operação.

■ *Produção real ou efetivamente alcançada* é a capacidade de uma operação depois que as perdas planejadas e não planejadas forem contabilizadas. Por exemplo, problemas de qualidade, avarias da máquina, absenteísmo e outros problemas evitáveis, todos cobram seu preço. Isso significa que a saída real da linha será ainda menor do que a capacidade efetiva. A razão entre a produção real de uma operação e sua capacidade projetada e a razão entre a produção real e a capacidade efetiva, são chamadas, respectivamente, de utilização e eficiência de uma operação:

$$\text{Utilização} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Capacidade projetada}}$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Capacidade efetiva}}$$

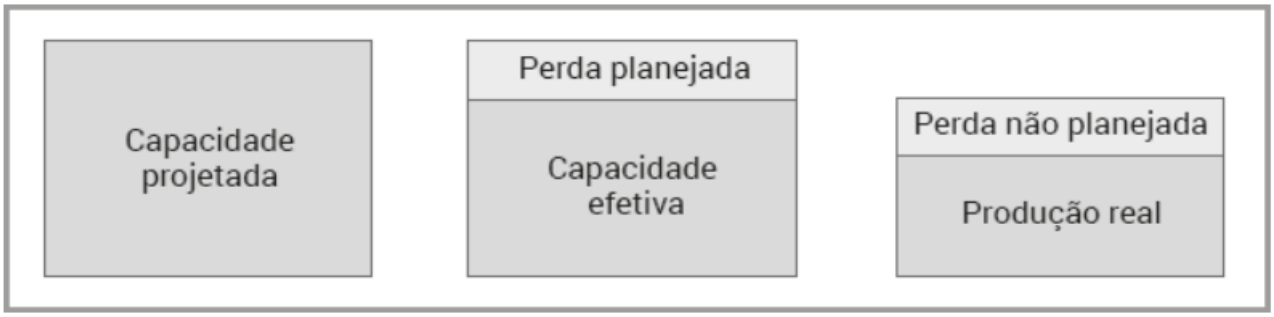


Figura 11.3 Capacidade projetada, capacidade efetiva e produção real.

Exemplo resolvido

Suponhamos que o fabricante de papel fotográfico tenha uma linha de tratamento superficial cuja capacidade seja 200 m^2 por minuto e que a linha opere 24 horas por dia, sete dias por semana (168 horas por semana).

A capacidade projetada é de 200 × 60 × 24 × 7 = 2,016 milhões de metros quadrados por semana. Os registros para uma semana de produção mostram o seguinte tempo de produção perdido:

1	Mudanças de produto (preparação)	20 h
2	Manutenção preventiva regular	16 h
3	Nenhum trabalho programado	8 h
4	Verificação amostral de qualidade	8 h
5	Tempos de troca de turnos	7 h
6	Quebra de equipamento/manutenção	18 h
7	Investigação de falhas de qualidade	20 h
8	Falta de estoque de material de revestimento	8 h
9	Faltas de funcionários	6 h
10	Espera por rolos de papel	6 h

Durante essa semana, a produção real foi de apenas 582.000 m^2.

As 5 primeiras categorias de produção perdida ocorrem como consequência de ocorrências razoavelmente inevitáveis, planejadas, e totalizam 59 horas. As 5 últimas categorias são perdas não planejadas, que podem ser evitadas, e totalizam 58 horas.

Medindo em horas de produção:

Capacidade projetada = 168 horas por semana

Capacidade efetiva = 168 – 59 = 109 h

Produção real = 168 – 59 – 58 = 51 h

Portanto:

$$\text{Utilização} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Capacidade projetada}} = \frac{51\ \text{h}}{168\ \text{h}} = 0{,}304 = 30\%$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Capacidade efetiva}} = \frac{51\ \text{h}}{109\ \text{h}} = 0{,}468 = 47\%$$

Comentário crítico

Para um tópico tão importante, há surpreendentemente pouca padronização no modo como a capacidade é mensurada. Uma medida razoavelmente precisa da capacidade não é necessária apenas para o planejamento e controle da operação, como também para decidir se vale a pena investir em capacidade física adicional. Todavia, nem todos os profissionais concordam com o modo como a capacidade projetada e a capacidade efetiva são definidas e medidas no exemplo resolvido anterior. Por exemplo, alguns argumentariam que as primeiras cinco categorias apresentadas *não* se verificam como consequência de ocorrências planejadas, razoavelmente inevitáveis. Os *set-ups* para mudança de produto podem ser reduzidos, alocando trabalho de maneira diferente entre os processos que podem reduzir o tempo quando nenhum trabalho esteja programado, mesmo reexaminando as programações de manutenção preventiva que podem levar a uma redução do tempo perdido. Uma corrente de pensamento defende que, quaisquer que sejam as medidas de capacidade usadas, elas devem ser úteis como medidas de diagnóstico que possam salientar as causas de origem do uso ineficiente de capacidade. A ideia de eficácia global de equipamento (EGE ou *OEE – Overall Equipment Effectiveness*), definida na seção "Vazamento de capacidade", é geralmente defendida como uma forma útil de mensurar a eficiência da capacidade.

A capacidade depende da especificação das saídas da produção

Algumas operações podem aumentar sua produção alterando a especificação do produto ou serviço (embora seja mais provável que isso se aplique a um serviço). Por exemplo, um serviço postal pode efetivamente reduzir sua confiabilidade de entrega nos horários de pico. Assim, durante o ocupado período de Natal, o número de cartas entregues no dia seguinte à postagem pode cair de 95% para 85%. Da mesma forma, as empresas de contabilidade podem evitar longas reuniões de "construção de relacionamento" com clientes durante períodos ocupados. Por mais importantes que sejam, elas geralmente podem ser adiados para momentos menos ocupados. A tarefa importante é distinguir entre

os elementos que "devem necessariamente ocorrer" do serviço, que não devem ser sacrificados, e as partes que "seria bom que ocorressem" do serviço, as quais podem ser omitidas ou adiadas para aumentar a capacidade no curto prazo.

Vazamento de capacidade

Mesmo depois de admitir todas as dificuldades inerentes à medição de capacidade, a capacidade teórica de um processo (a capacidade que foi projetada) raramente é alcançada na prática. Algumas razões para isso são, até certo ponto, previsíveis. Diferentes produtos ou serviços podem ter requisitos diferentes, para que as pessoas e as máquinas levem tempo ao alternar entre as tarefas. As máquinas devem passar por manutenção, enquanto os funcionários deverão receber treinamento. As dificuldades de programação podem significar mais tempo perdido. Nem todas essas perdas são necessariamente evitáveis; podem ocorrer por razões de mercado e das demandas técnicas do processo. No entanto, algumas das reduções de capacidade podem ser resultado de eventos menos previsíveis. Por exemplo, escassez de mão de obra, problemas de qualidade, atrasos na entrega de produtos e serviços comprados e quebras de máquina ou do sistema podem reduzir a capacidade. Essa redução de capacidade é às vezes denominada "vazamento de capacidade" e um método popular de avaliar esse vazamento é a medida da eficácia global de equipamento (EGE ou, OEE), que é calculada da seguinte forma (*ver* Figura 11.4):

$$\text{EGE} = a \times p \times q$$

onde a é a disponibilidade de um processo, p é o desempenho (ou velocidade) de um processo e q a qualidade do produto ou serviço que o processo cria. EGE funciona supondo-se que haverá algum vazamento de capacidade, causando redução de disponibilidade. Por exemplo, a disponibilidade pode ser perdida devido a perdas de tempo, como as perdas por paradas para troca de produto (*set-up*, quando os equipamentos ou as pessoas, no contexto de serviço, estão sendo preparados para sua próxima atividade), e por quebras (quando a máquina está sendo consertada ou, em um contexto de serviço, os funcionários estão sendo treinados ou estão ausentes). Alguma capacidade é perdida por perdas de velocidade, como quando o equipamento fica ocioso (por exemplo, está esperando temporariamente pelo trabalho fornecido por outro processo) e quando o equipamento está operando abaixo de sua taxa de produção ideal. No contexto de serviço, o mesmo princípio pode ser visto quando os indivíduos não estão trabalhando na taxa ideal – por exemplo, os funcionários de *call center* de pedidos no período calmo após um feriado. Finalmente, nem tudo que é processado por um equipamento estará isento de erro. Assim, alguma capacidade é perdida por perdas de qualidade.

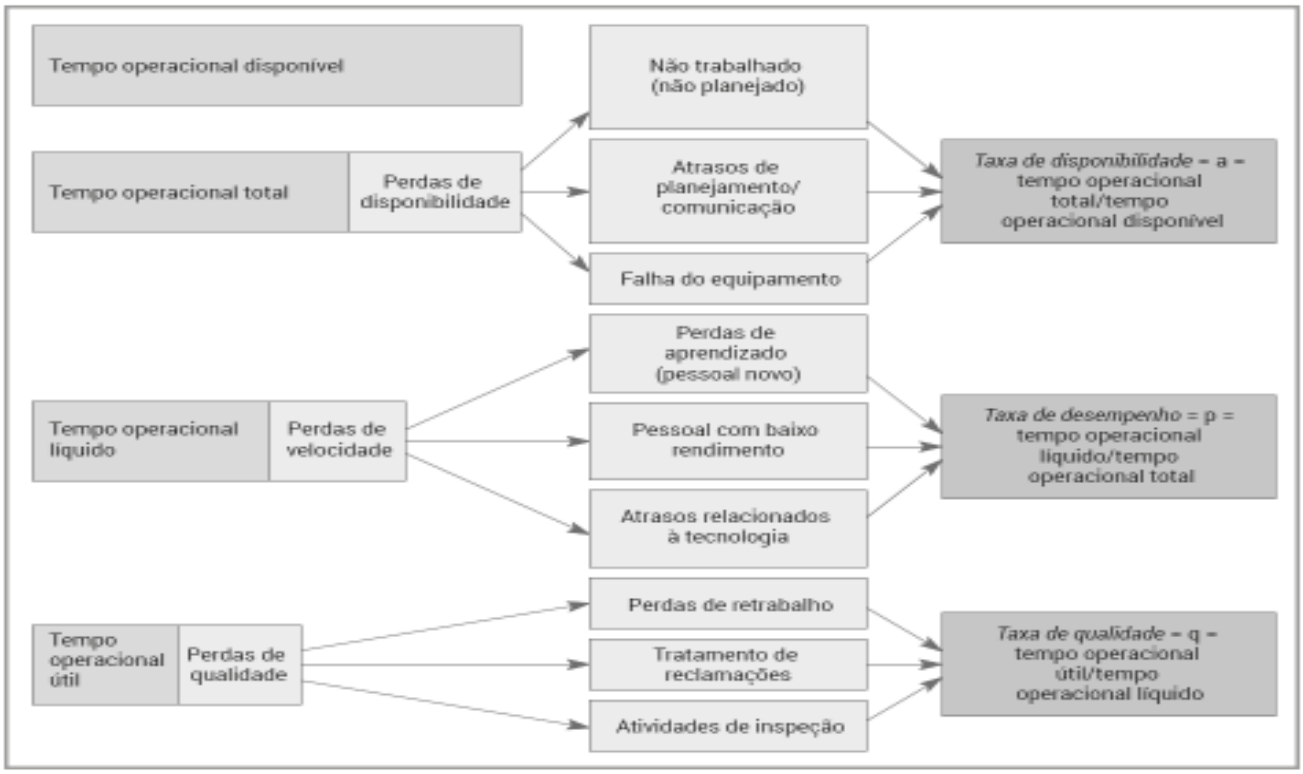


Figura 11.4 Eficácia global de equipamento (EGE).

Para os processos operarem de forma eficaz, eles precisam alcançar altos níveis de desempenho em todas as três dimensões — disponibilidade, desempenho (velocidade) e qualidade. Vistas de forma isolada, essas métricas individuais são indicadores importantes de desempenho da operação, mas não fornecem uma visão completa da eficácia *global* do processo. Criticamente, todas essas perdas no cálculo significam que a EGE representa o tempo operacional valioso como porcentagem da capacidade que algo foi projetado para ter.

Compreendendo as mudanças na capacidade

Embora muitas operações refiram-se mais a mudanças na demanda, algumas também devem lidar com a variação de *capacidade* (se esta for definida como "a habilidade de fornecer"). Por exemplo, a Figura 11.5 mostra a demanda e a variação de capacidade de duas empresas. A primeira é um serviço de reparo de eletrodomésticos. Tanto a demanda quanto a capacidade variam mês a mês. A capacidade varia porque os operadores de serviço de campo da empresa preferem tirar suas férias em épocas específicas do ano. No entanto, a capacidade é relativamente estável ao longo do ano. A demanda, ao contrário, flutua mais significativamente. Parece que há dois picos de demanda ao longo do ano, sendo o pico de demanda aproximadamente o dobro do nível do ponto baixo da demanda. A segunda empresa é um fabricante de alimentos que produz espinafre congelado. A demanda por esse produto é relativamente constante ao longo do ano, mas a capacidade da empresa varia significativamente. Durante a época de crescimento e colheita, a capacidade de suprimento é alta, mas cai quase a zero em parte do ano. No entanto, embora a divergência entre demanda e capacidade seja impulsionada principalmente por flutuações na demanda

no primeiro caso e capacidade no segundo caso, a essência da atividade de gestão da capacidade é praticamente semelhante para ambos.

Princípio de administração da produção

As decisões de gestão da capacidade devem refletir variações previsíveis e imprevisíveis na capacidade e na demanda.

Exemplo resolvido

Em um período típico de sete dias, o departamento de planejamento programa uma máquina específica para trabalhar por 150 horas — seu tempo de carregamento. As mudanças e as configurações levam uma média de 10 horas e as falhas por quebra são de 5 horas a cada sete dias. O tempo em que a máquina não pode funcionar, pois espera que o material seja entregue de outras partes do processo, é de 5 horas, em média, e durante o período em que a máquina está funcionando ela opera em média com 90% da sua velocidade nominal. Das peças processadas pela máquina, aproximadamente 3 por cento possuem algum tipo de defeito.

Tempo máximo disponível	7 × 24 horas
	168 horas
Tempo de carregamento	150 horas
Perdas de disponibilidade	10 horas (*set-ups*) + 5 horas (quebras)
	15 horas
Assim, o tempo de operação total = Tempo de carregamento – Disponibilidade	
	150 – 15
	135 horas
Perdas de velocidade	5 horas (ocioso) + [(135 – 5) × 0,1] (10% do tempo restante)
	18 horas
Assim, o tempo de operação líquido = tempo de operação total – Perdas de velocidade	
	135 – 18
	117 horas
Perdas de qualidade	117 (tempo de operação líquido) × 0,03 (taxa de erro)
	3,51 horas
Logo, tempo de operação valioso = Tempo de operação líquido – perdas de qualidade	
	117 – 3,51
	113,49 horas

$$\text{Portanto, a taxa de disponibilidade, } a = \frac{\text{Tempo de operação total}}{\text{Tempo de carregamento}}$$

$$= \frac{117}{135} = 86{,}67\%$$

$$\text{taxa de desempenho, } p = \frac{\text{Tempo de operação líquido}}{\text{Tempo de operação total}}$$

$$= \frac{117}{135} = 86{,}67\%$$

$$\text{e taxa de qualidade, } q = \frac{\text{Tempo de operação valioso}}{\text{Tempo de operação líquido}}$$

$$= \frac{117}{135} = 86{,}67\%$$

EGE ($a \times p \times q$) = 75,6%

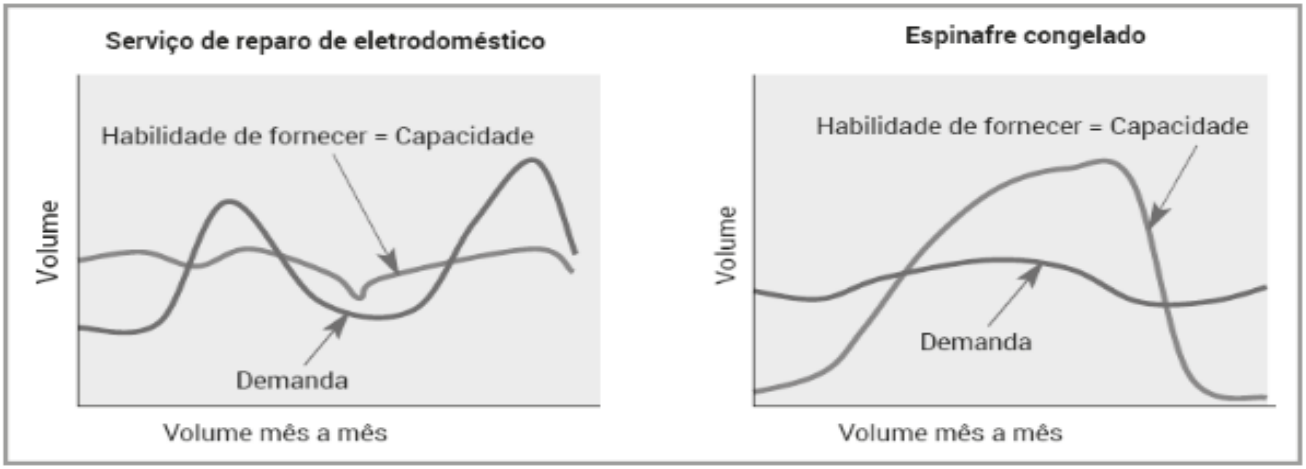


Figura 11.5 Volatilidade na demanda *versus* volatilidade na capacidade.

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE BÁSICA DA PRODUÇÃO

A maneira mais comum de gerenciar a capacidade é decidir o "nível básico" da capacidade e depois ajustá-lo periodicamente para cima ou para baixo a fim de refletir flutuações na demanda. De fato, o conceito de capacidade "básica" é incomum porque, embora nominalmente seja o nível de capacidade a partir do qual são planejados aumentos e diminuições no nível de capacidade, em mercados muito instáveis, onde as flutuações são significativas, talvez ela nunca ocorra. Além disso, as decisões sobre "qual deve ser o nível básico de capacidade" e "como ajustamos a capacidade em torno dessa base para refletir a demanda" são ambas inter-relacionadas. Uma operação poderia definir seu nível básico de capacidade em um nível tão alto em comparação com a demanda que nunca haveria necessidade de ajustar os níveis de capacidade. No entanto, isso é claramente um desperdício, e é por isso que a maioria das operações ajustará seu nível de capacidade ao longo do tempo. No entanto, embora as duas decisões estejam inter-relacionadas,

geralmente vale a pena definir um nível básico nominal de capacidade antes de considerar como ela pode ser ajustada.

Princípio de administração da produção

Quanto maior o nível básico de capacidade, menos flutuação de capacidade será necessária para satisfazer a demanda.

Definindo a capacidade básica

O nível básico de capacidade em qualquer operação é influenciado por muitos fatores, mas deve estar relacionado a três em particular:

- a importância relativa dos objetivos de desempenho da operação;
- a perecibilidade dos resultados da operação;
- o grau de variabilidade na demanda ou no suprimento.

Objetivos de desempenho da operação

Os níveis básicos de capacidade devem ser definidos principalmente para refletir os objetivos de desempenho de uma operação; *ver* Figura 11.6. Por exemplo, definir um nível alto de capacidade básica em comparação com a demanda média resultará em níveis relativamente altos de subutilização de capacidade e, portanto, de altos custos. Isto é especialmente verdadeiro quando os custos fixos de uma operação são altos e, portanto, as consequências da subutilização também são altas. Por outro lado, altos níveis de capacidade básica resultam em uma capacidade "colchão" durante a maior parte do tempo, de modo que será melhorada a capacidade de flexibilizar a saída, para dar atendimento responsivo ao cliente. Quando a saída da operação é capaz de ser armazenada, também pode haver uma compensação entre capital fixo e capital de giro, onde o nível-base de capacidade é definido. Um nível alto de capacidade básica pode exigir investimento considerável, enquanto um nível-base mais baixo reduz a necessidade de investimento de capital, mas pode exigir o acúmulo de estoques para satisfazer a demanda futura, aumentando assim o capital de giro. Para algumas operações, o acúmulo de estoque é arriscado, seja porque os produtos têm vida útil curta (por exemplo, alimentos perecíveis, computadores de alto desempenho ou itens de moda) ou porque a saída não pode ser armazenada (a maioria dos serviços).

Perecibilidade da produção

Quando o suprimento ou a demanda são perecíveis, a capacidade básica precisará ser definida em um nível relativamente alto porque os insumos para a operação ou a saída da operação não podem ser armazenados por longos períodos. Por exemplo, uma fábrica que produz frutas congeladas precisará de capacidade suficiente de congelamento, embalagem e armazenamento para fazer frente à frequência com que os frutos estão sendo colhidos durante a época de colheita. Da mesma forma, um hotel não pode armazenar seus serviços de acomodação. Se um quarto de hotel individual permanece desocupado, a capacidade de vender acomodação para aquela noite "pereceu". Na verdade, a menos que um hotel esteja totalmente ocupado todas as noites, sua capacidade sempre será maior do que a demanda média por seus serviços.

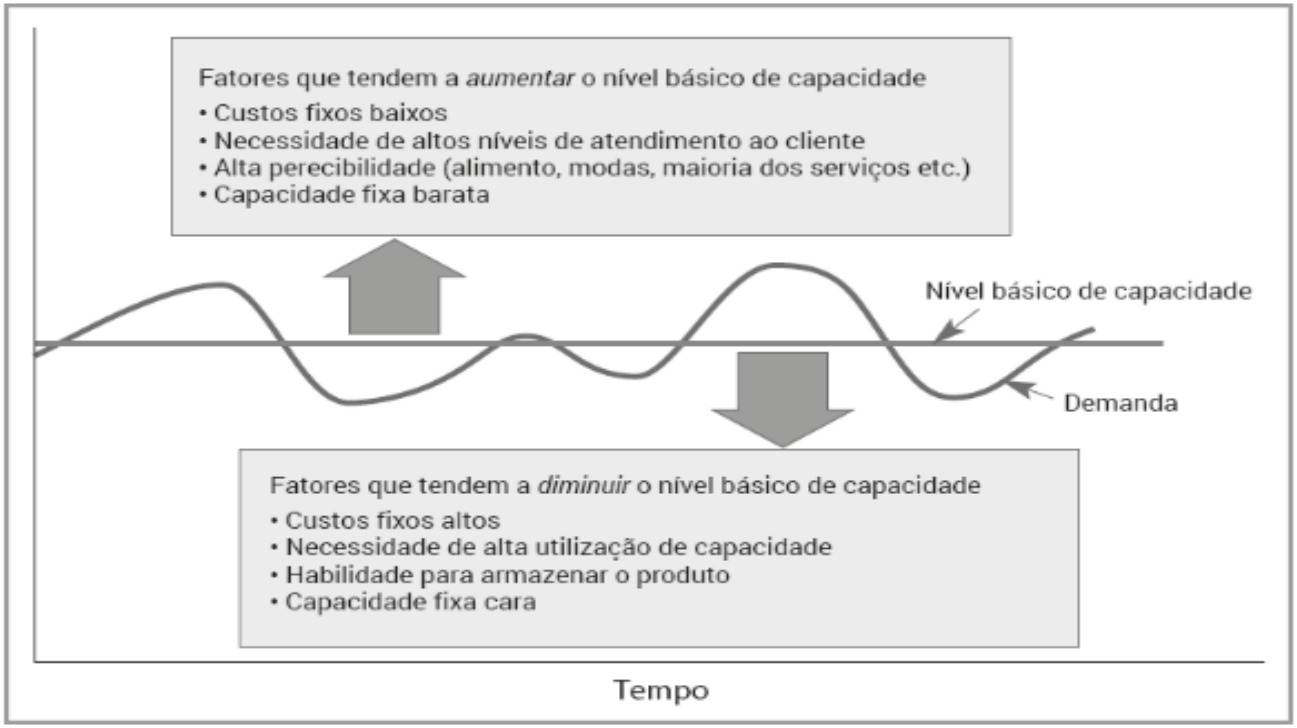


Figura 11.6 O nível básico de capacidade deve refletir a importância relativa dos objetivos de desempenho da operação.

Grau de variabilidade na demanda ou no suprimento

A variabilidade, tanto na demanda quanto na capacidade, reduzirá a habilidade de uma operação para processar seus insumos. Ou seja, reduzirá sua capacidade efetiva. Este efeito foi explicado no Capítulo 6, quando se discutiram as consequências da variabilidade em processos individuais. Recordando, quanto maior a variabilidade no tempo de chegada ou tempo de atividade em um processo, mais o processo sofrerá *tanto* com grandes tempos de atravessamento *quanto* com utilização reduzida. Este princípio é válido para a produção inteira, e como tempos de atravessamento longos significam que as filas serão acumuladas na operação, a alta variabilidade também afeta os níveis de estoque. Isso está ilustrado na Figura 11.7. A implicação é que, quanto maior a variabilidade, maior será a capacidade adicional para compensar a utilização menor da capacidade disponível. Portanto, as operações com altos níveis de variabilidade tendem a estabelecer seu nível de capacidade básica relativamente alto, a fim de fornecer essa capacidade extra. Logicamente, como já vimos anteriormente, nem todas as operações têm a opção de simplesmente aumentar a capacidade! (Veja o caso "Operações na Prática" sobre as restrições de capacidade em Heathrow.)

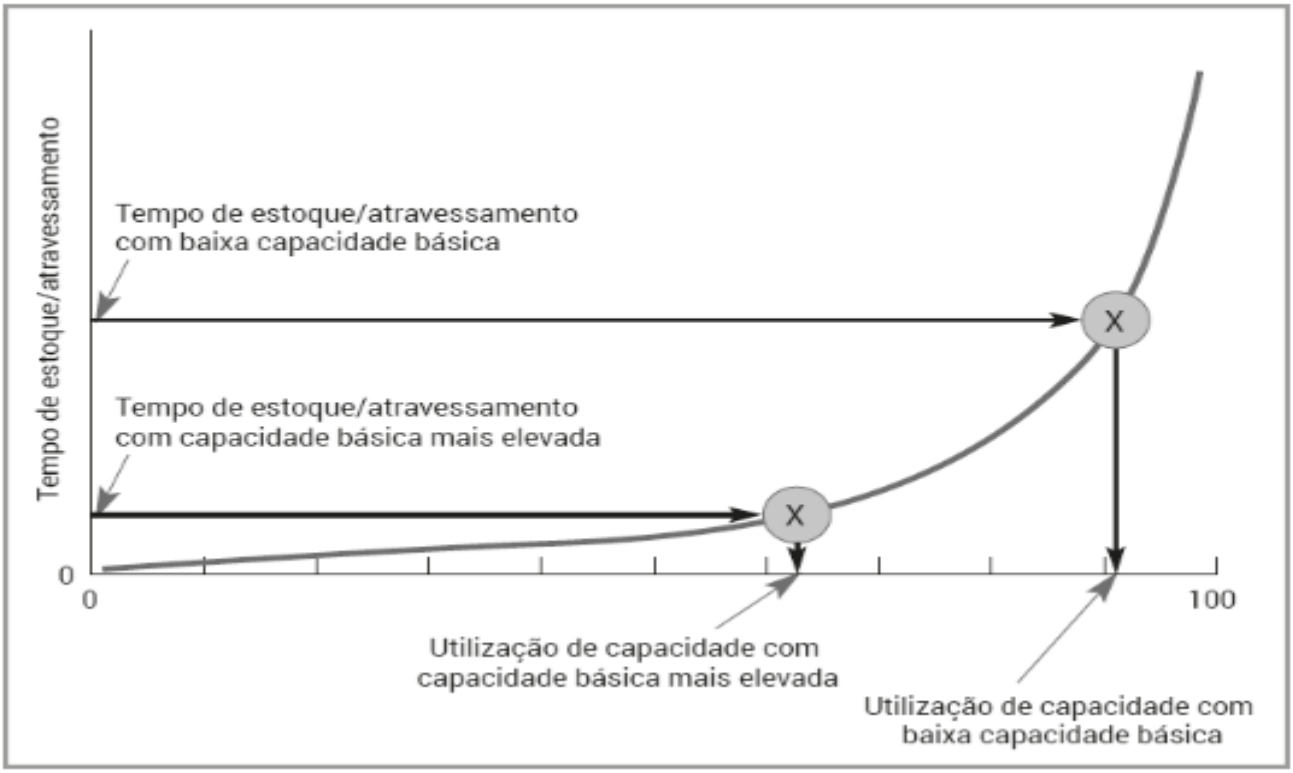


Figura 11.7 O efeito da variabilidade sobre a utilização de capacidade.

COMO ENFRENTAR DIVERGÊNCIAS ENTRE DEMANDA E CAPACIDADE?

Com entendimento da demanda e da capacidade, o próximo passo é considerar os métodos alternativos de responder a quaisquer divergências entre elas. Para a maioria das empresas, isso equivale a entender como a demanda pode variar (embora a mesma lógica se aplique à variação na capacidade). Mais especificamente, o equilíbrio entre variação previsível e imprevisível da demanda afeta a natureza da gestão da capacidade. Quando a demanda é estável e previsível, a vida de um gerente de produção é relativamente fácil! Se a demanda for mutável, mas essa mudança for previsível, poderão ser necessários ajustes de capacidade, mas pelo menos eles podem ser planejados antecipadamente. Com variação imprevisível da demanda, se uma operação tiver que reagir a ela, deve fazê-lo rapidamente; caso contrário, a mudança de capacidade terá pouco efeito sobre a habilidade da operação de entregar produtos e serviços conforme a necessidade de seus clientes. A Figura 11.8 ilustra como o objetivo e as tarefas de gestão da capacidade variam dependendo do equilíbrio entre variações previsíveis e imprevisíveis.

Há três opções "puras" disponíveis para lidar com tais variações (ilustradas na Figura 11.9), embora, na prática, as empresas costumem usar uma combinação de todas as três:

- **Plano de capacidade constante** — ignorar as flutuações na demanda e manter os níveis de capacidade constantes.
- **Plano de acompanhamento da demanda** — ajustar a capacidade para refletir as flutuações da demanda.
- **Gestão da demanda** — tentar mudar a demanda para ajustá-la à disponibilidade de capacidade.

		Variação imprevisível	
		Baixa	**Alta**
Variação previsível	**Alta**	*Objetivo* – Ajustar a capacidade planejada da forma mais eficaz possível *Tarefas de gestão da capacidade:* • Avaliar o *mix* ideal de métodos para flutuação de capacidade • Trabalhar para reduzir o custo de ativação do plano	*Objetivo* – Ajustar a capacidade planejada da forma mais eficaz possível e aprimorar a capacidade para realizar outros ajustes rápidos *Tarefas de gestão da capacidade:* • Combinação daquelas efetuadas para variação previsível e imprevisível
	Baixa	*Objetivo* – Garantir que a capacidade-base seja apropriada *Tarefas de gestão da capacidade:* • Buscar maneiras de fornecer capacidade constante de modo eficaz	*Objetivo* – Ajustar a capacidade o mais rápido possível *Tarefas de gestão da capacidade:* • Identificar fontes de capacidade extra e/ou usos para a capacidade excedente • Trabalhar para ajustar a capacidade e/ou usar a capacidade rapidamente

Figura 11.8 A natureza da gestão da capacidade física depende da combinação de demanda previsível e imprevisível e variação da capacidade.

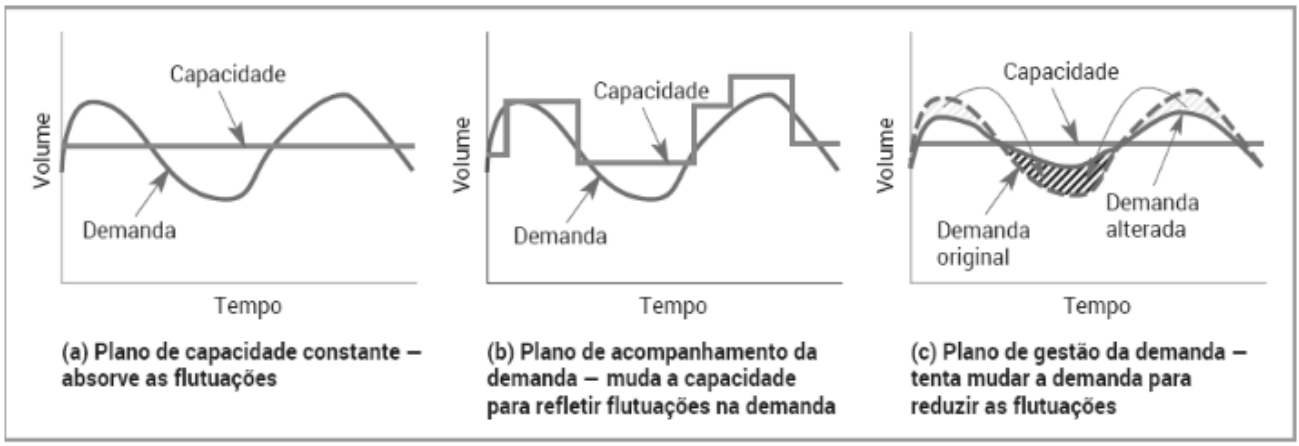


Figura 11.9 Gestão das divergências entre demanda e capacidade: planos de "capacidade constante", "acompanhamento da demanda" e "gestão da demanda".

Plano de capacidade constante

Em um plano de capacidade constante, a capacidade de processamento é estabelecida em nível uniforme no decorrer do período de planejamento, independentemente das flutuações da demanda prevista. Isso significa que o mesmo número de funcionários opera os mesmos processos e deve, assim, se capaz de entregar a mesma produção (saída) agregada em cada período. Nos casos em que materiais não perecíveis são processados, mas não vendidos imediatamente, eles podem ser transferidos para o estoque de produtos acabados em antecipação às vendas de um período posterior.

Planos de capacidade constante desse tipo podem atingir os objetivos de padrões de emprego estável, alta utilização do processo e, geralmente, alta produtividade com custos unitários baixos. Infelizmente, podem

também acumular estoque considerável que precisa ser financiado e armazenado. Entretanto, talvez o maior problema seja a necessidade de tomar decisões quanto ao que produzir para estocar e não para vendas imediatas. Malhas de lã de cor verde feitas em julho ainda estarão na moda em outubro? Uma liga específica de alumínio com determinada seção transversal ainda poderá ser vendida meses após ter sido produzida? Assim, a maioria das empresas que operam esse plano dá prioridade apenas para criar estoque onde as vendas futuras são relativamente certas e improvavelmente afetadas por mudanças na moda ou no projeto. Certamente, esses planos não são adequados para produtos "perecíveis", como alimentos, alguns produtos farmacêuticos e aqueles para os quais a moda muda com muita rapidez e imprevisibilidade (por exemplo, roupas) ou para produtos customizados.

Um plano de capacidade constante também pode ser usado por um hotel e um supermercado, embora essa não seja a abordagem comum de tais organizações porque, normalmente, resulta em desperdício de recursos de pessoal, refletido em baixa produtividade. Como os serviços não podem ser estocados, um plano de capacidade constante envolveria o funcionamento da operação em nível uniformemente alto de disponibilidade de capacidade. O hotel empregaria pessoal suficiente para atender a todos os quartos, a um restaurante cheio e à recepção, mesmo em meses nos quais a demanda esperada estivesse bem abaixo da capacidade. Analogamente, o supermercado planejaria colocar pessoal em todos os caixas, em operações de estocagem e assim por diante, mesmo em períodos tranquilos.

A baixa utilização pode tornar os planos de capacidade constante proibitivamente dispendiosos em muitas operações de serviço, mas isso pode ser considerado apropriado quando os custos de oportunidade de vendas perdidas são muito altos, por exemplo, no varejo de joalheria de alta margem e no setor imobiliário. É também possível estabelecer a capacidade abaixo do nível do pico de demanda previsto com a finalidade de reduzir o grau de subutilização. Entretanto, nos períodos em que se espera que a demanda exceda a capacidade planejada, o serviço ao cliente pode deteriorar-se. Os clientes poderão ter que fazer fila durante longos períodos ou podem ser "processados" com maior rapidez e menor atenção. Embora isso esteja obviamente longe do ideal, os benefícios da estabilidade e produtividade para a organização podem compensar as desvantagens de desagradar alguns clientes.

Princípio de administração da produção

Quanto maior o nível-base da capacidade, menos flutuação da capacidade é necessária para satisfazer a demanda.

Plano de acompanhamento da demanda

O oposto de um plano de capacidade constante é o que tenta igualar a capacidade próxima aos níveis variáveis da demanda prevista. Isso é muito mais difícil de conseguir do que um plano de capacidade constante, pois um número diferente de funcionários, diferentes horas de trabalho e mesmo diferentes quantidades de equipamentos podem ser necessários em cada período. Por essa razão, os planos puros de acompanhamento da demanda têm pouca probabilidade de atrair operações que fabriquem produtos padronizados, não perecíveis. Também quando as operações de produção exigem intenso dispêndio de capital, o plano de acompanhamento da demanda exige um nível de capacidade física que apenas ocasionalmente seria todo usado. É por essa razão que tal plano tem menor probabilidade de ser adequado à fábrica de alumínio do que à fábrica de malhas de lã, por exemplo. Um plano puro de acompanhamento da demanda é normalmente mais adotado por operações que não podem estocar sua

produção, como as operações de processamento de clientes ou fabricantes de produtos perecíveis. Evita a disponibilização desnecessária de funcionários em excesso que ocorre com um plano de capacidade constante e ainda deve satisfazer à demanda dos clientes ao longo do período planejado. Nos casos em que a produção pode ser estocada, o plano de acompanhamento da demanda ainda poderá ser adotado para minimizar ou eliminar estoques de produtos acabados, especialmente se a natureza da demanda futura (em termos de volume ou *mix*) for relativamente imprevisível. Existem muitos métodos diferentes para ajustar a capacidade, embora nem todos possam ser viáveis para todos os tipos de operação. Alguns desses métodos aparecem na Tabela 11.2.

Tabela 11.2 Métodos de execução de um plano de acompanhamento da demanda

Método de ajuste da capacidade	Vantagens	Desvantagens
Hora exta – Funcionários trabalhando mais do que seu horário de trabalho normal	Mais rápido e mais conveniente	Pagamento extra normalmente é necessário e o acordo com os funcionários para trabalhar em hora extra pode reduzir a produtividade por períodos longos
Bancos de horas anuais – Funcionários contratados para trabalhar determinado número de horas por ano, ao invés de determinado número de horas por semana ou dia	Sem muitos dos custos associados às horas extras, a quantidade de tempo de pessoal disponível a uma organização pode ser variada no decorrer do ano, para refletir a demanda	Quando são possíveis flutuações muito grandes e inesperadas na demanda, toda a flexibilidade de tempo de trabalho anual negociada pode ser usada antes do final do ano
Programação de pessoal – Ajustar as jornadas de trabalho (horários de início e fim) a fim de variar o número agregado de funcionários disponíveis para trabalhar em qualquer momento	Os níveis de pessoal podem ser ajustados para atender a demanda sem mudar as responsabilidades das tarefas ou contratar novos funcionários	Pode ser difícil oferecer horários de início e fim (turnos) que satisfaçam a necessidade dos funcionários por tempos de trabalho e padrões de turno razoáveis, além de fornecer capacidade apropriada
Variação no tamanho da força de trabalho – Contratar funcionários extras durante os períodos de alta demanda e dispensá-los quando a demanda cair, ou contratar e demitir	Reduz rapidamente os custos básicos de mão de obra	Custos de contratação e possível baixa produtividade enquanto o pessoal novo percorre a curva de aprendizado; dispensas podem resultar em pagamentos de rescisão, possível perda de moral na operação e de interesse do mercado de talentos locais
Uso de pessoal temporário – Recrutar pessoal que trabalhe por menos tempo do que o dia de trabalho normal (nos períodos mais cheios)	Bom método de ajuste da capacidade para atender as flutuações de demanda previsíveis a curto prazo	Dispendioso se os custos fixos de recrutamento de novo funcionário (independentemente do tempo em que ele trabalhará) forem altos
Flexibilidade de habilidades – Projetar a flexibilidade no projeto do trabalho e na demarcação de trabalho de modo que pessoal possa ser transferido de partes menos ocupadas da operação	Método rápido de reagir a flutuações de demanda de curto prazo	Precisa de investimento em treinamento de capacitação e pode causar alguma interrupção do trabalho interno
Subcontratação/terceirização – Compra, aluguel ou compartilhamento de capacidade ou produtos de outras operações	Não interrompe a operação	Pode ser muito caro devido à margem da contratada, e a contratada pode não estar tão motivada a oferecer o mesmo serviço, ou qualidade; também há o risco de vazamento de conhecimento
Mudança da taxa de saída – Esperar que o pessoal (e equipamento) trabalhe mais rápido do que o normal	Não necessita de recursos extras	Só pode ser usada como medida temporária, e mesmo assim pode causar insatisfação nos funcionários, redução na qualidade do trabalho, ou ambos

Plano de gestão da demanda

A terceira abordagem de gestão de capacidade pura é a gestão da demanda. Aqui, o objetivo é mudar o padrão de demanda para que fique mais próxima da capacidade disponível, seja estimulando a demanda fora do período de pico ou restringindo a demanda de pico. Há diversos métodos para conseguir isso:

■ *Restringir o acesso do cliente* – clientes só poderão ter acesso aos produtos ou serviços da operação em determinados momentos. Por exemplo, sistemas de reserva e marcação de consultas em hospitais.

■ *Diferenciais de preço* – ajustar o preço para refletir a demanda. Ou seja, aumentar os preços durante os períodos de alta demanda e reduzi-los durante os períodos de baixa demanda. Por exemplo, estações de esqui e pousadas são mais baratas em períodos de baixa temporada e particularmente caras durante períodos de férias, enquanto sorvete pode ser encontrado em todos os supermercados durante o inverno.

■ *Promoções e propaganda* – variar o grau de estímulo do mercado através de promoção e propaganda, a fim de encorajar a demanda durante períodos normalmente baixos. Por exemplo, os criadores de peru na Inglaterra e nos EUA fazem grandes tentativas de promover seus produtos em ocasiões fora do Natal e do Dia de Ação de Graças.

■ *Diferenciais de serviço* – permitir que os níveis de serviço reflitam a demanda (implícita ou explícita), permitindo que o serviço seja inferior em períodos de alta demanda e melhor em períodos de baixa demanda. Se essa estratégia for usada explicitamente, os clientes serão devidamente informados sobre os variados níveis de serviço e, espera-se, passarão para períodos de menor demanda.

Uma abordagem mais radical tenta criar produtos ou serviços alternativos para preencher a capacidade nos períodos de baixa demanda. Esse pode ser um método eficaz de gestão da demanda, mas, de forma ideal, novos produtos e serviços devem atender a três critérios: (a) eles podem ser produzidos nos mesmos processos existentes, (b) ter padrões de demanda diferentes das ofertas existentes e (c) ser vendidos por meio de canais de marketing semelhantes. Por exemplo, a maioria das universidades preenche suas acomodações e salas de aula com conferências e reuniões de empresas durante as férias. Os *resorts* de esqui podem organizar atividades de montanhismo durante o verão, e empresas que fabricam tratores para jardinagem fornecem removedores de neve no outono e no inverno. No entanto, aparentes benefícios de preenchimento da capacidade dessa natureza devem ser ponderados em relação ao risco de prejudicar o produto ou serviço central, e a operação deve ser plenamente capaz de servir a ambos os mercados.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Banco anual de horas na Lowaters[4]

A Lowaters Nursery é uma empresa especializada em jardinagem e horticultura, sediada no sul da Inglaterra e empregando cerca de 25 pessoas. Como qualquer empresa que dependa das condições climáticas, enfrenta flutuação na demanda por seus serviços e produtos. Também se orgulha de oferecer *"o melhor serviço em parceria com nossos clientes, comunicando de maneira profissional e amigável e ouvindo-os para fornecer o resultado desejado"* (declaração de missão da Lowaters). Contudo, manter a qualidade de seus serviços durante as variações sazonais da carga de trabalho significa manter seus funcionários-chave satisfeitos e empregados no decorrer do ano. Isso ocorre porque a Lowaters introduziu um esquema de banco anual de horas, método de fazer flutuar a capacidade à medida que a demanda varia no decorrer do ano, sem muitos dos custos associados às horas extras ou à contratação de funcionários temporários. Envolve a contratação de funcionários para trabalhar determinado número de horas anual em vez de semanal. A vantagem desse método é que o tempo dos funcionários disponível para uma organização pode ser variado no decorrer do ano de modo a refletir a real situação da demanda. Os planos de banco anual de horas podem também ser úteis quando o suprimento varia durante o ano. Maria Fox, componente da equipe gerencial da empresa, diz que o banco anual de horas permite várias vantagens. *"Simplifica a administração e nos dá a flexibilidade que necessitamos para dirigir o negócio enquanto proporcionamos algumas vantagens reais aos funcionários. Todos eles recebem salários fixos mensais. Podemos flexibilizar as horas trabalhadas no decorrer do ano — quando os negócios estão aquecidos, os funcionários trabalham mais tempo e quando a demanda se acalma, no inverno, eles trabalham menos. Exceto os diretores, todos são contratados para trabalhar 39 horas em média durante as 52 semanas do ano."*

A empresa criou uma planilha simples que mostra as horas trabalhadas e as compara com a distribuição-alvo do banco anual de horas disponível para todo o ano. Isso permite aos funcionários verificar se suas horas trabalhadas estão acima ou abaixo do alvo. *"Mandamos a eles no início do ano por* e-mail *uma cópia de sua planilha de horas, de modo que possam acompanhar seu progresso"*, diz Maria. *"Também podemos acompanhar quantas horas cada um deles deve trabalhar. Se no final do ano eles tiverem cumprido 50 horas*

a mais ou ficarem devendo 50 horas, simplesmente ajustamos a programação do próximo ano para cima ou para baixo. Se houver maior discrepância do que essa, consideraremos alterar a estrutura do trabalho".

Entretanto, nem todos os experimentos com o banco anual de horas são tão bem-sucedidos como ocorre na Lowaters. Nos casos em que a demanda é muito imprevisível, os funcionários podem ser convocados ao trabalho em prazo muito curto. Isso pode causar considerável embaraço na vida social e familiar. Por exemplo, em uma empresa de telejornalismo, o esquema causou problemas. Jornalistas e câmeras que foram cobrir uma crise internacional trabalharam durante um número excessivo de horas e foram dispensados durante um mês para compensar essas horas trabalhadas em excesso. Como não tinham planos para descansar durante tanto tempo, muitos preferiram ficar trabalhando.

Comentário crítico

Para muitos, a ideia de flutuação da força de trabalho para atender à demanda, tanto utilizando funcionários em tempo parcial como contratando e demitindo, é mais do que apenas controversa. É considerada antiética. É responsabilidade de qualquer empresa, argumentam os críticos, engajar-se em uma série de atividades que sejam capazes de manter o emprego em nível mais estável. Contratar e demitir meramente por questões sazonais, que podem ser previstas com antecedência, é tratar os seres humanos de forma totalmente inaceitável. Mesmo a ideia de contratar pessoas por curto prazo, na prática, leva ao oferecimento de condições de trabalho piores e a uma situação de permanente ansiedade sobre se serão mantidas ou não no emprego. Um comentário mais prático ressalta que, em um mundo de negócios cada vez mais globalizado, em que empresas podem possuir filiais em diferentes países, os locais que permitem a prática de contratar e demitir, provavelmente, terão suas fábricas reduzidas em tamanho em comparação com aqueles países cuja legislação inibe essa prática.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Gestão de demanda por meio de apostas

Nos locais de serviço, as filas serão acumuladas quando a demanda exceder a capacidade. Em nenhuma ocasião isso é mais evidente do que durante o final do expediente diário. Mas na Califórnia, EUA, uma nova técnica de apostas pode oferecer solução inovadora para esse antigo problema. Balaji Prabhakat, professor de ciência da computação, queria apoiar os esforços da Universidade Stanford para aliviar o tráfego nas horas de pico no distrito de Santa Clara. Primeiro, ele conseguiu persuadir quase metade dos 8 mil detentores de permissões de estacionamento da universidade a instalar dispositivos de rastreamento em seus carros. Em segundo lugar, ele criou um sistema simples que atribui pontos a uma pessoa cada vez que ela chega ou sai uma hora antes ou depois do horário de pico. Em terceiro lugar, esses pontos podem ser usados em um jogo de sorte *online* com recompensas aleatórias em dinheiro, de US$ 2 a US $50. Embora os prêmios sejam pequenos, a ideia mostrou-se popular: cerca de 15% dos deslocamentos passaram a ser feitos fora dos períodos de pico. Os estudantes tendem a chegar e sair da universidade mais tarde, enquanto os professores estão chegando e saindo mais cedo! O esquema é diferente dos esquemas clássicos de preços de pico de carga, nos quais os clientes pagam mais para usar a capacidade quando há demanda naturalmente alta para isso. Por exemplo, o sistema de trânsito de Seattle onera em 75 centavos os deslocamentos entre as 6 e as 9 horas da manhã. Em vez disso, a ideia do jogo é que alguns participantes mudarão seus hábitos por pouca ou nenhuma recompensa, enquanto outros ganham uma recompensa (relativamente) muito maior. Então, é a aleatoriedade da recompensa

que torna este exemplo particularmente interessante. Se o esquema pode ser lançado para uma população mais ampla na área, o efeito de reduzir em 15 por cento a carga na capacidade estendida será significativo. O desafio, como acontece com muitos projetos de melhoria, é manter incentivos para que os indivíduos adotem o jogo mesmo quando não estão "ganhando" e quando a atenção deles está em outras coisas.

Gestão de receitas (*yield management*)

Em operações que têm capacidades relativamente fixas, como linhas aéreas e hotéis, é importante usar a capacidade da operação para gerar receitas com todo o seu potencial. Uma abordagem usada por esse tipo de operação é denominada gestão de receitas.[6] Trata-se, na realidade, de um conjunto de métodos, alguns dos quais já foram discutidos aqui, que podem ser usados para garantir que uma operação maximize seu potencial de gerar lucro. A gestão de receita é útil especialmente onde a capacidade é relativamente fixa; o mercado pode ser bastante segmentado; o serviço não pode ser armazenado de forma alguma; o serviço é vendido antecipadamente; e o custo marginal de fazer uma venda é relativamente baixo.

As companhias aéreas, por exemplo, se encaixam em todos esses critérios. Elas adotam uma coleção de métodos para tentar maximizar o rendimento (ou seja, lucro) a partir de sua capacidade. A capacidade de *overbooking* pode ser usada para compensar os passageiros que não aparecem para o voo. Porém, se aparecerem mais passageiros do que o esperado, as companhias terão vários passageiros irritados. Estudando dados passados sobre demanda de voo, as companhias aéreas tentam equilibrar riscos de *overbooking* e sobra de assentos. As operações também podem usar descontos nos preços em épocas tranquilas, quando a demanda tem pouca probabilidade de preencher a capacidade. Por exemplo, hotéis geralmente oferecem diárias de quarto mais baratas fora dos períodos de alta temporada, para tentar aumentar a demanda naturalmente mais baixa. Além do mais, muitas cadeias de hotéis maiores venderão quartos com muito desconto para terceiros que, por sua vez, assumem o risco (e recompensa) de encontrar clientes para esses quartos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Sabendo quando assistir a um jogo de beisebol[7]

O beisebol permanece até hoje um dos esportes mais populares nos EUA e ir a uma partida é um passatempo nacional. Ainda assim, alguns jogos são muito melhores do que outros. Para os Mets de Nova York, um jogo de sábado à noite contra seus rivais, os New York Yankees, terá naturalmente uma demanda muito maior do que um jogo de meio de semana contra uma equipe de baixo desempenho do outro lado do país. E, no entanto, durante anos, o preço de um ingresso na maioria das partidas de beisebol baseou-se unicamente na localização do assento no estádio e não na demanda real para o jogo. No entanto, isso está mudando na liga principal de beisebol do país, e mais ainda no Wrigley Field, lar dos Chicago Cubs. Aqui, a gestão de receita, muitas vezes chamada de "preços dinâmicos", está sendo usada para definir preços de ingressos para os jogos. Então, agora, ao invés de ter um "valor nominal" para um local de assento específico dentro do Wrigley Field, os preços flutuam diariamente com base em "fatores de mercado em mudança", como afirma o *site* do time. Então, quais são esses fatores? Há dois que parecem dominar essa abordagem de preços — o dia da semana e o oponente. Primeiro, os preços dos ingressos

aumentam constantemente durante a semana, sendo cobrados apenas US$ 27 para um jogo de segunda-feira nas arquibancadas (a seção do estádio onde a análise foi realizada), enquanto um ingresso para sábado custa cerca de US$ 76. No domingo, o preço cai para US$ 46. O adversário também é chave para os preços dinâmicos. Os jogos contra os Red Sox de Boston e os Chicago White Sox obtêm os melhores preços médios de ingressos, dado o prestígio do primeiro e a rivalidade local com o segundo. Por outro lado (e pedindo desculpas aos fãs!), os ingressos para jogos contra os Atlanta Braves e os Milwaukee Brewers custam, em média, US$ 19 e US$ 16, respectivamente. Então, quem dispõe de recursos limitados vai assistir a um jogo no meio da semana contra um oponente fraco; quem não pode faltar ao trabalho vai para um jogo de domingo; e aqueles para quem o dia da semana e o dinheiro não são problemas aproveitam a noite de sábado para assistir um jogo contra os poderosos Boston Red Sox!

Planos mistos

Cada um desses três planos "puros" é aplicado apenas quando suas vantagens superam fortemente as desvantagens. Entretanto, para muitas organizações, essas abordagens puras não atendem à combinação necessária de objetivos competitivos e operacionais. Da maioria dos gerentes de produção é exigido que reduzam simultaneamente os custos e os estoques, minimizem o investimento em capital e ainda proporcionem uma abordagem ágil e orientada para o cliente em todos os momentos. Por essa razão, a maioria das organizações escolhe um misto das três abordagens. Isso pode ser bem ilustrado pelo exemplo da fábrica de malhas de lã (*veja* a Figura 11.10). Nesse exemplo, parte do pico de demanda foi antecipada pela empresa ao oferecer descontos a varejistas selecionados (gestão de demanda). A capacidade também foi ajustada em dois pontos no ano para refletir as amplas mudanças na demanda (plano de acompanhamento da demanda). Todavia, o ajustamento da capacidade não é suficiente para evitar totalmente a formação de estoque (plano de capacidade constante).

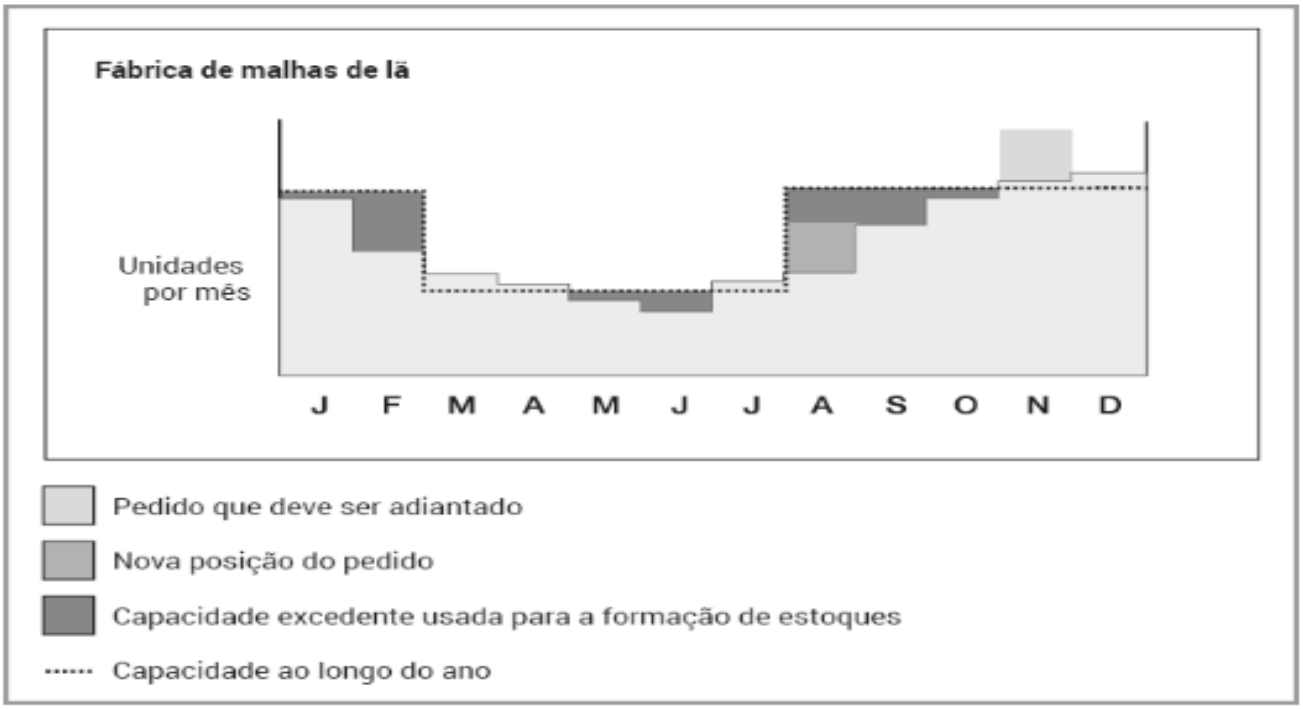


Figura 11.10 Plano de capacidade mista para a fábrica de malhas de lã.

COMPREENDENDO AS CONSEQUÊNCIAS DAS DECISÕES SOBRE CAPACIDADE

Antes que uma operação possa decidir quais dos planos de capacidade puros adotar, deve estar consciente das consequências de cada adoção em seu próprio conjunto de circunstâncias. Três métodos são particularmente úteis para ajudar a avaliar as consequências da adoção de planos de capacidade específicos:

- Considerar as decisões de capacidade usando representações acumuladas.
- Considerar as decisões de capacidade usando princípios de fila.
- Considerar as decisões de capacidade no decorrer do tempo.

Considerando as decisões de capacidade por meio de representações acumuladas

A Figura 11.11 mostra a previsão de demanda agregada para uma fábrica de chocolates que faz bolos, doces e bombons. A demanda pelos produtos em suas lojas é mais alta no Natal. Para atender a essa demanda e reservar tempo para os produtos passarem pelo sistema de distribuição, a fábrica deve atender a uma demanda cujo pico é em setembro, como ilustrado na figura. Um método para avaliar se um nível específico de capacidade pode satisfazer à demanda seria calcular o grau de sobrecapacidade situado na parte inferior do gráfico, que representa os níveis de capacidade (áreas A e C) e o grau de subcapacidade situado na parte superior do gráfico (área B). Se o grau de sobrecapacidade total for maior do que o total de subcapacidade para determinado nível, então, essa capacidade pode ser vista como adequada para satisfazer completamente à demanda, com a hipótese de que o estoque tenha sido acumulado nos períodos de sobrecapacidade. Entretanto, há dois problemas com essa abordagem. O primeiro é que cada mês mostrado na Figura 11.11 pode não ter o mesmo tempo produtivo. Alguns meses (por exemplo, agosto na Europa) podem incluir períodos de férias que reduzem a disponibilidade de capacidade. O segundo problema é que um nível de capacidade que parece adequado pode ser capaz de fornecer produtos *depois* que ocorreu a demanda por eles. Por exemplo, se o período de subcapacidade ocorreu no início do ano, nenhum estoque pode ter sido acumulado para atender à demanda. Uma forma bem superior de avaliar os planos de capacidade é fazer primeiro um gráfico da demanda *acumulada*. Este é mostrado por uma linha mais espessa na Figura 11.11.

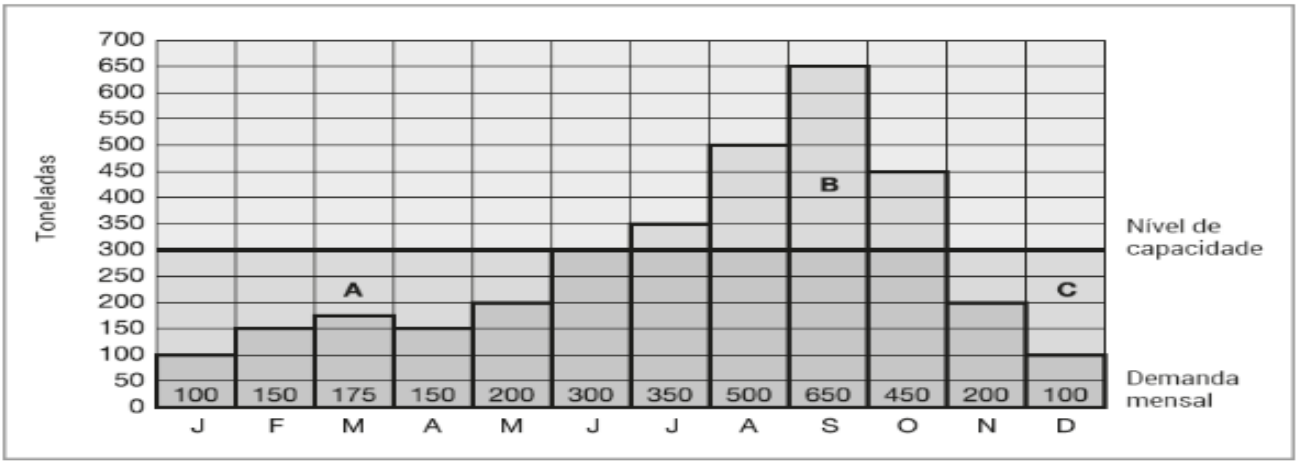
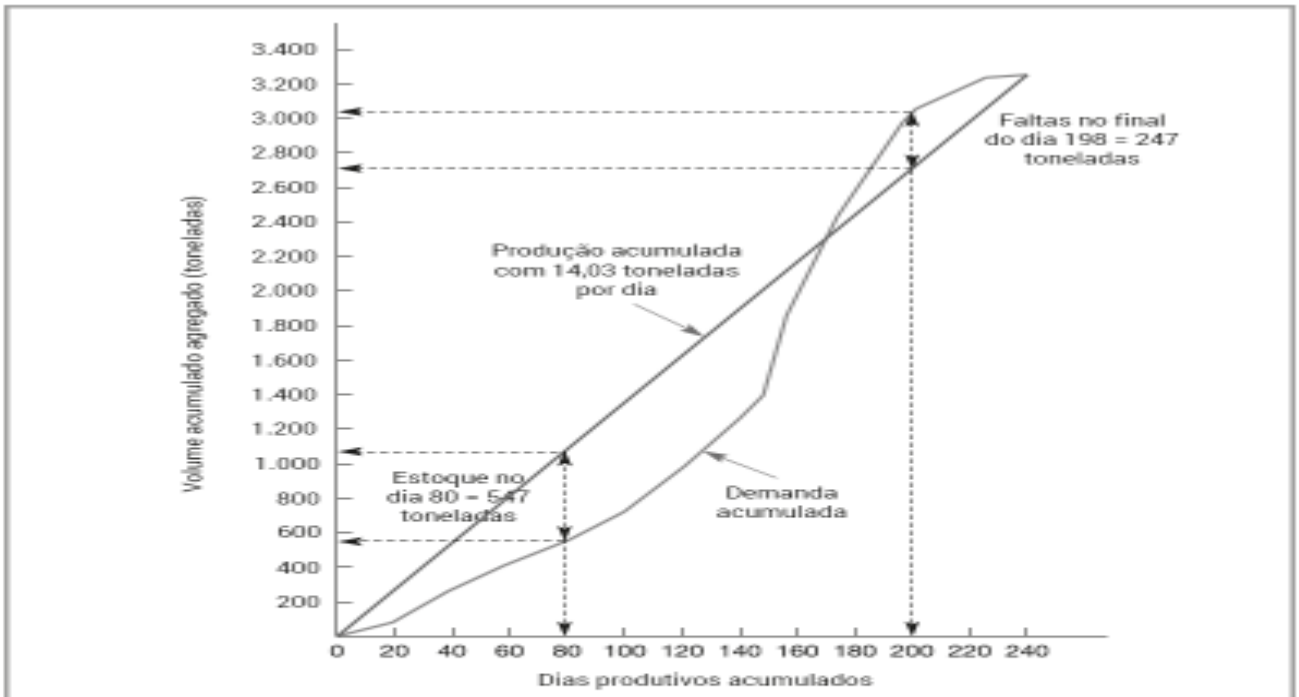


Figura 11.11 Se a área de sobrecapacidade (A + C) é maior do que a de subcapacidade (B), o nível de capacidade parece adequado para atender à demanda. Entretanto, o caso pode não ser necessariamente esse.

A representação acumulada da demanda revela imediatamente mais informações. Primeiro, mostra que, embora a demanda total tenha pico em setembro, devido ao número restrito de dias produtivos disponíveis, o pico de demanda por dia produtivo ocorre um mês antes, em agosto. Segundo, mostra que a flutuação da demanda durante o ano é ainda maior do que parecia. A proporção do pico de demanda mensal para a menor demanda mensal é 6,5:1, mas a razão de pico para a menor demanda por dia produtivo é 10:1. A demanda por dia produtivo é mais relevante para os gerentes de produção porque os dias produtivos representam o elemento de tempo da capacidade.

A consequência mais útil do gráfico da demanda acumulada é que, desenhando a linha da capacidade acumulada no mesmo gráfico, a viabilidade e as consequências de um plano de capacidade podem ser avaliadas. A Figura 11.12 também mostra um plano de capacidade constante que produz 14,03 toneladas por dia produtivo. Isso atende à demanda acumulada no final do ano. Também passaria em nosso teste anterior de sobrecapacidade total igual ou maior do que a subcapacidade.



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demanda (toneladas/mês)	100	150	175	150	200	300	350	500	650	450	200	100
Dias produtivos	20	18	21	21	22	22	21	10	21	22	21	18
Demanda (toneladas/dia)	5	8,33	8,33	7,14	9,52	13,64	16,67	50	30,95	20,46	9,52	5,56
Dias acumulados	20	38	59	80	102	124	145	155	176	198	219	237
Demanda acumulada	100	250	425	575	775	1.075	1.425	1.925	2.575	3.025	3.225	3.325
Produção acumulada (toneladas)	281	533	828	1.122	1.431	1.740	2.023	2.175	2.469	2.778	3.073	3.325
Estoque final (toneladas)	181	283	403	547	656	715	609	250	(106)	(247)	(150)	0

Figura 11.12 Plano de capacidade constante que produz escassez não obstante atender à demanda no final do ano.

Entretanto, se um dos propósitos do plano for atender à demanda quando ela ocorrer, o plano é inadequado. Até aproximadamente o dia 168, a linha que representa a produção acumulada está acima da que representa a demanda acumulada. Isso significa que, em qualquer momento durante o período, a fábrica produziu mais produtos do que foi demandado dela. De fato, a distância vertical entre as duas linhas é o nível de estoque nesse momento. Assim, próximo ao dia 80, 1.122 toneladas foram produzidas, mas apenas 575 toneladas foram demandadas. O excesso de produção em relação à demanda (o estoque)

é, portanto, de 547 toneladas. Quando a linha de demanda acumulada estiver acima da linha de produção acumulada, acontece o caso contrário. A distância vertical entre as duas linhas indica a escassez ou a falta de suprimento. Próximo ao dia 198, 3.025 toneladas foram demandadas, mas apenas 2.778 toneladas, produzidas. Assim, a falta é de 247 toneladas.

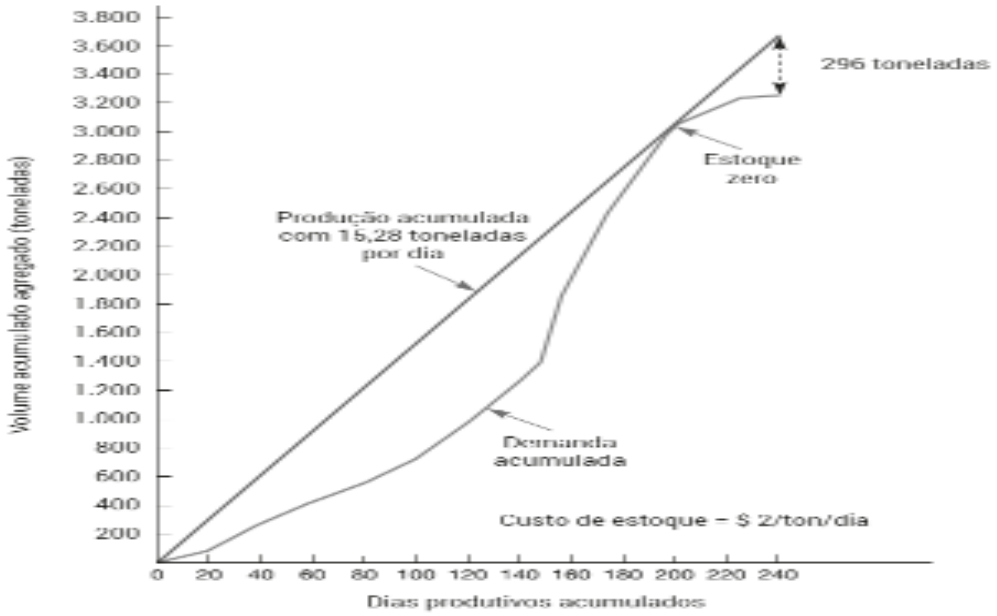
Princípio de administração da produção

Para qualquer plano de capacidade atender à demanda à medida que ela ocorre, sua linha de produção acumulada deve estar sempre acima da linha de demanda acumulada.

Para qualquer plano de capacidade atender à demanda à medida que ela ocorre, sua linha de produção acumulada deve estar sempre acima da linha de demanda acumulada. Isso torna fácil a tarefa de julgar a adequabilidade de um plano simplesmente olhando para sua representação acumulada. As consequências para o estoque também podem ser observadas a partir da representação acumulada, analisando as áreas entre as curvas de produção e de demanda acumuladas. Isso representa o volume de estoque do período. A Figura 11.13 ilustra um plano de capacidade constante adequado para o fabricante de chocolate, junto aos custos de manter estoque. Assume-se que os custos de manter estoque são de $ 2 por tonelada ao dia. O estoque médio mensal é obtido pela média dos níveis de estoque do início e do final do mês, e o custo mensal de manter o estoque é o produto do estoque médio, do custo do estoque diário por tonelada e do número de dias do mês.

Comparação de planos com base em dados acumulados

Os planos de acompanhamento da demanda podem ser ilustrados em uma representação acumulada. Em vez de a linha de produção acumulada ter uma inclinação (gradiente) constante, ela possui um gradiente variável que representa a taxa de produção em qualquer momento. Se fosse adotado um plano de acompanhamento da demanda puro, a linha de produção acumulada se juntaria à linha de demanda acumulada. O espaço entre as duas linhas seria zero e, portanto, o estoque também seria zero. Embora isso elimine custos de manutenção de estoques, como discutimos anteriormente, haverá custos associados à mudança de níveis de capacidade. Normalmente, o custo marginal de uma alteração de capacidade aumenta com o tamanho da mudança. Por exemplo, se o fabricante de chocolates quiser aumentar a capacidade em 5%, isso poderá ser obtido pedindo que o pessoal faça horas extras — uma opção relativamente barata. Se a mudança for de 15%, as horas extras não fornecerão capacidade extra suficiente e será necessário empregar pessoal temporário — uma solução mais cara e que também levaria mais tempo para ser implementada. Aumentos da capacidade acima de 15% somente serão conseguidos pela subcontratação de algum trabalho externo, o que seria ainda mais dispendioso. O custo da mudança também será afetado pelo ponto a partir do qual a mudança está sendo feita, bem como por sua direção. Normalmente, é menos dispendioso mudar a capacidade em direção ao que é considerado como nível de capacidade “normal” do que para níveis acima disso.



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demanda (toneladas/mês)	100	150	175	150	200	300	350	500	650	450	200	100
Dias produtivos	20	18	21	21	22	22	21	19	21	22	21	18
Demanda (toneladas/dia)	5	8,33	8,33	7,14	9,52	13,64	16,67	50	30,95	20,46	9,52	5,56
Dias acumulados	20	38	59	80	102	124	145	155	176	198	219	237
Demanda acumulada	100	250	425	575	775	1.075	1.425	1.925	2.575	3.025	3.225	3.325
Produção acumulada (toneladas)	306	581	902	1.222	1.559	1.895	2.216	2.368	2.689	3.025	3.346	3.621
Estoque final (toneladas)	206	331	477	647	784	820	791	443	114	0	121	296
Estoque médio (toneladas)	103	270	404	562	716	802	806	617	279	57	61	209
Custo de estoques por mês ($)	4.120	9.720	16.968	23.604	31.504	35.288	33.852	12.340	11.718	2.508	2.562	7.524

Custo total de estoque por ano = $ 191.608

Figura 11.13 Plano de capacidade constante que atende à demanda em todos os momentos durante o ano.

Exemplo resolvido

Suponhamos que o fabricante de chocolate, operando com um plano de capacidade constante, como mostrado na Figura 11.13, esteja insatisfeito com os custos de estocagem dessa abordagem e decida explorar dois planos alternativos, ambos envolvendo algum grau de acompanhamento da demanda.

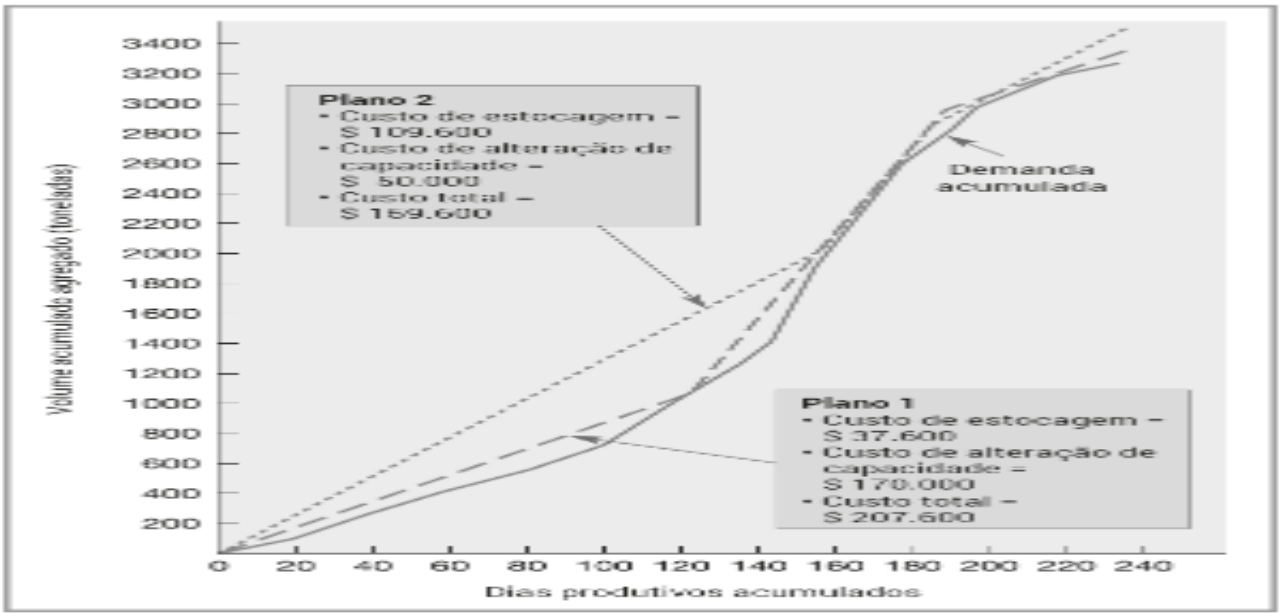


Figura 11.14 Comparação de dois planos de capacidade alternativos.

Plano 1

■ Organizar e alocar o pessoal da fábrica em um nível de capacidade "normal" de 8,7 toneladas diárias.

■ Produzir 8,7 toneladas diárias nos primeiros 124 dias do ano, depois, aumentar a capacidade em 29 toneladas diárias com intenso uso de horas extras, contratação de pessoal temporário e alguma subcontratação.

■ Produzir 29 toneladas diárias até o dia 194 e, então, reduzir a capacidade para 8,7 toneladas diárias para o restante do ano.

Os custos de alteração da capacidade para todo esse montante (a razão da capacidade de pico para a normal é de 3,33:1) são calculados pela empresa como:

Custo de mudança da capacidade de 8,7 para 29 toneladas/dia = $ 10.000

Custo de mudança da capacidade de 29 para 8,7 toneladas/dia = $ 60.000

Plano 2

■ Organizar e alocar pessoal na fábrica para um nível de capacidade "normal" de 12,4 toneladas diárias.

■ Produzir 12,4 toneladas diárias nos primeiros 150 dias do ano, depois aumentar a capacidade para 29 toneladas diárias com horas extras e contratação de pessoal temporário.

■ Produzir 29 toneladas diárias até o dia 190 e, então, reduzir a capacidade para 12,4 toneladas diárias no restante do ano.

Os custos de mudança de capacidade com esse plano são menores porque o grau de mudança é menor (a razão da capacidade de pico para a normal é de 2,34:1), e são calculados pela empresa como:

Custo de mudança de 12,4 toneladas diárias para 29 toneladas diárias = $ 35.000

Custo de mudança de 29 toneladas diárias para 12,4 toneladas diárias = $ 15.000

A Figura 11.14 ilustra ambos os planos em base acumulada. O Plano 1, que pretendia duas fortes mudanças na capacidade, tem altos custos de mudança, mas pelo fato de seus níveis de produção estarem próximos aos de demanda, tem custos de estocagem baixos. O Plano 2 sacrifica uma parte das vantagens dos custos de estocagem do Plano 1, mas reduz mais os custos de mudança de capacidade.

Considerando decisões de capacidade por meio dos princípios de fila

Representações acumuladas de planos de capacidade são úteis quando a operação tem a possibilidade de estocar seus produtos acabados. Entretanto, para operações que, por sua natureza, não podem produzir seus produtos e serviços *antes* que a demanda aconteça, a representação acumulada nos ajudaria relativamente pouco. A "produção" acumulada jamais poderia estar acima da linha de demanda acumulada. Na melhor situação, poderia mostrar quando a operação falhou em atender a sua demanda. Assim, o espaço vertical entre as linhas de demanda e de produção acumuladas indicaria o volume de demanda não satisfeita. Parte dessa demanda procuraria outras fontes para ser satisfeita, mas alguma

parte esperaria. Isso ocorre porque, para as operações que por sua natureza não podem estocar seus produtos, como a maior parte das operações de serviço, o planejamento e o controle da capacidade são mais bem considerados usando a teoria das filas.

Quando estávamos ilustrando o uso das representações acumuladas para planejamento e controle da capacidade, nossa suposição era de que, geralmente, qualquer plano deve buscar atender à demanda em qualquer período de tempo (a linha de produção acumulada precisa estar acima da linha de demanda acumulada). Examinar o assunto como um problema de fila pressupõe que, enquanto a demanda pode às vezes ser satisfeita instantaneamente, em outros períodos os clientes precisam ter que esperar. Isso é particularmente verdadeiro quando fica difícil prever as demandas individuais em uma operação ou o tempo para a produção de um produto ou serviço é incerto, ou se ambas as situações ocorrem. Essas circunstâncias fazem com que seja particularmente difícil prover a capacidade adequada em todos os momentos. A Figura 11.15 mostra a forma geral dessa questão de capacidade. Os clientes chegam de acordo com alguma distribuição de probabilidade, esperam para ser processados (a menos que parte da operação esteja ociosa); quando alcançam a frente da fila, são "processados" por um dos *n* "atendentes" que trabalham em paralelo (seu tempo de processamento também é descrito por uma distribuição de probabilidade), após o que deixam a operação. Há muitos exemplos desse tipo de sistema. A Tabela 11.3 ilustra algumas dessas situações. Todos esses exemplos podem ser descritos por um conjunto comum de elementos que definem seu comportamento de fila:

■ **Fonte de clientes** — às vezes, denominada de população — é a fonte de suprimento de clientes. Em gestão de filas, os "clientes" nem sempre são humanos. Podem ser caminhões chegando a uma parada obrigatória para pesagem, pedidos que chegam para serem processados ou máquinas que esperam para serem reparadas etc. A fonte de clientes para um sistema de fila pode ser tanto *finita* quanto *infinita*. A fonte finita possui um número conhecido de possíveis clientes. Por exemplo, se um funcionário de manutenção serve a quatro linhas de montagem, o número de clientes para esse funcionário de manutenção é conhecido; no caso, quatro. Haverá certa probabilidade de que uma linha de montagem sofra pane e necessite de reparos. Entretanto, se uma linha realmente entrar em pane, a probabilidade de outra linha necessitar de reparo é reduzida porque agora só haverá três linhas para entrar em pane. Assim, com uma fonte finita de clientes, a probabilidade de um cliente "chegar" depende do número de clientes que está sendo servido. Em contraste, uma fonte de clientes infinita assume que haja grande número de clientes potenciais, de modo que há sempre a possibilidade de outro cliente chegar, independentemente de quantos estejam sendo servidos. Muitos sistemas de fila que lidam com mercados externos possuem fontes infinitas de clientes ou "próximas ao infinito".

Taxa de chegada — é a taxa em que os clientes que necessitam ser servidos chegam aos atendentes. Raramente os clientes chegam a uma taxa constante e previsível. Geralmente, há variabilidade em sua taxa de chegada. Por isso, é necessário descrever as taxas de chegada em termos de distribuições de probabilidade. A questão importante aqui é que, em sistemas de filas, é normal que em algumas horas não apareça nenhum cliente e em outras horas muitos cheguem relativamente próximos uns dos outros.

A fila — clientes que esperam para ser servidos formam filas. Se houver relativamente pouco limite de quantos clientes podem formar fila em dado momento, assumimos que, por razões práticas, uma fila infinita seja possível. Algumas vezes, há um limite no número de clientes que podem estar na fila em determinado momento do tempo.

Rejeição — se o número de clientes em uma fila já atingiu o número máximo permitido, os clientes excedentes podem ser rejeitados pelo sistema. Por exemplo, durante períodos de alta demanda, alguns *websites* não permitirão o acesso de clientes até que caia a demanda por seus serviços.

Recusa — quando o cliente é um ser humano com livre-arbítrio (e capacidade de ficar aborrecido), ele pode recusar-se a ficar na fila e esperar pelo serviço se julgar que ela é muito longa. Em termos de fila, chamamos isso de recusa.

Deserção — essa situação é similar à recusa, mas, nesse caso, o cliente enfrentou a fila por algum tempo e depois (talvez por estar insatisfeito com o andamento da fila) a abandonou e perdeu a chance de ser atendido.

Disciplina da fila — esse é o conjunto de regras que determina a ordem na qual os clientes que esperam na fila serão atendidos. Nas filas mais simples, como as de loja, usa-se a regra da ordem de chegada: *primeiro a chegar, primeiro a ser atendido*. As diversas regras de sequenciamento descritas no Capítulo 10 são exemplos de diferentes disciplinas de fila.

Atendentes — o atendente é quem processa os clientes na fila. Em qualquer sistema de fila, pode haver um número qualquer de atendentes dispostos de diferentes formas. Na Figura 11.15, os atendentes estão dispostos em paralelo, mas alguns sistemas podem ter seus atendentes dispostos em série. Por exemplo, ao entrar em um restaurante *self-service*, você entrará numa fila para retirar a bandeja e os talheres, irá deslocar-se à área de comida, onde entrará em outra fila para pegar a refeição, vai deslocar-se para a área de bebidas, onde também haverá fila para pegar a bebida e, finalmente, entrará em uma última fila para pagar pelo serviço. Nesse caso, você terá passado por quatro atendentes (mesmo que o primeiro não seja nenhum funcionário) em um arranjo em série. Evidentemente, muitos sistemas de fila são arranjos complexos de conexões em série e paralelo. É provável que haja variação do tempo necessário para processar cada cliente. Mesmo que os clientes não tenham necessidades diferentes, os atendentes humanos diferirão no tempo que levam para desempenhar tarefas de serviço repetitivas. Dessa forma, o tempo de processamento, como o tempo de chegada, é geralmente descrito como distribuição de probabilidade.

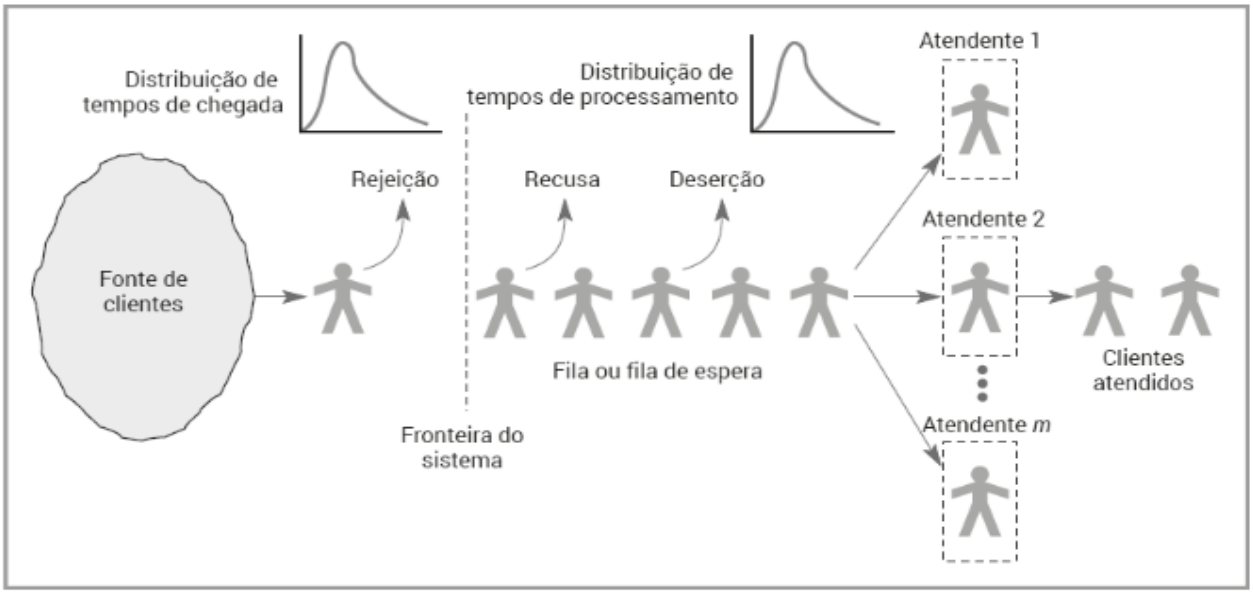


Figura 11.15 Forma geral de gestão de capacidade em sistemas de filas.

Tabela 11.3 Exemplos de operações que possuem processadores paralelos

Operação	Chegadas	Capacidade de processamento
Banco	Clientes	Caixas de banco
Supermercado	Compradores	Caixas de supermercado
Clínica hospitalar	Pacientes	Médicos
Artista gráfico	Encomendas	Artistas
Confeiteiros de bolo por encomenda	Pedidos	Confeiteiros de bolo
Serviço de ambulância	Emergências	Ambulâncias com equipes
Central telefônica	Chamadas	Telefonistas
Departamento de manutenção	Panes	Pessoal de manutenção

Equilibrando capacidade e demanda

O dilema em administrar a capacidade de um sistema de filas é estabelecer quantos atendentes devem estar disponíveis em determinado momento, de modo a evitar tempos de fila inaceitavelmente longos ou utilização inaceitavelmente baixa de atendentes. Devido à distribuição de probabilidade da chegada e dos tempos de processamento, apenas em raras situações as chegadas dos clientes coincidirão com a habilidade da operação em lidar com eles. Em alguns momentos, se vários clientes chegarem em rápida sucessão e exigirem tempos de processamento mais longos que a média, filas poderão ser formadas em frente à operação. Em outros momentos, quando os clientes chegam com menos frequência que a média e também exigem tempos de processamento menos longos que a média, alguns atendentes no sistema podem ficar ociosos. Assim, mesmo quando a capacidade média (de processamento) da operação coincide com a demanda média (taxa de chegada) no sistema, pode haver tanto filas quanto ociosidade.

Se a operação tem poucos atendentes (isto é, se a capacidade for estabelecida em nível demasiadamente baixo), formam-se filas até um nível em que os clientes ficam insatisfeitos com o tempo que devem esperar, embora o nível de utilização dos atendentes seja alto. Se houver muitos atendentes trabalhando (isto é, se a capacidade for estabelecida em um nível muito alto), o tempo que os clientes devem esperar não será longo, mas a utilização dos atendentes será baixa. Por essa razão, o problema de planejamento e controle da capacidade para esse tipo de operação é frequentemente apresentado como uma escolha entre o tempo de espera dos clientes e a utilização do sistema. O que certamente importa ao tomar decisões de capacidade é conseguir prever esses dois fatores para determinado sistema de filas. O suplemento deste capítulo detalha algumas das abordagens matemáticas para compreender o comportamento das filas.

Percepções do cliente quanto às filas

Poucos de nós gostam de esperar. Todavia, fila é algo em que todos temos de entrar. Assim, se você já imaginou que está sozinho em uma odiosa fila, você não está — isso é garantido. Conforme uma pesquisa envolvendo 45.000 usuários do iPhone que forneceram atualizações regulares sobre seus níveis de satisfação via aplicativo, entrar em fila é uma das atividades que transtornam a maioria de nós.[8] De fato, de todas as coisas que nos deixam insatisfeitos, estar numa fila só perde para estar doente de cama. Todavia, um aspecto importante do modo como essas pessoas julgam o serviço que recebem de um

sistema de fila é como elas percebem o tempo gasto na fila. Sabe-se bem que, se você ouvir de alguém que terá de esperar em fila por 20 minutos e for atendido em 10 minutos, sua percepção da experiência de fila será mais positiva do que se fosse informado de que esperaria por 10 minutos mas a fila realmente demorou 20. Em razão disso, a administração do sistema de fila, geralmente, consiste em tentar administrar as percepções e expectativas dos clientes de algum modo. A seguir, veja um conjunto de "princípios" que podem ajudar na avaliação e melhoria das filas (naturalmente, em casos nos quais a própria fila não pode ser removida através de melhoria do processo):

1. O tempo gasto de forma ociosa é percebido como mais longo do que o tempo ocupado.
2. A espera antes do início de um serviço é percebida como mais tediosa do que o tempo gasto durante o atendimento.
3. Ansiedade e/ou incerteza exacerbam a percepção de que o tempo gasto em espera foi longo.
4. A espera de duração desconhecida é percebida como mais tediosa do que a espera de duração conhecida.
5. A espera sem explicação é percebida como mais tediosa do que a espera com explicação.
6. A espera injusta é percebida como mais longa do que as esperas justas.
7. Quanto mais alto o valor de um serviço para um cliente, mais tolerante ele será com o tempo de espera.
8. A espera solitária é mais tediosa do que a espera em grupo.
9. A espera desconfortável é percebida como mais longa do que a espera confortável.
10. Usuários novos ou pouco frequentes consideram a espera maior do que os usuários frequentes.

Princípio de administração da produção

A reação dos clientes a ter que entrar em fila será influenciada por outros fatores além do tempo de espera.

Considerando as decisões de capacidade no decorrer do tempo

Nossa ênfase até agora esteve nos aspectos de planejamento da gestão da capacidade. Na prática, gestão da capacidade é um processo muito mais dinâmico, que envolve controle e reação à demanda *real* e à capacidade *real* à medida que ocorre. O processo de controle da capacidade pode ser visto como uma sequência de processos de decisão de capacidade parcialmente reativos. No início de cada período, a administração da produção considera suas previsões da demanda, sua compreensão da capacidade atual e, dependendo do setor, o volume de estoque que foi criado no período anterior. Com base em todas essas informações, faz planos para a capacidade do período seguinte. Durante o próximo período, a demanda pode ou não revelar-se como prevista e a capacidade real da operação pode vir a atender ou não à demanda, como planejado. Porém, quaisquer que sejam as condições reais durante esse período, no início do período seguinte os mesmos tipos de decisão devem ser tomados à luz de novas circunstâncias.

Princípio de administração da produção

A aprendizagem decorrente da gestão da capacidade na prática deve ser absorvida e usada para aperfeiçoar a previsão da demanda e o planejamento da capacidade.

O sucesso da gestão da capacidade física é geralmente medido por alguma combinação de custos, faturamento, capital de giro e satisfação do cliente (que influencia o faturamento). Isso é influenciado pela capacidade real disponível para a operação em qualquer período e pela demanda para esse período. Entretanto, a gestão da capacidade é essencialmente uma atividade prospectiva. Desconsiderando outros

aspectos da escolha entre estratégias de capacidade, ela geralmente se trata da diferença entre a perspectiva a longo e a curto prazo para o volume da demanda. Se a perspectiva a longo prazo for de que a demanda será "boa" (no sentido em que é mais alta do que a capacidade atual pode atender), será improvável que mesmo a demanda "fraca" a curto prazo (demanda menor do que a capacidade) leve uma operação a fazer grande redução de capacidade, difícil de reverter. Inversamente, se a perspectiva a longo prazo para a demanda for "fraca" (no sentido em que é inferior à capacidade corrente), será improvável que mesmo a "boa" demanda (demanda maior que a capacidade) a curto prazo leve uma operação a assumir grande capacidade extra, difícil de reverter. A Figura 11.16 ilustra algumas estratégias apropriadas de gestão da capacidade, dependendo da comparação das perspectivas a longo e a curto prazos.

Perspectiva de volume a longo prazo	Perspectiva de volume a curto prazo: Diminuindo abaixo da capacidade corrente	Nivelado com a capacidade corrente	Crescendo acima da capacidade corrente
Diminuindo abaixo da capacidade corrente	Reduzir a capacidade (semi) permanentemente. Por exemplo, reduzir os níveis de funcionários; reduzir os acordos de suprimento.	Planejar para reduzir a capacidade (semi) permanentemente. Por exemplo, "congelar" o recrutamento; modificar os acordos de suprimento.	Aumentar temporariamente a capacidade. Por exemplo, aumentar as horas trabalhadas e/ou contratar temporários; modificar os acordos de suprimento.
Nivelado com a capacidade corrente	Reduzir temporariamente a capacidade. Por exemplo, reduzir as horas trabalhadas pelos funcionários; modificar os acordos de suprimento.	Manter a capacidade no nível corrente.	Aumentar temporariamente a capacidade. Por exemplo, aumentar o número de horas trabalhadas e/ou contratar temporários; modificar os acordos de suprimento.
Crescendo acima da capacidade corrente	Reduzir temporariamente a capacidade. Por exemplo, reduzir as horas trabalhadas pelos funcionários, mas planejar recrutamento; modificar os acordos de suprimento.	Planejar para aumentar a capacidade acima do nível corrente; planejar aumentar os acordos de suprimento.	Aumentar permanentemente a capacidade. Por exemplo, contratar funcionários; aumentar os acordos de suprimento.

Figura 11.16 Estratégias de gestão da capacidade dependem parcialmente das perspectivas a longo e a curto prazos para os volumes.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é gestão da capacidade física?

■ A capacidade física de uma operação é o *nível máximo de atividade de valor agregado por um período de tempo* que o processo pode alcançar sob condições normais de operação.

■ A gestão da capacidade física é a atividade de compreender a natureza da demanda por produtos ou serviços e efetivamente planejar e controlar a capacidade a curto, médio e longo prazos.

■ A gestão (ou estratégia) da capacidade a longo prazo objetiva a introdução ou remoção dos principais incrementos de capacidade (*veja* no Capítulo 5). A gestão da capacidade a médio e curto prazos abrange

o ajuste da capacidade e da demanda dentro das restrições impostas pelas decisões de capacidade a longo prazo.

■ O processo de gestão da capacidade física envolve (1) medir e compreender as mudanças de demanda e capacidade (suprimento) agregadas; (2) determinar o nível básico de capacidade da operação; (3) identificar e selecionar métodos para lidar com as divergências entre suprimento e demanda; e (4) compreender as consequências de diferentes decisões de capacidade física.

Como a demanda e a capacidade são medidas?

■ As previsões de demanda devem ser expressas em termos que sejam úteis (por exemplo, unidades por hora, pessoal operacional por mês etc.), ser as mais exatas possível e oferecer uma indicação de incerteza.

■ Geralmente, a demanda por produtos e serviços não é totalmente estável. Fatores climáticos, sociais, culturais, políticos e econômicos atuam para influenciar a volatilidade previsível e imprevisível na demanda.

■ A capacidade pode ser medida ou pela disponibilidade de seus recursos de entrada ou pelas saídas que são produzidas. Quais dessas medidas usar depende, parcialmente, da estabilidade do *mix* de saída (*output*). Se for difícil agregar os diferentes tipos de saída de uma operação, medidas de entrada (*input*) serão geralmente preferidas.

■ Ela é gerida tanto pela disponibilidade de seus recursos de entrada como pela saída que for produzida. Qual dessas medidas usar depende do grau de estabilidade do *mix* de saídas. Se for difícil agregar os diferentes tipos de saída de uma operação, medidas de entrada serão usualmente preferidas.

■ O uso da capacidade é medido pelos fatores "utilização" e "eficiência". Uma medida útil de vazamento de capacidade é a eficácia global de equipamento (EGE, ou *overall operations effectiveness* — OEE).

Como deve ser estabelecida a capacidade básica da operação?

■ O planejamento de capacidade geralmente envolve a definição de um nível básico de capacidade, para depois se planejarem as flutuações de capacidade em torno dele. O nível ao qual a capacidade básica é estabelecida depende de três fatores principais: a importância relativa dos objetivos de desempenho da operação, a perecibilidade dos resultados da operação e o grau de variabilidade no suprimento ou na demanda.

■ Altos níveis de atendimento, alta perecibilidade da produção e alto grau de variabilidade, seja no suprimento ou na demanda, todos indicam um nível relativamente alto de capacidade básica.

Quais são as formas de lidar com divergências entre demanda e capacidade?

■ As divergências entre demanda e capacidade geralmente exigem algum grau de ajustamento da capacidade no decorrer do tempo. Existem três métodos puros para se alcançar isso, embora, na prática, seja utilizada uma mistura de todos os três:

Planos de "capacidade constante" não envolvem mudança na capacidade e exigem que a operação absorva as divergências de demanda e capacidade, normalmente por meio de sub ou sobreutilização de seus recursos, ou pelo uso de estoque.

Planos de "acompanhamento da demanda" envolvem a variação da capacidade por meio de métodos como horas extras, variação do volume da força de trabalho, subcontratação etc.

Planos de "gestão da demanda" envolvem uma tentativa de variar a demanda por métodos de alteração de preços ou promoções, ou variar o *mix* de produtos ou serviços a fim de reduzir as flutuações nos níveis de atividade. Quando as saídas não podem ser armazenadas, a "gestão do receitas" é um método comum para lidar com as divergências.

Como a produção compreende as consequências de suas decisões de capacidade?

■ Apresentar a demanda e a produção na forma de representações acumuladas permite a avaliação da viabilidade de planos de capacidade alternativos.

■ Em muitas operações, especialmente nas operações de serviço, uma abordagem de fila pode ser usada para explorar as consequências das estratégias de capacidade.

■ O uso da perspectiva a longo e a curto prazos para a demanda permite melhor avaliação das decisões alternativas de gestão da capacidade física.

ESTUDO DE CASO

Blackberry Hill Farm

"*Seis anos atrás, eu nunca tinha ouvido falar de agroturismo. Do que me lembro, eu herdaria a fazenda e seria fazendeiro por toda a minha vida*" (Jim Walker, Blackberry Hill Farm).

O "agroturismo" a que Jim estava se referindo é "um empreendimento comercial dentro de uma fazenda ou de algum centro agrícola, conduzido para a diversão dos visitantes, que gera renda suplementar ao proprietário". *"Agricultura tornou-se um negócio difícil"*, diz Jim. *"Preços baixos, redução de subsídios e incerteza crescente sobre as condições climáticas tornaram o negócio mais arriscado do que quando herdei a fazenda. Todavia, em razão de nossa investida no negócio do turismo estamos prosperando. Também ... nunca estive tão feliz em minha vida."* Porém, Jim adverte que o agroturismo não é para qualquer um. *"Você precisa pensar com cuidado. Realmente deseja fazer isso? Que tipo de estilo de vida você deseja? Quão aberto você está para novas ideias? Está disposto a colocar muito esforço de marketing no negócio? Acima de tudo, você gosta de trabalhar com pessoas? Se prefere conviver mais com vacas do que com pessoas, esse negócio não é para você."*

História

A Blackberry Hill Farm era uma fazenda de 200 hectares situada no sul da Inglaterra quando Jim e Mandy Walker a herdaram, há 15 anos. Era principalmente uma plantação de cereais com algumas vacas leiteiras, um pomar, uma horta e árvores de várias espécies protegidas por leis de preservação ambiental. Seis anos atrás, ficou evidente a Jim e Mandy que poderiam ter de repensar a maneira como a fazenda estava sendo administrada. *"Primeiro, iniciamos uma operação de 'colha você mesmo', porque nossa fazenda estava próxima a vários centros populacionais. A quantidade de frutos e vegetais que estávamos produzindo não era grande o suficiente para interessar a compradores comerciais. A entrada nesse mercado foi um sucesso razoável e, não obstante termos cometido alguns erros, transformou nossa operação de frutas e vegetais que dava prejuízo em um pequeno lucro. O mais importante é que conseguimos alguma experiência sobre como lidar face a face com clientes e como lidar com a demanda imprevisível. A maior variável na operação 'colha você mesmo' é o clima. A maioria dos negócios ocorre nos fins de semana, entre o final da primavera e o início do outono. Quando a chuva mantém os clientes afastados durante parte dos fins de semana, quase todas as vendas têm de ocorrer em apenas alguns dias."*

No ano de abertura da operação "colha você mesmo", Jim e Mandy decidiram reduzir a área destinada aos cereais e aumentaram a capacidade para o cultivo de frutas e vegetais. Ao mesmo tempo, organizaram um zoológico com animais que permitia às crianças conviverem, alimentarem e tocarem em vários deles.

"*Já tínhamos nosso gado e aves, mas ampliamos a área e compramos porcos e bodes. Depois também introduzimos alguns coelhos, pôneis e pequenos burros, além de uma pequena operação de criação de abelhas*." Ao mesmo tempo, a fazenda passou a montar uma exposição sobre o "patrimônio cultural da fazenda". Consistia na apresentação de antigos implementos agrícolas e amostras dos processos agrícolas, com legendas informativas. Isso sempre foi de interesse pessoal de Jim, o que lhe permitiu transformar duas dependências existentes na fazenda para criar o "Museu do Patrimônio Agrícola".

No ano seguinte, ele introduziu passeios de trator pela fazenda para os visitantes, ampliou o zoológico de animais e a área de exposição sobre as tradições da fazenda. Entretanto, o investimento mais significativo estava na "cozinha de conservas". *"Estávamos procurando alguma forma de usar o excesso de frutas e vegetais que ocasionalmente acumulávamos e também alguns tipos de produtos que podíamos vender em uma loja da fazenda. Passamos a utilizar a cozinha para fazer compotas de frutas e molhos vegetais em conserva. A iniciativa foi um sucesso imediato. Começamos fazendo apenas 50 quilos de conservas por semana; em três meses, havíamos passado para 300 quilos por semana e, agora, estamos produzindo em torno de uma tonelada por semana, todos os produtos com o rótulo 'Blackberry Hill Farm'."* No ano seguinte, a cozinha foi ampliada e uma área de visualização foi acrescentada. *"Foi uma grande atração desde o início"*, afirma Mandy. *"Empregamos senhoras do povoado local para fazer as conservas. Todas elas são extrovertidas, de modo que, quando lhes pedimos para vestir as tradicionais roupas de 'esposas de fazendeiros', fizeram isso com satisfação. Os visitantes amam isso, especialmente o ambiente agradável com essas senhoras. Elas também gostam de dar lições informais de história quando recebemos visitas de grupos de alunos."*

Nos últimos dois anos, a fazenda ampliou ainda mais sua cozinha de conservas, a loja, as exposições e o zoológico. Também introduziu um pequeno *playground* de aventura para as crianças, um café para servir bebidas e produtos próprios, uma área de piquenique e uma pequena padaria. A padaria estava também aberta às visitas de clientes e os padeiros usavam roupas tradicionais. *"É uma pequena atração simpática aos visitantes"*, afirma Mandy, *"e nos dá outra oportunidade para extrair mais valor dos nossos produtos"*. A Tabela 11.4(a) mostra o número de visitantes do último ano e a Tabela 11.4(b), os horários de abertura da fazenda.

Tabela 11.4(a) Número anual de visitantes

Mês	Total de visitantes
Janeiro	1.006
Fevereiro	971
Março	2.874
Abril	6.622
Maio	8.905
Junho	12.304
Julho	14.484
Agosto	15.023
Setembro	12.938
Outubro	6.687
Novembro	2.505
Dezembro	3.777
Total	88.096
Média mensal	7.341,33

Tabela 11.4(b) Horários de funcionamento da fazenda*

Janeiro a meados de março	Quarta a domingo	Das 10 às 16 h
Meados de março a maio	Terça a domingo	Das 9 às 18 h
Maio a setembro	Todos os dias da semana	Das 8h30 às 19 h
Outubro e novembro	Terça a domingo	Das 10 às 16 h
Dezembro	Terça a domingo	Das 9 às 18 h

* Eventos noturnos especiais, Páscoa, fins de semana do verão e Natal.

Demanda

O número de visitantes era extremamente sazonal. Partia de um baixo ponto em janeiro e fevereiro, quando a maioria das pessoas só visita a loja da fazenda, até os meses muito mais cheios da primavera e do verão, especialmente os feriados. No ano anterior, Mandy havia levantado o número diário de visitantes. *"É fácil registrar o número de pessoas que visitam as atrações da fazenda porque elas pagam o ingresso de entrada. O que não tínhamos feito antes era incluir as pessoas que apenas visitavam a loja e a padaria, que podiam ser avaliadas dentro da fazenda e na área de estacionamento de veículos. Estimamos que o número de pessoas que visitam a loja, mas não a fazenda, varia de 74% em fevereiro a cerca de 15% em agosto."* A Figura 11.17 mostra o número de visitantes em agosto do ano anterior. *"O que nossos dados não incluem são as pessoas que visitam a loja e não compram nenhum produto. É pouco provável que seja um grande número de pessoas."* A Figura 11.18 mostra as chegadas de visitantes em um dia de feriado de agosto e numa quarta-feira em fevereiro.

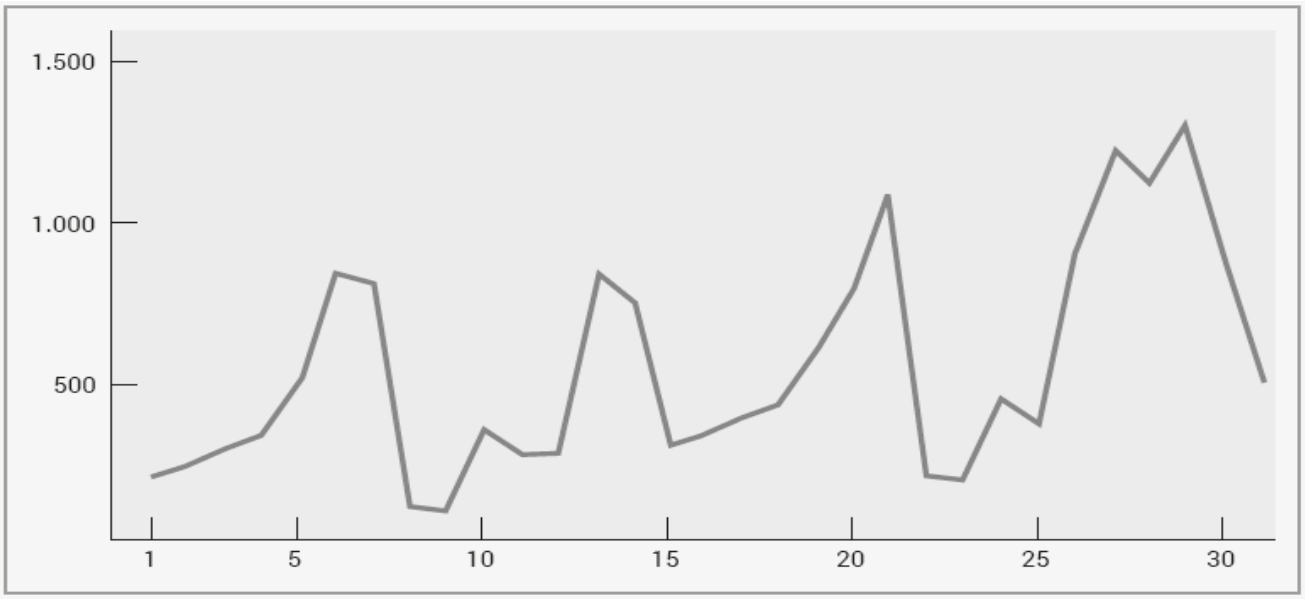


Figura 11.17 Número diário de visitantes em agosto do ano anterior.

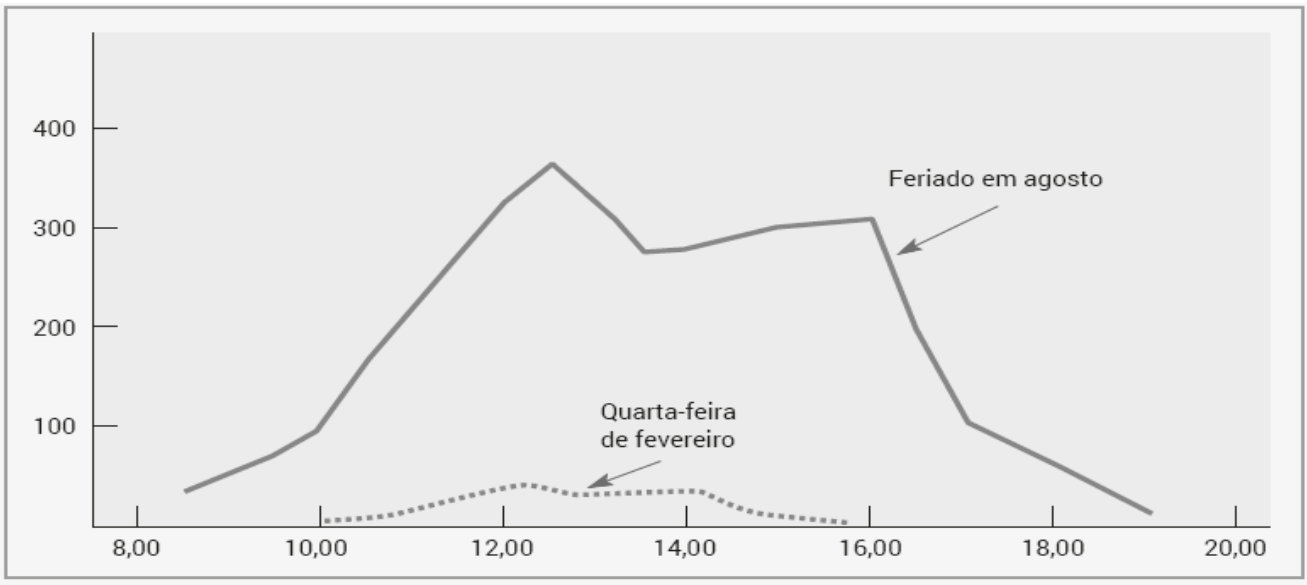


Figura 11.18 Chegadas de visitantes no feriado de agosto e em uma quarta-feira de fevereiro.

Mandy também estimou o tempo médio que as pessoas ficam na fazenda e/ou na loja. Ela calculou que, no inverno, a média de estadia era de 45 minutos, mas em agosto chegou ao topo de 3,1 horas.

Problemas atuais

Jim e Mandy concordam que sua vida havia mudado fundamentalmente nos últimos anos. A receita decorrente da venda de ingressos e das conservas da marca Blackberry Hill representava agora 70% do faturamento da fazenda. O mais importante é que o empreendimento tornou-se significativamente mais lucrativo do que antes. Todavia, o negócio enfrentava vários problemas.

O primeiro problema era o desequilíbrio entre suas diferentes atividades. Jim estava particularmente preocupado que o negócio deixasse de ser uma fazenda genuína. "*Quando você examina a receita por hectare, as atividades de visitantes e de produção atraem bem mais receita do que as atividades agrícolas*

tradicionais. Entretanto, se aumentarmos as atividades do agroturismo, não nos tornaremos melhores do que um parque temático. Representamos algo mais do que isso para nossos visitantes. Eles nos visitam em razão tanto do que representamos quanto do que realmente fazemos. Não tenho certeza de que desejaríamos crescer ainda mais. De qualquer modo, mais visitantes significaria que precisaríamos ampliar a área de estacionamento. Isso custaria caro e, embora fosse necessário, não traria diretamente mais receita. Há sempre problemas de estacionamento durante períodos de pico e temos recebido reclamações da polícia de que nossos visitantes estacionam inadequadamente em estradas próximas."

"*Há também o problema da complexidade. Cada vez que introduzimos uma nova atração, o gerenciamento do negócio como um todo fica um pouco mais complexo. Embora gostemos extremamente disso, Mandy e eu estamos nos desdobrando cada vez mais para expandir nossa gama de atividades.*" [Mandy estava também preocupada com isso.] "*Começo a sentir que meu tempo está sendo ocupado em gerenciar os problemas do dia a dia do negócio. Isso não me deixa tempo para refletir sobre a direção global em que deveríamos estar indo ou para conversar com nossos funcionários. É por isso que nós dois vemos o próximo ano como oportunidade de consolidação e de nos aliviar dos problemas do dia a dia com a gerência do negócio, particularmente a fila que está ficando excessiva nos horários mais concorridos. E é por isso que, neste ano, estamos nos limitando a apenas uma nova realização no negócio.*"

A gestão dos funcionários era também uma preocupação para Mandy. O negócio tinha crescido para cerca de 80 funcionários (quase todos em tempo parcial e sazonais). "*Nos tornamos um empregador relevante na área. A maioria de nossos funcionários é composta por pessoas locais que trabalham em tempo parcial para obter uma renda extra, mas estamos também empregando agora 20 estudantes durante o período do verão e, no último ano, foram oito estudantes de agronomia do Leste Europeu. Entretanto, agora, a mão de obra é escassa nesta parte do país e está ficando mais difícil atrair gente do local, especialmente para produzir as conservas Blackberry Hill Farm. Metade dos funcionários da cozinha trabalha o ano inteiro, e os demais trabalham durante os períodos de verão e outono. Contudo, a maioria deles preferiria garantia de emprego no decorrer do ano.*"

A Tabela 11.5 fornece mais detalhes sobre alguns dos problemas de gerenciar as instalações da fazenda e a Tabela 11.5 mostra a demanda e a produção de conservas do ano anterior.

Tabela 11.5 Principais instalações da fazenda e alguns problemas relacionados a sua administração

Instalação	Problemas
Estacionamento	■ Espaço para 85 carros e 4 ônibus de turismo com 40 lugares.
Exposições fixas etc. Antiga cozinha da casa da fazenda, galinheiro, antigo galpão de ordenha, várias pequenas amostras sobre o passado e o presente da fazenda, parque de aventura, estandes de sorvete e lanche.	■ A maioria das exposições está próxima ou adjacente ao museu da fazenda. ■ Nos horários de pico, os monitores precisam estar vestidos com roupa de época para entreter os visitantes. ■ O *feedback* indica que os clientes acharam as exposições mais interessantes do que imaginavam. ■ Os visitantes, livres para procurar o que desejam, amenizam a demanda das instalações mais ocupadas.
Passeios de trator Um trator reboca uma carreta coberta e decorada com capacidade máxima de 30 pessoas; o passeio demora 20 minutos em média (incluindo as paradas). As esperas são de 10 minutos entre os passeios, exceto nos horários de pico, quando o trator circula continuamente.	■ O trator atua como transporte e entretenimento; aproximadamente 60% dos visitantes fazem o *tour* completo, 40% usam como transporte de ida e volta. ■ Sobrecarregados nos horários de pico, formação de longas filas. ■ O *feedback* indica que são populares, exceto a espera nas filas. ■ Jim reluta em investir em mais carretas e tratores.

Área de "colha você mesmo" A instalação mais ampla da fazenda. Possui um informativo local, uma linha telefônica dedicada (com secretária eletrônica) e um *website* para comunicar a disponibilidade de frutas e vegetais. Área de caixa e pesagem próxima à loja da fazenda, exibe também os vegetais colhidos, as conservas etc., todos disponíveis para venda.	▪ Muito sazonal e dependente das condições climáticas, tanto para suprimento como para demanda. ▪ A fazenda planeja um excedente além da demanda dos visitantes; mantém conservas excedentes. ▪ Seis pontos de pese e pague na área coberta de caixas. ▪ Há filas nos horários de pico. O *feedback* indica alguma insatisfação com isso. ▪ Os funcionários podem deixar a loja da fazenda para ajudar nos caixas nos períodos mais movimentados, mas a loja também tende a estar movimentada nesses períodos. ▪ Considerar o uso de empacotadores nos pontos de pagamento para agilizar o processo.
Zoológico de animais de fazenda Acomodação para pequenos animais, incluindo ovelhas e porcos. Os animais maiores (gado, cavalos) são trazidos diariamente para a área de visitantes. Os visitantes podem ver todos os animais e lidar/tocar a maioria deles sob supervisão.	▪ Aproximadamente 50% dos visitantes visitam o zoológico. ▪ O número de funcionários de atendimento varia entre 0 (fora do horário de pico) e 5 (nos horários de pico). ▪ A área pode ficar congestionada durante os períodos de pico. ▪ Os funcionários precisam estar preparados para lidar com crianças.
Cozinha para preparação de conservas Cubas para fervura, misturadores, equipamento de esterilização etc. A área pode receber 15 pessoas confortavelmente. A estadia média das pessoas é de 7 minutos fora dos horários de pico e 14 minutos nos horários de pico.	▪ A capacidade teórica da cozinha é de aproximadamente 4,5 toneladas/mês em uma semana de 5 dias e 6 toneladas/mês em uma semana de 7 dias. ▪ Na prática, a capacidade varia com o horário em função da interação com os visitantes. Pode ser de 5 toneladas em uma semana de 7 dias no verão ou 5 toneladas em uma semana de 5 dias no inverno. ▪ A vida média dos produtos em estoque é de 12 meses. ▪ A área de estocagem atual pode armazenar 16 toneladas.
Padaria Contém equipamento de mistura e modelagem, forno comercial, refrigeradores, mostruário etc. Há uma máquina para preparar roscas recentemente instalada. Todos os bolos e doces contêm frutas em conserva da fazenda.	▪ Começou a se tornar um gargalo desde que a máquina de rosquinhas foi instalada; os visitantes gostam de observá-la. ▪ Os produtos também estão à venda na loja da fazenda, adjacente à padaria. ▪ Seria difícil expandir essa área porque há restrições de construção.
Loja da fazenda e café Começou vendendo os produtos da fazenda. Agora vende vários produtos das fazendas da região e de outras regiões. Passou a vender pratos congelados (lasanha, *goulash* etc.), produzidos fora dos horários de pico na cozinha de conservas.	▪ A parte mais rentável de toda a empresa. Jim e Mandy gostariam de ampliar a operação de varejo e café. ▪ A loja inclui área de culinária, decoração de bolos, cobertura de frutas (em chocolate) etc. ▪ Algum congestionamento na loja nos horários de pico, mas pequena insatisfação do visitante. ▪ A fila é maior para o café nos horários de pico. ▪ Considerar se os clientes poderiam ter permissão de fazer os pedidos antes de visitar as instalações da fazenda e retirar suas compras mais tarde. ▪ A loja é mais rentável por metro quadrado do que o café.

Tabela 11.6 Demanda e produção de conservas (ano anterior)

Mês	Demanda (kg)	Demanda acumulada (kg)	Produção (kg)	Produção acumulada (kg)	Estoque (kg)
Janeiro	682	682	4.900	4.900	4.218
Fevereiro	794	1.476	4.620	9.520	8.044
Março	1.106	2.582	4.870	14.390	11.808
Abril	3.444	6.026	5.590	19.980	13.954
Maio	4.560	10.586	5.840	25.820	15.234
Junho	6.014	16.600	5.730	31.550	14.950
Julho	9.870	26.470	5.710	37.260	10.790
Agosto	13.616	40.086	5.910	43.170	3.084
Setembro	5.040	45.126	5.730	48.900	3.774
Outubro	1.993	47.119	1.570*	50.470	3.351
Novembro	2.652	49.771	2.770*	53.240	3.467
Dezembro	6.148	55.919	4.560	57.800	1.881
Demanda média	4.660			Estoque médio	7.880

*** Problemas técnicos reduziram o nível de produção.**

Onde se pretende ir?

Por "consolidação" e melhoria das atividades do "dia a dia", Jim e Mandy queriam dizer que desejavam aumentar o faturamento e, ao mesmo tempo, reduzir as filas que irritavam os visitantes, preferivelmente sem qualquer investimento significativo em capacidade extra. Também estavam preocupados em ter condições de oferecer empregos mais estáveis ao manter as "senhoras" da cozinha durante o ano inteiro, produzindo a uma taxa mais constante. Entretanto, não estavam seguros de que isso pudesse ser feito sem a estocagem dos produtos por muito tempo, afetando seriamente o tempo de prateleira. Não havia problema para manter o nível de produção, já que menos de 2% dos frutas e vegetais empregados nas

conservas eram, realmente, produzidos na fazenda. O restante era comprado em mercados atacadistas, embora isso geralmente não fosse dito aos clientes.

Das muitas ideias discutidas como candidatas para uma "nova atração" no próximo ano, duas são particularmente atraentes. Jim gostou da ideia de desenvolver um *Maize Maze*, um tipo de atração que, nos últimos cinco anos, havia se tornado cada vez mais popular na Europa e na América do Norte. Consiste em plantar um campo de milho e, quando este ficar alto, abrir uma série de caminhos complexos em forma de labirinto. Evidências de outras fazendas indicavam que um labirinto seria extremamente atraente aos visitantes e Jim calculava que poderia representar 10.000 visitantes extras durante o período do verão. Projetado como atividade separada, com preço próprio de ingresso, exigiria um investimento de $ 20.000, mas que geraria retorno de mais de duas vezes o investimento com a receita adicional de tíquetes, além de atrair mais visitantes para a própria fazenda.

Mandy preferiu a ideia alternativa — construir o negócio de visitas escolares organizadas. "*No último ano, fizemos um acordo com a National Association of Farms for Schools. Sua orientação é que poderíamos facilmente nos tornar uma das principais atrações escolares nesta parte da Inglaterra. Educar os visitantes sobre a tradição da fazenda já faz parte do que fazemos. Muitos de nossos funcionários desenvolveram habilidades para explicar às crianças exatamente como a vida na fazenda costuma ser. Precisaríamos transformar e ampliar uma de nossas instalações de pouco uso para construir um 'espaço escolar' e isso custaria entre $ 30.000 e $ 35.000. Embora fosse necessário reduzir substancialmente o preço do ingresso para esse novo público, acho que poderíamos atingir o ponto de equilíbrio de nosso investimento em torno de dois anos.*"

QUESTÕES

1. Como as operações do dia a dia da fazenda poderiam ser melhoradas?
2. Que orientação você daria a Jim e Mandy em relação ao "novo empreendimento" deste ano?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Um órgão municipal emite licenças de caça. A demanda para essas licenças é relativamente baixa na primeira parte do ano, mas aumenta após metade do ano para depois diminuir no final do ano. O órgão trabalha 220 dias por ano e cinco dias por semana. Entre os dias de trabalho 0 e 100, a demanda corresponde a 25% da registrada no período de pico, que vai do dia 100 ao dia 150. Após o dia 150, a demanda cai para cerca de 12% do de pico. No total, o órgão processa 10.000 solicitações por ano. O departamento possui dois funcionários permanentes, que são capazes de processar 15 pedidos de licença por dia. Se um funcionário temporário sem treinamento for contratado, ele processará apenas 10 licenças por dia. Quantos funcionários temporários devem ser contratados entre os dias 100 e 150?

2 No exemplo anterior, se um novo sistema de computador for instalado para permitir que os funcionários treinados aumentem sua taxa de trabalho para 20 solicitações por dia e os funcionários não treinados, para 15 solicitações por dia: (a) o departamento ainda necessitará de dois funcionários permanentes? (b) quantos funcionários temporários serão necessários entre os dias 100 e 150?

3 Uma organização de serviços de campo mantém e conserta impressoras para grande número de clientes. Oferece o mesmo nível de serviço para todos os seus clientes e emprega 30 funcionários. O vice-presidente de marketing das operações decidiu que, no futuro, a empresa irá oferecer três níveis-padrão de serviço: *platinum*, *gold* e *silver*. Estima-se que os clientes do serviço *platinum* irão requerer 50% mais tempo dos engenheiros de serviço de campo da empresa que o serviço atual, o qual passará a ser denominado serviço *gold*. O serviço *silver* provavelmente exigirá cerca de 80% do tempo exigido para o serviço *gold*. Se a demanda futura for prevista como 20% de serviço *platinum*, 70% de serviço *gold* e 10% de serviço *silver*, quantos funcionários serão necessários para atender à demanda?

4 Examine novamente os princípios que regem as percepções dos clientes sobre a experiência de fila. Para as seguintes operações, aplique os princípios para minimizar os efeitos negativos percebidos da fila:

(a) um cinema;

(b) um médico cirurgião;

(c) a espera para embarcar em um avião.

5 Considere como as companhias aéreas lidam com o equilíbrio entre capacidade e demanda. Considere especialmente o papel da gestão de receitas. Faça isso ao visitar o *website* de uma companhia aérea de baixo custo e explore os preços cobrados a partir de amanhã para determinado número de voos. Em outras palavras, quanto custaria se você precisasse viajar amanhã, quanto custaria se a mesma viagem fosse na próxima semana ou em duas semanas e assim por diante. Compare os resultados para diferentes voos e discuta as conclusões.

6 Calcule a eficácia global de equipamento (EGE, ou *overall equipment efficiency* — OEE) das seguintes instalações ao investigar seu uso:

(a) um salão de convenções;

(b) um cinema;

(c) uma máquina de café.

Discuta se vale a pena tentar aumentar a eficiência global dos equipamentos dessas instalações e, caso afirmativo, como você deveria agir.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

GUNTHER, N.J. *Guerrilla capacity planning*. New York: Springer, 2007.

Este livro oferece uma abordagem tática para o planejamento de capacidade nos contextos de produtos e serviços. É particularmente interessante para os que estão começando nas ideias do planejamento de capacidade, pois aborda técnicas de previsão de demanda básicas e mais avançadas, além de respostas "clássicas" sobre capacidade.

HANSEN, RC. *Overall equipment effectiveness (OEE)*. South Norwalk, CT: Industrial Press, 2005.

Se você quiser saber mais sobre eficiência global de equipamento, suas origens e aplicações, este é o ponto de partida.

VAN MIEGHEM, J. Capacity management, investment, and hedging: review and recent developments. *Manufacturing and Service Operations Management*, v. 5, n. 4, p. 269-302, 2003.

Artigo acadêmico, que analisa a literatura sobre a gestão de capacidade estratégica. Realiza um ótimo trabalho ao abordar as diferentes técnicas de gestão da capacidade sob condições de estabilidade *versus* volatilidade (mudança de demanda) e certeza *versus* incerteza (ou seja, a previsibilidade da mudança).

Suplemento do Capítulo 11

MODELOS ANALÍTICOS DE FILAS

INTRODUÇÃO

Na parte principal do Capítulo 11, descrevemos como a abordagem de filas de espera pode ser útil quando se pensa em capacidade, especialmente em operações de serviço. É útil porque lida com a questão da variabilidade, tanto em relação à chegada de clientes (ou itens) em um processo como em relação à duração do processamento de cada cliente (ou item). Quando há variabilidade em um processo (como é o caso da maioria dos processos, especialmente dos processos de serviço), a capacidade exigida por uma operação não pode ser simplesmente baseada em médias, mas deve incluir os efeitos da variação. Infelizmente, muitas das fórmulas que podem ser usadas para entendimento da fila são extremamente complicadas, sobretudo para sistemas complexos, e estão além do escopo deste livro. De fato, programas de computador são quase sempre usados para prever o comportamento dos sistemas de filas. Entretanto, o estudo das fórmulas pode ilustrar algumas características úteis da forma como os sistemas de filas se comportam.

NOTAÇÃO

Infelizmente, há muitas convenções diferentes para a notação usada em diferentes aspectos do comportamento do sistema de filas. É sempre recomendável verificar a notação usada por diferentes autores antes de usar suas fórmulas. Usaremos a seguinte notação:

t_a = tempo médio entre chegadas
r_a = taxa de chegada (itens por unidade de tempo) = $1/t_a$
c_a = coeficiente de variação dos tempos de chegada
m = número de atendentes em paralelo de uma estação
t_e = tempo de processamento médio
r_e = taxa de processamento (itens por unidade de tempo) = m/t_e
c_e = coeficiente de variação de tempo de processamento
u = utilização da estação = $r_a/r_e = (r_a t_e)/m$
WIP = trabalho médio em andamento (número de itens) no sistema
WIP_q = trabalho esperado em andamento (número de itens) na fila
W_q = tempo estimado de espera na fila
W = tempo estimado de espera no sistema (tempo de fila + tempo de processamento)

Alguns desses fatores serão explicados mais adiante.

VARIABILIDADE

O conceito de variabilidade é fundamental para o entendimento do comportamento de filas. Se não houvesse variabilidade, não haveria a ocorrência de filas, porque a capacidade de um processo poderia ser relativamente fácil de ajustar à demanda. Por exemplo, suponhamos que um membro de uma equipe (de atendentes) atenda a clientes em um caixa de banco que cheguem exatamente a cada cinco minutos (isto é, 12 clientes por hora). Suponhamos também que cada cliente demore exatamente cinco minutos para ser atendido porque:

(a) a taxa de chegada é menor ou igual à taxa de processamento; e

(b) não há variação.

Nenhum cliente precisará esperar porque o próximo cliente chegará quando o cliente anterior sair, ou antes. Isto é, $WIP_q = 0$.

Além disso, neste caso, o atendente está trabalhando todo o tempo porque, no momento exato em que um cliente estiver saindo, outro estará chegando. Isto é, $u = 1$.

Mesmo com mais de um atendente, a mesma situação pode se aplicar. Por exemplo, se o tempo de chegada ao caixa é de exatos cinco minutos (12 por hora) e o tempo de processamento por cliente é agora exatamente de dez minutos, o caixa necessita de dois atendentes, e como

(a) a taxa de chegada é menor ou igual à taxa de processamento m; e

(b) não há variação.

novamente, $WIP_q = 0$, e $u = 1$.

Sem dúvida, é conveniente (mas raro) que o tempo de chegada dividido pela taxa de processamento seja um número inteiro. Quando isso não acontece (para esse exemplo simples sem variação),

Utilização = taxa de processamento/(taxa de chegada × m)

Por exemplo:

se a taxa de chegautos
taxa de processamerutos
número de servidor
então, a utilizaç 2) = 0,8 ou 80%

Incorporando a variabilidade

Os exemplos anteriores não foram realistas porque a suposição de não variação nos tempos de chegada ou nos tempos de processamento raramente ocorre. Podemos calcular os tempos médios de chegada e os tempos médios de processamento, mas também precisamos levar em consideração a variação em torno dessas médias. Para fazer isso, precisamos usar a distribuição de probabilidades. A Figura S11.1 compara dois processos com diferentes distribuições de chegada. As unidades que chegam são ilustradas como pessoas, mas poderiam ser trabalhos que chegam a uma máquina, caminhões que necessitam de reparo ou qualquer outro evento incerto. O exemplo anterior mostra pouca variação nos tempos de chegada, sendo que clientes chegam de maneira relativamente previsível. Este exemplo apresenta o mesmo

número médio de clientes que chegam, mas, desta vez, eles chegam de forma imprevisível, algumas vezes com longos intervalos entre as chegadas, outras vezes acumulando a chegada de dois ou três clientes muito próximos um do outro. Sem dúvida, poderíamos fazer uma análise similar para descrever os tempos de processamento. Novamente alguns teriam variação baixa, outros mais alta e outros ainda ficariam em alguma posição intermediária.

Na Figura S11.1, a alta variação de chegada tem distribuição com dispersão maior que a distribuição que descreve a variabilidade mais baixa. Estatisticamente, a medida usual para indicar a dispersão de uma distribuição é seu desvio-padrão, σ. Mas a variação não depende apenas do desvio-padrão. Por exemplo, uma distribuição de tempos de chegada pode ter um desvio-padrão de dois minutos. Isso pode indicar muito pouca variação quando o tempo médio de chegada é de 60 minutos. Mas significaria um grau de variação muito alto quando o tempo médio de chegada for de 3 minutos. Dessa forma, para normalizar o desvio-padrão, ele é dividido pela média de sua distribuição. Essa medida é denominada coeficiente de variação de distribuição. Assim, temos:

c_a = coeficiente de variação de tempos de chegada = σ_a/t_a

c_e = coeficiente de variação de tempos de processamento = σ_e/t_e

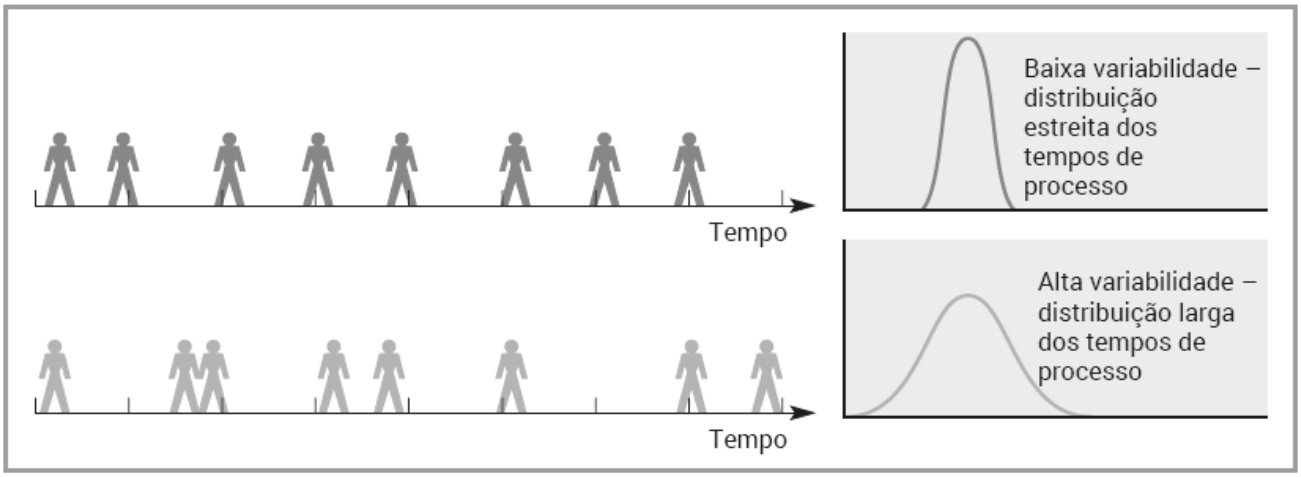


Figura S11.1 Variações de chegada baixa e alta.

INCORPORANDO A LEI DE LITTLE

No Capítulo 6, discutimos uma das leis fundamentais dos processos que descrevem o relacionamento entre o tempo de ciclo de um processo (a frequência com que algo emerge do processo), o trabalho em processo no processo e o tempo de atravessamento de um processo (o tempo total que um item leva para passar por todo o processo, inclusive o tempo de espera). Esta foi chamada Lei de Little e é indicada pelo seguinte relacionamento simples:

Tempo de atravessamento = Trabalho em processo / Tempo de ciclo

Assim,

Trabalho em processo = Tempo de atravessamento / Tempo de ciclo

ou:

$$\text{WIP} = \text{T/C}$$

Podemos usar a Lei de Little para ajudar a entender o comportamento de filas. Consideremos a fila na frente de uma estação.

Trabalho em processo na fila = Taxa de chegada na fila (equivalente a 1/tempo de ciclo) × tempo de espera na fila (equivalente ao tempo de atravessamento)

$$\text{WIP}_q = r_a \times W_q$$

e:
Tempo de espera de todo o sistema = Tempo de espera na fila + Tempo médio de processamento na estação

$$W = W_q + t_e$$

Usaremos esse relacionamento mais adiante para investigar o comportamento das filas.

TIPOS DE SISTEMA DE FILAS

Por convenção, os sistemas de filas são caracterizados por quatro parâmetros:

A — distribuição dos tempos de chegada (ou, mais precisamente, o tempo decorrido entre chegadas)
B — distribuição dos tempos de processo
m — número de atendentes em cada estação
b — número máximo de itens permitidos no sistema.

As distribuições mais comuns usadas para descrever *A* ou *B* são:

a distribuição exponencial (ou markoviana), denotada por *M*; ou
a distribuição geral (por exemplo, normal), denotada por *G*.

Assim, por exemplo, um sistema de filas M/G/1/5 indicaria um sistema com chegadas distribuídas exponencialmente, tempos de processo descritos por uma distribuição geral, como a distribuição normal, com um atendente e um número máximo de cinco itens permitidos no sistema. Esse tipo de notação é denominada notação de Kendall.
A teoria das filas pode ajudar-nos a investigar qualquer tipo de sistema com filas, mas para simplificar a matemática, lidaremos aqui apenas com as duas situações mais comuns, a saber:
■ **M/M/*m*** — tempos de chegada e processamento exponenciais com *m* atendentes e nenhum limite máximo para a fila.
■ **G/G/*m*** — distribuições de chegada e processamentos gerais com *m* atendentes e nenhum limite para a fila.

Começaremos com o caso simples em que $m = 1$.

Sistemas de filas para M/M/1

As fórmulas para esse tipo de sistema são as seguintes:

$$\text{WIP} = \frac{u}{1 - u}$$

Usando a Lei de Little,

WIP = Tempo de ciclo × Tempo de atravessamento
Tempo de atravessamento = WIP/Tempo de ciclo

Então,

$$\text{WIP} = \frac{u}{1 - u} \times \frac{1}{r_a} = \frac{t_e}{1 - u}$$

e, considerando que
Tempo de permanência na fila = Tempo de atravessamento total – Tempo médio de processamento
então

$$W_q = W - t_e$$

$$= \frac{t_e}{1 - u} - t_e$$

$$= \frac{t_e - t_e\,(1 - u)}{1 - u} = \frac{t_e - t_e - u_{te}}{1 - u}$$

$$= \frac{u}{(1 - u)} - t_e$$

Novamente, usando a Lei de Little:

$$\text{WIP}_\text{q} = r_\text{a} \times W_\text{q} = \frac{u}{(1 - u)}\, r_\text{a} t_e$$

e, visto que

$$u = \frac{r_\text{a}}{t_e} = r_\text{a} t_e$$

$$r_\text{a} = \frac{r_\text{a}}{t_e}$$

Então

$$\mathrm{WIP_q} = \frac{u}{(1-u)} \times t_e \times \frac{r_a}{t_e}$$

$$= \frac{u}{(1-u)}$$

Para sistemas M/M/*m*

Quando há *m* atendentes em cada estação, a fórmula para o tempo de espera em fila (e, consequentemente, todas as outras fórmulas) precisa ser modificada. Novamente, não vamos deduzir essas fórmulas, apenas identificá-las:

$$W_q = \frac{u^{\sqrt{2(m+1)}-1}}{m(1-u)} t_e$$

Da qual as outras fórmulas podem ser derivadas como antes.

Para sistemas G/G/1

A suposição de tempos exponenciais de chegada e de processamento é conveniente na medida em que diz respeito à derivação matemática de várias fórmulas. Entretanto, na prática, os tempos de processo em particular são raras vezes verdadeiramente exponenciais. Isso porque é importante ter alguma ideia de como as filas G/G/1 e G/G/*m* se comportam. Entretanto, os relacionamentos matemáticos exatos não são possíveis com tais distribuições. Por conseguinte, algum tipo de aproximação faz-se necessário. A que apresentaremos aqui tem uso comum e, embora não seja sempre exata, é usada por razões práticas. Para sistemas G/G/1, a fórmula para tempos de espera em fila é a seguinte:

$$W_q = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2}\right) \frac{u}{(1-u)} t_e$$

Há duas questões a ressaltar sobre essa equação. A primeira é que ela é exatamente igual à equação equivalente para um sistema M/M/1, com um fator que leva em consideração a variabilidade dos tempos de chegada e de processo. A segunda é que algumas vezes a fórmula é conhecida como fórmula VUT, porque descreve o tempo de espera em uma fila como função de:

V — variabilidade no sistema de fila;

U — utilização do sistema de fila (ou seja, demanda *versus* capacidade); e

T — tempos de processamento na estação.

Em outras palavras, podemos chegar à conclusão intuitiva de que o tempo de fila aumentará à medida que também aumentarem a variabilidade, a utilização e o tempo de processamento.

Para sistemas G/G/m

A mesma modificação se aplica aos sistemas de filas que usam equações gerais e *m* atendentes. A fórmula para o tempo de espera em fila será:

$$W_q = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2}\right)\left(\frac{u^{\sqrt{2(m+1)}-1}}{m(1-u)}\right) t_e$$

Exemplo resolvido 1

"*Não consigo entender. Resolvemos nossos números de capacidade e tenho certeza de que um participante da equipe deveria ser capaz de lidar com a demanda. Sabemos que os clientes chegam a uma taxa de seis por hora e também sabemos que qualquer funcionário treinado da equipe pode processar oito clientes por hora. Portanto, por que a fila é tão grande e a espera tão longa? Por favor, dê uma olhada no que está ocorrendo.*"

Sarah sabia que o problema era provavelmente a variação, tanto de clientes como do tempo que levavam para ser processados. Durante dois dias em que a demanda foi considerada mais ou menos normal, ela cronometrou o tempo exato de chegada dos clientes e o tempo de processamento de cada cliente. Os resultados foram os seguintes:

Coeficiente de variação dos tempos de chegada dos clientes, c_a, = 1

Coeficiente de variação do tempo de processamento, c_e = 3,5

Taxa média de chegada de clientes, r_a = 6 por hora

Assim, tempo médio entre as chegadas = 10 minutos

Taxa média de processamento, r_e = 8 por hora

Assim, tempo médio de processamento = 7,5 minutos

Logo, utilização de um único atendente, u = 6/8 = 0,75

Utilizando a fórmula do tempo de espera para um sistema com fila G/G/1:

$$W_q = \left(\frac{1 + 12{,}25}{2}\right)\left(\frac{0{,}75}{1 - 0{,}75}\right) 7{,}5$$
$$= 6{,}625 \times 3 \times 7{,}5 = 149{,}06 \text{ min}$$
$$= 2{,}48 \text{ horas}$$

Também porque

$$WIP_q = \text{tempo de ciclo} \times \text{tempo de atravessamento}$$
$$= 6 \times 2{,}48 = 14{,}68$$

Assim, Sarah descobriu que a espera média que os clientes deveriam enfrentar era de 2,48 horas e que haveria, em média, 14,68 clientes na fila.

"*Ok, então vejo que é a alta variação do tempo de processamento que está causando a formação de fila. Que tal investir em novo sistema de computador que padronize mais o tempo de processamento? Conversei com nossa equipe técnica e eles pensam que, se investíssemos em um novo sistema, poderíamos diminuir o coeficiente de variação do tempo de processamento para 1,5. Que diferença isso faria?*"

Sob essas condições, com c_e = 1,5

$$W_q = \left(\frac{1 + 2{,}25}{2}\right)\left(\frac{0{,}75}{1 - 0{,}75}\right) 7{,}5$$
$$= 1{,}625 \times 3 \times 7{,}5 = 33{,}56 \text{ min}$$
$$= 0{,}61 \text{ hora}$$

Portanto,

$$WIP_q = 6 \times 0{,}61 = 3{,}66$$

Em outras palavras, a redução da variação do tempo de processo reduziu o tempo médio em fila de 2,48 horas para 0,61 hora e reduziu o número esperado de pessoas na fila de 14,68 para 3,66.

Exemplo resolvido 2

Um banco deseja decidir quantas pessoas deve programar para o período movimentado do horário de almoço. Durante esse período, os clientes chegam a uma taxa de 9 por hora e os pedidos que fazem durante o mesmo período (como abertura de novas contas, solicitação de empréstimo etc.) demoram, em média, 15 minutos. O gerente do banco acredita que 4 pessoas devem trabalhar durante esse período, mas quer assegurar-se de que os clientes não esperem mais do que 3 minutos em média antes de serem atendidos. O gerente foi avisado por sua filha pequena que as distribuições que descrevem tanto a chegada como os tempos de processamento são, provavelmente, exponenciais. Assim,

9 por hora, portanto

6,67 minutos

4 por hora, portanto

15 minutos

O número proposto de atendentes, $m = 4$.

Assim, a utilização do sistema é:

$$u = 9/(4 \times 4) = 0{,}5625$$

Da fórmula de tempo de espera para um sistema M/M/m,

$$W_q = \left(\frac{u^{\sqrt{2(m+1)-1}}}{m(1-u)}\right) t_e$$

$$= \left(\frac{0{,}5625^{\sqrt{10-1}}}{4(1-0{,}5625)}\right) \times 0{,}25$$

$$= \left(\frac{0{,}5625^{2162}}{1{,}75}\right) \times 0{,}25$$

$$= 0{,}042 \text{ hora}$$
$$= 2{,}52 \text{ minutos}$$

Portanto, o tempo médio de espera com 4 funcionários seria de 2,52 minutos, isto é, bem dentro dos limites de tolerância estabelecidos como aceitáveis pelo gerente.

12

GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTO

INTRODUÇÃO

Como as empresas Apple, Toyota, Zara e Maersk atingem resultados notáveis em mercados competitivos? Parcialmente devido a seus produtos e serviços, mas também à forma como organizam suas cadeias de suprimento. É a isto que a gestão da cadeia de suprimento se refere – à forma como os gerentes de produção precisam olhar além de uma visão totalmente interna, passando a examinar também o desempenho de fornecedores e fornecedores de seus fornecedores, bem como dos clientes e clientes de seus clientes. Além disso, cada vez mais as operações estão terceirizando muitas de suas atividades, comprando mais serviços e materiais de especialistas externos. Assim, a forma como gerenciam o suprimento de produtos e serviços para suas próprias operações torna-se cada vez mais importante, bem como a integração de suas atividades de distribuição. No Capítulo 5, tratamos dos assuntos estruturais e de escopo da produção; ao contrário, este capítulo se preocupa mais com a forma como as cadeias e redes de suprimento são subsequentemente gerenciadas.

Questões-chave

- O que é gestão da cadeia de suprimento?
- Como as cadeias de suprimento competem?
- Como devem ser gerenciados os relacionamentos nas cadeias de suprimento?
- Como é gerenciado o lado do suprimento?
- Como é gerenciado o lado da demanda?
- Quais são as dinâmicas das cadeias de suprimento?

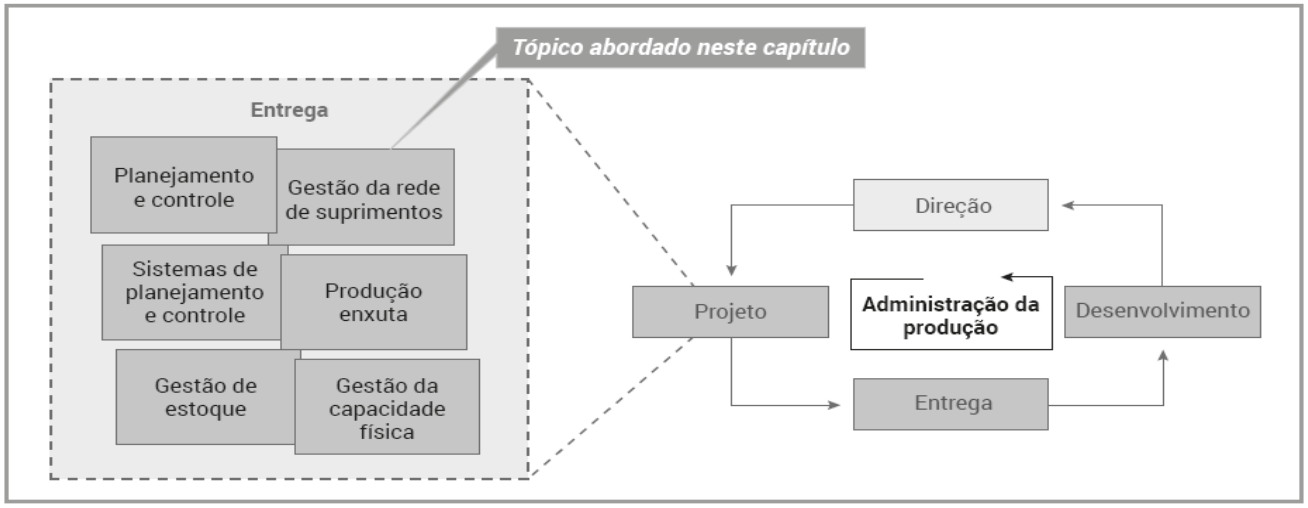


Figura 12.1 Este capítulo examina a gestão da cadeia de suprimento.

O QUE É GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTO?

A gestão da cadeia de suprimento (SCM – *Supply Chain Management*) é a gestão dos relacionamentos e fluxos entre a sequência de operações e processos que produzem valor na forma de produtos e serviços ao consumidor final. É uma abordagem holística de gestão através das fronteiras das empresas e dos processos. Tecnicamente, *cadeias* de suprimento são diferentes de *redes* de suprimento. Uma rede de suprimento é composta de *todas* as operações que estão interconectadas a fim de fornecer produtos e serviços até os consumidores finais. Em grandes redes de suprimento, pode haver várias centenas de cadeias de suprimento de operações vinculadas, passando por uma única operação (*veja* as Figuras 12.2 e 12.3). A mesma distinção pode ser mantida dentro das operações. Para as redes (e cadeias) de suprimento internas, a gestão é responsável pelo fluxo entre processos ou departamentos. Por mais confuso que pareça, os termos "gestão da rede de suprimento" e "gestão da cadeia de suprimento" são frequentemente (e equivocadamente) usados para o mesmo propósito. Também vale a pena observar que os "fluxos" nas cadeias de suprimento não estão restritos ao fluxo a jusante (*downstream*) de produtos e serviços, dos fornecedores até os clientes. Embora a falha mais óbvia na gestão da cadeia de suprimento ocorra quando o fluxo de produtos e serviços a jusante deixa de atender os requisitos do cliente, a principal causa pode ser uma falha no fluxo de informações a montante (*upstream*). A gestão moderna da cadeia de suprimentos se preocupa tanto com a gestão dos fluxos de informação (a montante e a jusante) quanto com a gestão do fluxo de produtos e serviços.

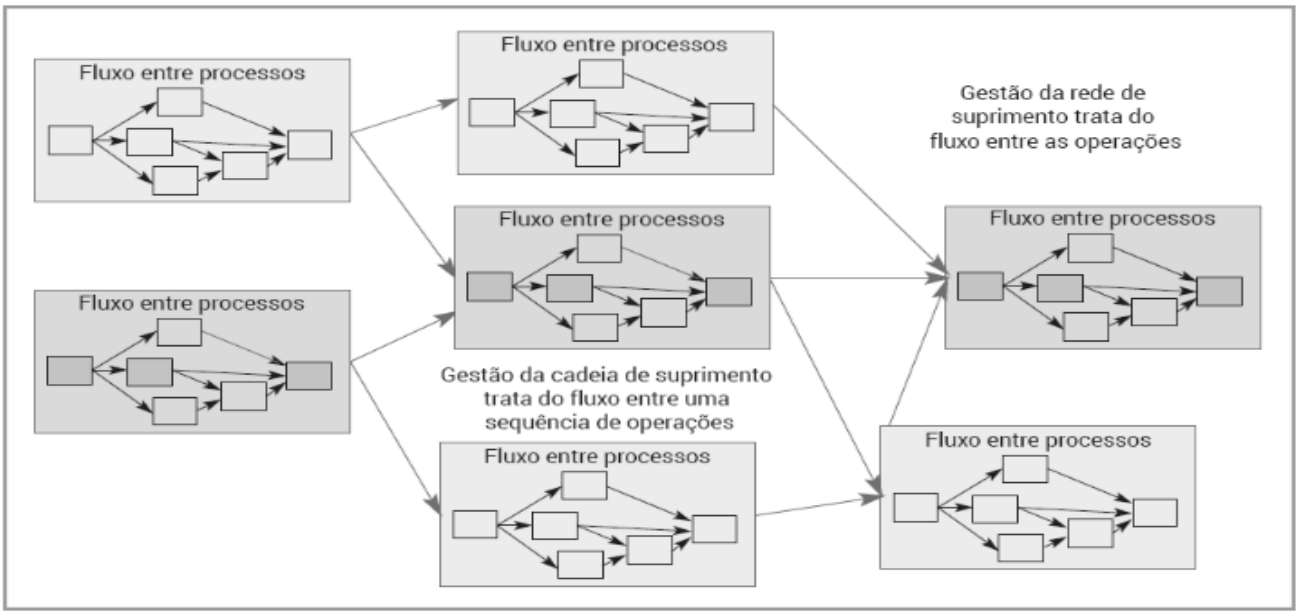


Figura 12.2 A gestão da cadeia de suprimento gerencia o fluxo de materiais e informações entre uma sequência de operações que formam os fios ou "cadeias" de uma rede de suprimento.

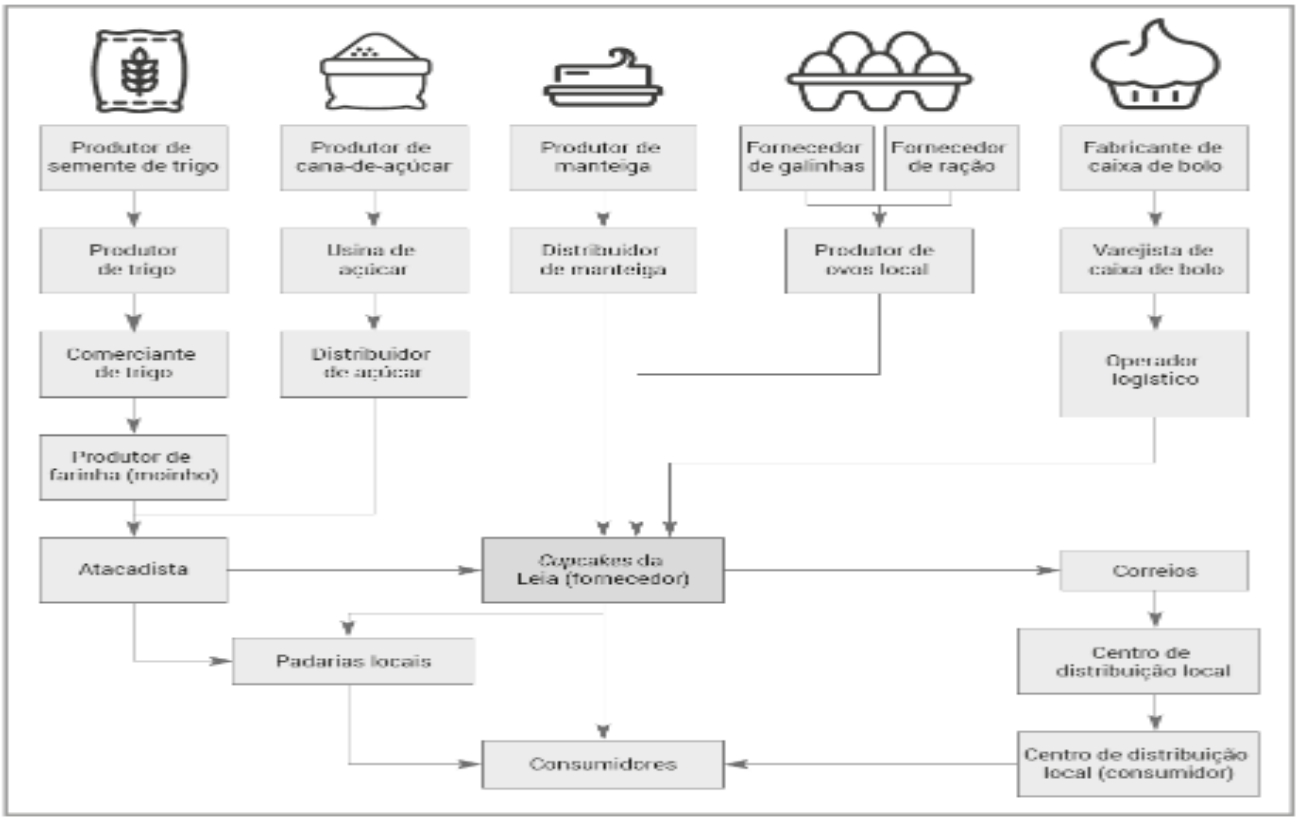


Figura 12.3 Uma cadeia de suprimento simples de uma pequena empresa de fornecimento de refeições.

Cadeias de suprimento internas e externas

Embora descrevamos as cadeias de suprimento como uma interconexão de "organizações", isso não significa necessariamente que essas "organizações" sejam entidades distintivamente separadas pertencentes e gerenciadas por proprietários diferentes. Anteriormente neste livro, destacamos como a ideia de redes pode ser aplicada, não apenas no nível de rede de suprimento dos relacionamentos "organização a organização", mas também no nível "processo a processo" dentro da operação e, ainda, no nível "recurso a recurso" dentro do processo. Introduzimos também a ideia de clientes e fornecedores internos. Unindo essas duas ideias relacionadas, pode-se entender como alguns dos assuntos que serão discutidos no contexto das cadeias de suprimento "organização a organização" podem também fornecer sugestões para as cadeias de suprimento "processo a processo".

Princípio de administração da produção

O conceito de cadeia de suprimento aplica-se aos relacionamentos internos entre processos, bem como aos relacionamentos externos entre as operações.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Ocado[1]

O mercado de supermercado do Reino Unido é difícil. Varejistas gigantes lutam por clientes cada vez mais conscientes de custos, que também exigem qualidade e serviço. Assim, quando Mark Richardson, diretor de tecnologia da empresa, foi promovido recentemente à nova função de diretor de operações, foi saudado como um anúncio que reforçava a importância dos processos das operações de alta tecnologia da Ocado. Isso foi também visto como reflexo da necessidade urgente de a Ocado colocar seu centro de

distribuição de última geração em plena eficiência. O desempenho de entrega pontual da empresa, embora ainda melhor do que o dos concorrentes, estava oscilando nos meses anteriores ao anúncio. Essa tinha sido uma experiência incomum para a Ocado, que era o único supermercado *online* do Reino Unido e o maior do mundo. Havia sido bem-sucedida em reformular a configuração *business-to-consumer* da tradicional cadeia de suprimento de alimentos em seu mercado doméstico do Reino Unido e no processo que se tornou um dos mais bem-sucedidos supermercados do mundo. Tim Steiner, presidente executivo da Ocado, disse: *"Para uma empresa que nunca havia feito uma entrega a um cliente até 2002, fico imensamente orgulhoso de onde a Ocado chegou em alguns anos. Até agora, ter nossas realizações reconhecidas globalmente é um grande elogio para nossa forte equipe de 4.500 funcionários."*

Porém, a Ocado não foi a primeira. Antes, em 1999, um supermercado de Internet denominado Webvan entrou em cena na Califórnia. Obteve publicidade considerável e atraiu mais de um bilhão de dólares de investidores que desejavam se unir no que prometia ser o empolgante novo mundo do varejo *online*. Entretanto, mostrou ser mais difícil do que o previsto; os investidores da Webvan imaginavam que se tornaria uma forma totalmente nova de funcionamento de uma cadeia de suprimento. Embora seu valor de mercado tenha atingido 15 bilhões de dólares, em fevereiro de 2001, a empresa requereu falência com 830 milhões de dólares em prejuízos acumulados. Todavia, a Ocado tem prosperado. Uma de suas primeiras decisões foi entrar em uma estratégia de marcas (*branding*) e de suprimento com a Waitrose, supermercado inglês líder em qualidade, de onde a vasta maioria dos produtos da Ocado são ainda fornecidos. Contudo, igualmente importante, a empresa desenvolveu um processo de suprimento que fornece eficiência relativa e níveis elevados de serviço (uma entrega típica da Ocado tem menor emissão de carbono do que a ida de uma pessoa a um supermercado local). A maioria dos supermercados *online* atende a pedidos via *web* retirando bens das prateleiras e carregando-os em um caminhão de entrega. Em contraste, a partir de seu centro de distribuição em Hatfield, 32 km ao norte de Londres, a Ocado oferece entrega em domicílio de seus produtos através de seu processo de suprimento a mais de 1,5 milhão de lares de clientes cadastrados. Os pedidos são separados centralmente em um armazém altamente automatizado de última geração (o centro de atendimento a clientes). É um espaço do tamanho de 10 campos de futebol; um sistema de esteiras rolantes de 15 km carrega 8 mil caixas por hora, que são, depois, entregues nas casas dos clientes, principalmente na parte sul do Reino Unido. O processo de separação altamente automatizado que foi desenvolvido por seus próprios engenheiros de *software* permite separar e preparar os bens para entrega sete vezes mais rápido do que seus concorrentes. Fazer a entrega de mais de 21 mil produtos diferentes de uma localização central significa que pode oferecer mais itens do que os supermercados locais menores, que, mais provavelmente, terão mais itens em falta no estoque. Os itens frescos e perecíveis, centralmente preparados, terão uma "vida de prateleira" mais longa. O desperdício de alimentos da Ocado, cerca de 0,3% das vendas, é o menor do setor. A vantagem estrutural desse arranjo de suprimento significa que 99% de todos os pedidos são atendidos exatamente como foram pedidos. Também importante é que a distribuição física na porta dos clientes deve-se à facilidade no uso do *website* da empresa (ocado.com) e a conveniência de se reservar uma janela de entrega. A Ocado oferece janelas confiáveis em uma hora e no dia seguinte em um setor em que janelas de tempo de duas horas prevalece. Isso é possivelmente feito graças, novamente, ao modelo centralizado e aos processos, sistemas e controles de classe mundial. A empresa diz que seu *website* é planejado para ser simples de usar e intuitivo. Listas inteligentes, personalizadas por cliente, oferecem sugestões e ideias,

de modo que a ausência de qualquer inspiração pela falta do ambiente físico do supermercado torna-se irrelevante. Para um cliente pré-cadastrado, uma compra semanal pode ser concluída em menos de cinco minutos. O *site* também tem uma extensa lista de receitas, incluindo algumas em vídeo, e ideias, como atividades de artesanato e de itens para lancheiras. A Ocado faz um esforço consciente para recrutar pessoas com habilidades em servir clientes e, depois, as treina como motoristas, e não o contrário. Os motoristas, conhecidos como "membros da equipe de serviços ao cliente" são remunerados bem acima do normal para o setor e são autorizados a processar reembolsos e a lidar com as preocupações do cliente em sua residência. Todavia, embora um milhão de itens separados sejam destinados diariamente aos pedidos de clientes individuais, há menos de 80 erros.

Foi a decisão de aumentar a capacidade de seu centro de distribuição que se mostrou problemática. Quando sua expansão atrasou, parte vital da rede de suprimento da Ocado foi afetada. Os sistemas automatizados sofreram "dores de crescimento", a capacidade ficou restrita, o desempenho das entregas foi negativamente influenciado e a contratação de funcionários extras para lidar com os pedidos afetou a rentabilidade. Em razão de a Ocado operar no sistema de suprimento centralizado, seu armazém central atendendo a pontos regionais de distribuição significa que está particularmente vulnerável a interrupções em seus centros. Ao contrário dos supermercados tradicionais (a Ocado não possui lojas físicas), entrega diretamente aos clientes a partir de seu centro de distribuição, e não de lojas. Isso tem levado alguns analistas de varejo a rotular a Ocado como "a nova Amazon". *"Nem tanto"*, dizem outros analistas. *"De algum modo, a operação é mais complexa do que a da Amazon. A Amazon construiu uma marca dominante nos Estados Unidos, maior mercado do mundo, ao vender livros e CDs, que, basicamente, você coloca em um envelope e cola um selo. Não é o mesmo que ter um armazém altamente automatizado com máquinas caras e grande frota de vans entregando os bens de casa em casa."*

Cadeias de suprimento tangíveis e intangíveis

Quase todos os livros, *blogs* e artigos sobre gestão de cadeia de suprimento lidam com relacionamentos entre o que denominamos operações de "transformação de materiais"; isto é, operações que envolvem criação, movimentação, estocagem ou venda de produtos físicos. Porém, como foi mostrado no Capítulo 5, a ideia de redes de suprimento (e, portanto, de cadeias de suprimento) aplica-se igualmente às operações com *inputs* e *outputs* larga ou exclusivamente intangíveis, como serviços financeiros, *shopping centers*, seguradoras, instituições de saúde, consultorias, universidades e assim por diante. Todas essas operações têm fornecedores e clientes que compram serviços e podem escolher como prestam seus serviços aos clientes; em outras palavras, todas têm que gerenciar suas cadeias de suprimento.

Princípio de administração da produção

O conceito de cadeia de suprimento aplica-se aos fluxos não físicos entre operações e processos, bem como a fluxos físicos.

COMPETIÇÃO ENTRE AS CADEIAS DE SUPRIMENTO

Toda a gestão de cadeia de suprimento compartilha um mesmo objetivo central – satisfazer o cliente final. Todos os estágios nas diversas cadeias que formam a rede de suprimento devem, por fim, incluir considerações sobre o cliente final, não importando quão distante a operação esteja de um cliente final. Quando um cliente decide fazer uma compra, ele dispara ação ao longo de uma série de cadeias de

suprimento na rede. Todos os negócios da rede de suprimento transferem parte do dinheiro do cliente final de um para o outro, retendo uma margem pelo valor que agregam. Assim, cada operação em cada cadeia deve satisfazer seu próprio cliente, mas também assegurar que, por fim, o cliente final esteja também satisfeito.

Para uma demonstração de como as percepções do cliente final podem ser muito diferentes de uma única operação, examinemos a "árvore de decisão" do cliente na Figura 12.4. A figura ilustra o progresso hipotético de 100 clientes que solicitam serviços (ou produtos) de uma empresa (por exemplo, uma gráfica solicitando papel de uma indústria de papel e celulose). O desempenho do suprimento, como visto pela operação central (o armazém), é representado pela parte sombreada do diagrama. Recebeu 20 pedidos, 18 dos quais foram produzidos (entregues ao cliente) como prometido (pontualmente e completos). Entretanto, originalmente, 100 clientes haviam solicitado serviços, 20 dos quais constataram que a empresa não tinha os produtos apropriados (não estocava o papel correto), 10 não puderam ser atendidos porque os produtos não estavam disponíveis (falta de estoque), 50 não ficaram satisfeitos com o preço e/ou prazo de entrega (10 desses clientes fizeram o pedido de qualquer jeito). Dos 20 pedidos recebidos, 18 foram produzidos como prometido (entregues), mas dois não foram recebidos como prometido (atrasados ou danificados no transporte). Assim, o que parece ser o desempenho de uma operação de fabricação de 90%, de fato, é de apenas 8% sob o ponto de vista do cliente.

E essa é apenas uma operação em uma rede de suprimento inteira. Inclui o efeito acumulado das reduções de desempenho similares para todas as operações de uma cadeia, e a probabilidade de que o cliente final seja adequadamente atendido pode tornar-se remota. O ponto aqui não é que todas as cadeias de suprimento possuem desempenho de suprimento insatisfatórios (embora a maioria das cadeias de suprimento tenha um considerável potencial de melhoria). Em vez disso, é que o desempenho tanto da cadeia de suprimento como um todo e de suas operações constituintes deve ser julgado em termos de como as necessidades dos clientes finais são satisfeitas.

Princípio de administração da produção

O desempenho de uma operação em uma cadeia de suprimento não necessariamente reflete o desempenho de toda a cadeia de suprimento.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Compras sustentáveis da North Face[2]

Poucas marcas de roupa para atividades ao ar livre têm o impacto da The North Face desde que foi fundada há 40 anos em São Francisco. Agora, a The North Face é parte da corporação VF, gigante de US$ 9 bilhões que domina o mercado de roupas de lazer. Conforme o influente *blog* WebTogs, *"uma das coisas mais brilhantes sobre as jaquetas da The North Face é que não importa se você está partindo para a batalha com temperaturas abaixo de zero ou apenas irá relaxar e se divertir, há sempre uma jaqueta North Face para acompanhá-lo e mantê-lo aquecido e confortável"*. Com seu nome lembrando o lado mais frio e implacável das montanhas do hemisfério norte, sua variedade de roupas, equipamentos e calçados de alto desempenho para o ar livre criaram boa reputação pela durabilidade, estilo atraente e crescente suprimento sustentável de seus materiais. A VF Corporation informa que "*gerencia responsavelmente a cadeia de suprimento mais eficiente e complexa do setor, que abrange diversas localizações geográficas, categorias de produto e canais de distribuição*".

Em particular, a linha The North Face está inclinada a promover compra sustentável em sua gestão de cadeia de suprimento. Seu compromisso com a sustentabilidade, a empresa afirma, decorre de um desejo de proteger as paisagens naturais associadas a como e onde seus produtos são usados e de sua preocupação com os efeitos da mudança climática. Como sinal de determinação em procurar compra sustentável, a The North Face tem parceria com o padrão independente bluesign®, organização situada na Suíça que promove *"produtividade máxima do recurso com uma visão de proteção ambiental, saúde e segurança, e representa uma garantia para fabricantes e varejistas de que critérios de qualidade de hoje são atendidos da melhor forma possível, de acordo com as normas e os limites aplicáveis"*. A ideia da bluesign® é lidar com a sustentabilidade em suas origens e excluir substâncias e práticas que sejam potencialmente perigosas à saúde humana ou ao meio-ambiente, decorrentes de todos os processos da cadeia de suprimento de roupas. Assim, para ser considerado fornecedor da The North Face, qualquer fábrica deve atender ao padrão rigoroso e independente da bluesign® que assegura que os fornecedores evitam produtos químicos perigosos desde a fiação do tecido e atendem às exigências demandadas por segurança do consumidor e do trabalhador, do uso eficiente dos recursos e da proteção ambiental. No entanto, não é apenas o monitoramento de fornecedores que é importante para atender aos alvos de sustentabilidade, diz a The North Face – inovação em produto e processo também é vital. "*Por exemplo, nossa jaqueta Venture é uma grande ilustração da inovação que anda de mãos dadas com a sustentabilidade ambiental. Reduzimos os componentes sintéticos na membrana de nossa linha de produto Venture em 50% ao incorporar óleo de rícino, um recurso renovável. A semente do rícino, amplamente existente nos trópicos, produz o óleo que representa um substituto eficaz para metade dos materiais derivados de petróleo da membrana à prova d'água de nossa linha de produto mais vendida, a Venture*".

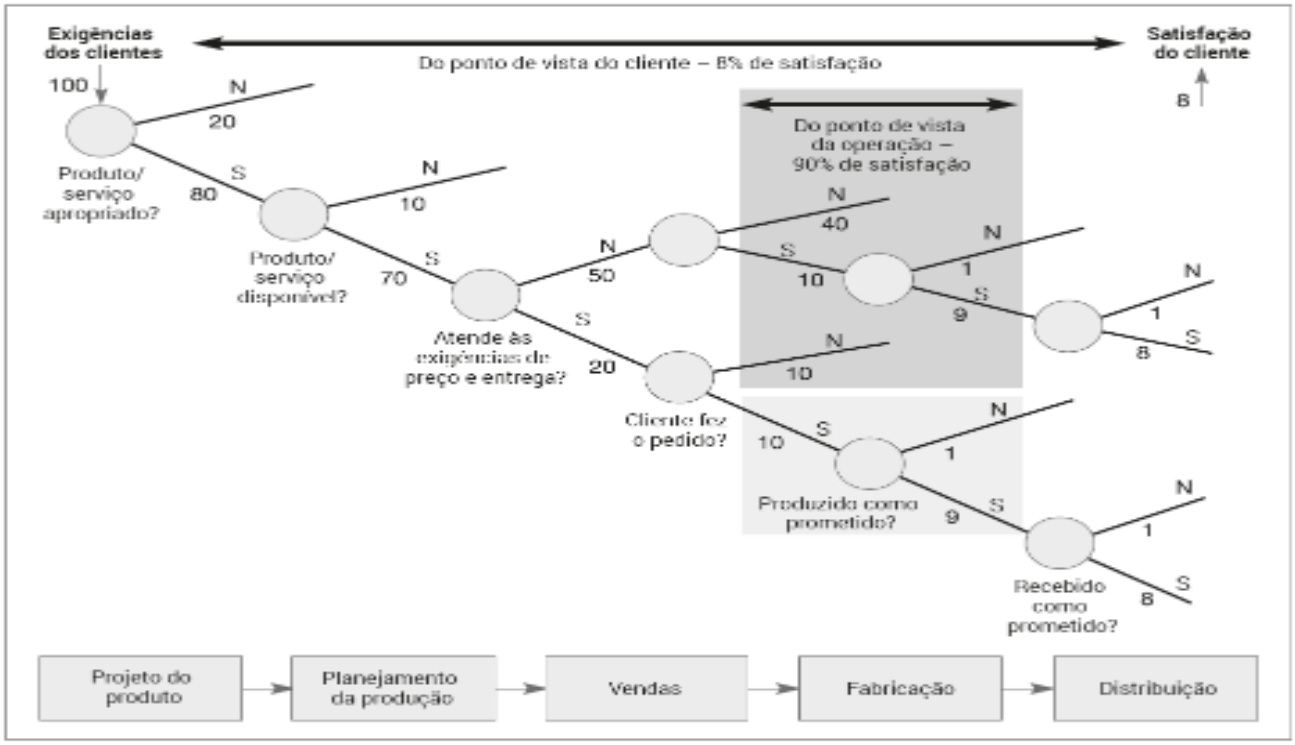


Figura 12.4 Adotar um ponto de vista do cliente no desempenho da cadeia de suprimento pode levar a conclusões diferentes.

Objetivos de desempenho das redes de suprimento

O objetivo de qualquer rede de suprimento é atender às exigências dos clientes finais, fornecendo produtos e serviços apropriados, através de suas muitas cadeias de suprimento quando são necessários a um custo competitivo. Isso requer que a rede de suprimento atinja os níveis apropriados de cinco objetivos de desempenho das operações: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

■ **Qualidade.** A qualidade de um produto ou serviço quando chega ao cliente é uma função do desempenho em qualidade de todas as operações da cadeia que o forneceu. A implicação disso é que os erros em cada estágio da cadeia pode multiplicar seu efeito sobre o serviço ao cliente final (se cada um dos sete estágios de uma cadeia de suprimento tem a taxa de 1% de erro, apenas 93,2% dos produtos ou serviços serão de boa qualidade ao chegar ao cliente final, isto é, $0{,}99^7$). Essa é a razão pela qual apenas se todos os estágios de uma operação forem responsáveis por seu próprio desempenho *e o desempenho de seus fornecedores*, a cadeia de suprimento poderá oferecer alta qualidade ao cliente final.

■ **Velocidade.** A velocidade possui dois significados em uma cadeia de suprimento. O primeiro é quão rápido os clientes podem ser servidos (o tempo decorrido entre a solicitação de um produto ou serviço pelo cliente e o seu completo recebimento), um elemento importante na habilidade de competir de qualquer empresa. Entretanto, resposta rápida ao cliente pode ser alcançada simplesmente por meio de superdimensionamento de recursos ou de estoque ao longo da cadeia de suprimento. Por exemplo, estoques muito elevados em um varejista podem reduzir as chances de redução do estoque a zero, reduzindo também as chances de espera do cliente a praticamente zero. De forma similar, uma empresa de contabilidade pode ser capaz de responder rapidamente às demandas dos clientes por ter um número elevado de contadores aguardando a demanda, o que pode ou não ocorrer. Um ponto de vista alternativo sobre velocidade é o tempo que leva para bens e serviços se movimentarem ao longo da cadeia. Assim, por exemplo, produtos que se movem mais rapidamente ao longo da cadeia desde os fornecedores de matérias-primas até os varejistas ficarão pouco tempo no estoque porque, para alcançar um tempo de atravessamento rápido, os materiais não podem ficar por períodos significativos em estoque. Isso, por sua vez, reduz os requisitos de capital de giro e outros custos relacionados a estoque na cadeia de suprimento, reduzindo assim o custo geral da entrega ao cliente final. A obtenção de um equilíbrio entre velocidade como responsividade às demandas dos clientes e velocidade como atravessamento rápido (embora não sendo incompatíveis) dependerá de como a cadeia de suprimento está escolhendo competir.

■ **Confiabilidade.** A confiabilidade em um contexto da cadeia de suprimento é semelhante à velocidade, no sentido de que pode-se quase garantir uma entrega pontual mantendo excesso de recursos, como estoque, dentro da cadeia. Entretanto, confiabilidade do tempo de atravessamento é um propósito muito mais desejável porque reduz a incerteza na cadeia. Se as operações individuais na cadeia não entregarem pontualmente como prometido, haverá a tendência de os clientes fazerem pedidos a mais ou antecipados para garantir alguma segurança contra entregas tardias. O mesmo argumento pode ser aplicado se houver incerteza com relação à *quantidade* de produtos ou serviços entregues. É por isso que confiabilidade de entrega é frequentemente medida como entrega "pontual e completa" nas cadeias de suprimento.

■ **Flexibilidade.** No contexto de uma cadeia de suprimento, flexibilidade significa geralmente a habilidade de a cadeia lidar com mudanças e distúrbios. Muitas vezes, isso também é chamado de agilidade da cadeia de suprimento. O conceito de agilidade inclui questões discutidas anteriormente, como foco no cliente final, garantia de tempo rápido de atravessamento e responsividade às necessidades

do cliente. Além disso, cadeias de suprimento ágeis são suficientemente flexíveis pra lidar com mudanças, tanto na natureza da demanda do cliente, como nas capacidades de suprimento das operações dentro da cadeia.

■ **Custo.** Adicionalmente aos custos incorridos em cada operação para transformar seus recursos de entrada em recursos de saída, a cadeia de suprimento como um todo também incorre em custos adicionais que se originam de negócios feitos entre cada operação dentro da cadeia. Esses custos de transação podem incluir muitas coisas, como os custos de encontrar fornecedores adequados, estabelecer contratos, monitorar desempenho de suprimento, transportar produtos entre operações, manter estoques e assim por diante. Muitos dos desenvolvimentos recentes em gestão de cadeia de suprimento, como acordos de parceria ou redução do número de fornecedores, são tentativas de minimizar custos de transação.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Desastre na Rana Plaza[3]

Não pense que julgar o desempenho da cadeia de suprimentos apenas diz respeito às medidas "operacionais" mais óbvias. As políticas da cadeia de suprimento das operações podem ter profundas consequências éticas e de reputação. Não há melhor (e trágica) ilustração do que a tragédia da Rana Plaza, uma fábrica de vestuário perto de Dhaka, em Bangladesh. Em 24 de abril de 2013, a fábrica ruiu, matando pelo menos 1100 pessoas, deixando mais de 2500 feridos e pelo menos 800 crianças órfãs. Foi um desastre que chamou a atenção do mundo. Muitas marcas de roupas bem conhecidas eram produtos supridos, direta ou indiretamente, pela fábrica. Alegou-se que a polícia local e uma associação da indústria emitiram um aviso de que o prédio não era seguro, mas os proprietários haviam respondido ameaçando de demissão as pessoas que se recusassem a continuar trabalhando, como de costume. Compreensivelmente, houve um apelo imediato para uma regulamentação e supervisão mais acirradas por parte das autoridades de Bangladesh e dos revendedores predominantemente ocidentais que compravam da Rana Plaza, e para que fábricas também inseguras aceitassem parte da responsabilidade pelo desastre e mudassem suas políticas de compra. As organizações de campanha, incluindo "Labour Behind the Label", "War on Want" e "Made in Europe" pediram aos varejistas que fossem mais transparentes sobre suas cadeias de suprimentos. Eles também pediram uma compensação em dinheiro. Porém, um ano após a tragédia, a iniciativa de compensação que pretendia arrecadar US$ 30 milhões havia obtido apenas US$ 15 milhões, apesar de ter apoio da Organização Internacional do Trabalho da ONU. Menos da metade das marcas ligadas à confecção de roupa no prédio fizeram doações. Benetton e Matalan disseram que preferiram apoiar outros fundos que ajudaram as vítimas, enquanto o varejista francês Auchan afirmou que não tinham produção oficial no prédio quando desabou, e que não precisavam contribuir para a compensação. Outras contribuições foram relativamente pequenas. O Walmart, o maior varejista do mundo, ofereceu para contribuir com cerca de US$ 1 milhão, em comparação com os mais de US$ 8 milhões do Primark, muito menor. Somente em 2015 o fundo finalmente atingiu sua meta, após uma importante doação anônima. Ineke Zeldenrust, da campanha de roupas limpas (Clean Clothes Campaign), que fazia campanha desde o desastre, disse: "Este episódio aconteceu há bastante tempo. Agora que todas as famílias impactadas por esse desastre receberão finalmente todo o dinheiro que lhes pertencem, eles podem finalmente se concentrar em reconstruir suas vidas." As autoridades de Bangladesh também foram alvo de críticas internacionais. Durante anos, eles

fizeram apenas tentativas relativamente fracas para impor as normas nacionais para construção, especialmente se os proprietários envolvidos tivessem boas ligações políticas. Após o desastre, eles prometeram aplicar as leis de forma mais rigorosa, mas promessas desse tipo já haviam sido feitas antes.

Então, quais são as opções para os varejistas ocidentais? Uma opção é continuar como antes e simplesmente comprar roupas de onde quer que seja mais barato. Obviamente, fazer isso seria eticamente questionável, mas também teria um custo para a reputação, ou os consumidores não fariam muitas perguntas sobre a origem das roupas se fossem suficientemente baratas? Como alternativa, os varejistas poderiam deixar de comprar de Bangladesh até que a situação melhorasse. Mas isso pode ser difícil de impor, a menos que assumissem a responsabilidade de policiar toda a cadeia de suprimento, até os produtores de algodão. Isso também prejudicaria todas as empresas de Bangladesh, mesmo aquelas que tentassem cumprir todas as regras de segurança. Isso, por sua vez, também pode prejudicar a reputação dos varejistas. A terceira opção é continuar e tentar mudar a forma como as coisas são feitas no país. Mesmo antes do desastre na Rana Plaza, os varejistas haviam se reunido com algumas partes interessadas e com o governo para desenvolver uma estratégia para melhorar a segurança nas 5.000 fábricas de Bangladesh. Alguns revendedores individuais também lançaram iniciativas. O Walmart lançou uma academia de treinamento para segurança contra incêndio e a Gap anunciou um plano para ajudar os proprietários de fábricas a atualizar suas instalações. No entanto, as iniciativas individuais não substituem as melhorias de segurança devidamente coordenadas. De qualquer forma, afirmam alguns, que direito as empresas ocidentais têm de impor suas regras em outro Estado soberano?

Redes de suprimento enxutas *versus* ágeis

Muitas vezes, é necessário distinguir entre redes de suprimento que são gerenciadas para enfatizar a eficiência – *redes de suprimento enxutas* – e aquelas que enfatizam responsividade e flexibilidade – *redes de suprimento ágeis*. Esses dois modos de gerenciar as cadeias de suprimento são refletidos em uma ideia proposta pelo prof. Marshall Fisher,[4] de que as redes de suprimento que servem aos mercados individuais de formas diferentes devem ser gerenciadas de formas diferentes. Até mesmo empresas que têm produtos ou serviços aparentemente similares podem, de fato, competir de diferentes formas com diferentes produtos. Por exemplo, os fabricantes de sapatos podem produzir modelos clássicos que mudam pouco ao longo dos anos e, também, modelos de moda, que duram apenas uma estação. Fabricantes de chocolate possuem linhas estáveis que estão à venda há mais de 50 anos, mas também produtos "especiais" associados a um evento ou a um lançamento de filme que, talvez, vendam apenas por alguns meses. Hospitais possuem procedimentos cirúrgicos "padronizados", de rotina, como no tratamento de catarata, mas também precisam fornecer cirurgia de emergência pós-trauma. A demanda para os produtos anteriores será relativamente estável e previsível, mas a demanda para os últimos produtos será muito mais incerta. Além disso, a margem de lucro imposta pelo produto inovador será provavelmente maior do que a do produto mais funcional. Entretanto, o preço (e, consequentemente, a margem) do produto inovador poderá cair rapidamente, uma vez que saia de moda no mercado. A Figura 12.5 ilustra as principais diferenças entre os produtos geralmente descritos como "funcionais" e "inovadores".

Princípio de administração da produção

Cadeias de suprimento com objetivos finais diferentes precisam ser gerenciadas de maneiras diferentes.

FUNCIONAL ⟷ INOVADOR

Produto	Balde	Pão	Telefone celular	Bolsa da moda
Tempo entre introduções de novo produto/ serviço	10 anos ou mais	1 a 10 anos ou mais	1 ano a 18 meses	3 a 6 meses
Margens de lucro	Minúscula	Pequena	Muito alta	Alta
Volume e variedade	Alto/muito baixa	Alto/baixa	Moderado/ moderada	Moderado/ moderada
Volatilidade e incerteza da demanda	Muito baixa	Muito baixa	Moderada	Moderada a alta

Figura 12.5 Produtos "funcionais" *versus* "inovadores".

As políticas da cadeia de suprimento que são vistas como apropriadas para produtos funcionais e produtos inovadores são chamadas, respectivamente, de políticas eficientes (ou enxutas) e responsivas (ou ágeis) da cadeia de suprimento. Políticas eficientes da cadeia de suprimento incluem estoques baixos, especialmente nas partes a jusante (*downstream*) da rede, de modo a manter tempo de atravessamento rápido e reduzir o volume de capital de giro investido em estoque. O estoque existente na rede concentra-se, principalmente, nas operações de manufatura, em que se pode manter a utilização alta e, portanto, os custos de manufatura baixos. A informação precisa fluir rapidamente abaixo e acima da cadeia, de varejistas até fabricantes, de modo que as programações possam ter o máximo de tempo para serem ajustadas de forma eficiente. A cadeia é, então, administrada para assegurar que os produtos possam fluir adiante na cadeia o mais rápido possível para reabastecer os estoques baixos mantidos cadeia à frente.

Em contraste, as políticas responsivas da cadeia de suprimento enfatizam os níveis altos de serviço e o suprimento responsivo ao cliente final. O estoque na rede será disposto tão próximo quanto possível do cliente. Dessa forma, a cadeia pode ainda suprir mesmo quando mudanças intensas acontecem na demanda do cliente. O tempo de atravessamento rápido das partes anteriores da cadeia ainda será necessário para reabastecer os estoques mais adiante, em direção ao cliente. Entretanto, os estoques adiante são necessários para assegurar altos níveis de disponibilidade aos clientes finais. A Figura 12.6 ilustra como as diferentes políticas da cadeia de suprimento atendem às diferentes exigências de mercado implicadas por produtos funcionais e inovadores.

Princípio de administração da produção

Produtos e serviços "funcionais" requerem gestão enxuta na cadeia de suprimento; produtos e serviços "inovadores" requerem gestão ágil na cadeia de suprimento.

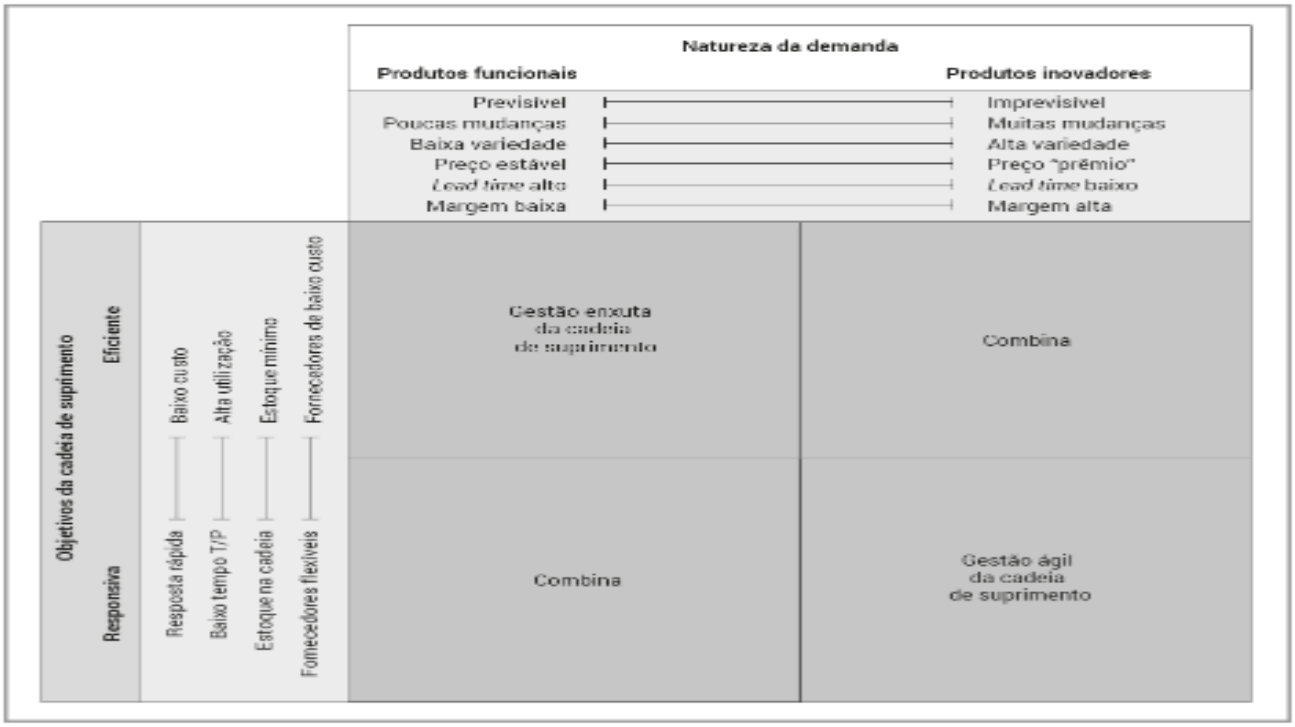


Figura 12.6 Combinando os recursos das operações na cadeia de suprimento com as exigências do mercado.

Fonte: Adaptado de FISHER, M. C. What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review*, Mar./Apr. 1997, p. 105-116. Reimpresso com permissão da *Harvard Business Review*. Copyright © 1997 by Harvard Business Publishing; todos os direitos reservados.

GERENCIAMENTO DOS RELACIONAMENTOS NAS CADEIAS DE SUPRIMENTO

O "relacionamento" entre as operações em uma cadeia de suprimento é a base na qual é realizada a troca de produtos, serviços, informações e dinheiro. Dessa forma, a gestão das cadeias de suprimento trata do gerenciamento de relacionamento, pois os relacionamentos influenciam o fluxo tranquilo entre operações e processos. Diferentes formas de relacionamento serão apropriadas em circunstâncias diferentes. Duas dimensões são particularmente importantes – *o que* a empresa opta em terceirizar e *quem* escolhe para fazer isso. Em termos *do que* é terceirizado, as questões-chave são: "quantas atividades são terceirizadas?" (desde fabricar tudo internamente, em um extremo, a terceirizar tudo, no outro extremo); e "quão importantes são as atividades terceirizadas?" (desde terceirizar apenas atividades triviais, em um extremo, a terceirizar atividades essenciais em outro extremo). Discutimos isso com detalhes no Capítulo 5, quando exploramos o escopo das redes de suprimento.

Em termos de *quem* é escolhido para fornecer produtos e serviços, novamente duas questões são importantes: "quantos fornecedores serão utilizados pela operação?" (desde utilizar muitos fornecedores para desempenhar o mesmo conjunto de atividades, em um extremo, até a utilização de apenas um fornecedor para cada atividade, no outro extremo); e "quão próximos estão os relacionamentos?" (desde relacionamentos independentes em situações de igualdade, em um extremo, aos relacionamentos fechados e próximos, no outro extremo). A Figura 12.7 ilustra essa forma de caracterizar os relacionamentos.

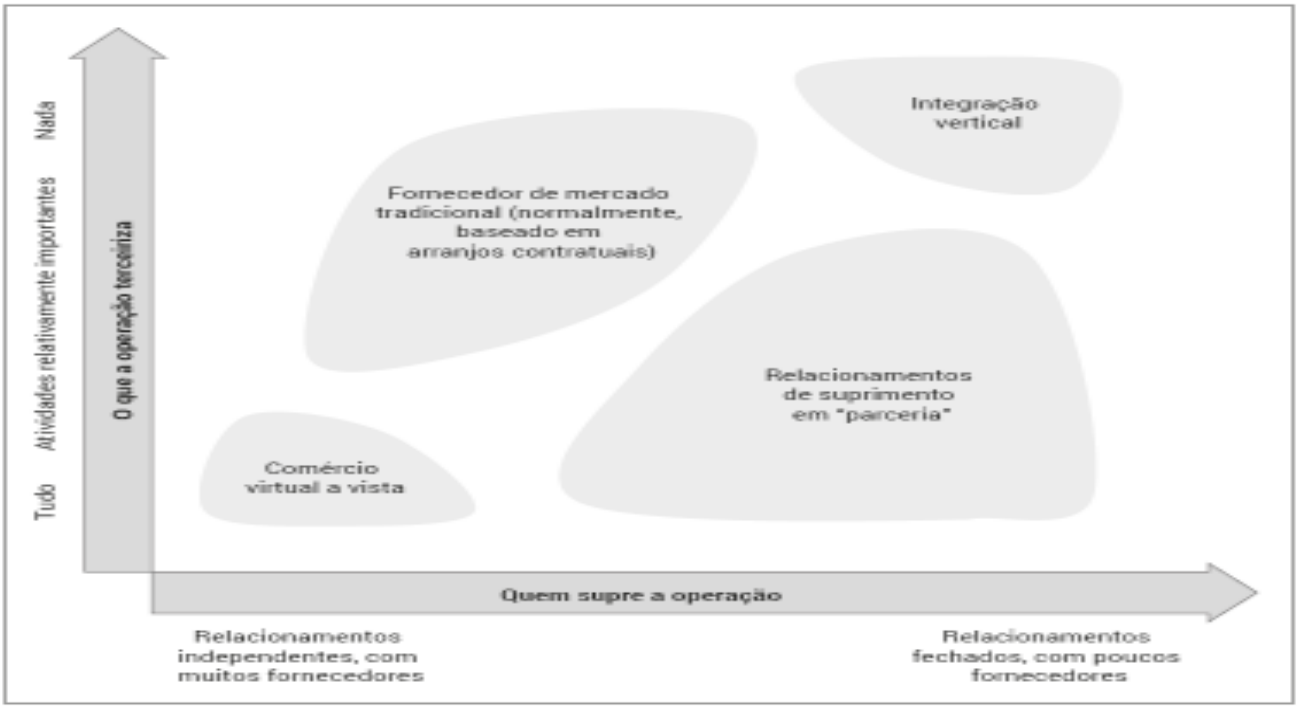


Figura 12.7 Tipos de organização da rede de suprimento.

Contratação e relacionamentos

Há dois ingredientes básicos de interações de suprimento que estão conectados ao eixo horizontal da Figura 12.7; são "contratos" e "relacionamentos". Qualquer que for o arranjo com seus fornecedores que uma empresa escolhe adotar, ele pode ser descrito pelo equilíbrio entre contratos e relacionamentos (*veja* a Figura 12.8). Eles se complementam, mas podem causar grandes problemas aos fornecedores se não estiverem equilibrados. Quanto mais um acordo de suprimento está baseado no mercado, com compras fundamentadas em arranjos relativamente a curto prazo, mais o acordo, provavelmente, será definido em um contrato detalhado. Por contratos, estamos nos referindo a documentos explícitos, normalmente por escrito e formalizados, que especificam as obrigações e os papéis de ambas as partes em um relacionamento. Quanto mais um acordo de suprimento está baseado em acordos de longo prazo, geralmente exclusivos, mais amplos os acordos de parceria baseados em confiança são apropriados. Em seguida, vejamos os contratos e os relacionamentos com mais detalhes.

Princípio de administração da produção
Todos os relacionamentos da cadeia de suprimento podem ser descritos pelo equilíbrio entre seus elementos "contratuais" e de "parceria".

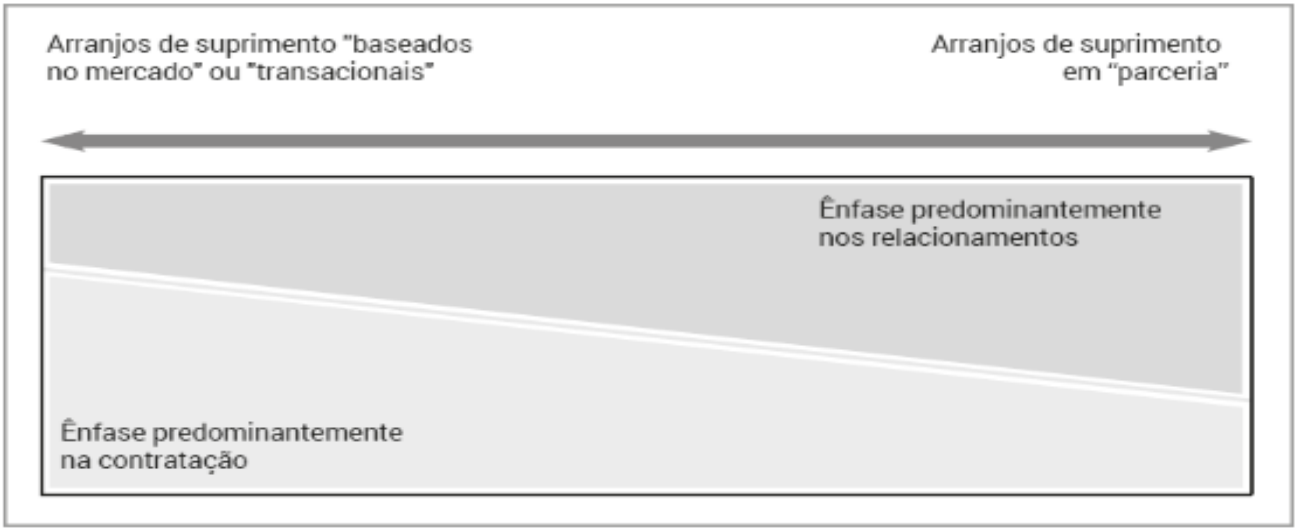


Figura 12.8 Arranjos de suprimento são um equilíbrio entre contratação e relacionamento.

Relacionamentos "transacionais" baseados em contrato

Os relacionamentos transacionais baseados em contrato envolvem a compra de bens e serviços numa forma de mercado "puro", geralmente buscando o "melhor" fornecedor cada vez que for necessário comprar. Efetivamente, cada transação torna-se uma decisão separada, e o acordo entre comprador e vendedor pode ser a prazo muito curto. Muitas vezes, o preço dominará o processo de tomada de decisão, com o mínimo de compartilhamento de informação entre comprador e fornecedor, sem garantias de negociação futura entre as partes, uma vez os bens ou serviços são entregues e o pagamento feito. Geralmente, as *vantagens* dos relacionamentos tradicionais de fornecimento, baseados em contrato, são vistas das seguintes formas:

■ Eles mantêm a concorrência entre fornecedores alternativos. Isso promove incentivo constante entre os fornecedores para oferecer o melhor valor.

■ Um fornecedor especializado em pequeno número de produtos e serviços, mas que atende a vários clientes, pode obter economias de escala naturais. Isso permite que o fornecedor ofereça os produtos e serviços a um preço inferior ao que seria obtido se os próprios clientes desempenhassem as atividades em escala menor.

■ Há flexibilidade inerente nos suprimentos terceirizados. Se a demanda mudar, os clientes podem, simplesmente, alterar o número e o tipo de fornecedor. Essa é uma alternativa bem mais rápida e barata do que ter de redirecionar suas atividades internas.

■ As inovações podem ser exploradas independentemente de onde se originem. Os fornecedores especializados possuem maiores chances de apresentar inovações em produtos e serviços que podem ser comprados de forma mais rápida e barata do que no caso de desenvolvimento interno.

■ Entretanto, há *desvantagens* em comprar de uma forma totalmente "contratual":

■ Os fornecedores devem pouca lealdade aos clientes. Se o suprimento for difícil, não há garantias de que será recebido.

■ Escolher de quem comprar consome tempo e esforço. Obter informação suficiente e tomar decisões contínuas são, por si sós, atividades que requerem recursos.

■ Relacionamentos contratuais a curto prazo desse tipo podem ser apropriados quando novas empresas estão sendo considerados como fornecedores mais regulares, ou quando as compras são únicas ou bastante irregulares (por exemplo, a substituição de todas as janelas no bloco de prédios de uma empresa normalmente envolveria esse tipo de relacionamento de mercado com licitação competitiva).

Relacionamentos de "parceria" a longo prazo

Às vezes, os relacionamentos de parceria em cadeias de suprimento são vistos como uma compromisso entre a integração vertical, por um lado (possuir os recursos que lhe fornecem) e relacionamentos tradicionais por outro. Relacionamentos de parceria (ou "colaborativos") envolvem um comprometimento mais a longo prazo entre compradores e fornecedores. Esses relacionamentos enfatizam cooperação, interação frequente, compartilhamento de informações e solução conjunta para o problema (*veja* a Figura 12.9). Em seu âmago, as parcerias são relacionamentos *próximos* e de *confiança*, cujo grau será influenciado por diversos fatores:

■ *Compartilhamento de sucesso*. Ambos os parceiros se beneficiam com a cooperação, em vez de fazerem manobras para maximizar seu próprio benefício individual. Às vezes, isso pode envolver arranjos formais de compartilhamento de lucros.

■ *Expectativas a longo prazo*. Comprometimentos relativamente longos, mas não necessariamente relacionamentos permanentes.

■ *Pontos de contato múltiplos*. A comunicação entre parceiros não se dá apenas por canais formais, mas pode ocorrer entre muitos indivíduos de ambas as organizações.

■ *Aprendizagem conjunta*. Os parceiros em um relacionamento estão comprometidos em aprender com as experiências um do outro.

■ *Poucos relacionamentos*. Há comprometimento por parte dos parceiros em limitar o número de clientes ou fornecedores com quem fazem negócio.

■ *Coordenação conjunta de atividades*. Por haver menos relacionamentos, torna-se possível coordenar as atividades como o fluxo de materiais ou serviços, pagamento e assim por diante.

■ *Transparência de informações*. A troca de informações entre os parceiros ajuda a construir confiança.

■ *Resolução conjunta de problemas*. Abordar os problemas em conjunto pode aumentar a proximidade ao longo do tempo.

■ *Confiança*. Provavelmente, esse é o elemento-chave em relacionamentos de parceria. Nesse contexto, confiança significa a disposição de um parceiro para relacionar-se com o outro, tendo o entendimento de que o relacionamento será benéfico a ambos, mesmo que isso não possa ser garantido. Confiança é largamente considerada o elemento-chave em parcerias de sucesso, mas, também, de longe, o elemento mais difícil de ser desenvolvido e mantido.

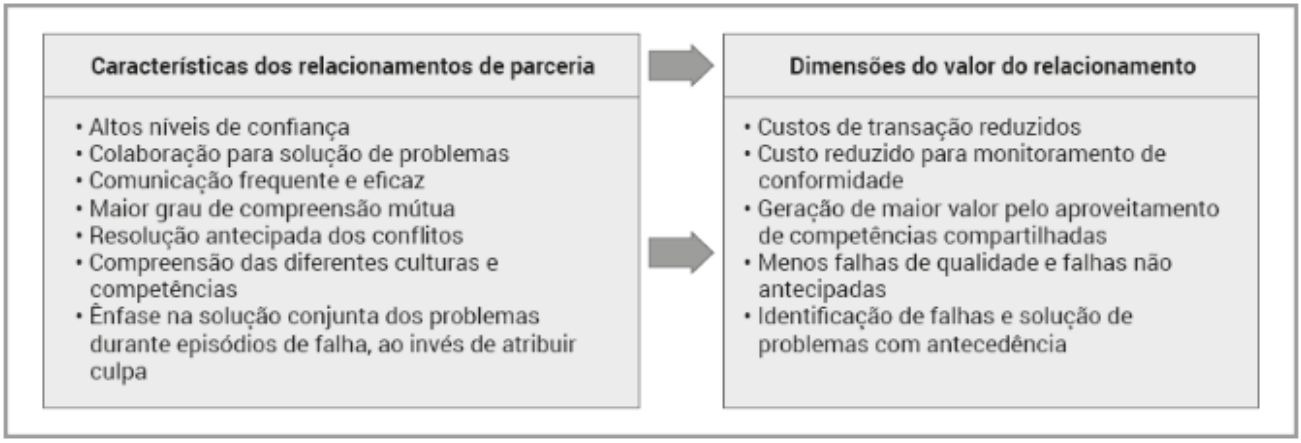


Figura 12.9 O valor dos relacionamentos de parceria.

Qual o tipo de relacionamento?

É muito improvável que qualquer empresa considere sensível se envolver exclusivamente em um tipo de relacionamento ou outro. A maioria das empresas terá um portfólio de relacionamentos, possivelmente, muito diferentes. Além disso, existem graus aos quais qualquer relacionamento particular pode ser gerenciado de forma transacional ou de parceria. A verdadeira questão é: "onde, no espectro entre transacional e parceria, cada relacionamento deve ser posicionado?" E, embora não exista uma fórmula simples para escolher a forma de relacionamento "ideal" em cada caso, existem alguns fatores importantes que podem influenciar a decisão. A questão mais óbvia se referirá à forma como uma empresa pretende competir em seu mercado. Se o preço for o principal fator competitivo, então o relacionamento pode ser determinado por qual abordagem oferece as maiores economias em potencial. Por um lado, as relações contratuais baseadas em mercado poderiam minimizar o preço real pago pelos produtos e serviços comprados, enquanto as parcerias poderiam minimizar os custos de transação dos negócios. Se uma empresa está competindo principalmente na inovação de produtos ou serviços, o tipo de relacionamento pode depender de onde a inovação provavelmente acontecerá. Se a inovação depende de uma estreita colaboração entre fornecedores e clientes, são necessárias relações de parceria. Por outro lado, se os fornecedores estão dispostos a competir para se superar em termos de suas inovações, e especialmente se o mercado é turbulento e de rápido crescimento (como acontece com muitos *softwares* e setores baseados na Internet), pode ser preferível reter a liberdade para mudar de fornecedor rapidamente usando mecanismos de mercado. No entanto, se os mercados são muito turbulentos, as relações de parceria podem reduzir os riscos de não conseguir garantir o suprimento.

Princípio de administração da produção

Todos os relacionamentos da rede de suprimento podem ser descritos pelo equilíbrio entre seus elementos "contratuais" e de "parceria".

As principais diferenças entre os dois extremos desse espectro de relacionamento dizem respeito à visão que um cliente tem se será vantajoso ter relacionamentos de longo prazo ou de curto prazo. Os relacionamentos contratuais podem ser de longo ou curto prazo, mas não há garantia de nada além do contrato imediato. Eles são apropriados quando benefícios de curto prazo são importantes. Muitos relacionamentos e muitas empresas se concentram melhor no curto prazo (especialmente se, sem sucesso a curto prazo, não houver longo prazo). As relações de parceria são, por definição, a longo prazo. Existe o compromisso de trabalhar juntos ao longo do tempo para obter vantagem mútua. O conceito de mutualidade é importante aqui. Um

fornecedor não se torna um "parceiro" apenas por ser chamado assim. A verdadeira parceria implica benefícios mútuos e, muitas vezes, sacrifícios mútuos. Parceria significa abrir mão de alguma liberdade de ação para ganhar algo mais benéfico a longo prazo. Se não estiver na cultura de uma empresa abrir mão de alguma liberdade de ação, é muito pouco provável que seja um sucesso nas parcerias. As oportunidades para desenvolver relacionamentos podem ser limitadas pela estrutura do próprio mercado. Se o número de fornecedores potenciais for pequeno, pode haver poucas oportunidades de usar mecanismos de mercado para obter qualquer tipo de vantagem de suprimento e provavelmente seria sensato desenvolver um relacionamento próximo com pelo menos um fornecedor. Por outro lado, se houver muitos fornecedores em potencial, e especialmente se for fácil avaliar as capacitações dos fornecedores, é provável que os relacionamentos contratuais sejam os melhores.

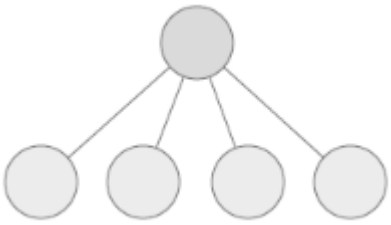
Princípio de administração da produção
Relacionamentos de "parceria" verdadeiros envolvem sacrifício mútuo, bem como benefício mútuo.

GESTÃO DO LADO DO SUPRIMENTO

A capacidade de qualquer processo ou operação produzir resultados depende dos insumos que ele recebe. Assim, a boa gestão de suprimento é uma condição necessária (mas não suficiente) para a gestão eficaz da produção em geral. Quando for decidido comprar produtos ou serviços (ao contrário de fabricá-los internamente), os gerentes precisam decidir sobre as estratégias de aquisição para diferentes produtos e serviços, selecionar fornecedores apropriados, gerenciar o suprimento contínuo e melhorar as capacitações dos fornecedores com o tempo. Dentro da empresa, essas atividades geralmente são de responsabilidade do departamento de compras ou aquisição. O departamento de compras deverá oferecer um elo vital entre a própria operação e seus fornecedores. Devem entender as exigências de todos os processos dentro da operação e, também, as capacitações dos fornecedores que poderiam potencialmente suprir produtos e serviços para a operação.

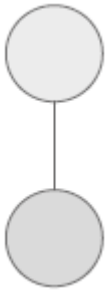
Estratégias de fornecimento

No Capítulo 5, esboçamos uma série de questões referentes à configuração de uma rede de suprimento. A mudança da forma da rede de suprimento pode envolver a redução do número de fornecedores da operação de modo a desenvolver relacionamentos mais próximos, contornando ou "desintermediando" operações na rede. Aqui, vamos nos aprofundar um pouco mais, examinando quatro técnicas fundamentais para o fornecimento: fornecimento múltiplo, fornecimento único, fornecimento delegado e fornecimento paralelo.

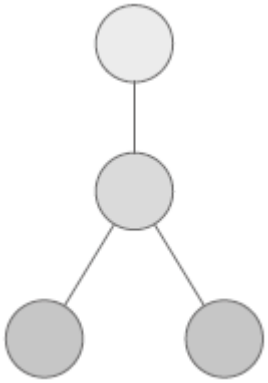


Fornecimento múltiplo envolve a obtenção de um componente de produto ou serviço de mais de um fornecedor. Ele é comumente visto em mercados competitivos onde os custos de mudança são baixos e os objetivos de desempenho são principalmente focados no preço e na confiabilidade. O fornecimento

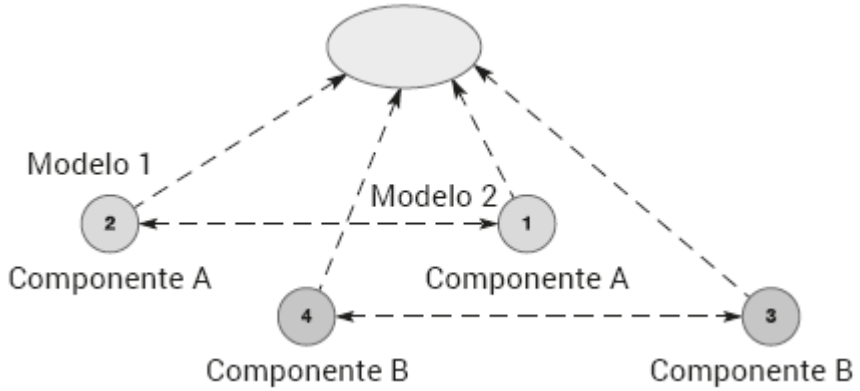
múltiplo pode ajudar a manter a concorrência no mercado de suprimentos, reduzir o risco de suprimento e aumentar a flexibilidade diante da falha do fornecedor ou mudanças na demanda do cliente. Além disso, algumas empresas gostam de usar múltiplas fontes para evitar a dependência de fornecedores, permitindo mudanças nos volumes de compras sem o risco de falência de fornecedores. No entanto, a desvantagem do fornecimento múltiplo é que se torna difícil incentivar o comprometimento dos fornecedores e, como tal, limita a oportunidade de desenvolver uma abordagem de parceria para a gestão de suprimentos.



Fornecimento único envolve a compra de um componente de produto ou serviço de um único fornecedor. Muitas vezes, esses componentes representam uma alta proporção de gastos totais ou são de importância estratégica. Em outros casos, no entanto, as empresas simplesmente preferem a simplicidade (e custos de transação reduzidos) do fornecimento único. Muitos arranjos de única fonte têm um foco de mais longo prazo do que os arranjos de múltiplas fontes e se concentram em uma gama mais ampla de objetivos de desempenho. No entanto, os arranjos de única fonte podem representar um risco aumentado de dependência e uma redução no poder de barganha da empresa.



Fornecimento delegado envolve uma abordagem em camadas para gerenciar as relações com os fornecedores. Isso significa que um fornecedor é responsável pela entrega de uma subconjunto inteiro, ao contrário de uma única peça, ou de um pacote de serviços, ao invés de um serviço individual. Isso tem a vantagem de reduzir significativamente o número de fornecedores de nível 1, ao mesmo tempo que permite um foco em parceiros estratégicos. No entanto, o fornecimento delegado pode alterar a dinâmica do mercado de suprimentos e arriscar a criação de “megafornecedores”, com poder significativo na rede..



Fornecimento paralelo tem como objetivo obter simultaneamente as vantagens do fornecimento múltiplo e único. Envolve ter relacionamentos de fonte única para componentes ou serviços de diferentes modelos de produtos ou pacotes de serviços. Se um fornecedor é considerado insatisfatório, é possível mudar para o fornecedor alternativo que atualmente fornece o mesmo componente, mas para um modelo diferente. A vantagem dessa abordagem de fornecimento é que ela mantém a concorrência e permite a mudança. No entanto, a gestão de arranjos de fornecimento paralelo é relativamente complexa.

Tomando a decisão da estratégia de fornecimento

Dado que cada estratégia de fornecimento tem suas vantagens e desvantagens, um desafio fundamental é decidir qual é a mais adequada. Aqui, podemos explorar duas questões-chave: qual é o risco no mercado de suprimentos e qual é a criticidade do produto ou serviço para o negócio? Considerando o risco, podemos pensar no número de fornecedores alternativos, na facilidade de mudar de um fornecedor para outro, nas barreiras de saída e o custo de trazer as operações de volta para a empresa. Para a criticidade, os gerentes podem considerar a importância de um componente de produto ou serviço em termos de volume comprado, porcentagem do custo total de compra ou o impacto no crescimento do negócio. Ao analisar essas duas dimensões, é possível posicionar componentes de produtos ou serviços de modo geral em um dos quatro principais quadrantes – alavancagem, estratégico, não crítico ou gargalo[5] – e selecionar estratégias apropriadas de fornecimento. Apresentamos como exemplo um fabricante de bicicletas de alto padrão:

■ *Não crítico:* Os tubos internos (A) são responsáveis por uma proporção relativamente baixa do custo total do produto e, com o grande número de fornecedores alternativos, o risco de fornecimento é baixo. Para a categoria de compra não crítica, as estratégias de fornecimento múltiplo costumam ser mais comuns.

■ *Gargalo:* A tubulação (B) da bicicleta é uma categoria especial de carbono e é moldada de forma especial para diferentes tipos de modelo. Embora esse componente seja responsável por uma proporção relativamente baixa do custo total do produto, as alternativas limitadas de fornecimento e os altos custos de troca aumentam o risco. Para produtos e serviços na categoria de gargalo, o fornecimento único é comum, devido a uma falta de escolha no mercado de suprimentos.

■ *Alavancagem:* O guidão de fibra de carbono (C) é responsável por uma grande proporção do custo dessa bicicleta, mas é relativamente fácil de adquirir, pois há um número relativamente grande de fornecedores

disponíveis. Para produtos e serviços de alavancagem, em muitos casos, o agrupamento de requisitos permite uma mudança para o fornecimento delegado.

■ *Estratégico:* O câmbio (D) refere-se ao sistema de marchas na bicicleta. A aquisição destes é complexa, sendo responsável por uma grande proporção do gasto total. Além disso, existem poucos fornecedores capazes de fabricar esses componentes com qualidade suficiente para as bicicletas de alto padrão e, portanto, o custo da troca é alto. Para produtos e serviços estratégicos, as técnicas de fornecimento único continuam sendo populares. Porém, dados os riscos associados ao fornecimento único, muitas empresas passaram a usar técnicas delegadas ou paralelas para esse grupo de compras.

Seleção de fornecedores

Em conjunto com a decisão sobre estratégias de fornecimento para diferentes produtos e serviços, as organizações precisam selecionar fornecedores apropriados. Dadas as tendências de terceirização, racionalização da base de suprimento, envolvimento do fornecedor no desenvolvimento de novo produto/serviço e relacionamentos de fornecimento a mais longo prazo, o processo de seleção é o mais importante para o sucesso das organizações. A Figura 12.10 esboça as quatro principais etapas para a seleção de fornecedor:

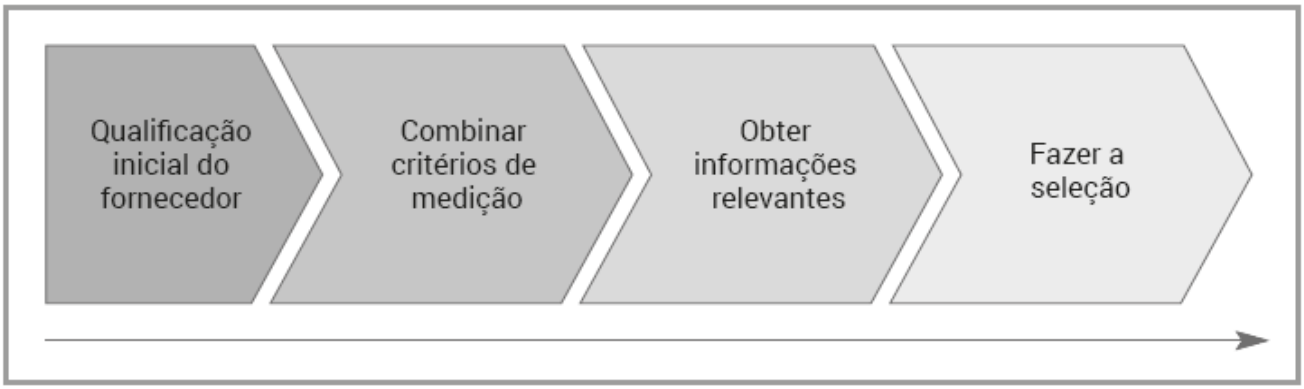


Figura 12.10 O processo de seleção de fornecedor.

■ *Qualificação inicial:* Isto visa reduzir os possíveis fornecedores a um conjunto menor, para futura avaliação. Os critérios de pré-qualificação quase sempre incluem viabilidade financeira, certificação (como ISO 9000), localização (por exemplo, considerando apenas fornecedores localizados dentro de uma certa distância do fabricante) e escala.

■ *Combinar critérios de medição:* É fundamental determinar a importância relativa dos principais objetivos de desempenho (qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade, custo e outros) na seleção de fornecedores. Para determinar esses objetivos de desempenho, são necessários critérios mensuráveis. Por exemplo, para o custo, uma empresa pode considerar o preço unitário, os termos de pagamento (por exemplo, descontos por volume), efeitos da taxa de câmbio etc.

■ *Obter informações relevantes:* Quando as empresas estreitam a seleção para um grupo menor de fornecedores em potencial, mais informações podem ser reunidas para ajudar nos critérios de seleção. Isso pode incluir outros níveis de detalhe nas opções de entrega e estrutura de custos, visitas ao local e testes (por exemplo, pedidos de teste em pequenas quantidades) para avaliar a competência antes de aumentar o pedido.

■ *Fazer a seleção:* Tendo obtido um grupo de alternativas viáveis, a seleção poderá ser apoiada pelo uso de diversos modelos multicritérios para tomada de decisão, incluindo o método de escores ponderados (veja o exemplo resolvido a seguir) e o processo analítico hierárquico (PAH). Esses modelos têm por finalidade oferecer informações quantificáveis para os principais critérios de seleção e uma ponderação da importância relativa, a fim de permitir uma avaliação objetiva de diferentes fornecedores. O custo total de propriedade (CTP) é um método alternativo que busca oferecer informações detalhadas sobre todos os custos possíveis (ao invés de simplesmente o preço do produto ou serviço) associados à aquisição, a fim de que sejam tomadas decisões mais "racionais" durante a seleção de fornecedores.

Exemplo resolvido

Uma rede hoteleira decidiu mudar seus fornecedores de material de limpeza porque o fornecedor atual havia se tornado pouco confiável em seu desempenho de entrega. Os dois fornecedores alternativos em consideração pela rede haviam sido avaliados em uma escala de 1 a 10 com relação aos critérios ilustrados na Tabela 12.1. A tabela mostra a importância relativa de cada critério, considerando também a escala de 1 a 10. Com base na avaliação, o fornecedor B apresenta um escore geral superior.

Tabela 12.1 Critérios ponderados para seleção de fornecedor para uma rede de hotéis

Fator	Peso	Escore do Fornecedor A	Escore do Fornecedor B
Desempenho em custo	10	8 (8 × 10 = 80)	5 (5 × 10 = 50)
Registro de qualidade	10	7 (7 × 10 = 70)	9 (9 × 10 = 90)
Rapidez de entrega prometida	7	5 (5 × 7 = 35)	5 (5 × 7 = 35)
Velocidade de entrega alcançada	7	4 (4 × 7 = 28)	8 (8 × 7 = 56)
Registro de confiabilidade	8	6 (6 × 8 = 48)	8 (8 × 8 = 64)
Variedade fornecida	5	8 (8 × 5 = 40)	5 (5 × 5 = 25)
Capacidade de inovação	4	6 (6 × 4 = 24)	9 (9 × 4 = 36)
Escore ponderado total		325	356

Gestão do suprimento contínuo

A gestão dos relacionamentos de suprimento não é apenas uma questão de escolher os fornecedores certos e, em seguida, deixá-los para continuar com o fornecimento do dia a dia. É também garantir que os fornecedores recebam informações e incentivos adequados para manter um suprimento tranquilo e que a inconsistência interna não afete negativamente sua capacidade de fornecer. Um requisito básico é que seja criado algum mecanismo que assegure o fluxo bidirecional de informações entre o cliente e o fornecedor. É fácil para os fornecedores e os clientes simplesmente esquecerem de trocar informações sobre os desenvolvimentos internos que possam afetar o suprimento. Os clientes podem considerar os fornecedores como responsáveis pela garantia de fornecimento adequado "em qualquer circunstância". Os próprios fornecedores podem ser relutantes em informar os clientes de quaisquer problemas potenciais com o suprimento, porque veem isso como arriscando o relacionamento. No entanto, especialmente se o cliente e o fornecedor se veem como "parceiros", o livre fluxo de informações e a tolerância mútua em caso de problemas ocasionais é a melhor maneira de assegurar um fornecimento tranquilo. Muitas vezes, os relacionamentos do dia a dia dos fornecedores são prejudicados devido a

inconsistências internas. Por exemplo, uma parte de uma empresa pode estar pedindo de um fornecedor algum serviço especial além da natureza estrita de seu acordo, enquanto outra parte da empresa não está pagando os fornecedores no prazo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

O efeito do *tsunami*[6]

A cinza vulcânica da Islândia que interrompeu o transporte aéreo na Europa forneceu uma ideia de como os desastres naturais podem desarranjar as cadeias de suprimento global, especialmente as que adotaram a filosofia enxuta, o estoque baixo e o *just-in-time*. Isso ocorreu em 2010. Todavia, no ano seguinte, um desastre ainda mais sério causou caos em todas as redes de suprimento com conexão com os japoneses; e isso representa muitas redes de suprimento. Foi um desastre quádruplo: um tremor de terra na costa oeste do Japão, um dos maiores já registrados, causou um *tsunami* que matou milhares de pessoas e provocou uma fusão do núcleo do reator da central nuclear local, que obrigou uma grande evacuação de pessoas e a escassez de energia elétrica em todo o país. O efeito sobre a rede de suprimento global foi imediato e drástico. A Sony Corporation paralisou algumas de suas operações no Japão devido à crescente escassez de energia elétrica e anunciou que estava dando folga a seus funcionários durante o verão (quando as necessidades de ar-condicionado são altas) para economizar energia. A produção das empresas automobilísticas japonesas estava entre as mais afetadas. A Toyota suspendeu a produção na maioria de suas fábricas localizadas no Japão, reduziu e depois interrompeu a produção de suas operações na América do Norte e na Europa. A Nissan informou que estava suspendendo sua produção no Reino Unido por três dias no final do mês, devido à escassez de peças fabricadas no Japão. A Honda anunciou que estava reduzindo pela metade a produção de sua fábrica em Swindon, no sudoeste da Inglaterra. Entretanto, a interrupção não foi tão severa como poderia ter sido. A Honda informou que a grande maioria das peças usadas em Swindon era fabricada na Europa, e acrescentou que sua política de trabalho flexível permitia recompor a produção perdida no final do ano.

A prazo mais longo, a interrupção causou um debate entre os profissionais sobre como as cadeias de suprimento poderiam tornar-se mais robustas. Hans-Paul Bürkner, diretor do Boston Consulting Group, disse: *"É muito importante agora pensar no extremo. Você precisa ter algum pulmão*." Alguns comentaristas ainda fazem paralelos com as derrocadas financeiras, afirmando que, à medida que algumas instituições financeiras provaram ser "demasiadamente grandes para falir", alguns fornecedores japoneses podem ser bastante cruciais por serem indispensáveis. Por exemplo, no momento da interrupção, duas empresas, a Mitsubishi Gas Chemical e a Hitachi Chemicals, controlavam cerca de 90% do mercado de resina especializada empregada na fabricação de *microchips* usados em *smartphones* e outros dispositivos. As fábricas de ambas as empresas foram destruídas e o efeito foi sentido em todo o mundo. Portanto, talvez os fornecedores que possuem monopólios de componentes vitais devem espalhar geograficamente suas instalações de produção. De modo semelhante, as empresas que confiam em fornecedores exclusivos devem, talvez, estar mais dispostas a dividir seus pedidos entre dois ou mais fornecedores.

Acordos de nível de serviço

Algumas organizações adotam certo grau de formalidade nos relacionamentos com fornecedores ao encorajar (ou exigir) que todos os fornecedores façam acordos de nível de serviço (SLAs – *Service-Level Agreements*). Esses acordos são definições formais das dimensões do serviço e do relacionamento entre as operações: por exemplo, entre um fornecedor e seu cliente, ou entre um fornecedor interno de serviço e seu cliente interno. SLAs também são uma ferramenta importante na gestão da qualidade, e são descritos com mais detalhes no Capítulo 17.

Melhorando a capacitação do fornecedor

Em qualquer relacionamento que não sejam relações transacionais puras, baseadas no mercado, é de interesse a longo prazo de um cliente assumir alguma responsabilidade pelo desenvolvimento da capacitação dos fornecedores. Ajudar um fornecedor a melhorar não só melhora o serviço (e, espera-se, o preço) do fornecedor, mas também pode levar a uma maior fidelidade de fornecedores e comprometimento a longo prazo. É por isso que algumas empresas bem-sucedidas investem em equipes de desenvolvimento de fornecedores, cuja responsabilidade é ajudar os fornecedores a melhorar seus próprios processos operacionais. Naturalmente, comprometer os recursos para ajudar os fornecedores só vale a pena se melhorar a eficácia da cadeia de suprimentos como um todo. No entanto, o potencial para tanto interesse próprio pode ser significativo.

Como clientes e fornecedores se enxergam[7]

Uma das principais barreiras ao desenvolvimento de fornecedores é o desajuste entre o modo como os clientes e os fornecedores percebem tanto o que é necessário quanto o desempenho do relacionamento. Explorar desajustes em potencial é muitas vezes um exercício esclarecedor, tanto para clientes quanto para fornecedores. A Figura 12.11 ilustra isso. Ela mostra que existem lacunas entre quatro conjuntos de ideias. Como cliente, você (presume-se) tem uma ideia sobre o que realmente quer de um fornecedor. Isso pode, ou não, ser formalizado na forma de um SLA. Mas nenhum SLA pode capturar tudo a respeito do que é necessário. Pode haver uma lacuna entre o modo como você, como cliente, interpreta o que é necessário e como o fornecedor o interpreta. Esta é a *lacuna de percepção de requisitos*. Da mesma forma, como cliente, você (novamente, presume-se) tem uma visão de como seu fornecedor está atuando em termos de cumprimento de seus requisitos. Isso pode não coincidir com a forma como seu fornecedor acredita que está funcionando. Esta é a *lacuna de percepção de realização*. Ambas as lacunas são uma função da eficácia da comunicação entre fornecedor e cliente. Mas também há outras duas lacunas. A lacuna entre o que você deseja do seu fornecedor e a forma como ele está executando indica o tipo de desenvolvimento que, como cliente, você deve dar ao seu fornecedor. Da mesma forma, a lacuna entre as percepções do seu fornecedor quanto às suas necessidades e seu desempenho indicam como o fornecedor deve inicialmente melhorar seu próprio desempenho. Em última análise, é claro, a responsabilidade de melhoria do fornecedor deve coincidir com a visão do cliente sobre os requisitos e o desempenho.

Princípio de administração da produção

Relacionamentos insatisfatórios com o fornecedor podem ser causados por lacunas de percepção e cumprimento de requisitos.

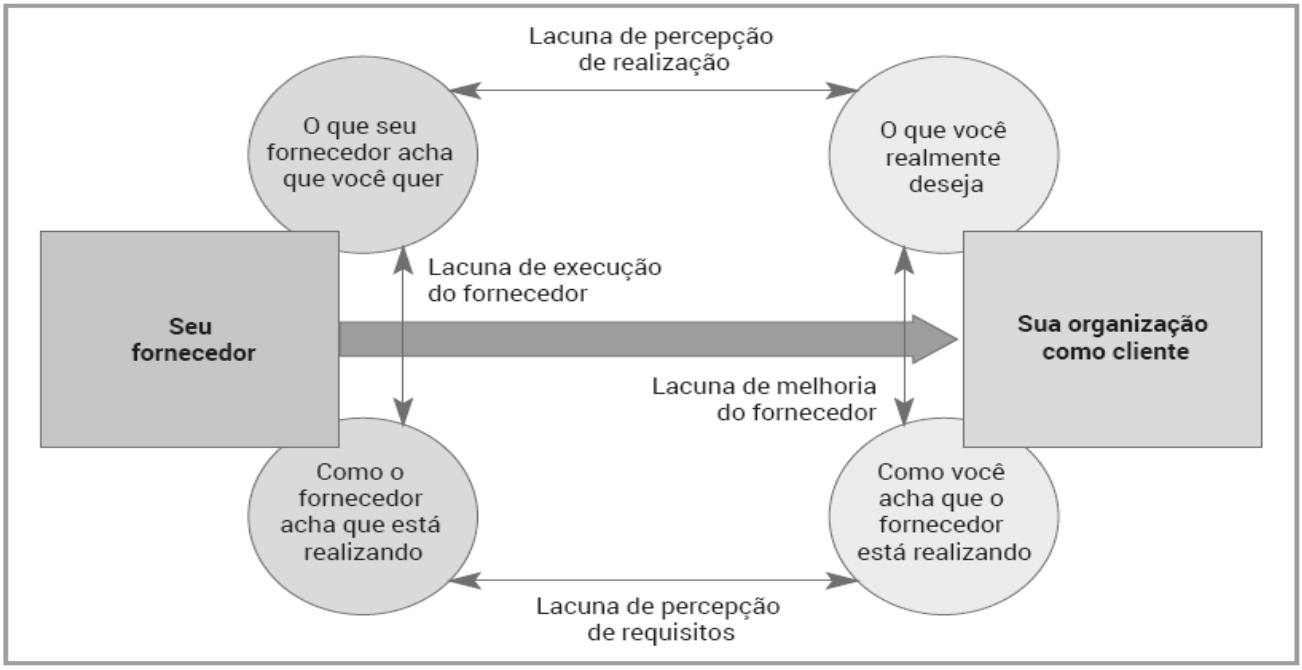


Figura 12.11 Desajustes de percepção em potencial para compreender as necessidades de desenvolvimento do fornecedor.

Suprimento global

Um dos principais desenvolvimentos da rede de suprimento nos últimos anos tem sido a expansão na proporção de produtos e (ocasionalmente) serviços cujas empresas estão dispostas a comprar de fontes fora do país. Isso é denominado compra global (*global sourcing*) – processo de identificar, avaliar, negociar e configurar o fornecimento em localizações geográficas distintas. Tradicionalmente, mesmo empresas que exportavam bens e serviços para todo o mundo (quer dizer, eram internacionais no lado da demanda), ainda compravam a maioria de seus suprimentos de fornecedores locais (quer dizer, não eram internacionais no lado do suprimento). Isso mudou – as empresas estão cada vez mais dispostas a procurar por fornecedores fora de seus países e por razões muito boas.[8] Pode haver economias de custo significativas ao comprar de fornecedores de países com custo mais baixo. E a competição mundial mais acirrada forçou as empresas a tentar reduzir seus custos totais. Visto que, em muitos setores, os itens comprados são a maior parte isolada dos custos operacionais, uma estratégia bastante óbvia é adquirir de onde for mais barato. Mas não é somente o custo que tem influenciado a mudança para o suprimento global. Parcialmente, isso se deve à redução das barreiras para a aquisição de bens em outros países. A formação de blocos comerciais em diferentes partes do mundo teve o efeito de reduzir as barreiras alfandegárias, pelo menos dentro desses blocos. As infraestruturas de transporte são consideravelmente mais sofisticadas e mais baratas do que antes. Por exemplo, operações portuárias supereficientes em Roterdam e Singapura, sistemas rodoviário e ferroviário integrados, sistemas automatizados de rotas desenvolvidos em conjunto e frete aéreo mais barato têm reduzido algumas das barreiras de custo para o comércio internacional.

Sem dúvida, há problemas com o suprimento global. Os riscos de aumentar a complexidade e a distância precisam ser administrados cuidadosamente. Fornecedores significativamente distantes precisam transportar seus produtos por um longo percurso. Os riscos de atraso e retenções são muito maiores do que com os produtos comprados localmente. (Veja o caso de "Operações na prática" sobre os problemas

causados pelo *tsunami*). Além disso, negociar com fornecedores cuja língua nativa é diferente da do comprador torna a comunicação mais difícil e pode levar a mal-entendidos sobre os termos contratuais. Dessa forma, as decisões de suprimento global exigem que as empresas avaliem custos, desempenho, serviço e fatores de risco, e nem sempre todos eles são evidentes. Esses fatores são importantes no suprimento global devido a fatores de custo "ocultos", como taxas de frete entre fronteiras e taxas alfandegárias, exigências de estoque e manuseios complexos e, ainda, exigências administrativas, documentação e regulamentações ainda mais complexas.

Suprimento global e responsabilidade social

Embora a responsabilidade de a produção assegurar que apenas lida com fornecedores éticos sempre seja importante, a expansão do suprimento global trouxe um foco mais definido para essa questão. Fornecedores locais podem (até certo ponto) ser monitorados de forma relativamente fácil. Entretanto, quando os fornecedores estão espalhados pelo mundo, geralmente em países com tradições e padrões éticos diferentes, o monitoramento torna-se mais difícil. Não apenas isso, mas há muitas visões genuinamente diferentes a respeito do que são consideradas práticas éticas. Diferenças sociais, culturais e religiosas podem facilmente ser traduzidas em incompreensão mútua sobre a perspectiva ética de cada país. Essa é a razão pela qual muitos países estão colocando um esforço significativo em articular e esclarecer as políticas de seleção de seus fornecedores. O caso de "Operações na prática" breve da Levi Strauss é um exemplo típico de abordagem de organização esclarecida a respeito do suprimento global.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Trechos da política de suprimento global da Levi Strauss[9]

Nossas diretrizes globais de produção e suprimento ajudam-nos a selecionar parceiros comerciais que seguem padrões de ambientes de trabalho e práticas de negócios que sejam coerentes com os valores de nossa empresa. Essas exigências aplicam-se a todos os contratados que fabricam ou finalizam produtos para a Levi Strauss & Co. Inspetores treinados fazem auditorias de perto e monitoram o atendimento de exigências de aproximadamente 600 contratados nas áreas de corte, costura e acabamento em mais de 60 países... Os diversos países onde a empresa possui interesse de negócios atuais e futuros apresentam uma variedade de circunstâncias culturais, políticas, sociais e econômicas... As diretrizes de avaliação de países ajudam-nos a avaliar qualquer questão que possa apresentar preocupação à luz de princípios éticos que estabelecemos para nós mesmos. Especificamente, podemos avaliar as condições de saúde e segurança, o ambiente de direitos humanos, o sistema legal e o ambiente político, econômico e social de modo a proteger os interesses comerciais da empresa e de sua marca/imagem corporativa. Os padrões de emprego da empresa estabelecem que apenas farão negócios com parceiros que atendam às seguintes normas:

■ *Trabalho infantil*. O uso de trabalho infantil não é permitido. Os trabalhadores não podem ter menos de 15 anos de idade e não podem estar na faixa etária de escolaridade obrigatória. Não utilizamos parceiros que adotem trabalho infantil em qualquer de suas instalações.

■ *Trabalho de presidiário/trabalho forçado*. Não utilizamos trabalho de presidiário ou trabalho forçado nas relações contratuais para a fabricação ou acabamento de produtos. Não utilizamos ou compramos materiais de parceiros comerciais que utilizem trabalho de presidiário ou trabalho forçado.

■ *Práticas disciplinares*. Não utilizamos parceiros comerciais que usem punição corporal ou outras formas de coação física ou mental.

■ *Horário de trabalho*. Embora permitamos flexibilidade em horários de trabalho, identificamos os limites locais legais que regulamentam as horas de trabalho e procuramos parceiros que não excedam tais limites, a não ser que os funcionários sejam devidamente compensados com pagamento de hora extra. Os empregados devem ter, pelo menos, um dia de folga por semana.

■ *Salários e benefícios*. Apenas faremos negócio com parceiros que oferecem salários e benefícios de acordo com a legislação de seus países e que atendam às práticas dominantes da indústria manufatureira e de acabamento local.

■ *Liberdade de associação*. Respeitamos os direitos dos trabalhadores de formar organizações de sua própria escolha e de negociar coletivamente. Esperamos que nossos fornecedores respeitem o direito à associação livre e o direito de os trabalhadores se organizarem e negociarem coletivamente sem interferência ilegal.

■ *Discriminação*. Embora reconheçamos e respeitemos as diferenças culturais, acreditamos que os funcionários devam ser empregados com base em sua habilidade de executar o trabalho, e não com base em características ou crenças pessoais. Favorecemos parceiros de trabalho que compartilhem esses valores.

■ *Saúde e segurança*. Utilizamos apenas parceiros comerciais que ofereçam um ambiente de trabalho seguro. Parceiros comerciais que oferecem residência a seus funcionários precisam assegurar que as instalações sejam seguras e saudáveis.

GESTÃO DO LADO DA DEMANDA

A gestão das relações do lado da demanda dependerá em parte da natureza da demanda, em particular, como ela é incerta. Conhecer as demandas exatas que os clientes exigirão permite que um fornecedor planeje seus próprios processos internos de forma sistemática. Conforme descrito no Capítulo 10, esse tipo de demanda é chamado de demanda "dependente"; é relativamente previsível porque depende de algum fator que seja previsível. Por exemplo, o fornecimento de pneus ao fabricante da bicicleta, descrito anteriormente, envolve examinar os programas de fabricação em sua fábrica e derivar a demanda de pneus a partir disso. Se 200 bicicletas forem fabricadas em um determinado dia, então é fácil calcular que 400 pneus serão exigidos pela planta (cada bicicleta usa dois pneus). Por isso, os pneus podem ser encomendados ao fabricante de pneus para um programa de entrega que está de acordo com a demanda por pneus da planta. Na verdade, a demanda por cada parte da planta será derivada do programa de montagem para as bicicletas acabadas. As ordens de fabricação e os pedidos de compra dependerão dessa quantidade. A gestão de redes internas de processo quando a demanda externa é dependente é, em grande parte, uma questão de calcular, da maneira mais precisa possível, as consequências internas da demanda. O planejamento de necessidade de materiais (MRP), tratado no Capítulo 14, é a abordagem de demanda dependente mais conhecida.

Mas, novamente, como observamos no Capítulo 10, nem todas as operações possuem demanda tão previsível. Algumas operações estão sujeitas à demanda independente. Existe um elemento aleatório na demanda que é praticamente independente de quaisquer fatores óbvios. A produção, assim como seus fornecedores, são obrigados a fornecer demanda sem ter visibilidade total dos pedidos de clientes. No Capítulo 10, usamos o exemplo de um serviço de substituição de pneus. Ele não tem uma forma de prever o volume ou as necessidades específicas dos clientes. Deve tomar decisões sobre quantos e quais tipos de pneus estocar, com base nas previsões da demanda e à luz dos riscos que está preparado para assumir pela falta de estoque. A gestão de redes de processo interno quando a demanda externa é independente, envolve fazer as "melhores escolhas" em relação à demanda futura, tentando obter os recursos para satisfazer essa demanda e tentando responder rapidamente se a demanda real não corresponder à previsão. A gestão do estoque, que tratamos no Capítulo 13, é uma abordagem típica para essa situação.

Serviços de logística

Logística significa mover produtos para clientes. Às vezes, o termo "gerenciamento de distribuição física" ou simplesmente "distribuição" é usado como sendo semelhante à logística. Uma decisão importante é o quanto do processo logístico de organizar a circulação de mercadorias deve ser confiado a prestadores de serviços externos. A extensão e a integração desse tipo de prestação de serviços são muitas vezes referidas como logística de primeira, segunda, terceira ou quarta parte (ou 1PL, 2PL, 3PL, 4PL, para abreviar). No entanto, a distinção entre as classificações PL por vezes pode ser confusa, com diferentes empresas usando definições ligeiramente diferentes:

■ *Logística de primeira parte (no sentido de "parte participante") (1PL)* – é quando, ao invés de terceirizar a atividade, o proprietário daquilo que está sendo transportado organiza e realiza ele mesmo a movimentação de produtos. Por exemplo, um fabricante entregará diretamente, ou um varejista, como um supermercado, apanhará os produtos de um fornecedor. A atividade de logística é um processo totalmente interno.

■ *Logística de segunda parte (2PL)* – é quando uma empresa decide terceirizar ou subcontratar serviços de logística por um segmento específico de uma cadeia de suprimento. Pode envolver a contratação de uma empresa de entregas por via terrestre, ferroviária ou marítima, a fim de transportar e, se necessário, armazenar produtos de um ponto de coleta específico para um destino específico.

■ *Logística de terceira parte (3PL)* – é quando uma empresa contrata uma empresa de logística para trabalhar com outras empresas de transporte, a fim de gerenciar as operações de logística da empresa. É um conceito mais amplo do que a 2PL, e pode envolver transporte, armazenagem, gestão de estoque e até mesmo empacotamento ou reempacotamento de produtos. Geralmente, a 3PL envolve serviços que são escalados e customizados para as necessidades específicas de um cliente.

■ *Logística de quarta parte (4PL)* – é uma ideia mais ampla do que a 3PL. A Accenture, um grupo de consultoria, usava originalmente o termo "4PL". A definição da Accenture para a 4PL é: "*4PL é um integrador que monta os recursos, capacitações e tecnologia de sua própria organização e de outras organizações para projetar, montar e executar soluções abrangentes da cadeia de suprimentos.*" Os fornecedores de serviço 4PL partilham capacidades de transporte, processos, suporte de tecnologia e atividades de coordenação para oferecer serviços customizados da cadeia de suprimento para parte ou toda a cadeia de suprimento de um cliente. Empresas 4PL podem administrar todos os aspectos da cadeia

de suprimento de um cliente. Elas podem atuar como uma interface única entre o cliente e diversos provedores de serviços logísticos, e quase sempre são entidades organizacionais separadas, criadas em longo prazo ou como uma *joint venture* entre um cliente e um ou mais parceiros.

■ *5PL?* – Isso mesmo! Quase inevitavelmente, algumas empresas estão sendo anunciadas como provedores de logística de quinta parte, principalmente alegando que ampliam o escopo ainda mais, para lidar com o *e-business*.

Gestão da logística e a Internet

De fato, a comunicação baseada na Internet teve um impacto significativo no gerenciamento de distribuição física. As informações podem ser disponibilizadas mais facilmente ao longo da cadeia de distribuição, de modo que as empresas de transporte, os armazéns, os fornecedores e os clientes possam compartilhar o conhecimento de onde os produtos estão na cadeia (e, às vezes, para onde eles estão seguindo). Isso permite que as operações dentro da cadeia coordenem suas atividades mais prontamente. Também oferece o potencial de algumas economias significativas de custos. Por exemplo, uma questão importante para as empresas de transporte é a do *back-loading*. Quando a empresa é contratada para transportar mercadorias de A para B, seus veículos podem ter que retornar de B para A vazios. *Back-loading* significa encontrar um cliente potencial que deseja que seus bens sejam transportados de B para A no período de tempo certo. Com o aumento da disponibilidade de informações através da Internet, a possibilidade de encontrar um *back-load* aumenta. As empresas que podem preencher seus veículos nas viagens de ida e volta terão custos significativamente menores por distância percorrida do que aquelas cujos veículos estão vazios durante metade da jornada total. Da mesma forma, a tecnologia baseada na Internet que dá aos clientes visibilidade do progresso da distribuição pode ser usada para aprimorar a percepção de atendimento ao cliente. As tecnologias "*track-and-trace*", por exemplo, permitem que empresas de distribuição de pacotes informem e tranquilizem os clientes de que seu serviço está sendo entregue como prometido.

Talvez o desenvolvimento recente mais significativo das tecnologias baseadas na Internet na logística seja a "Internet das coisas" (ou "IoT"; *veja* uma explicação completa no Capítulo 8). O uso de "tecnologias de identificação automática", como a identificação por radiofrequência (RFID) para rastrear o progresso dos itens através de uma cadeia de suprimentos, significa que, durante todas as etapas de fabricação e distribuição, o armazenamento e a venda de cada produto podem ser rastreados individualmente e as informações utilizadas para coordenar o fornecimento.

Gestão de relacionamento com o cliente (CRM – *Customer Relationship Management*)

Há uma história (que pode ser ou não verdadeira) frequentemente citada para demonstrar a importância de usar tecnologia de informação na análise de informação ao cliente. É a seguinte: o Wall Mart, grande rede de supermercados com sede nos Estados Unidos, realizou uma análise sobre os hábitos de consumo de seus clientes e descobriu uma correlação estatisticamente significativa entre compra de bebidas e compra de fraldas, especificamente às sextas-feiras, à noite. A razão? Os pais iam ao supermercado comprar fraldas para seus bebês e, dado que a condição de pai restringe a possibilidade de sair para encontrar amigos com frequência, eles também compravam cerveja para beber em casa. Supostamente,

essa conclusão levou o supermercado a posicionar as fraldas perto de cervejas nas lojas, aumentando as vendas de ambos.

Seja essa história verdadeira ou falsa, ela ilustra o potencial de análise de dados para compreender os clientes. Essa é a base da gestão de relacionamento com o cliente (CRM). Esse método é usado para aprender mais sobre as necessidades e os comportamentos dos clientes, a fim de desenvolver relacionamentos mais fortes com eles. Embora o CRM geralmente dependa de tecnologia da informação, é errado vê-lo simplesmente como "tecnologia". Em vez disso, é um processo que ajuda a entender as necessidades dos clientes e desenvolver meios de atender a essas necessidades enquanto maximiza a lucratividade. O CRM reúne todas as informações isoladas sobre clientes de modo a obter *insights* sobre seu comportamento e valor para a empresa. Ajuda a vender produtos e serviços de forma mais eficaz e aumenta o faturamento ao:

- fornecer serviços e produtos que sejam exatamente o que os clientes desejam;
- reter os clientes existentes e descobrir novos clientes;
- oferecer melhor atendimento ao cliente;
- fazer venda cruzada de produtos de forma mais eficaz.

O CRM tenta ajudar as organizações a entender quem são seus clientes e qual é seu valor ao longo da vida. Consegue fazer isso ao estabelecer vários passos em seus processos de interface com os clientes. Primeiro, a empresa deve determinar as necessidades de seus clientes e como melhor atender a essas necessidades. Por exemplo, os bancos podem registrar as idades e os estilos de vida de seus clientes para oferecer produtos apropriados como financiamentos e planos de previdência privada quando necessários. Segundo, a empresa deve examinar todas as diferentes formas e partes da organização onde as informações sobre os clientes são coletadas, armazenadas e utilizadas. As empresas podem interagir com os clientes de diferentes formas e por meio de diferentes pessoas. Por exemplo, o pessoal de vendas, os centros de atendimento, os funcionários técnicos, os gerentes de produção e distribuição podem, todos eles e em diferentes momentos, ter contato com os clientes. Os sistemas CRM deverão integrar esses dados. Terceiro, todos os dados relacionados aos clientes devem ser analisados para se obter uma visão holística de cada um deles e identificar em que parte o serviço pode ser melhorado.

Comentário crítico

Apesar de seu nome, alguns críticos do CRM argumentam que sua maior fraqueza é não se ocupar suficientemente de ajudar diretamente o cliente. Os sistemas CRM são vendidos a executivos como uma forma de aumentar a eficiência, forçar processos padronizados e obter melhores *insights* sobre o estado do negócio. No entanto, raramente resolvem a necessidade de ajudar as organizações a solucionar problemas com clientes, responder às suas perguntas com maior rapidez ou ajudá-los a resolver seus próprios problemas. Isso pode explicar a tendência de mudança do foco para a automatização das funções de linha de frente e, assim, aprimorar processos, como o apoio *online* ao cliente.

Desenvolvimento do cliente

Anteriormente no capítulo, a Figura 12.11 ilustrou algumas das lacunas na percepção e desempenho que podem ocorrer entre clientes e fornecedores. O objetivo era então demonstrar a natureza do desenvolvimento de fornecedores. A mesma abordagem pode ser usada para analisar a natureza dos

requisitos e desempenho com os clientes. Neste caso, o importante é compreender as percepções dos clientes, seus requisitos e a visão deles quanto ao seu desempenho, e alimentá-los em seus próprios planos de melhoria de desempenho. O que é menos comum, mas pode ser igualmente valioso, é usar essas lacunas (mostradas na Figura 12.12) para examinar a questão de saber se os requisitos do cliente e as percepções de desempenho são precisas ou razoáveis. Por exemplo, os clientes podem estar colocando demandas aos fornecedores sem considerar totalmente suas consequências. Pode ser que pequenas modificações no que é solicitado não prejudiquem os clientes e, no entanto, proporcionem benefícios significativos aos fornecedores, que poderiam ser repassados aos clientes. Da mesma forma, os clientes podem não ter as competências necessárias para medir o desempenho do fornecedor, caso em que os benefícios do excelente serviço do fornecedor não serão reconhecidos. Logo, assim como os clientes têm a responsabilidade de ajudar a desenvolver o desempenho de seus próprios fornecedores, por seus próprios interesses e dos seus fornecedores, os fornecedores têm a responsabilidade de desenvolver a compreensão de seus clientes de como o suprimento deve ser gerenciado.

Princípio de administração da produção

Relacionamentos insatisfatórios com o fornecedor podem ser causados por lacunas de percepção de requisitos e cumprimento.

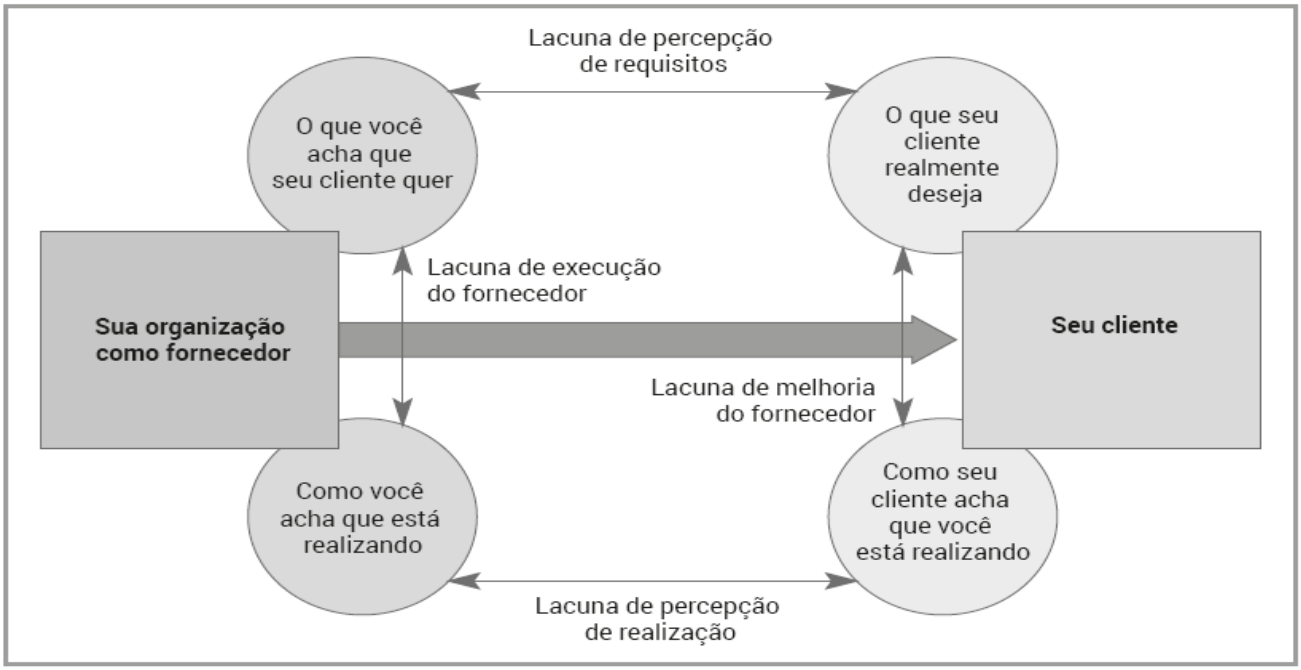


Figura 12.12 Desajustes de percepção em potencial para compreender as necessidades de desenvolvimento do cliente.

DINÂMICAS DAS CADEIAS DE SUPRIMENTO

Há dinâmicas entre as firmas nas cadeias de suprimento que causam erros, imprecisões e volatilidade, e estes se acumulam à medida que segue em direção a montante (*upstream*) da cadeia de suprimento. Esse efeito é conhecido como "efeito chicote",[10] que recebe esse nome porque um pequeno distúrbio em uma ponta da cadeia causa distúrbios crescentes à medida que segue em direção à outra ponta. Sua principal causa é um desejo racional e perfeitamente compreensível de cada um dos diferentes elos da cadeia de gerenciar sensatamente seus níveis de atividade e estoque. Para demonstrar isso, examinemos a taxa de produção e os níveis de estoque para a rede de suprimento mostrada na Tabela 12.2. Essa é uma rede de

suprimento em quatro estágios em que um fabricante de equipamento original (OEM) é servido por três camadas de fornecedores. A demanda de mercado da OEM ocorre a uma taxa de 100 itens por período, mas no período 2, a demanda reduz para 95 itens. Todos os estágios da rede de suprimento trabalham no princípio de que devem manter estoque equivalente à demanda de um período. Essa é uma simplificação, embora não muito grosseira. Muitas operações controlam seus níveis de estoque de acordo com sua taxa de demanda. A coluna denominada"estoque" mostra o estoque inicial, no começo do período, e o estoque final, no encerramento do período. No início do período 2, a OEM tem 100 unidades em estoque (sendo esta a taxa de demanda para o período 2). A demanda no período 2 é 95 e a OEM sabe que precisa produzir itens suficientes para encerrar o período com 95 itens em estoque (sendo essa a nova taxa de demanda). Para conseguir isso, ela precisa produzir apenas 90 itens que, somados os cinco itens do estoque inicial, irá suprir a demanda e deixar o estoque final em 95 itens. O início do período 3 encontra a OEM com 95 itens em estoque. A demanda também é de 95 itens e, portanto, a taxa de produção para manter o nível de estoque de 95 será de 95 itens por período. A OEM agora opera com uma taxa estável de 95 itens por período. Entretanto, observe que uma mudança na demanda de apenas cinco itens produz uma flutuação de 10 itens na taxa de produção da OEM.

Tabela 12.2 Flutuações dos níveis de produção ao longo da cadeia de suprimento em resposta à pequena mudança na demanda do cliente final (Estoque inicial (a) + Produção (b) = Estoque final (c) + demanda, que é a produção na camada anterior (d). Veja a explicação no texto. Note que todos os estágios na cadeia de suprimento mantêm o estoque de um período, c = d)

Período	Fornecedor de 3ª camada			Fornecedor de 2ª camada		Fornecedor de 1ª camada			Montadora de equipamentos (OEM)		Demanda
	Prod.	Estoque		Prod.	Estoque	Prod.	Estoque		Prod.	Estoque	
1	100	100		100	100	100	100		100	100	100
		100			100		100			100	
2	20	100		60	100	80	100		90	100	95
		60			80		90			95	
3	180	60		120	80	100	90		95	95	95
		120			100		95			95	
4	60	120		90	100	95	95		95	95	95
		90			95		95			95	
5	100	90		95	95	95	95		95	95	95
		95			95		95			95	
6	95	95		95	95	95	95		95	95	95
		95			95		95			95	
Pedidos Itens	Pedidos Itens		Pedidos Itens					Pedidos Itens			Mercado

Agora, leve essa mesma lógica para o fornecedor de primeira camada. No início do período 2, o fornecedor de segunda camada tem 100 itens em estoque. A demanda que ele deve atender no período 2 é derivada da taxa de produção da OEM. Esta foi reduzida a 90 itens no período 2. Assim, o fornecedor de primeira camada deve produzir o suficiente para atender à demanda de 90 itens (ou equivalente) e deixar um mês de demanda (agora, 90 itens) como seu estoque final. Uma taxa de produção de 80 itens por período será suficiente. Portanto, começará o período 3 com um estoque inicial de 90 itens, mas a demanda da OEM agora subiu para 95 itens. Portanto, ele precisa produzir o suficiente para atender a essa demanda de 95 itens e deixar 95 itens em estoque. Para fazer isso, ele precisa produzir 100 itens no período 3. Após o período 3, o fornecedor de primeira camada retorna a um estado constante, produzindo 85 itens por mês. Porém, observe novamente que a flutuação foi ainda maior do que na taxa de produção da OEM, diminuindo para 80 itens em um período, aumentado para 100 itens por período e depois alcançando uma taxa constante de 95 itens por período.

Estendendo essa lógica até o fornecedor de terceira camada, observará que, quanto mais a montante na cadeia de suprimento estiver a operação, mais drásticas serão as flutuações.

Princípio de administração da produção

As flutuações na demanda tornam-se progressivamente amplificadas à medida que seus efeitos acontecem a montante da cadeia de suprimento.

Esta demonstração relativamente simples ignora qualquer demora no fluxo de material e informação entre os estágios. Na prática, haverá tal intervalo e isso tornará as flutuações ainda mais marcantes. A Figura 12.13 mostra o resultado líquido de todos esses efeitos em uma cadeia de suprimento típica. Observe o aumento ainda maior da volatilidade a montante na cadeia.

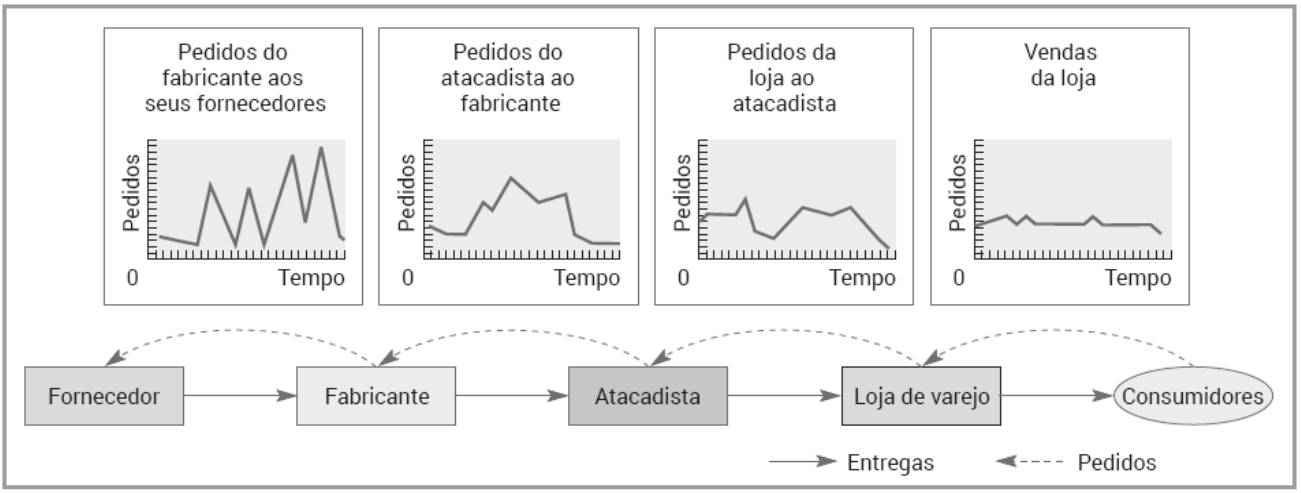


Figura 12.13 Dinâmica típica da cadeia de suprimento.

Controle da dinâmica da cadeia de suprimento

O primeiro passo na melhoria do desempenho da cadeia de suprimento envolve a tentativa de reduzir o efeito chicote. Isso normalmente significa coordenar as atividades da produção na cadeia de várias maneiras.[11]

Capacitando as cadeias de suprimento

Uma das razões para as flutuações da produção descritas no exemplo anterior foi que cada operação na cadeia reagia aos pedidos emitidos por seu cliente imediato. Nenhuma das operações tinha visão ampla sobre o que estava ocorrendo ao longo da cadeia. Se as informações estivessem disponíveis e compartilhadas ao longo da cadeia, é improvável que tais flutuações descontroladas teriam ocorrido. Assim, é sensato tentar compartilhar as informações ao longo da cadeia, de modo que todas as operações possam monitorar a demanda verdadeira, livre dessas distorções. Uma melhoria óbvia é tornar as informações sobre o cliente final disponíveis às operações a montante (*upstream*) da cadeia. Os sistemas de ponto de venda eletrônico (EPOS) utilizados por muitos varejistas tentam fazer isso. Os dados de vendas dos caixas são consolidados e transmitidos aos armazéns, empresas transportadoras e operações de fabricação do fornecedor que compõem sua cadeia de suprimento. De modo semelhante, a troca eletrônica de dados (EDI) ajuda a compartilhar as informações e pode também afetar os lotes econômicos de compra embarcados entre as operações na cadeia de suprimento.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Cadeia de suprimento ágil da Seven Eleven Japão[12]

A Seven Eleven Japão (SEJ) é a maior e mais bem-sucedida rede varejista desse país. O valor médio do estoque de uma loja SEJ está entre 7 e 8,4 dias de demanda, um giro de estoque muito alto para qualquer varejista. Analistas da indústria veem a gestão da rede de suprimento da SEJ como a força impulsora por trás de seu sucesso. É uma agilidade apoiada por um sistema de informação amplamente integrado que fornece visibilidade de toda a cadeia de suprimento e assegura rápida reposição de bens nas lojas, customizadas exatamente conforme as necessidades de cada uma delas. Assim que um cliente chega ao caixa, o atendente digita o gênero e a idade aproximada do cliente e, depois, "lê" o código de barras dos bens comprados. Esses dados de vendas são transmitidos à sede da empresa através de suas linhas dedicadas de alta velocidade. Simultaneamente, o sistema de computação da loja registra e analisa as informações, de modo que os gerentes e a matriz tenham informações imediatas do ponto de venda. Isso permite aos gerentes das lojas e à matriz analisar as tendências das vendas de hora em hora, quaisquer faltas de estoque, os tipos de clientes que compram determinados produtos e assim por diante. A matriz calcula todos esses dados agregados por região, produto e horário, de modo que as partes da cadeia de suprimento, desde os fornecedores até as lojas, tenham as informações para a manhã seguinte. Todas as segundas-feiras, o presidente e os principais executivos da empresa analisam todas as informações de desempenho da semana anterior e desenvolvem planos para a semana seguinte. Esses planos são apresentados terça-feira de manhã aos analistas das operações de campo da SEJ, cada um deles responsável por facilitar a melhoria de desempenho em cerca de oito lojas. Terça-feira à tarde, os analistas de campo de região reúnem-se para decidir como implementarão os planos globais para a região. Na terça-feira à noite eles retornam às suas regiões e, na manhã seguinte, visitam as lojas para transmitir as mensagens desenvolvidas na matriz que visam ajudá-las a implementar seus planos. A distribuição física da SEJ é também organizada de forma ágil. A empresa de distribuição mantém comunicação por rádio com todos os motoristas, e a matriz rastreia todas as atividades de entrega. Os tempos de entrega e as rotas são planejados em detalhe e publicados na forma de um cronograma de entrega. Em média, cada entrega fica apenas 90 segundos em cada loja e espera-se que os motoristas façam suas entregas dentro do limite de dez minutos do tempo programado. Se uma entrega atrasar mais de 30 minutos, a empresa de distribuição precisa pagar à loja uma multa equivalente ao lucro bruto sobre os bens entregues. A agilidade de todo o sistema de suprimento também permite à matriz da SEJ e à empresa distribuidora reagirem a possíveis interrupções. Por exemplo, no dia do terremoto de Kobe, a SEJ utilizou sete helicópteros e 125 motocicletas para garantir a entrega de 64 mil bolinhos de arroz às vítimas do terremoto.

Alinhamento de canal nas cadeias de suprimento

Alinhamento de canal significa o ajuste da programação, a movimentação dos materiais, os níveis de estoque, o preço e outras estratégias de vendas de modo a alinhar todas as operações da cadeia. Isso vai

além da provisão de informação. Significa que os sistemas e métodos da tomada de decisão de planejamento e controle estejam harmonizados ao longo da cadeia. Por exemplo, até ao usar a mesma informação, as diferenças dos métodos de previsão ou das práticas de compra podem levar a flutuações nos pedidos entre as operações na cadeia. Um meio de evitar isso é permitir que um fornecedor a montante (*upstream*) gerencie os estoques de seu cliente a jusante (*downstream*). Isso é conhecido como estoque gerenciado pelo vendedor (*Vendor Managed Inventory* – VMI). Assim, por exemplo, um fornecedor de embalagem pode ser responsável pelo estoque dos materiais de embalagem mantidos pelo cliente, uma empresa de fabricação de alimentos. Da mesma forma, o fabricante de alimentos pode ser responsável pelo estoque de seus produtos que são armazenados em seus clientes, nos armazéns dos supermercados.

Eficiência operacional nas cadeias de suprimento

"Eficiência operacional" neste contexto significa os esforços que cada operação na cadeia de suprimento pode fazer para reduzir sua própria complexidade, os custos de fazer negócios com outras operações na cadeia e o tempo de atravessamento. O efeito acumulado dessas atividades individuais é simplificar o atravessamento de toda a cadeia. Por exemplo, imagine uma cadeia de operações cujo nível de desempenho seja relativamente deficiente: defeitos frequentes de qualidade, prazo de entrega longo para pedir produtos e serviços, entrega não confiável e assim por diante. O comportamento da cadeia seria uma sequência contínua de erros e esforços desperdiçados no replanejamento para compensar esses erros. A qualidade ruim significaria pedidos extras e não planejados e entrega não confiável, e prazos de entrega lentos significariam estoques de segurança elevados. Tão importante quanto isso, a maior parte do tempo dos gerentes de produção seria dedicada a lidar com a ineficiência. Em contraste, uma cadeia cujas operações tivessem altos níveis de desempenho seria mais previsível e teria tempo de atravessamento mais rápido, fatores que ajudariam a minimizar as flutuações da cadeia de suprimento.

Previsão nas cadeias de suprimento

Uma previsão mais exata também ajuda a reduzir o efeito chicote. Esse efeito é causado por padrões de demanda, prazos de entrega, mecanismos de previsão e as decisões de reposição usadas para solicitar produtos das instalações de produção ou dos fornecedores. Melhorar a exatidão das previsões reduz diretamente os requisitos de retenção de estoque que atingirão as metas de nível de serviço ao cliente. Reduzir os prazos de entrega significa que é preciso prever menos longe no futuro e, portanto, os prazos de entrega têm um grande impacto nos custos do efeito chicote e de estoque. A natureza exata de como o efeito chicote se propaga em uma cadeia de suprimentos também depende da natureza do padrão de demanda. As demandas negativamente correlacionadas exigem menos estoque na cadeia de suprimento do que os padrões de demanda positivamente correlacionados, por exemplo. Mas o efeito chicote não é inevitável. Ao usar políticas de reposição sofisticadas, projetadas usando princípios de engenharia de controle, muitas empresas conseguiram eliminar os efeitos chicote. Às vezes, isso tem um custo. Pode ser necessário estoque adicional em partes da cadeia, ou os níveis de atendimento ao cliente diminuem. Porém, mais frequentemente, evitar o efeito chicote cria uma situação "ganha-ganha". Reduz os requisitos de estoque e melhora o atendimento ao cliente.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é gestão da cadeia de suprimento?

■ Gestão da cadeia de suprimento é a gestão de relacionamentos e fluxos entre as operações e os processos. Tecnicamente, é diferente da gestão da rede de suprimento, que incorpora todas as operações e processos em uma rede, mas os dois termos normalmente são usados para indicar a mesma coisa.

■ Muitos dos princípios da gestão de cadeias de suprimento externas (fluxo entre operações) também se aplicam às cadeias de suprimento internas (fluxo entre processos e departamentos).

Como as cadeias de suprimento competem?

■ O objetivo central da gestão da cadeia de suprimento é satisfazer as necessidades do cliente final.

■ Assim, cada operação na cadeia (e cada cadeia em uma rede de suprimento) deverá contribuir para qualquer que seja a combinação de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo que o usuário final necessite.

■ Falhas individuais nas operações, em qualquer um desses objetivos, podem ser multiplicadas através da cadeia. Assim, embora o desempenho de cada operação possa ser adequado, o desempenho da cadeia inteira pode ser fraco.

■ Uma distinção importante é entre o desempenho da cadeia de suprimento enxuta e ágil. Em termos gerais, cadeias de suprimento enxutas (ou eficiente) são apropriadas a produtos e serviços "funcionais", estáveis, enquanto as cadeias de suprimento ágeis (ou responsivas) são mais apropriadas para produtos e serviços inovadores, menos previsíveis.

Como devem ser gerenciados os relacionamentos nas cadeias de suprimento?

■ Os relacionamentos da cadeia de suprimento podem ser descritos em um espectro desde relacionamentos baseados no mercado, contratuais, independentes, até relacionamentos de parceria próxima e de longo prazo.

■ Os tipos de relacionamentos adotados podem ser ditados pela estrutura do próprio mercado.

Como é gerenciado o lado do suprimento?

■ A gestão dos relacionamentos no lado do suprimento envolve determinar a estratégia de suprimento, selecionar fornecedores apropriados, gerenciar a atividade de suprimento contínuo e o desenvolvimento do fornecedor.

■ As estratégicas de fornecimento incluem o fornecimento múltiplo, único, delegado e paralelo. Sua seleção é influenciada pela complexidade e pelo risco do mercado fornecedor e pela criticidade ao negócio.

■ A seleção do fornecedor envolve a opção entre diferentes atributos de fornecedor, normalmente usando métodos de avaliação por escore.

■ O gerenciamento do fornecimento contínuo envolve esclarecer as expectativas de fornecimento, quase sempre usando acordos de nível de serviço, para administrar os relacionamentos de fornecimento.

■ O desenvolvimento do fornecedor pode beneficiar fornecedores e clientes, especialmente em relacionamentos de parceria. Frequentemente, as barreiras são os desajustes na percepção entre clientes e fornecedores.

Como é gerenciado o lado da demanda?

■ Isso dependerá, em parte, se a demanda é dependente de algum fator conhecido e, portanto, previsível, ou independente de algum fator conhecido e, portanto, menos previsível. Técnicas como planejamento de necessidade de materiais (MRP) são usadas no primeiro caso, enquanto técnicas como gestão de estoque são usadas no segundo.

■ A terceirização cada vez maior da distribuição física e o uso de novas tecnologias de rastreamento, como RFID, trouxeram mais eficiência ao movimento de bens físicos e serviços ao consumidor.

Quais são as dinâmicas das cadeias de suprimento?

■ As cadeias de suprimento possuem uma dinâmica própria, que geralmente é conhecida como *efeito chicote*. Isso significa que mudanças relativamente pequenas na ponta da demanda da cadeia são cada vez mais amplificadas e tornam-se grandes distúrbios à medida que se movem para o outro extremo, a montante.

■ Quatro métodos principais podem ser usados para reduzir esse efeito. As cadeias de suprimento capacitadas podem impedir a reação exagerada aos estímulos imediatos e oferecer melhor visão da cadeia como um todo. O alinhamento do canal através de métodos padronizados de planejamento e controle permite a coordenação mais fácil da cadeia inteira. A melhoria da eficiência operacional de cada parte da cadeia impede que erros locais se multipliquem, afetando a cadeia inteira. Previsões mais exatas reduzem os requisitos de retenção de estoque para as cadeias de suprimento, enquanto mantêm os níveis de atendimento ao cliente.

ESTUDO DE CASO

Fornecendo moda rápida

O varejo de roupas mudou. Não há mais a situação de um visual padronizado que todos os varejistas adotam por toda a estação. Moda é um fenômeno passageiro, complexo e estrondoso. Tendências diferentes justapõem-se a ideias de moda que nem aparecem na tela de radar de uma loja, mas podem tornar-se peças indispensáveis dentro de seis meses. Muitas empresas varejistas com suas próprias marcas, como H&M e Zara, vendem as últimas novidades de moda a preços baixos em lojas que estão claramente focadas em um mercado específico. No mundo da moda rápida, *designs* de passarela invadem as lojas sofisticadas a preços que as pessoas podem pagar. A qualidade da roupa significa que ela pode durar apenas uma estação, mas os consumidores de moda rápida não querem as tendências de ontem. Como a *Newsweek* salienta, *"ser capaz de escolher rápido é o que torna os varejistas de moda H&M e Zara bem-sucedidos. Eles dominam a prática da nova ciência da moda rápida comprimindo os ciclos de desenvolvimento de produto em até seis vezes"*. Mas as operações de varejo que os consumidores veem são apenas a parte final das cadeias de suprimento que as alimentam. Essas também mudaram.

Em seu nível mais simples, a cadeia de suprimento da moda rápida possui quatro estágios. Primeiro, as roupas são desenhadas, fabricadas e distribuídas às lojas, onde são dispostas e vendidas em operações de

varejo, projetadas para refletir os valores da marca. Neste estudo de caso, examinaremos duas operações de moda rápida, Hennes e Mauritz (conhecida como H&M) e Zara, bem como a United Colors of Benetton (UCB), uma rede similar, mas com posicionamento de mercado diferente.

Benetton. Há quase 50 anos, Luciano Benetton causou uma tempestade no mundo da moda ao vender suéteres de cores vibrantes e despojadas, desenhadas por sua irmã, em toda a Europa (e, depois, para o resto do mundo), promovidas sempre com campanhas de propaganda controversas. O Grupo Benetton está presente em mais de 20 países por todo o mundo. Vendendo roupas despojadas, principalmente sob a marca United Colors of Benetton (UCB), mas também sob sua marca mais orientada para moda, a Sisley, o grupo produz 110 milhões de peças por ano, cerca de 90% delas na Europa. Sua rede de varejo de mais de 6 mil lojas fatura cerca de € 1,6 bilhões. Os produtos Benetton são vistos menos como "alta moda", porém de alta qualidade e durabilidade e com preços mais altos do que os praticados pela H&M e Zara.

H&M. Fundada na Suécia em 1947, a H&M vende roupas e cosméticos em mais de mil lojas em 20 países por todo o mundo. O conceito do negócio é "moda e qualidade pelo melhor preço". Com mais de 40 mil funcionários e faturamento de 60 milhões de coroas suecas, seu maior mercado é a Alemanha, seguido de Suécia e Reino Unido. A H&M é vista por muitos como iniciadora do conceito de moda rápida. Certamente, possui anos de experiência em baixar os preços da última moda. *"Garantimos o melhor preço*", diz a empresa, *"porque temos poucos intermediários, compramos grandes volumes, temos experiência extensiva na indústria do vestuário, sabemos que bens devem ser comprados de determinados mercados, temos sistema de distribuição eficiente e somos conscientes de custo em cada estágio"*.

Zara. A primeira loja foi aberta quase por acaso em 1975, quando Amancio Ortega Gaona, fabricante de pijamas femininos, precisou ficar com um grande pedido que foi cancelado. A loja aberta pretendia apenas ser uma loja de fábrica (*outlet*) para vender os pedidos que foram cancelados. Agora, a Inditex, *holding* que inclui a marca Zara, possui mais de 2 mil lojas em mais de 100 países, com faturamento anual superior a € 11,5 bilhões. A marca é responsável por mais de 75% do faturamento total e ainda continua sediada no noroeste da Espanha. O grupo Inditex possui ainda outras redes de marcas, como a Pull and Bear e a Massimo Dutti. No total, emprega quase 40 mil pessoas em um negócio que é conhecido pelo alto grau de integração vertical, comparado com a maioria das empresas de moda rápida. A empresa acredita que sua integração ao longo da cadeia de suprimento lhe permite responder às demandas do cliente de forma rápida e flexível, ao mesmo tempo mantendo o estoque em nível mínimo.

Design

Todas as três empresas enfatizam a importância do *design* nesse mercado. Embora não sejam empresas de alta costura, consideram vital para seu sucesso capturar as tendências da moda. Até os limites entre o que é alta moda e moda rápida começam a ficar desfocados. Em 2004, a H&M contratou o *designer* de moda Karl Lagerfeld, anteriormente conhecido por seu trabalho para marcas exclusivas. Para a H&M, o preço de seus desenhos era estimado pelo valor, e não pela exclusividade. *"Por que trabalho para a H&M? Porque acredito em roupas com preços baixos, não em roupas 'baratas'"*, diz Lagerfeld. Todavia, a maior parte do *design* dos produtos H&M origina-se de cerca de 100 *designers* de roupas de Estocolmo, que trabalham com uma equipe de 50 *designers* de estampa, 100 compradores e vários controladores de orçamento. A tarefa do departamento é encontrar o equilíbrio ideal entre os três componentes que fazem

parte do conceito do negócio H&M – moda, preço e qualidade. Os volumes de compra e as datas de entrega são decididos depois.

As funções de *design* da Zara são organizadas de forma diferente da maioria das empresas similares. Convencionalmente, o *input* do *design* origina-se de três funções separadas: dos próprios *designers*, dos especialistas de mercado e dos compradores que fazem os pedidos aos fornecedores. Na Zara, o estágio de *design* é dividido em três áreas de produto: feminina, masculina e infantil. Em cada área, os *designers*, os especialistas de mercado e os compradores estão alocados em salas de *design* que também possuem pequenas oficinas para a produção de protótipos. Os especialistas de mercado em todas as três salas ficam em contato regular com as lojas da rede Zara, discutindo as reações dos clientes aos novos desenhos. Dessa forma, as lojas não estão no final de toda a cadeia de suprimento, mas no estágio de *design* inicial. Os cerca de 300 *designers* da Zara, que possuem em média 26 anos de idade, produzem cerca de 40 mil itens por ano, dos quais 10 mil vão para a produção.

A Benetton também possui cerca de 300 *designers* que não apenas desenham para todas as marcas da empresa, como também pesquisam novos materiais e conceitos de roupa. Desde o ano 2000, a empresa passou a padronizar globalmente sua gama de produtos. Em um momento, mais de 20% de seus produtos eram customizados às necessidades específicas de cada país; agora, apenas de 5 a 10% das roupas são customizadas. Isso reduziu o número de desenhos oferecidos globalmente em cerca de 30%, fortalecendo a imagem da marca global e reduzindo os custos de produção.

Tanto a H&M quanto a Zara afastaram-se da prática tradicional do setor de oferecer duas "coleções" por ano, uma para primavera/verão e outra para outono/inverno. Seus "ciclos sem estações" envolvem a introdução contínua de novos produtos regularmente por todo o ano. Isso permite que os *designers* aprendam com as reações dos clientes sobre seus produtos e incorporem rapidamente essas reações em seus novos produtos. A versão mais extrema dessa ideia é praticada pela Zara. Uma peça será desenhada, um lote é fabricado e impulsionado através da rede de suprimento. Geralmente, o mesmo desenho nunca é repetido; pode ser modificado, e outro lote, produzido; assim, não há desenhos contínuos. Até a Benetton aumentou a proporção do que chama de coleções "relâmpago", pequenas coleções que chegam às lojas durante a estação.

Fabricação

Em determinado momento, a Benetton concentrou a produção em suas fábricas italianas. Depois, aumentou significativamente a produção fora da Itália para beneficiar-se dos custos mais baixos de mão de obra. As operações não italianas incluem fábricas no norte da África, Europa Oriental e Ásia. Todavia, cada local opera de uma forma muito semelhante. Uma operação central, de propriedade da Benetton, desempenha algumas operações de fabricação (especialmente as que exigem tecnologia cara) e coordena as atividades de produção que exigem maior intensidade de mão de obra, desenvolvidas por uma rede de contratados menores (geralmente de propriedade de ex-funcionários da Benetton). Por sua vez, esses contratados podem subcontratar algumas dessas atividades. As instalações centrais da empresa na Itália alocam a produção para cada uma dessas redes não italianas, decidindo o que e quanto produzir. Por exemplo, há alguma especialização, como a fabricação de jaquetas na Europa Oriental, enquanto as camisetas são fabricadas na Espanha. A Benetton também possui uma participação de controle sobre seu principal fornecedor de matéria-prima para garantir o fornecimento rápido às suas fábricas. A empresa

também é conhecida pela prática de tingir as roupas após costuradas em vez de usar fios ou tecidos tingidos. Isso adia decisões sobre cores até um estágio mais avançado do processo de suprimento, de modo que aumenta a chance de se produzir o que é necessário ao mercado.

A H&M não possui fábricas próprias, mas trabalha com cerca de 750 fornecedores. Em torno de metade de sua produção ocorre na Europa, e o restante, principalmente, na Ásia. Possui 21 escritórios de produção ao redor do mundo, responsáveis por coordenar os fornecedores que irão produzir mais de meio bilhão de itens por ano para a H&M. O relacionamento entre os escritórios de produção e os fornecedores é vital porque permite que os tecidos sejam comprados com maior antecedência. O tingimento e o corte das roupas podem ser decididos em um estágio posterior da produção. Quanto mais tarde um pedido for feito aos fornecedores, menor será o risco de se comprar mal. Os prazos de entrega médios de suprimento variam de três semanas a seis meses, dependendo da natureza dos produtos. Entretanto, *"a coisa mais importante"*, dizem, *"é encontrar o* timing *ideal para se fazer o pedido de cada item. Prazos de entrega curtos nem sempre são os melhores. Com alguns produtos básicos da moda de alto volume, é vantagem fazer pedidos com antecedência. Roupas de tendência mais forte exigem prazos de entrega consideravelmente mais curtos"*.

Dizem que os prazos de entrega da Zara são os mais rápidos do setor, podendo um produto sair da passarela para a prateleira da loja em um prazo tão curto quanto 15 dias. De acordo com um analista do setor, isso ocorre porque *"a empresa possui a maior parte da capacitação usada para fabricar seus produtos, que é utilizada como meio de motivar e estimular a demanda dos clientes"*. Cerca de metade de seus produtos são fabricados em sua rede de 20 fábricas espanholas que, como a Benetton, tendem a concentrar seus esforços em operações de capital intensivo, como corte e tingimento. Os subcontratados são utilizados em operações de mão de obra intensiva, como costura. A Zara compra cerca de 40% de seus tecidos de subsidiárias próprias, a maioria das quais fornece tecido não tingido que apenas receberá cor após a roupa estar costurada. Muitas de suas fábricas e de seus subcontratados trabalham em sistema de turno único para reter alguma flexibilidade de volume.

Distribuição

Tanto a Benetton como a Zara investiram em depósitos altamente automatizados, próximos a seu principal centro de produção, que estocam, embalam e montam os pedidos para sua rede de lojas. Esses depósitos automatizados representam grande investimento para ambas as empresas. Em 2001, a Zara causou alguns comentários na imprensa ao anunciar que iria abrir um segundo depósito automatizado, embora estivesse utilizando apenas a metade da capacidade existente no primeiro depósito. Mais recentemente, a Benetton levantou alguma controvérsia ao anunciar que estava explorando o uso de etiquetas RFID para rastrear suas roupas.

Na H&M, enquanto a gestão de estoque é tratada principalmente de forma interna, a distribuição física é subcontratada. Grande parte do fluxo de bens é realizada a partir das instalações de produção e destinada à rede de varejo via terminal de carga de Hamburgo. Após a entrega dos bens, são inspecionados e alocados para as lojas ou para estoques centralizados que atendem às lojas menores, cujo abastecimento é feito de acordo com o que está sendo vendido.

Varejo

Todas as lojas H&M (área média de 1.300 m^2) pertencem e são administradas diretamente pela empresa. O propósito é "criar uma atmosfera confortável e inspiradora na loja que torne simples para os clientes encontrarem o que procuram, como se estivessem em sua própria casa". Isso é similar às lojas Zara, embora essas tendam a ser menores (área média de 800 m^2). Talvez a característica mais marcante das lojas Zara é que as roupas raramente permanecem expostas por mais de duas semanas. Como os desenhos dos produtos não são, geralmente, repetidos, e devido ao fato de serem produzidos em lotes relativamente pequenos, a variedade de roupas dispostas nas lojas pode variar radicalmente a cada duas ou três semanas. Isso encoraja os clientes a evitar o adiamento das compras e a retornar frequentemente às lojas.

Desde 2000, a Benetton vem reformatando suas operações de varejo. Em determinado momento, a maioria de suas lojas era pequena e terceirizada. Atualmente, essas pequenas lojas estão sendo reagrupadas em várias lojas maiores (de 1.500 a 3.000 m^2) de propriedade e administração da própria Benetton. Essas megalojas podem exibir todos os seus produtos e reforçar a experiência de comprar na Benetton.

QUESTÃO

1. Compare as abordagens adotadas por H&M, Benetton e Zara no gerenciamento de suas redes de suprimento.

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Se você fosse o proprietário de uma pequena loja de varejo, que critérios utilizaria para selecionar os fornecedores dos produtos que gostaria de vender?

2 Visite três lojas das proximidades e pergunte aos proprietários como eles selecionam seus fornecedores. Em que medida as respostas desses fornecedores foram diferentes das que você imaginava?

3 Visite um *site* de leilão C2C (consumidor a consumidor, por exemplo, o eBay) e analise a função desse *site* em termos do modo como facilita as transações. O que tal *site* precisa fazer certo para ser bem-sucedido?

4 O exemplo do efeito chicote mostrado na Tabela 12.2 mostra como uma simples redução de 5% na demanda no final da rede de suprimento causa flutuações que aumentam de intensidade quanto mais para trás uma operação estiver na rede.

(a) Usando a mesma lógica e as mesmas normas (isto é, todas as operações mantêm o estoque de um período), qual seria o efeito na rede se a demanda flutuasse período por período, entre 100 e 95? Isto é, o período 1 teria uma demanda de 100; o período 2, de 95; o período 3, de 100; o período 4, de 95, e assim por diante.

(b) O que ocorre se todas as operações na rede de suprimento decidirem manter em estoque apenas metade da demanda do período?

(c) Ache exemplos de como as cadeias de suprimento tentam reduzir esse efeito chicote.

5 Visite os *websites* de algumas empresas de distribuição e logística. Por exemplo, você poderia começar com algumas das seguintes: www.eddiestobart.co.uk, www.norbert-dentressangle.com, www.accenture.com (em "services", procure "supply chain management"), www.logisticsonline.com:

■ Quais você acredita que sejam as promessas de mercado que essas empresas fazem aos seus clientes e potenciais clientes?

■ Quais são as capacidades de produção que elas precisam ter para executar essas promessas com sucesso?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

AKKERMANS, H.; VOSS, C. The service bullwhip effect. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 33, n. 6, p. 765-788, 2013.

Um artigo acadêmico que lida com a questão importante da oferta de serviço.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Supply chain management*. 5. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2015.

Um dos melhores livros especializados.

CHRISTOPHER, M. *Logistics and supply chain management*: creating value-adding networks. Harlow: Financial Times Prentice Hall, 2011.

Versão atualizada de um clássico que fornece tratamento abrangente sobre a gestão da cadeia de suprimento, sob a perspectiva de distribuição, por um dos gurus sobre o assunto.

JOHNSEN, T.; Howard, M.; MIEMCZYK, J. *Purchasing and supply chain management:* a sustainability perspective. Milton: Routledge, 2014.

Focaliza o tópico importante das implicações a longo prazo do fornecimento e sustentabilidade globais.

13

GESTÃO DE ESTOQUE

INTRODUÇÃO

Frequentemente, os gerentes de produção têm atitude ambivalente em relação a estoques. Por um lado, são custosos e, às vezes, empatam considerável montante de capital. Mantê-los também representa risco porque itens em estoque podem deteriorar-se, tornar-se obsoletos ou simplesmente perder-se; além disso, ocupam espaço valioso na operação. Por outro lado, proporcionam certo nível de segurança em ambientes incertos, uma vez que a empresa pode entregar prontamente os itens em estoque conforme a demanda dos clientes. Este é o dilema da gestão de estoque: apesar dos custos e de outras desvantagens associadas à sua manutenção, eles facilitam a conciliação entre suprimento e demanda. De fato, eles apenas existem porque o suprimento e a demanda não estão exatamente em harmonia entre si (*veja* a Figura 13.1).

Questões-chave

- O que é estoque?
- Por que deve haver estoque?
- Quanto deve ser encomendado? Decisão de volume
- Quando fazer um pedido? Decisão de *timing*
- Como o estoque pode ser controlado?

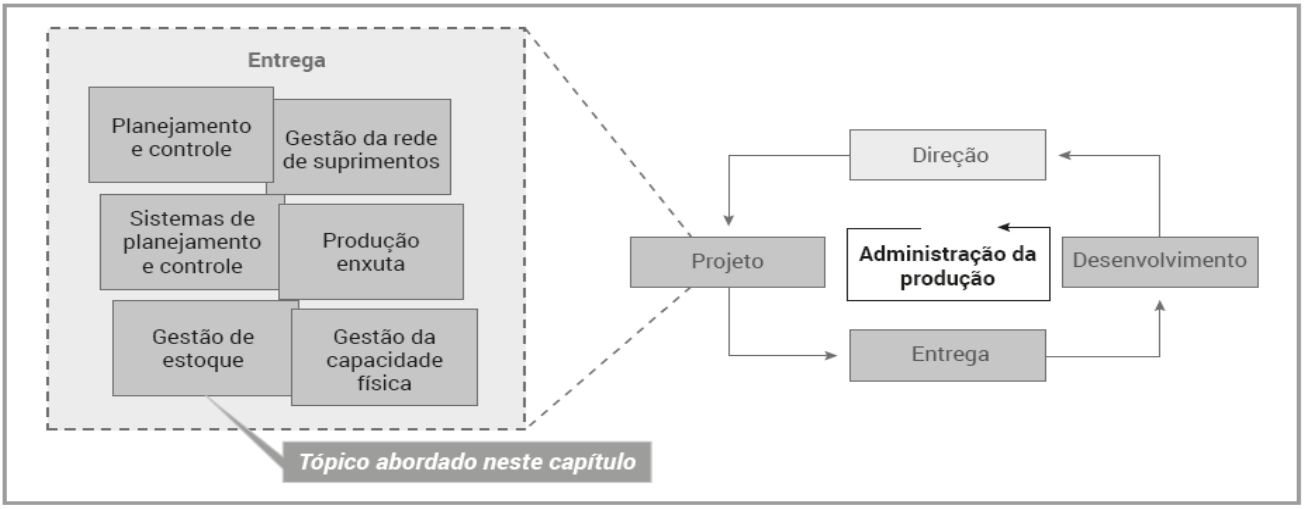


Figura 13.1 Este capítulo examina a gestão de estoque.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

"Tempestade perfeita" do banco de sangue[1]

Estoque depende de suprimento e demanda. Assim, quando ambos são incertos, a gestão de estoque enfrenta desafios particulares. E quando, além disso, as consequências da falta de estoque podem afetar

a saúde das pessoas, a gestão de estoque torna-se uma tarefa particularmente vital. Bem-vindo ao mundo do esquema de gestão do estoque de sangue do National Health Service Blood and Transplant (NHSBT), que gerencia os estoques de sangue através da cadeia de suprimento de sangue do Reino Unido. O NHSBT é responsável por coletar, processar, testar e distribuir sangue na Inglaterra e no País de Gales. A cada ano, aproximadamente dois milhões de doações de sangue são coletados de 1,4 milhão de doadores para suprir hospitais com todas as necessidades de sangue para situações de acidentes e emergência e tratamento médico regular. Muitas pessoas devem suas vidas às transfusões que se tornaram possíveis pela eficiente gestão do sangue, estocado em uma rede de suprimento que se estende dos centros de doação até os bancos de sangue hospitalares. A rede de suprimento de sangue possui três estágios principais:

■ *Coleta*, que envolve o recrutamento e a retenção de doadores de sangue, encorajando-os a participar de sessões de doação, e o transporte do sangue doado.

■ *Processamento*, que separa o sangue em suas partes constituintes.

■ *Distribuição*, que transporta o sangue dos hemocentros aos hospitais em resposta às solicitações de rotina e emergência.

O estoque é acumulado em todos os três estágios e nos bancos de sangue dos próprios hospitais. Dentro de algumas cadeias de suprimento, menos de 10% dos glóbulos vermelhos doados são perdidos, e grande parte se deve a perdas no processamento, mas cerca de 5% não são utilizados porque se tornaram "inválidos" principalmente devido ao fato de terem sido estocados durante muito tempo. Parte da tarefa da gestão de estoque é manter o mínimo de perda por prazo de validade. De fato, a maior parte é perdida quando o sangue é estocado em bancos de sangue nos hospitais que estão fora de seu controle direto. Os componentes do sangue também se deterioram no decorrer do tempo. As plaquetas têm vida útil de apenas cinco dias e a demanda pode flutuar significativamente, o que torna o controle de estoque particularmente difícil. Mesmo os glóbulos vermelhos, que possuem vida útil de 35 dias, podem não ser aceitos em hospitais se estiverem perto do fim do "prazo de validade". A precisão do estoque é crucial. Dar a um paciente o tipo de sangue errado pode ser fatal.

Em nível local, a demanda pode ser afetada significativamente devido a acidentes. Um acidente sério envolvendo um ciclista utilizou 750 unidades de sangue, exaurindo totalmente o suprimento disponível (miraculosamente, o ciclista sobreviveu). Geralmente, acidentes de larga escala geram o surto de ofertas de doadores dispostos a fazer doações imediatas. Entretanto, há também uma sazonalidade previsível com relação à doação de sangue, com período de baixa durante as férias de verão. Durante os feriados nacionais e eventos esportivos, as doações caem. Por exemplo, em um dia das Quartas de Final da Copa do Mundo de Futebol que coincidiu com a semifinal de Andy Murray (jogador de tênis britânico) em Wimbledon, houve uma queda de 12% nas doações em comparação ao ano anterior. De modo semelhante, o verão em que os feriados públicos coincidiram com o Jubileu da Rainha, eventos de futebol na Europa, os Jogos Olímpicos de Londres e os Jogos Paralímpicos foi particularmente difícil. Além de esses eventos reduzirem as doações (suprimento), o crescente número de visitantes a Londres aumentou a demanda. Antes desse período, o NHSBT informou que o número de grandes eventos criaria uma "tempestade perfeita" e afetaria fortemente o número de doações de sangue recebidas.

O QUE É ESTOQUE?

Estoque é o termo que usamos para descrever a acumulação de materiais, clientes ou informações à medida que fluem através de processos ou redes. Ocasionalmente, o termo é também usado para descrever recursos transformados, como quartos de hotéis ou automóveis em uma locadora de veículos, mas aqui usamos o termo para o acúmulo dos recursos que fluem através de processos, operações ou redes de suprimento. O estoque físico (às vezes, denominado "inventário") é a acumulação de materiais físicos, como componentes, peças, produtos acabados ou registros físicos de informação (em papel). Filas são acumulações de clientes, como as pessoas à espera de seu voo em um aeroporto ou esperando por um serviço fornecido por telefone. Bancos de dados são "depósitos" para acúmulo de informações digitais, como registros médicos ou detalhes de seguros. O gerenciamento dessas acumulações é o que denominamos "gestão de estoque". E isso é importante. Os estoques de materiais de uma fábrica podem representar parte substancial do dinheiro vinculado ao capital de giro. Reduzi-los pode liberar grande volume de dinheiro. Entretanto, reduzi-los muito pode levar ao não atendimento dos pedidos dos clientes. Os clientes permanecem em filas por muito tempo e podem ficar irritados, enfurecidos e possivelmente desistirão do serviço; assim, reduzirão o faturamento da empresa. Os bancos de dados são críticos para armazenar informações digitais e, embora a estocagem possa ser barata, manter bancos de dados pode não ser.

Todos os processos, operações e redes de suprimento têm estoques

A maioria das coisas que fluem faz isso de modo desigual. Os rios fluem mais rápido quando atravessam partes mais íngremes ou onde são espremidos em um barranco. Em solos relativamente nivelados eles fluem lentamente e formam poças ou mesmo grandes lagos onde há barreiras naturais ou construídas pelo homem, bloqueando seu caminho. O mesmo ocorre na produção. Os passageiros de um aeroporto fluem de transporte público ou de seus veículos, entram em várias filas, incluindo *ckeck-in*, triagem de segurança e imigração. Depois, precisam esperar (em fila, mesmo se estiverem sentados) na sala de embarque até formarem um grupo de centenas de pessoas que estarão prontas para embarcar. Depois, são espremidos em uma ponte de embarque à medida que entra um por vez no avião. Do mesmo modo, em uma linha de montagem de tratores, os estoques de componentes como caixas de câmbio, rodas, circuitos elétricos etc. são trazidos à fábrica em lotes de dezenas ou centenas e, depois, estocados próximos à linha de montagem, prontos para uso. Os tratores finalizados também serão estocados até o transportador vir retirá-los um a um ou em lotes de unidades ou dezenas para entregar nos revendedores ou diretamente aos clientes finais. De modo semelhante, o departamento de receita federal coleta informações sobre nós e nossas finanças de várias fontes, incluindo empregadores, formulários de impostos e informações dos bancos e de outras empresas de investimento e os armazenam em bancos de dados até serem conferidos, às vezes por pessoas ou automaticamente, para criar nossos códigos e/ou formulários para o pagamento de impostos. De fato, em razão de a maioria das operações envolver fluxos de materiais, clientes e/ou informações, em alguns pontos, provavelmente haverá estoques de materiais e informações e filas de clientes esperando por bens ou serviços (*veja* a Tabela 13.1).

Frequentemente, os estoques são resultado de fluxos irregulares. Se houver uma diferença entre o *timing* ou a taxa de suprimento e demanda em qualquer ponto em um processo ou rede, haverá acúmulos. Uma

analogia comum é o tanque d'água mostrado na Figura 13.2. Se, no decorrer do tempo, a taxa de suprimento de água ao tanque diferir da taxa em que a água é demandada, um tanque d'água (estoque) será necessário para manter o suprimento. Quando a taxa de suprimento excede a taxa de demanda, o estoque aumenta; quando a taxa de demanda excede a taxa de suprimento, o estoque diminui. Assim, se uma operação ou processo pode igualar as taxas de suprimento e de demanda, ela também será bem-sucedida em reduzir seus níveis de estoque. Porém, a maioria das organizações enfrenta suprimento e demanda desiguais, pelo menos em alguns pontos de sua cadeia de suprimento.

Tabela 13.1 Exemplos de estoque mantido em processos, operações ou redes de suprimento

Processo, operação ou rede de suprimento	"Estoques"		
	Estoques físicos	Filas de clientes	Informações em bancos de dados
Hotel	Itens de alimentação, bebidas, itens de higiene pessoal	No *check-in* e no *check-out*	Detalhes dos clientes, portadores de cartões de fidelidade, fornecedores de alimentos
Hospital	Curativos, instrumentos descartáveis, sangue	Pacientes em uma lista de espera, pacientes acamados esperando por cirurgia, pacientes em enfermarias de recuperação	Prontuários de pacientes
Processo de solicitação de cartão de crédito	Cartões em branco, formulários para preenchimento	Clientes esperando ao telefone	Informações pessoais e de crédito dos clientes
Fabricante de computadores	Componentes para montagem, materiais de embalagem, computadores prontos para a venda	Clientes esperando pela entrega de seus computadores	Detalhes dos clientes, informações de fornecedores

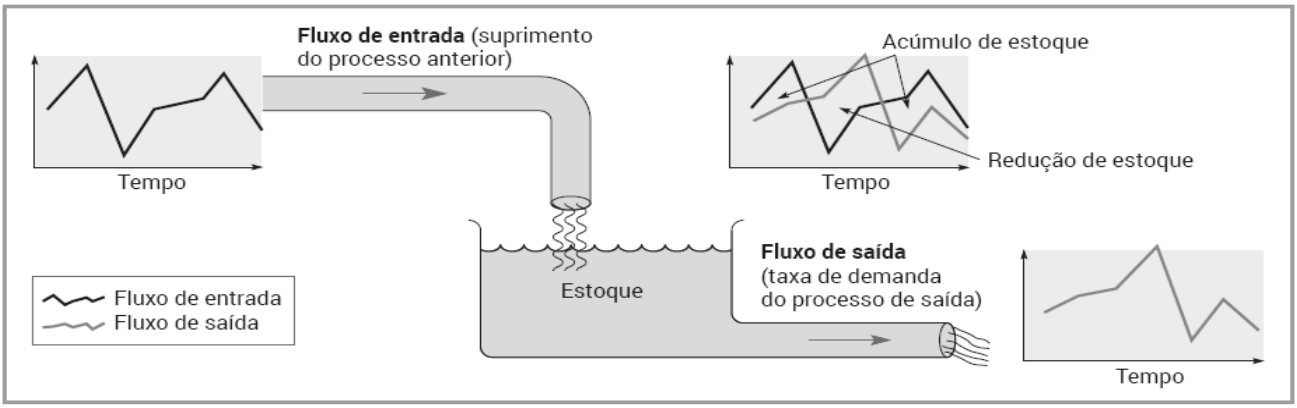


Figura 13.2 O estoque é criado para compensar as diferenças de *timing* entre suprimento e demanda.

Há uma complicação ao se usar essa analogia do "fluxo d'água" para representar os fluxos e os acúmulos (estoques) de informações. Os estoques de informações podem ser armazenados em razão do fluxo desnivelado, do mesmo modo que ocorre com materiais e pessoas, ou armazenados em razão das necessidades de a operação usar as informações para processar algo no futuro. Por exemplo, uma operação de varejo por Internet processará cada pedido que receber, e os estoques de informações podem acumular-se em razão dos fluxos irregulares, como descrevemos. Porém, além disso, durante o processamento do pedido, os detalhes do cliente podem ficar permanentemente armazenados em um banco de dados. Essas informações serão então usadas, não apenas para pedidos futuros do mesmo cliente, mas também para outros processos, como em atividades promocionais focadas. Nesse caso, o estoque de informações passou de um recurso transformado para um recurso de transformação porque está sendo usado para transformar outras informações, em vez de ser apenas transformado. Assim, enquanto o gerenciamento do material físico ocupa-se em encomendar e manter os volumes corretos de bens ou materiais para lidar com as variações de fluxo, e o gerenciamento de filas ocupa-se com o nível de recursos para lidar com a demanda, um banco de dados representa a acumulação de informações, mas

não causa uma interrupção no fluxo. O gerenciamento de banco de dados diz respeito à organização dos dados, seu armazenamento, segurança e recuperação (acesso e busca).

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Um estoque de energia?[2]

Estoque existe para suavizar as diferenças ao longo do tempo entre o suprimento e a demanda. E quanto maior a lacuna entre suprimento e demanda, mais útil é o estoque. Mas, para alguns setores, há um grande problema – eles lidam com coisas que não podem ser armazenadas com muita facilidade. E provavelmente a melhor ilustração disso é o negócio de geração e fornecimento de energia. Primeiro, a demanda pode flutuar bastante, especialmente em países que usam grandes quantidades de energia para refrigeração ou aquecimento. Também, a capacidade de geração não pode ser planejada puramente com base na demanda média. Na geração de eletricidade, a demanda agregada e o uso médio não contam muito quando a demanda pode aumentar sem aviso prévio. Em segundo lugar, o fornecimento, especialmente das formas de energia mais convenientes ou mais limpas, nem sempre está disponível no momento certo. Por exemplo, o vento não sopra o tempo todo. Pior do que isso, tende a estar no máximo à noite, quando a demanda é baixa. Em terceiro lugar, na maioria dos países, os órgãos reguladores exigem que as empresas de energia preservem uma margem de segurança em relação à demanda total estimada, para proteger um suprimento confiável para os cidadãos. Finalmente, a energia não é fácil de armazenar. Se fosse mais fácil para as empresas de energia armazenar o excesso de energia, como a produzida por turbinas eólicas durante a noite, para uso posterior nos horários de pico, esse chamado "deslocamento de tempo" compensaria o abastecimento irregular de fontes "verdes", como vento e energia solar, o que os tornaria mais simples de integrar à grade. Se a energia pudesse ser armazenada, também permitiria o que as empresas de energia chamam de "achatamento do pico", que é usar a energia armazenada em vez de ter que comprar energia mais cara no mercado à vista (curto prazo).

Então, como a energia pode ser armazenada? Em uma pequena escala, as baterias podem fornecer energia por períodos curtos, mas não podem armazenar (ou descarregar) energia nas altas taxas (centenas de megawatts-hora) ou as enormes quantidades (milhares de megawatts-hora) para suprir uma grade de distribuição com realismo. O método mais prático de armazenamento de energia, e o mais utilizado, é a hidrelétrica de armazenamento com bombeamento (PSH). Este método aproveita a água e a gravidade para "armazenar" a energia potencial fora do período de pico e liberá-la durante períodos de alta demanda, usando a eletricidade fora do pico para bombear água de um reservatório até outro maior. A água é então liberada de volta para o reservatório inferior, quando a energia é mais necessária, através de uma turbina que produz eletricidade. O inconveniente do PSH tradicional é que requer dois reservatórios em diferentes alturas. É por isso que, se a energia mais verde for armazenada, novos métodos precisam ser desenvolvidos. As ideias incluem o uso de turbinas eólicas para bombear água de um reservatório central profundo para o mar, que pode retornar para o reservatório através de turbinas que produzem eletricidade; bombear água para levantar um pistão que afunda de volta através de um gerador; usar vagões ferroviários modificados em uma faixa especialmente construída, que utiliza a energia fora do pico para chegar ao topo de uma colina e liberar os carros para correr de volta pela pista para que seu movimento possa movimentar um gerador. Outras ideias incluem o uso de ar comprimido

para armazenar a energia; usar gás argônio para transferir calor entre dois grandes tanques cheios de cascalho; e armazenar energia em sal derretido. E estas são apenas algumas das diferentes técnicas que estão sendo exploradas. Mas, para qualquer método que seja o mais eficaz na criação de estoques de energia, haverá recompensas, tanto em termos do mercado em potencial quanto para permitir uma melhor utilização da energia sustentável.

POR QUE DEVE HAVER ESTOQUE?

Há muitas razões para se evitar o acúmulo de estoque sempre que possível. A Tabela 13.2 identifica algumas delas, particularmente as que envolvem custo, espaço, qualidade e questões operacionais/organizacionais.

Tabela 13.2 Algumas razões para evitar estoques

	"Estoques"		
	Estoques físicos	**Filas de clientes**	**Informações em bancos de dados**
Custo	Comprometem o capital de giro e podem ter custos administrativos e de seguro elevados.	Principalmente o custo do tempo dos clientes, isto é, os desperdícios de tempo dos clientes.	Custo inicial, de acesso, de atualização e de manutenção.
Espaço	Requerem espaço para estocagem.	Requerem áreas de espera ou linhas telefônicas para reter as ligações.	Requerem capacidade de memória. Podem exigir ambiente protegido e/ou especial.
Qualidade	Podem deteriorar-se no decorrer do tempo, danificar-se ou tornar-se obsoletos.	Podem irritar os clientes se tiverem que esperar muito tempo. Podem levar à perda de clientes.	Os dados podem estar corrompidos, perdidos ou tornarem-se obsoletos.
Operacional/organizacional	Podem ocultar problemas (*veja* o capítulo sobre produção enxuta – Capítulo 15).	Podem colocar pressão indevida sobre os funcionários e, assim, a qualidade fica comprometida no atravessamento.	Os bancos de dados precisam de gerenciamento constante, controle de acesso, atualização e segurança.

Então, por que há estoque?

Em face disso, pode parecer sensato ter um fluxo de materiais, clientes e informações nivelado e uniforme no decorrer de processos e redes operacionais e, assim, não haver quaisquer acúmulos. De fato, os estoques fornecem muitas vantagens tanto para as operações quanto para os clientes. Se um cliente precisar recorrer a um concorrente porque uma peça não está em estoque no seu fornecedor, porque precisa esperar muito tempo ou porque a empresa insiste em obter todos os seus dados cada vez que faz um pedido, o valor dos estoques parece incontestável. A tarefa da administração da produção é permitir que o estoque se acumule apenas quando seus benefícios superarem as desvantagens. A seguir, veja alguns dos benefícios da manutenção de estoque.

Princípio de administração da produção
O estoque deve acumular-se apenas quando suas vantagens superarem as desvantagens.

O estoque deve acumular-se apenas quando suas vantagens superarem as desvantagens.

■ **O estoque físico é uma garantia contra a incerteza**. O estoque pode atuar como um "colchão" contra flutuações inesperadas no suprimento e na demanda. Por exemplo, uma operação de varejo nunca pode prever perfeitamente a demanda durante os intervalos entre entregas. Encomendará os bens de seus

fornecedores de modo que haja sempre um nível mínimo de estoque para cobrir a possibilidade de que a demanda seja maior do que o esperado durante o intervalo de tempo entre entregas dos bens. Esse é o "colchão" de estoque ou estoque de segurança. Pode também compensar as incertezas no processo do suprimento de bens na loja. O mesmo aplica-se às saídas de estoque, situação em que os hospitais sempre têm estoque de sangue, suturas e bandagens para resposta imediata aos pacientes atendidos no pronto-socorro. De modo semelhante, os autosserviços, fábricas e companhias aéreas podem manter estoques cruciais de peças sobressalentes de modo que os funcionários de manutenção possam reparar as falhas mais comuns sem atraso. Novamente, o estoque está sendo usado como um "seguro" contra eventos imprevisíveis.

■ **O estoque físico pode neutralizar a falta de flexibilidade**. Quando ampla variedade é oferecida aos clientes, a menos que a operação seja perfeitamente flexível, o estoque será necessário para assegurar o suprimento quando ela estiver engajada em outras atividades. Às vezes, isso é denominado estoque de ciclo. Por exemplo, a Figura 13.3 mostra o perfil de estoque de uma padaria que fabrica três tipos de pão. Em razão da natureza dos processos de misturar e assar, apenas um tipo de pão pode ser produzido por vez. O padeiro teria que produzir cada tipo de pão em grandes lotes (ou fornadas) suficientes para satisfazer a demanda de cada tipo de pão entre os tempos em que cada fornada esteja pronta para a venda. Assim, mesmo quando a demanda é estável e previsível, haverá sempre algum estoque para compensar o suprimento intermitente de cada tipo de pão.

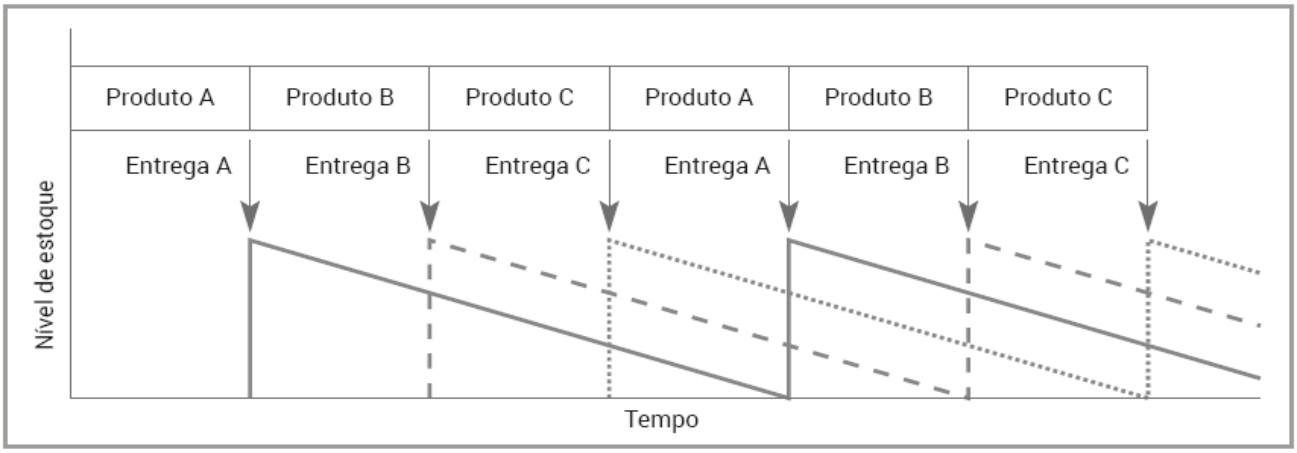


Figura 13.3 Estoque cíclico em uma padaria.

■ **O estoque físico permite às operações levar vantagem nas oportunidades a curto prazo**. Às vezes, surgem oportunidades que necessitam de estoque acumulado, mesmo quando não houver demanda imediata por ele. Por exemplo, um fornecedor pode estar oferecendo um negócio particularmente bom de itens selecionados por um período de tempo limitado, talvez porque deseja reduzir seus próprios estoques de itens acabados. Sob essas circunstâncias, um departamento de compras pode, de maneira oportuna, aproveitar a vantagem de preço a curto prazo.

■ **O estoque físico pode ser usado para antecipar demandas futuras**. A gestão da capacidade física a médio prazo (apresentada no Capítulo 11) pode usar o estoque para lidar com a demanda. Em vez de tentar fabricar um produto (como chocolate) apenas quando for necessário, ele é produzido ao longo do ano à frente da demanda e estocado para atender aos pedidos. Esse tipo de estoque é denominado estoque

de antecipação e é mais comumente usado quando as flutuações da demanda são grandes, embora relativamente previsíveis.

■ **O estoque físico pode reduzir os custos globais**. Manter estoques relativamente grandes pode proporcionar economias maiores do que o custo de sua manutenção. Isso pode ocorrer quando a compra em grandes quantidades proporciona o menor custo possível dos insumos ou quando grandes quantidades pedidas reduzem o número de pedidos feitos e os custos associados à administração e manuseio dos materiais. Essa é a base da abordagem do "lote econômico de compra" (LEC), que será tratada mais adiante neste capítulo.

■ **O estoque físico pode aumentar em valor**. Às vezes, os itens mantidos em estoque podem aumentar em valor e, assim, tornarem-se um investimento. Por exemplo, os revendedores de vinhos finos são menos relutantes em manter estoque do que os revendedores de vinhos que não ficam melhores com o envelhecimento. (Entretanto, pode-se argumentar que manter vinhos finos até eles envelhecerem conforme a safra é, realmente, parte do processo global em vez de estoque.) Um exemplo mais óbvio são os estoques de dinheiro. Os muitos processos financeiros dentro da maioria das organizações tentarão maximizar o estoque de dinheiro em razão dos juros que o dinheiro pode oferecer.

■ **O estoque físico preenche o canal de distribuição**. O estoque de canal de distribuição existe porque os recursos transformados não podem ser movidos instantaneamente entre o ponto de suprimento e o ponto de demanda. Quando uma loja de varejo faz um pedido, seu fornecedor "alocará" o estoque para essa loja, irá embalá-lo, carregá-lo em seus caminhões, transportá-lo a seu destino e descarregá-lo no estoque do varejista. A partir do momento em que o estoque é alocado (e, assim, fica indisponível para qualquer outro cliente) até o momento em que se torna disponível à loja de varejo, ele é considerado estoque de canal de distribuição. Especialmente em redes de suprimento geograficamente dispersas, o estoque de canal de distribuição pode ser substancial.

■ **As filas de clientes ajudam a equilibrar a capacidade e a demanda**. Isso é especialmente útil se o principal recurso do serviço custar caro, por exemplo, médicos, consultores, advogados ou equipamentos caros, como tomógrafos computadorizados. Ao esperar um curto tempo após sua chegada e criar uma fila de clientes, o serviço sempre possui clientes em processo. Isso é também útil quando os tempos de chegada são menos previsíveis, por exemplo, quando um sistema de marcação de consulta não é usado ou não é possível.

■ **As filas de clientes possibilitam a priorização**. Em casos em que os recursos são fixos e os clientes estão entrando no sistema com diferentes níveis de prioridade, a formação de uma fila permite à organização atender aos clientes que exigem urgência, enquanto mantém outros menos urgentes em espera. Em algumas circunstâncias, é usual precisar esperar de três a quatro horas por tratamento em um pronto-socorro, com os casos mais urgentes tendo prioridade para tratamento.

■ **A fila proporciona aos clientes tempo para escolher**. O tempo gasto em uma fila dá aos clientes tempo para decidir quais produtos/serviços necessitam; por exemplo, os clientes que esperam em um restaurante *fast-food* têm tempo para olhar *o menu* de modo que, quando chegam ao balcão de atendimento, já estão preparados para fazer seus pedidos sem o auxílio de um funcionário.

■ **As filas possibilitam o uso eficiente dos recursos**. Permitir a formação de filas de clientes pode permitir o uso eficiente dos recursos operacionais. Por exemplo, a fila de um elevador faz melhor uso de

sua capacidade; em um aeroporto, ao convocarem os passageiros para o embarque, os funcionários podem preencher a aeronave com maior eficiência e rapidez.

■ **Os bancos de dados fornecem acesso eficiente multinível**. Os bancos de dados são meios relativamente baratos de armazenagem de informações que dão acesso a muitas pessoas, embora possa haver restrições ou níveis diferentes de acesso. A recepcionista de um médico terá condições de acessar seus registros para conferir nome e endereço de um paciente para marcar uma consulta; assim, o médico terá condições de acessar a consulta marcada e os registros desse paciente; o farmacêutico terá condições de acessar o nome de um cliente e as receitas, bem como verificar outras receitas, alergias conhecidas etc.

■ **Os bancos de dados de informações permitem o acesso a dados exclusivos**. Não há necessidade de acessar dados em todas as transações com um cliente ou fornecedor, embora verificações possam ser necessárias.

■ **Os bancos de dados de informações agilizam o processo**. A Amazon, por exemplo, armazena seu endereço de entrega e suas informações de cartão de crédito para que as compras possam ser feitas com um único clique, agilizando e facilitando o trabalho do cliente.

Reduzindo o estoque físico

Para o restante deste capítulo, vamos nos concentrar principalmente no estoque físico, pois é o que a maioria dos gerentes de produção consideram quando usamos o termo "estoque". Além do mais, consideramos que o objetivo daqueles que gerenciam estoques físicos é reduzir o nível global (e/ou o custo) do estoque, enquanto mantêm um nível aceitável de atendimento ao cliente. A Tabela 13.3 identifica algumas das formas como o estoque pode ser reduzido.

Tabela 13.3 Algumas maneiras de reduzir o estoque físico

Razão para a manutenção de estoque	Exemplo	Como o estoque pode ser reduzido
Como segurança contra a incerteza	Estoques de segurança para quando a demanda ou o suprimento não forem perfeitamente previsíveis	■ Melhorar a previsão da demanda ■ Garantir o suprimento, por exemplo, mediante penalidades para o nível de serviço
Neutralizar uma falta de flexibilidade	Estoque de ciclo para manter o suprimento quando outros produtos estão sendo fabricados	■ Aumentar a flexibilidade dos processos, por exemplo, ao reduzir os tempos de troca (*veja* o Capítulo 15) ■ Usar processos paralelos para produção simultânea (*veja* o Capítulo 6)
Aproveitar oportunidades relativamente a curto prazo	Os fornecedores oferecem ofertas especiais de baixo custo e de "tempo limitado"	■ Persuadir fornecedores para adotarem preços baixos todos os dias (*veja* o Capítulo 12)
Antecipar demandas futuras	Manter estoques em períodos de baixa demanda para usá-los em períodos de alta demanda	■ Aumentar a flexibilidade de volume ao mudar para um plano de "acompanhamento da demanda" (*veja* o Capítulo 11)
Reduzir os custos globais	Comprar um lote de produtos para economizar custos de entrega e administração	■ Reduzir custos de administração mediante ganhos de eficiência no processo de compra ■ Investigar canais de entrega alternativos que reduzem os custos de transporte
Estocar o canal de distribuição	Itens sendo entregues aos clientes	■ Reduzir o tempo de processo entre a solicitação do cliente e a entrega dos itens ■ Reduzir o tempo de atravessamento a jusante (*downstream*) da cadeia de suprimento (*veja* o Capítulo 12)

Efeito do estoque no retorno sobre o ativo

Pode-se resumir os efeitos do desempenho financeiro de uma operação examinando-se alguns dos fatores da gestão de estoque que impactam o "retorno sobre o ativo", um índice-chave de desempenho financeiro. A Figura 13.4 mostra alguns desses fatores.

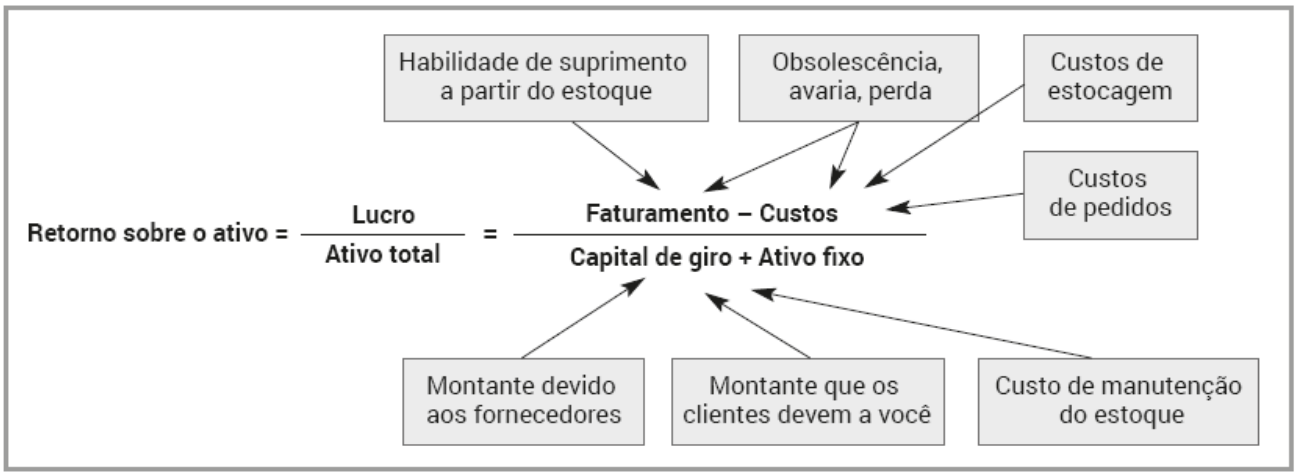


Figura 13.4 A gestão de estoque tem efeito significativo no retorno sobre o ativo.

■ O estoque controla a habilidade de a operação suprir seus clientes. A ausência de estoque significa que os clientes não ficarão satisfeitos, havendo a possibilidade de redução de faturamento.

■ O estoque pode tornar-se obsoleto à medida que alternativas estejam disponíveis ou pode ser destruído, deteriorar-se ou simplesmente se perder. Isso aumenta os custos (porque recursos foram desperdiçados) e reduz o faturamento (em razão de itens obsoletos, destruídos ou perdidos que não podem ser vendidos).

■ Estoque incorre em custos de armazenagem (aluguel de espaço, manutenção de condições apropriadas etc.). Esses custos podem ser elevados se a estocagem dos itens oferecer perigo (por exemplo, solventes inflamáveis, explosivos, produtos químicos) ou exigir instalações especiais de estocagem (por exemplo, alimentos congelados).

■ Estoque envolve custos administrativos e de seguro. Cada vez que uma entrega é solicitada, isso demanda tempo e custo.

■ Estoque vincula-se a dinheiro, na forma de capital de giro que fica indisponível para outros usos, como redução de empréstimos ou investimento em ativos fixos produtivos (explicaremos a ideia de capital de giro mais adiante).

■ Os contratos de estoque com fornecedores podem ditar o *timing* de quando os fornecedores precisam ser pagos. Se exigirem pagamento antes de a operação receber o pagamento de seus clientes (como é normal), a diferença entre o montante que a operação deve aos fornecedores e o montante que os fornecedores devem à operação aumenta as exigências de capital de giro.

Princípio de administração da produção

A gestão de estoque pode ter efeito significativo no retorno sobre o ativo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Ressaca da Treasury Wine[1]

Nem todo o vinho melhora com a idade, como a Treasury Wine Estates descobriu quando a previsão para o mercado dos EUA revelou-se desastrosamente errada. Ela precisou enviar para o ralo mais de 20 milhões de libras esterlinas do seu vinho, porque passou muito tempo em armazenamento e se tornou "muito velho", estava "deteriorando" e estava em perigo de "prejudicar sua marca". Diante da demanda

que era menor do que previa, o grupo decidiu destruir seu estoque comercial antigo e envelhecido, para garantir que apenas os vinhos mais frescos e de alta qualidade fossem disponibilizados para consumidores americanos conscientes da marca. O descarte do vinho foi um golpe para a Treasury Wine Estates, um grupo de grande sucesso que foi fundado em 1843 com o estabelecimento da Vinha de Lindeman no Hunter Valley, ao sul do País de Gales. Hoje, opera em três continentes e possui mais de 50 marcas e 11 mil hectares de vinhas ao redor do mundo, além de possuir algumas das marcas de vinhos *premium* da Australásia, incluindo Penfolds, Beringer, Lindemans e Wynns. David Dearie, executivo-chefe da Treasury, disse que os EUA eram o maior país consumidor de vinho do mundo e um mercado crescente, particularmente na extremidade mais alta (mais cara). Ele tomou a difícil decisão de destruir o vinho, disse ele, porque foi um "*redimensionamento único de seus níveis de estoque*". Parte do problema é que o vinho comercial australiano se destina a ser consumado em uma idade mais jovem do que alguns outros tipos de vinho, de modo que manter o vinho em estoque reduz a sua atratividade. Isso significa que ele precisa ser vendido relativamente rápido – o que contribuiu para a perda total causada pela fraca previsão, perto de US$ 160 milhões (£ 96,2 milhões). Grande parte do custo extra foi devida aos descontos e promoções aos seus principais distribuidores dos EUA, a fim de acelerar a venda dos vinhos de safras mais atuais.

Decisões de estoque do dia a dia

Sempre que houver acúmulo de estoque, os gerentes de produção precisam administrar as tarefas do dia a dia relacionadas ao gerenciamento de estoque. Os pedidos serão recebidos de clientes internos e externos; estes serão despachados, e a demanda, gradualmente, esvaziará o estoque. Novos pedidos serão emitidos para repor o estoque; as entregas chegarão e exigirão estocagem. No gerenciamento do sistema, os gerentes de produção estão envolvidos em três tipos de decisão importantes:

■ **Quanto pedir.** Cada vez que um pedido de reposição for emitido, qual será sua quantidade (às vezes, denominada *decisão de volume*)?

■ **Quando pedir.** Em que momento do tempo ou em que nível de estoque um pedido de reposição deve ser emitido (às vezes, denominada *decisão de timing*)?

■ **Como controlar o sistema.** Que procedimentos e rotinas devem ser implantados para ajudar a tomar essas decisões? Prioridades diferentes devem ser alocadas a itens de estoque diferentes? Como as informações de estoque devem ser armazenadas?

QUANTO PEDIR – DECISÃO DE VOLUME

Para ilustrar essa decisão, consideremos o exemplo de suprimento de comida e bebidas em nossa casa. No gerenciamento desse estoque, tomamos implicitamente decisões de *quantidade a pedir*, isto é, quanto comprar em cada momento. Ao tomar essa decisão, estamos equilibrando dois conjuntos de custos: o custo associado a sair para comprar os itens de comida e os custos associados à manutenção de estoque. A opção de manter muito pouco ou nenhum estoque de comida e comprar cada item apenas quando necessário tem a vantagem de que requer menos dinheiro, pois as compras são feitas apenas quando necessário. Entretanto, essa abordagem envolveria sair para comprar provisões diversas vezes por dia, o que seria inconveniente. No extremo oposto, ir ao supermercado local em alguns meses e adquirir todas

as provisões necessárias até a próxima compra reduz o tempo e os custos incorridos no ato de fazer a compra, mas requer grande montante de dinheiro cada vez que isso ocorrer – dinheiro que poderia estar ganhando juros no banco. Podemos também ter que investir em armários extras e um *freezer* muito grande. Em algum ponto entre esses dois extremos estará uma estratégia de pedido que minimize o custo total e o esforço envolvidos na compra de alimentos.

Custos de estoque

Os mesmos princípios aplicam-se nas decisões comerciais de quanto pedir, como na situação doméstica. Ao tomar uma decisão sobre quanto comprar, os gerentes de produção devem tentar identificar os custos que serão afetados por sua decisão. Anteriormente, examinamos como as decisões de estoque afetam alguns dos componentes importantes do retorno sobre o ativo. Aqui, assumimos uma perspectiva de custo e reexaminamos esses componentes para determinar quais custos aumentam e quais diminuem à medida que a quantidade pedida aumenta. Na lista seguinte, os três primeiros custos diminuirão à medida que o tamanho do pedido aumenta, enquanto os próximos quatro, geralmente, aumentam à medida que o tamanho do pedido aumenta:

1. *Custo de emitir o pedido*. Cada vez que um pedido é emitido para repor estoque, várias transações são necessárias e incorrem custos para a empresa. Estes incluem preparação do pedido, comunicação com fornecedores, organização para entrega, procedimentos de pagamento e manutenção de registros internos da transação. Mesmo se estivermos emitindo um "pedido interno" em parte de nossa própria operação, provavelmente ainda haverá os mesmos tipos de transação referentes à administração interna.
2. *Custos do desconto no preço*. Frequentemente, os fornecedores oferecem descontos para grandes quantidades e penalidades de custo para pequenos pedidos.
3. *Custos de falta de estoque*. Se errarmos a decisão de quantidade pedida e ficarmos sem estoque, haverá perda de faturamento (custos de oportunidade) de deixar de suprir os clientes. Os clientes externos podem trocar de fornecedor e os clientes internos sofrerão ineficiências no processo.
4. *Custos de capital de giro*. Após receber um pedido de reposição, o fornecedor exigirá o pagamento. Sem dúvida, após suprirmos nossos clientes, também receberemos pagamento. Entretanto, haverá provavelmente um lapso de tempo entre pagar nossos fornecedores e receber de nossos clientes. Durante esse prazo, teremos que ter o dinheiro necessário para pagar os custos de manutenção do estoque. Isso é denominado capital de giro de estoque. Os custos associados são os juros que pagamos ao banco pelo empréstimo ou os custos de oportunidade de não investir o dinheiro de outra forma.
5. *Custos de estocagem*. Esses são os custos associados à armazenagem física dos bens. Aluguel, climatização e iluminação do armazém, assim como o seguro do estoque, podem ser caros, especialmente quando condições especiais são requeridas, como baixas temperaturas ou muita segurança.
6. *Custos de obsolescência*. Quando encomendamos grandes quantidades, isso, geralmente, resulta em itens estocados durante muito tempo. Isso aumenta o risco de os itens tornarem-se obsoletos (por exemplo, no caso de uma mudança de moda) ou deteriorarem-se com o tempo (por exemplo, no caso da maioria dos alimentos).

7. *Custos de ineficiência operacional*. Conforme as filosofias do *just-in-time*, níveis de estoque elevados nos previnem de perceber a extensão total do problema na produção. Esse argumento é plenamente explorado no Capítulo 15.

Vale a pena observar que pode não ser a mesma organização que incorre nos custos. Por exemplo, às vezes os fornecedores concordam em manter o estoque em consignação. Isso significa que entregam grande volume de estoque a seus clientes, mas cobrarão pelos bens apenas à medida que forem vendidos ou usados. Entretanto, o estoque permanecerá de propriedade do fornecedor e não precisa ser financiado pelo cliente que, por sua vez, fornece as instalações de armazenamento.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Montanhas cobertas de brita com sal[4]

Os estudantes de administração da produção de Singapura à Arábia Saudita talvez não saibam totalmente a importância das decisões nas partes mais frias do mundo, mas, acreditem em mim, jogar brita com sal na rodovia é boa notícia a cada inverno quando a neve e o gelo podem causar grande perturbação na vida diária. Porém, nem sempre neva e, mais interessante, não neva em *todos os lugares*. As autoridades governamentais locais do norte da Europa e da América diferem significativamente em como lidar com as baixas temperaturas, geralmente espalhando brita (atualmente, sal de rocha, uma mistura de sal e brita fina) sobre as rodovias. Então, como as autoridades decidem quanta brita estocar em preparação para o inverno e quando espalhá-la sobre as rodovias? Por exemplo, no Reino Unido, quando a neve é prevista, pontos de problemas potenciais são identificados por redes de sensores embutidos na superfície das rodovias para determinar as condições climáticas. Cada sensor está conectado por cabo ou por tecnologia de telefonia celular a uma estação climática automática localizada à beira da estrada. O local de posicionamento dos sensores é importante. Devem estar situados em trechos representativos da rodovia (não próximos a árvores, prédios ou pontes, que oferecem alguma proteção ao frio) ou em pontos de frio tradicionais. As estações climáticas recuperam os dados sobre as temperaturas do ar e da rodovia, a velocidade e a direção do vento e a umidade do solo. Os níveis de sal são também medidos para assegurar que a brita já espalhada não tenha sido levada pelo vento ou pela chuva. É usual que a temperatura fria seja prevista, caminhões do produto sejam despachados, e no final a neve prevista não vir, com apenas chuva lavando a brita das estradas. Então, quando as temperaturas caem repentinamente, a chuva congela na rodovia. Entretanto, prever quanta brita será necessária é ainda mais difícil. As previsões de tempo de longo prazo são notoriamente imprecisas, de modo que ninguém sabe como será o rigor do próximo inverno. Para piorar ainda mais, a necessidade de espalhar brita com sal na rodovia depende mais do que apenas o volume total de neve. As autoridades locais podem usar o mesmo volume de sal sobre uma neve de 30 cm quanto para outra de 5 cm. Além disso, o número de dias de neve é importante para determinar quanta brita será necessária. Nas áreas de esquiagem da Europa Central, a maioria dos dias de inverno terá, previsivelmente, neve, enquanto partes do Reino Unido podem ter pouca ou nenhuma neve no inverno e muitas semanas de neve na estação seguinte.

Os fornecedores de brita e os preços também podem variar. Há muitas razões para isso. Sem dúvida, principalmente se um mau tempo for previsto, todas as autoridades de uma área desejarão comprar a mesma brita, o que reduzirá o suprimento e os preços aumentarão. As minas de sal também podem

congelar, principalmente no inverno. Não é barato transportar a brita de uma área para outra; trata-se de material de baixo valor, embora seja pesado. Como consequência, algumas autoridades organizam grupos de compra para obter melhores preços antes do início da estação. Obter mais sal durante a estação pode ser possível, mas os preços são mais altos e o suprimento não é garantido. Além disso, uma autoridade precisa decidir o momento de utilizar seu estoque de brita. No início do período do inverno, as autoridades podem estar cautelosas quanto a espalhar a brita nas rodovias porque, uma vez usada, não pode ser utilizada novamente e ninguém sabe como estará o tempo no final da estação. Porém, na análise final, a decisão quanto ao volume de brita a comprar e como usá-la é um meio-termo entre riscos e consequências. Manter estoque muito elevado de brita que não será totalmente utilizada faz com que o custo de manutenção para o ano seguinte seja pago pelos contribuintes locais. Manter um estoque muito pequeno e provocar a ira dos eleitores quanto às rodovias são coisas difíceis de negociar. Sem dúvida, uma previsão do tempo perfeita ajudaria!

Perfis de estoque

Perfil de estoque é uma representação visual do nível de estoque ao longo do tempo. A Figura 13.5 mostra um perfil de estoque simplificado para um item particular de estoque em uma operação de varejo. Sempre que um pedido é emitido, Q itens são encomendados. O pedido de reposição chega instantaneamente em um lote. A demanda do item é, então, fixa e perfeitamente previsível à taxa de D unidades por mês. Quando a demanda esgota totalmente o estoque de itens, outro pedido de Q itens chega instantaneamente e assim por diante. Sob essas circunstâncias:

$$\text{Estoque médio} = \frac{Q}{2} \text{ (porque as duas áreas destacadas da Figura 13.5 são iguais)}$$

$$\text{Intervalo de tempo entre as entregas} = \frac{Q}{D}$$

$$\text{Frequência das entregas} = \text{recíproco do intervalo de tempo} = \frac{D}{Q}$$

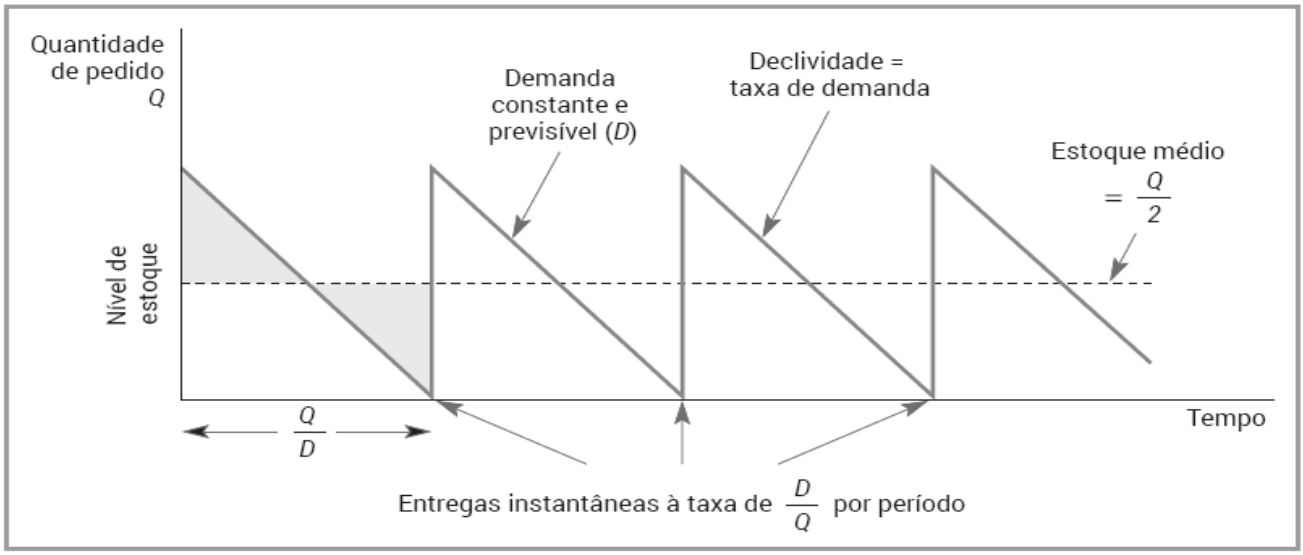


Figura 13.5 Perfis de estoque representam graficamente a variação no nível de estoque.

Fórmula do lote econômico de compra (LEC)

O método mais comum para decidir quanto de um item particular pedir, quando o estoque precisa ser reabastecido, é a técnica do lote econômico de compra (LEC). Essa abordagem tenta encontrar o melhor equilíbrio entre as vantagens e as desvantagens de se manter estoque. Por exemplo, a Figura 13.6 mostra duas políticas alternativas de lote econômico de compra para um item. O Plano A, representado pela linha contínua, envolve comprar em quantidades de 400 por vez. A demanda, neste caso, está em torno de 1.000 unidades por ano. O Plano B, representado pela linha tracejada, usa pedidos de reposição menores e mais frequentes. Dessa vez, apenas 100 são encomendados por vez, com pedidos sendo emitidos com frequência quatro vezes maior. Entretanto, o estoque médio para o Plano B é um quarto daquele para o Plano A.

Para descobrir se algum desses planos (ou algum outro plano) minimiza o custo total de estocagem do item, precisamos de mais informações, a saber, o custo total de manter uma unidade em estoque por um período de tempo (C_h) e o custo total de emitir um pedido (C_o). Geralmente, os custos de manutenção considerados incluem:

- custos de capital de giro;
- custos de estocagem;
- custos do risco de obsolescência.

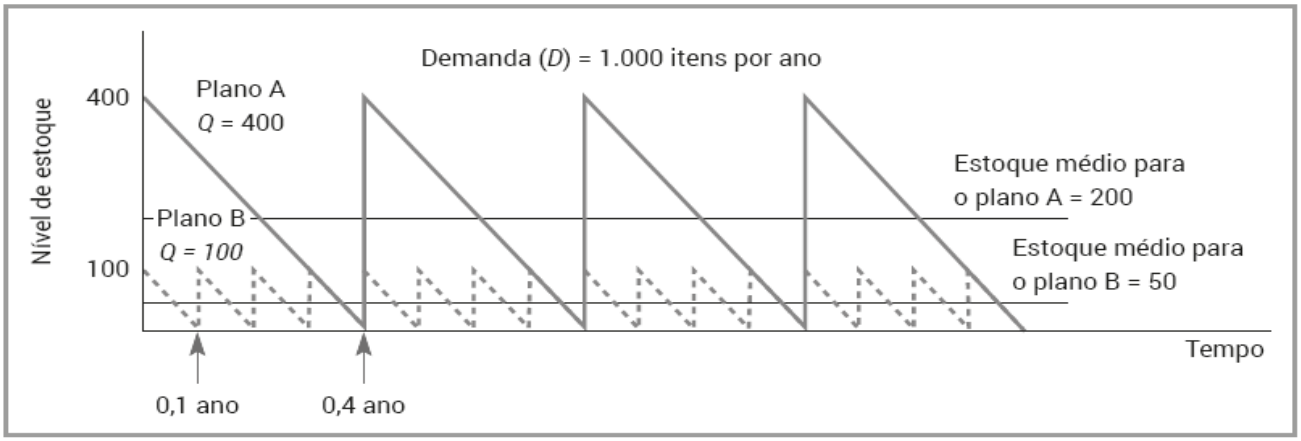


Figura 13.6 Dois planos de estoque alternativos, com diferentes quantidades de pedido (Q).

Os custos de pedido são calculados levando em consideração:

- custo de emissão de pedido (incluindo transporte de itens de fornecedores, se relevante);
- custos de desconto no preço.

Nesse caso, o custo de manter estoques é calculado a $ 1 por item a cada ano, e o custo de emissão de um pedido é de $ 20 por pedido.

Podemos agora calcular o custo total de manutenção e os custos de pedido para qualquer plano de pedido particular, como segue:

Custos de manutenção = Custo de manutenção/unidade × Estoque médio

$$= C_h \times \frac{Q}{2}$$

Custos de pedido = Custo de pedido × número de pedidos por período

$$= C_O \times \frac{D}{Q}$$

Assim, o custo total é:

$$= C_t \times \frac{C_h Q}{2} = \frac{C_o D}{Q}$$

Podemos agora calcular os custos de adotar planos com diferentes quantidades de pedido. Estes são ilustrados na Tabela 13.4. Como esperaríamos, com baixos valores de Q, os custos de manutenção de estoque são baixos, mas os custos de emissão de pedidos são altos porque os pedidos precisam ser emitidos com maior frequência. À medida que Q aumenta, os custos de manutenção de estoque crescem, mas o custo de emissão de pedido diminui. Inicialmente, a diminuição nos custos de pedido é maior do que o aumento nos custos de manutenção, e o custo total cai. Entretanto, após determinado ponto, a diminuição no custo de emissão de pedido é mais lenta, enquanto o aumento dos custos de manutenção permanece constante e o custo total começa a crescer. Nesse caso, a quantidade de pedido Q, que minimiza a soma dos custos de manutenção e de pedido, é 200. Essa quantidade "ótima" de pedido é denominada *lote econômico de compra* (LEC). Isso é ilustrado graficamente na Figura 13.7.

Tabela 13.4 Custos da adoção de planos com quantidades de pedido diferentes

Demanda (D) = 1.000 unidades por ano Custos do pedido (C_o) = \$20 por pedido		Custo de manutenção (C_h) = \$1 por item ao ano	
Quantidade do pedido (Q)	Custo de manutenção (0,5Q × Ch) +	Custos do pedido ((D/Q) × Co)) =	Custo total
50	25	20 × 20 = 400	425
100	50	10 × 20 = 200	250
150	75	6,7 × 20 = 134	209
200	100	5 × 20 = 100	200*
250	125	4 × 20 = 80	205
300	150	3,3 × 20 = 66	216
350	175	2,9 × 20 = 58	233
400	200	2,5 × 20 = 50	250

* Custo total mínimo.

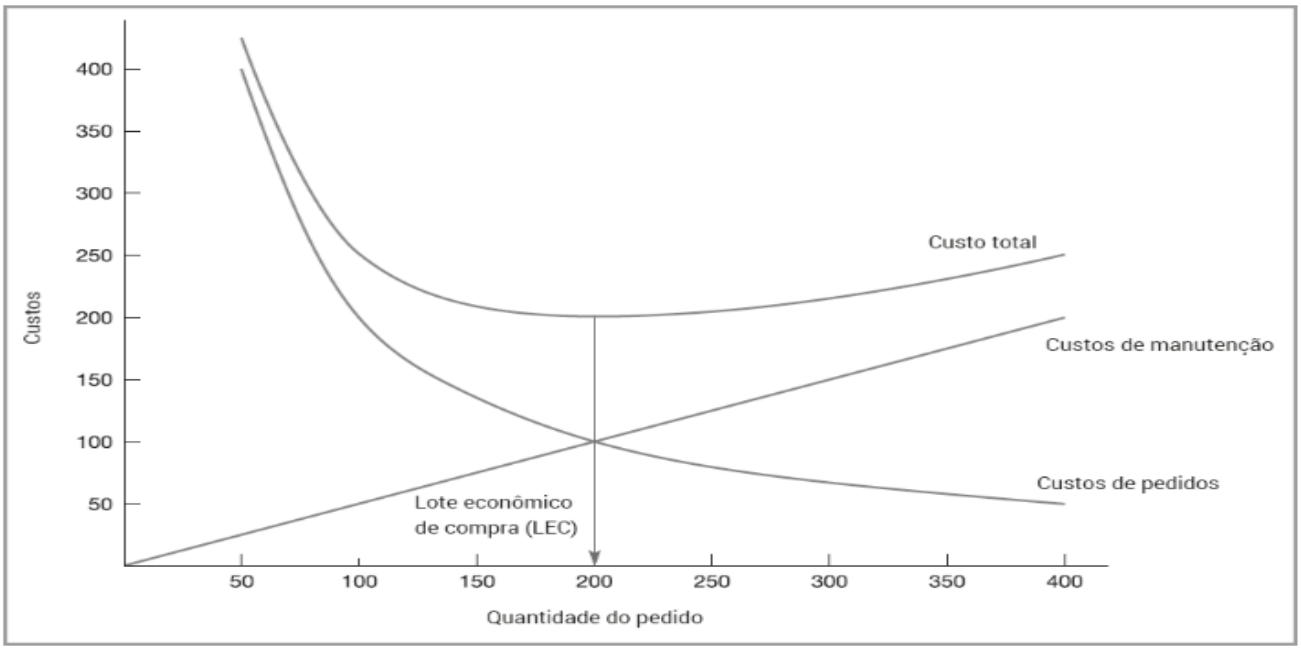


Figura 13.7 Representação gráfica do lote econômico de compra (LEC).

Um método mais elegante de encontrar o LEC é derivar sua expressão geral. Isso pode ser feito usando cálculo diferencial simples, como a seguir. De antes:

Custo total = Custo de manutenção + Custo de pedido

$$= C_t \times \frac{C_h Q}{2} = \frac{C_o D}{Q}$$

A taxa de mudança do custo total é dada pela primeira derivada de C_t com relação a Q:

$$\frac{dC_t}{dQ} = \frac{C_h}{2} - \frac{C_o D}{Q}$$

O ponto de custo mais baixo ocorrerá quando $\frac{dC_t}{dQ} = 0$, ou seja:

$$0 = \frac{C_h}{2} - \frac{C_o D}{Q_o^2}$$

onde Q_O é o LEC. Rearranjando essa expressão, temos:

$$Q_o = \text{EOQ} = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_h}}$$

Quando usamos o LEC:

$$\text{Tempo médio entre pedidos} = \frac{EOQ}{D}$$

$$\text{Frequência média de pedidos} = \frac{D}{EOQ} \text{ por período}$$

Sensibilidade do LEC

O exame da representação gráfica da curva do custo total na Figura 13.7 mostra que, apesar de haver um valor único de Q que minimiza o custo total, qualquer desvio relativamente pequeno do LEC não aumentará significativamente o custo total. Em outras palavras, o custo estará próximo do ideal, desde que o valor de Q esteja razoavelmente próximo do LEC. Em outras palavras, pequenos erros na estimativa dos custos de manutenção de estoque ou dos custos de pedido não resultarão em desvio significativo do LEC. Esse é um fenômeno particularmente conveniente porque, na prática, tanto os custos de manutenção como os de pedido não são fáceis de estimar com precisão.

Princípio de administração da produção
Para qualquer atividade de reposição de estoque há uma quantidade de pedido teoricamente "ideal" que minimiza o total de custos relacionados ao estoque.

Exemplo resolvido

Um fornecedor de materiais de construção compra cimento apenas de um fornecedor. A demanda de cimento é razoavelmente constante ao longo do ano. No último ano, a empresa vendeu 2.000 toneladas de cimento. Seus custos estimados são de $ 25 por pedido emitido e o custo anual de manutenção de estoque é de 20% do custo de aquisição. A empresa compra cimento por $ 60 a tonelada. Quanto cimento a empresa deve pedir por vez?

$$\text{LEC para o cimento} = \sqrt{\frac{2C_oD}{C_h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 25 \times 2.000}{0{,}2 \times 60}}$$

$$= \sqrt{\frac{100.000}{12}}$$

$$= 91{,}287 \text{ toneladas}$$

Após calcular o LEC da operação, o gerente de produção acha que emitir um pedido para *exatamente* 91,287 toneladas parece precisão demais. Por que não pedir 100 toneladas?

Custo total para o plano de pedido para Q = 91,287 toneladas:

$$= \frac{C_hQ}{2} = \frac{C_oQ}{Q}$$

$$= \frac{(0{,}2 \times 60) \times 91.287}{2} = \frac{25 \times 2.000}{91{,}287}$$

$$= \$\ 1.095{,}454$$

Custo total para o plano de pedido de 100 toneladas:

$$= \frac{(0{,}2 \times 60) \times 100}{2} = \frac{25 \times 2.000}{100}$$

$$= \$\ 1.100$$

O custo extra de pedir 100 toneladas por vez é de $ 1.100,00 – $ 1.095,45 = $ 4,55. Portanto, o gerente de produção deve sentir-se confiante ao definir a quantidade de pedido mais conveniente.

Reposição gradual – modelo do lote econômico de produção (LEP)

Embora o perfil de estoque simples mostrado na Figura 13.5 tenha adotado algumas suposições de simplificação, é aplicável à maioria das situações em que cada pedido de reposição completo chega em determinado momento. Entretanto, em muitos casos, a reposição ocorre durante um período de tempo e não em um único lote. Um exemplo típico é um pedido emitido na operação para um lote de peças a ser produzido em uma máquina. A máquina começará a produzir as peças e entregá-las em um fluxo mais ou menos contínuo no estoque, mas, ao mesmo tempo, a demanda continuará a retirar peças do estoque. Desde que a taxa em que as peças estão sendo produzidas e colocadas no estoque (P) seja maior do que a taxa em que a demanda está consumindo o estoque (D), o tamanho do estoque aumentará. Após o lote ter sido concluído, a máquina seguirá produzindo outro item e a demanda reduzirá o nível de estoque até que recomece a produção do novo lote. O perfil resultante é mostrado na Figura 13.8. Tal perfil é típico para estoques cíclicos fornecidos por processos de lote, em que os itens são produzidos interna e intermitentemente. Por essa razão, a quantidade do lote de custo mínimo para esse perfil é denominada lote econômico de produção (LEP) ou a quantidade de pedido de produção. Ela é derivada como a seguir:

$$\text{Nível máximo de estoque} = M$$

$$\text{Aclive de acúmulo de estoque} = P - D$$

Também, como está evidente na Figura 13.8:

$$\text{Aclive de acúmulo de estoque} = M \div \frac{Q}{P}$$

$$= \frac{MP}{Q}$$

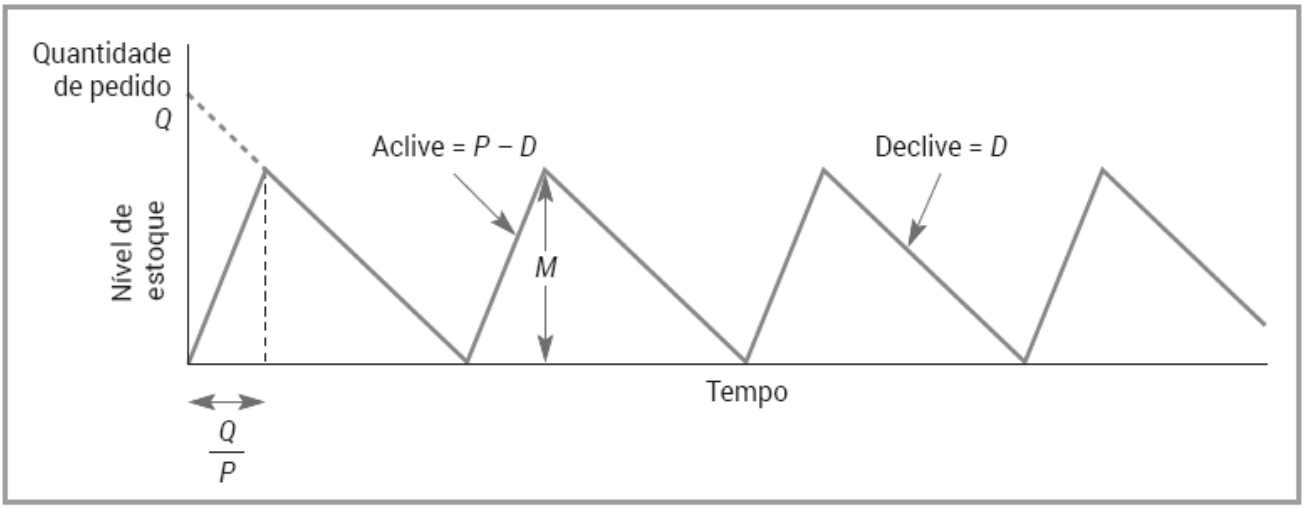


Figura 13.8 Perfil para reposição gradual de estoque.

Assim,

$$\frac{MP}{Q} = P - D$$

$$M = \frac{Q\,(P - D)}{P}$$

$$\text{Nível médio de estoque} = \frac{M}{2}$$

$$= \frac{Q\,(P - D)}{2\,P}$$

Como antes:
Custo total = custo de manutenção de estoque + Custo de pedido

$$C_t = \frac{C_h Q\,(P - D)}{2\,P} + \frac{C_o D}{Q}$$

$$\frac{dC_t}{dQ} = \frac{C_h Q\,(P - D)}{2\,P} - \frac{C_o D}{Q^2}$$

Novamente, igualando a zero e resolvendo Q, temos a quantidade de pedido de custo mínimo (LEP):

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_h\,(1 - (\text{D/P}))}}$$

Exemplo resolvido

O gerente de uma engarrafadora de refrigerantes precisa decidir qual o tamanho do lote de cada tipo de bebida processar. A demanda de cada tipo é razoavelmente constante em 80.000 unidades por mês (um mês tem 160 horas de produção). As linhas de engarrafamento enchem a uma taxa de 3.000 unidades por hora, mas precisam de uma hora para serem limpas e reprogramadas entre os diferentes refrigerantes. O custo de cada troca (de trabalho e de capacidade de produção perdida) foi calculado em $ 100 por hora. Os custos de manutenção de estoque são contados a $ 0,1 por garrafa/mês.

$$D = 80.000 \text{ por mês}$$
$$= 500 \text{ por hora}$$

$$\text{LEP} = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_h\,(1 - (D/P))}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 80.000}{0{,}1\,(1 - (500/3.000))}}$$

$$= 13{,}856$$

Os funcionários que operam as linhas encontraram um método de reduzir o tempo de troca de uma hora para 30 minutos. Como isso mudaria o LEP?

$$\text{Novo } C_O = \$\ 50$$

$$\text{Novo LEP} = \sqrt{\frac{2 \times 50 \times 80.000}{0{,}1\ (1(500/3.000))}}$$

$$= 9.798$$

Comentário crítico

A abordagem para determinar a quantidade de pedido que envolve a otimização dos custos de manutenção de estoque contra custos de pedido de estoque, representada pelos modelos LEC e LEP, está sempre sujeita a críticas. Originalmente, elas lidavam com a validade de algumas das pressuposições do modelo; mais recentemente, têm envolvido a razão subjacente da abordagem em si. As críticas classificam-se em quatro categorias amplas que examinaremos posteriormente:

- As suposições incluídas nos modelos LEC são simplistas.
- Os custos reais de estoque em operações não são como assumidos nos modelos LEC.
- Realmente, os modelos são descritivos e não deveriam ser usados como instrumentos prescritivos.
- A minimização do custo não é um objetivo apropriado para gestão de estoque.

Respondendo às críticas ao modelo LEC

Para manter os modelos do tipo LEC relativamente simples, foi necessário fazer algumas suposições relativas a assuntos como estabilidade da demanda, existência de um custo de pedido fixo e identificável, que o custo da manutenção do estoque pode ser expresso por uma função linear, custos de falta de estoque identificáveis e assim por diante. Embora nenhum desses pressupostos seja estritamente verdadeiro, a maioria deles pode aproximar-se da realidade. Além disso, a forma da curva de custo total tem o ponto ideal em uma região relativamente horizontal, o que significa que pequenos erros não afetarão significativamente o custo total de uma quantidade de pedido próxima à ideal. Todavia, às vezes, os pressupostos impõem limitações sérias aos modelos. Por exemplo, o pressuposto de demanda constante (ou mesmo de demanda conforme algumas distribuições de probabilidade conhecidas) não é verdadeiro para grande gama de problemas de estoque da operação. Por exemplo, um livreiro pode estar muito feliz por adotar uma política de pedido do tipo LEC para alguns de seus produtos mais regulares e estáveis, como dicionários e livros de referência populares. Entretanto, os padrões de demanda para muitos outros livros podem ser bem mais erráticos, dependendo dos comentários dos críticos e das recomendações boca a boca. Em tais circunstâncias, é inadequado utilizar modelos LEC.

Custo de estoque

Outras questões cercam alguns dos pressupostos feitos em relação à natureza dos custos de estoque. Por exemplo, fazer um pedido a um fornecedor como parte de um suprimento regular e de múltiplos itens pode ser relativamente barato, enquanto fazer um pedido especial de um item pode custar muito caro. De modo semelhante, com custos de manutenção de estoque, apesar de muitas empresas cobrarem uma porcentagem padrão do preço de aquisição de itens em estoque, isso pode não ser adequado em ampla gama de níveis de manutenção de estoque. Os custos marginais de aumentar os níveis de manutenção de

estoque podem ser meramente o custo de capital de giro envolvido. Por outro lado, pode ser necessária a construção ou o aluguel de uma nova instalação de estocagem, como um novo armazém. Os gerentes de produção que usam uma abordagem do tipo LEC devem verificar que as decisões tomadas com base no uso da fórmula não excedam os limites dentro dos quais se aplicam os pressupostos de custos. No Capítulo 15, exploramos a abordagem "enxuta", que considera o estoque como sendo largamente negativo. Entretanto, é útil nesse estágio examinar o efeito de uma abordagem LEC em relação ao estoque como custando mais do que anteriormente se acreditava. Aumentar a inclinação da linha de custo de manutenção de estoque tanto aumenta o nível do custo total de *qualquer* quantidade de pedido como, mais significativamente, leva o ponto de custo mínimo substancialmente para a esquerda, em favor de um lote econômico de compra mais baixo. Em outras palavras, quanto menos uma operação dispõe-se a manter o estoque com base no custo, mais sua curva move-se no sentido de pedidos menores e mais frequentes.

Usando modelos LEC como prescrições

Talvez, a crítica mais fundamental da abordagem LEC venha novamente das filosofias japonesas inspiradas em filosofias "enxutas" e JIT. O modelo LEC tenta otimizar as decisões de pedido. Implicitamente, os custos são assumidos como fixos, no sentido em que a tarefa dos gerentes de produção é descobrir quais são os verdadeiros custos, em vez de mudá-los. O LEC é essencialmente uma abordagem reativa. Alguns críticos argumentariam que ela falha por não fazer a pergunta certa. Em vez de formular a questão do LEC – "Qual a quantidade de pedido ideal?" –, os gerentes de produção deveriam realmente estar perguntando: "Como posso mudar a operação de modo a reduzir o nível total de estoque que é necessário manter?". A abordagem LEC pode ser uma descrição razoável dos custos de manutenção de estoque, mas não deve necessariamente ser tomada como uma prescrição estrita de que decisões tomar. Por exemplo, muitas organizações fazem esforços consideráveis para reduzir os custos de pedido. Frequentemente, fazem isso trabalhando para reduzir os tempos de troca (preparação) das máquinas. Isso significa que menos tempo é gasto mudando de um produto para outro e, portanto, menos capacidade operacional é perdida, o que, por sua vez, reduz os custos de mudança. Sob essas circunstâncias, a curva de custo de pedido na fórmula LEC reduz-se e, por sua vez, reduz a quantidade econômica de pedido. A Figura 13.9 mostra a fórmula LEC representada graficamente com custos de manutenção de estoque aumentados (veja a discussão anterior) e redução do custo de pedido. O efeito líquido disso é a redução significativa do valor do LEC.

O custo de estoque deve ser minimizado?

Muitas organizações (como supermercados e atacadistas) obtêm a maior parte do faturamento e do lucro simplesmente da manutenção e do suprimento de estoque. Devido ao fato de que seu maior investimento concentra-se em estoque, é crítico que obtenham um bom retorno nesse capital ao assegurar que tenham o mais alto "giro de estoque" (definido posteriormente neste capítulo) e/ou margem de lucro bruto possíveis. Alternativamente, também podem estar preocupados em maximizar o uso do espaço ao procurar maximizar o lucro obtido por metro quadrado. O modelo LEC não atende a esses objetivos. De modo semelhante ao que ocorre com produtos que se deterioram ou saem de moda, o modelo LEC pode

resultar em excesso de estoque de itens de movimentação mais lenta. De fato, o modelo LEC raramente é usado em tais organizações e é mais provável que haja um sistema de revisão periódica (descrito mais adiante) para pedidos regulares de reposição de estoque. Por exemplo, um comerciante típico de materiais de construção pode ter 50 mil itens diferentes em estoque (unidades de manutenção de estoque ou *stock-keeping units* – SKUs). Entretanto, muitos desses itens agrupam-se em famílias maiores de itens, como tintas, louças sanitárias e acabamentos de metal. Pedidos individuais são emitidos a intervalos regulares para todas as reposições necessárias na gama oferecida pelo fornecedor e são entregues juntos, de uma só vez. Por exemplo, se tais entregas forem feitas semanalmente, então, em média, as quantidades pedidas de itens individuais serão apenas para o uso em uma semana. Itens menos populares ou aqueles com padrões erráticos de demanda podem ser pedidos individualmente ao mesmo tempo ou (quando urgentes) podem ser entregues no dia seguinte por serviço expresso.

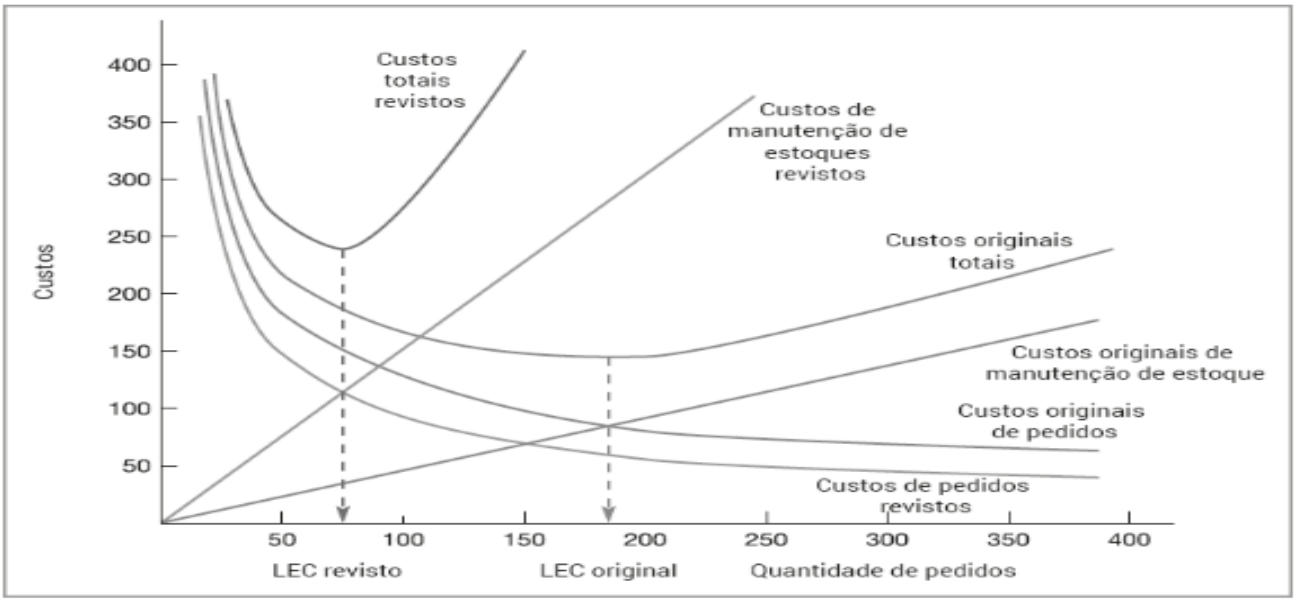


Figura 13.9 Se os custos verdadeiros de manutenção de estoque forem considerados e o custo de pedido (ou troca) for reduzido, a quantidade econômica de pedido (LEC) será muito menor.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Gestão de estoque na Flame Electrical

A gestão de estoque em algumas operações é mais do que apenas uma parte de sua responsabilidade; é a razão deles para estar no negócio. A Flame Electrical era o maior fornecedor e distribuidor de lâmpadas da África do Sul. Ela abastecia quase 3.000 tipos diferentes de lâmpadas, provenientes de 14 países e distribuídas a clientes em todo o país. "*Com efeito, nossos clientes estão nos usando para gerenciar seus estoques de fontes de iluminação para eles*", disse Jeff Schaffer, diretor-gerente da Flame Electrical. "*Eles poderiam, se quisessem, manter seu próprio estoque, mas talvez não desejem dedicar tempo, espaço, dinheiro ou esforço para fazê-lo. Usando-nos, eles obtêm a mais ampla gama de produtos para escolher e um serviço preciso, rápido e confiável*."

As ordens para reposição dos estoques no armazém eram desencadeadas por um sistema de ponto de pedido. O ponto de pedido para cada item estocado levava em consideração a demanda provável para o produto durante o prazo de entrega do pedido (previsão dos pedidos do período equivalente no ano

anterior), o prazo de entrega do pedido para o item (que varia de 24 horas a quatro meses) e a variabilidade do tempo de entrega (da experiência anterior). A Flame preferia que a maioria dos pedidos aos seus fornecedores fosse um número inteiro de cargas de contêineres (os custos de envio para cargas parciais nos contêineres são maiores). No entanto, podem ser utilizadas quantidades inferiores de lâmpadas pequenas ou dispendiosas. A quantidade de pedidos para cada lâmpada era baseada em sua demanda, seu valor e o custo de transporte dos fornecedores. No entanto, tudo isso poderia ser mudado em uma emergência. Se um cliente, como um hospital, precisasse urgentemente de uma lâmpada particular que não estava em estoque, a empresa usaria um serviço de correio rápido para enviar o item do exterior – tudo para manter sua reputação de altos níveis de serviço.

"*Temos de obter o equilíbrio certo*", diz Jeff Schaffer. "*O excelente serviço é a base do nosso sucesso. Mas não conseguiríamos sobreviver se não controlássemos o estoque bem de perto. Afinal, estamos carregando o custo de cada lâmpada em nosso armazém até que o cliente por fim pague por ela. Se os níveis de estoque fossem altos demais, simplesmente não poderíamos operar de forma lucrativa. É por essa razão que chegamos a pagar incentivos à equipe relevante com base na qualidade com que eles mantêm nosso capital de giro e estoque sob controle.*"

QUANDO EMITIR UM PEDIDO – DECISÃO DE *TIMING*

Quando assumimos que os pedidos chegam instantaneamente e a demanda é constante e previsível, a decisão de quando emitir um pedido de reposição é evidente. Um pedido seria emitido logo que o nível de estoque atingisse zero. Ele chegaria instantaneamente e evitaria qualquer ocorrência de falta de estoque. Se os pedidos de reposição não chegarem instantaneamente, mas houver um lapso entre o pedido e sua chegada ao estoque, podemos calcular o *timing* do pedido de reposição, como mostrado na Figura 13.10. O prazo de entrega (também denominado *lead time*) para um pedido chegar, nesse caso, é de duas semanas; assim, o ponto de reposição é o ponto em que o estoque vai cair para zero menos o *lead time* do pedido. Como alternativa, podemos definir o ponto em termos do nível que o estoque terá atingido quando um pedido de reposição tiver que ser emitido. Nesse caso, isso ocorre no nível de reposição de 200 itens.

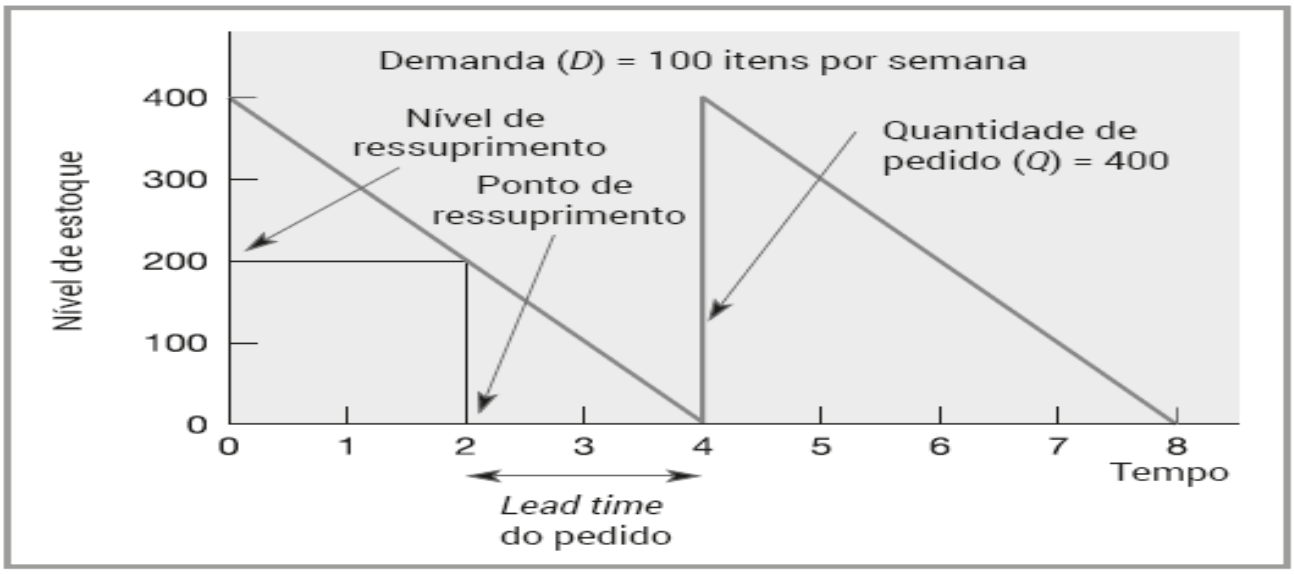


Figura 13.10 Nível de ressuprimento e o ponto de ressuprimento são derivados do *lead time* do pedido e da taxa de demanda.

Entretanto, isso presume que tanto a demanda como o *lead time* de pedido são perfeitamente previsíveis. Na maioria dos casos, está evidente que não é assim. Tanto a demanda como o *lead time* de pedido são passíveis de variar para produzir um perfil que se parece com o da Figura 13.11. Nessas circunstâncias, é necessário fazer pedidos de reposição antes do que seria o caso em uma situação puramente determinística. Isso vai resultar, em média, em algum estoque ainda presente quando os pedidos de reposição chegam. Trata-se de estoque colchão ou estoque de segurança. Quanto mais cedo o pedido de reposição for emitido, mais alto será o nível esperado de estoque de segurança (*s*) quando o pedido de reposição chegar. Todavia, devido à variabilidade tanto do *lead time* de pedido (*t*) como da taxa de demanda (*d*), às vezes, haverá um estoque de segurança mais alto que a média, e outras vezes haverá um mais baixo. A principal consideração no estabelecimento do estoque de segurança não é tanto o nível médio de estoque quando um pedido de reposição chega, mas a probabilidade de o estoque não faltar antes da entrega do pedido de reposição.

A estatística-chave no cálculo de quanto estoque de segurança permitir é a distribuição de probabilidade que mostra a demanda (uso) durante o *lead time*. A distribuição do uso durante o *lead time* é uma combinação de distribuições que descreve a variação do *lead time* e a taxa de demanda durante esse *lead time*. Se o estoque de segurança for estabelecido abaixo do limite inferior dessa distribuição, haverá falta a cada ciclo de reposição. Se o estoque de segurança for estabelecido acima do limite superior da distribuição, não há chances de ocorrer falta de estoque. Geralmente, o estoque de segurança é estabelecido para dar probabilidade predeterminada de que a falta de estoque não ocorrerá. A Figura 13.11 mostra que, nesse caso, o primeiro pedido de reposição chegou após t_1, resultando em um uso durante o *lead time* de d_1. O segundo pedido de reposição levou mais tempo, t_2, e a taxa de demanda também foi mais alta, resultando em um uso durante o *lead time* d_2. O terceiro ciclo de pedido mostra diversos perfis de estoque possíveis para diferentes condições de uso durante o *lead time* e da taxa de demanda.

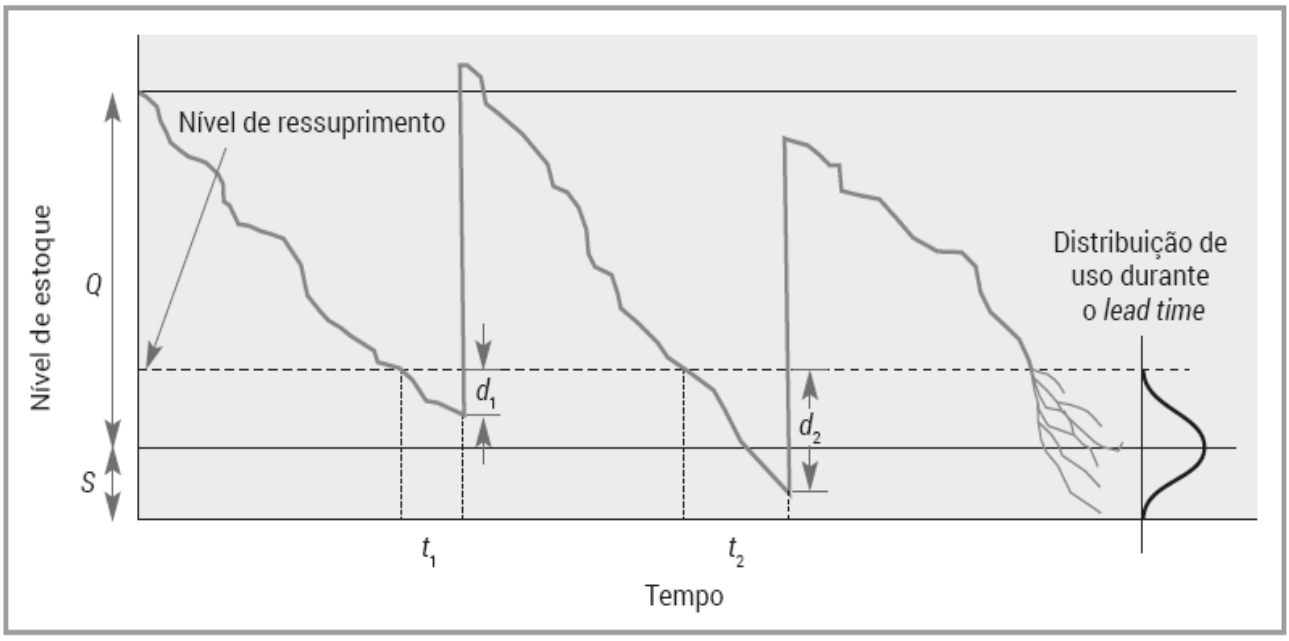


Figura 13.11 O estoque de segurança (s) ajuda a evitar faltas de estoque quando a demanda e/ou o *lead time* de pedido são incertos.

Exemplo resolvido

Uma empresa que importa tênis de corrida para venda em lojas de material esportivo nunca pode ter certeza de quanto tempo uma entrega vai demorar após emitir um pedido. A análise de pedidos anteriores revela que, de um total de dez pedidos, um levou uma semana, dois levaram duas semanas, quatro levaram três semanas, dois, quatro semanas, e um levou cinco semanas. A taxa de demanda para esses tênis também varia entre 110 e 140 pares por semana. Há uma probabilidade de 0,2 de a taxa de demanda estar entre 110 ou 140 pares por semana e 0,3 de chance de a demanda ser de 120 ou 130 pares por semana. A empresa precisa decidir quando emitir pedidos de reposição se a probabilidade de falta de estoque precisa ser inferior a 10%.

Tanto o *lead time* como a taxa de demanda durante o *lead time* vão contribuir para seu uso. Assim, as distribuições que descrevem cada um precisarão ser combinadas. A Figura 13.12 e a Tabela 13.5 mostram como isso pode ser feito. Considerando o *lead time* como uma, duas, três, quatro ou cinco semanas, e a taxa de demanda como 110, 120, 130 ou 140 pares por semana, e também pressupondo que as duas variáveis sejam independentes, as distribuições podem ser combinadas como mostrado na Tabela 13.5. Cada elemento da matriz mostra um uso possível durante o *lead time* com sua probabilidade de sua ocorrência. Assim, se o *lead time* for uma semana, e a taxa de demanda, 110 pares por semana, o uso real do *lead time* será 1 × 110 = 110 pares. Como há 0,1 chance de o *lead time* ser de uma semana e 0,2 chance de a taxa de demanda ser 110 pares por semana, a probabilidade de ambos esses eventos ocorrerem será 0,1 × 0,2 = 0,02.

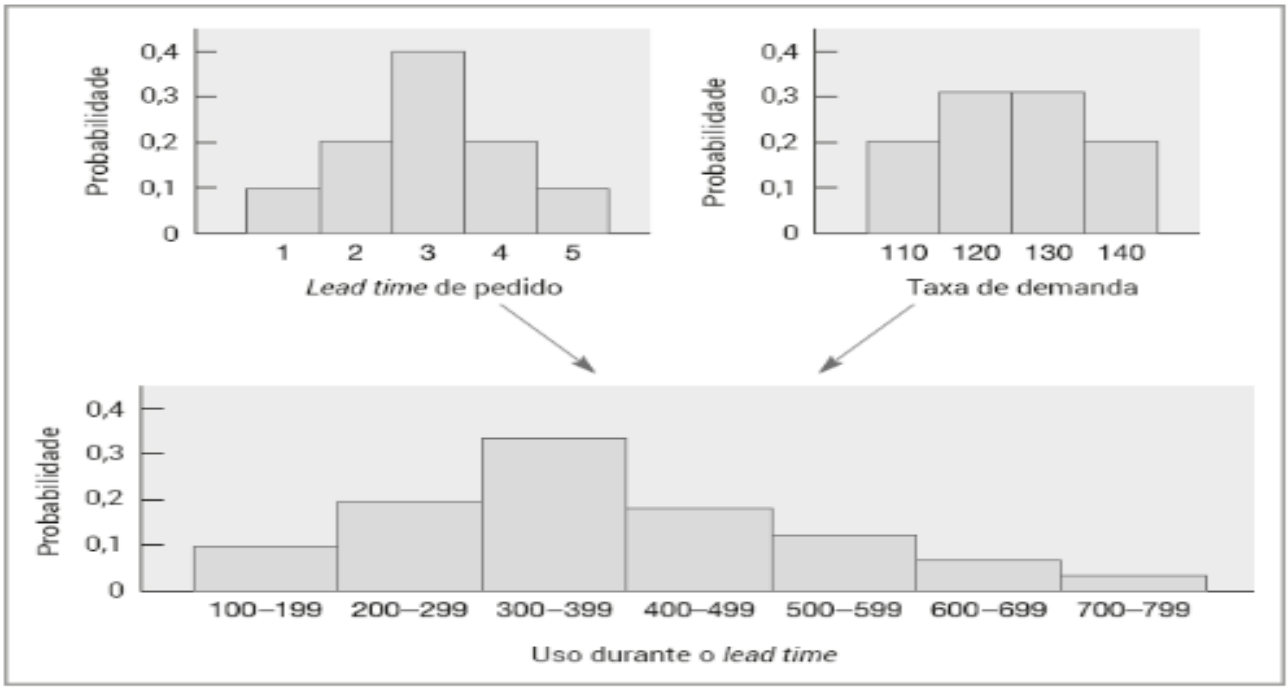


Figura 13.12 As distribuições de probabilidade para o *lead time* do pedido e a taxa de demanda combinados para fornecer a distribuição do uso de *lead time*.

Tabela 13.5 Matriz de probabilidade das taxas da demanda e do *lead time*

			Probabilidades de *lead time*				
			1	2	3	4	5
			0,1	0,2	0,4	0,2	0,1
Probabilidades da taxa de demanda	110	0,2	110	220	330	440	550
			(0,02)	(0,04)	(0,08)	(0,04)	(0,02)
	120	0,3	120	240	360	480	600
			(0,03)	(0,06)	(0,12)	(0,06)	(0,03)
	130	0,3	130	260	390	520	650
			(0,03)	(0,06)	(0,12)	(0,06)	(0,03)
	140	0,2	140	280	420	560	700
			(0,02)	(0,04)	(0,08)	(0,04)	(0,02)

Podemos agora classificar os usos dos *lead times* possíveis na forma de um histograma. Por exemplo, somando as probabilidades de todos os usos dos *lead times* que se situam dentro da faixa de 100 a 199 (toda a primeira coluna), temos uma probabilidade combinada de 0,1. Repetir isso para os intervalos subsequentes resulta na Tabela 13.6.

Tabela 13.6 Probabilidades combinadas

Uso do *lead time*	100–199	200–299	300–399	400–499	500–599	600–699	700–799
Probabilidade	0,1	0,2	0,32	0,18	0,12	0,06	0,02

Isso demonstra a probabilidade de ocorrer cada possível arranjo no uso do *lead time*, porém, são as probabilidades acumuladas que são necessárias para prever a provável falta de estoque (*veja* a Tabela 13.7).

Tabela 13.7 Probabilidades combinadas

Uso do *lead time* X	100	200	300	400	500	600	700	800
Probabilidade de o uso do *lead time* ser maior que X	1,0	0,9	0,7	0,38	0,2	0,08	0,02	0

Estabelecer o nível de reposição em 600 significa que há apenas 0,08 chance de o uso durante o *lead time* ser maior do que o estoque disponível; isto é, há menos de 10% de chance de ocorrer falta de estoque durante o período de reposição.

Revisão contínua e periódica

A abordagem que descrevemos para a tomada de decisão do *timing* da reposição é frequentemente denominada abordagem de revisão contínua. Isso é porque, para tomar decisões dessa forma, os gerentes de produção precisam continuamente acompanhar os níveis de estoque de cada item e então emitir um pedido quando esse nível atinge o nível de reposição. A virtude dessa abordagem é que, apesar de o ritmo

de pedidos poder ser irregular (dependendo da variação da taxa de demanda), o tamanho do pedido (Q) é constante e pode ser estabelecido na determinação do lote econômico de compra (LEC). Essa verificação contínua do nível de estoque pode consumir tempo, especialmente quando há muitas saídas de estoque em comparação com seu nível médio. Entretanto, em um ambiente em que todos os registros de estoque são computadorizados, isso não deve ser um problema, a menos que os registros sejam imprecisos.

Uma abordagem alternativa e muito mais simples, mas que sacrifica o uso de uma quantidade fixa de pedidos (e, portanto, possivelmente ideal), é chamada abordagem de revisão periódica. Aqui, em vez de fazer um pedido quando determinado nível de estoque é atingido, a abordagem periódica sugere pedidos a intervalos de tempo regulares e fixos. Assim, o nível de estoque de um item pode ser verificado, por exemplo, no final de cada mês, e um pedido de reposição é feito para elevar o nível de estoque até um nível predeterminado. Esse nível é calculado para cobrir a demanda entre a emissão do pedido de reposição e a chegada do pedido seguinte de reposição. A Figura 13.13 ilustra os parâmetros para a abordagem de revisão periódica.

No momento T_1 da Figura 13.13, o gerente de estoque examina o nível de estoque e pede o suficiente para elevar esse nível até o máximo, Q_m. Entretanto, o pedido de Q_1 itens não chegará até que um tempo posterior t_1 tenha passado, durante o qual a demanda continua a consumir os estoques. Novamente, tanto a demanda como o *lead time* são incertos. Os itens Q_1 vão chegar e elevar o nível de estoque até algum nível menor do que Q_m (a menos que não tenha havido demanda em t_1). A demanda então continua até T_2, quando novamente um pedido Q_2 é emitido, que é a diferença entre o estoque atual em T_2 e Q_m. Esse pedido chega após t_2, tempo em que a demanda consumiu mais os estoques. Assim, o pedido de reposição emitido em T_1 precisa ser capaz de cobrir a demanda que ocorre até T_2 e t_2. Estoques de segurança precisam ser calculados de modo similar ao anterior, baseados na distribuição de uso do *lead time* durante esse período.

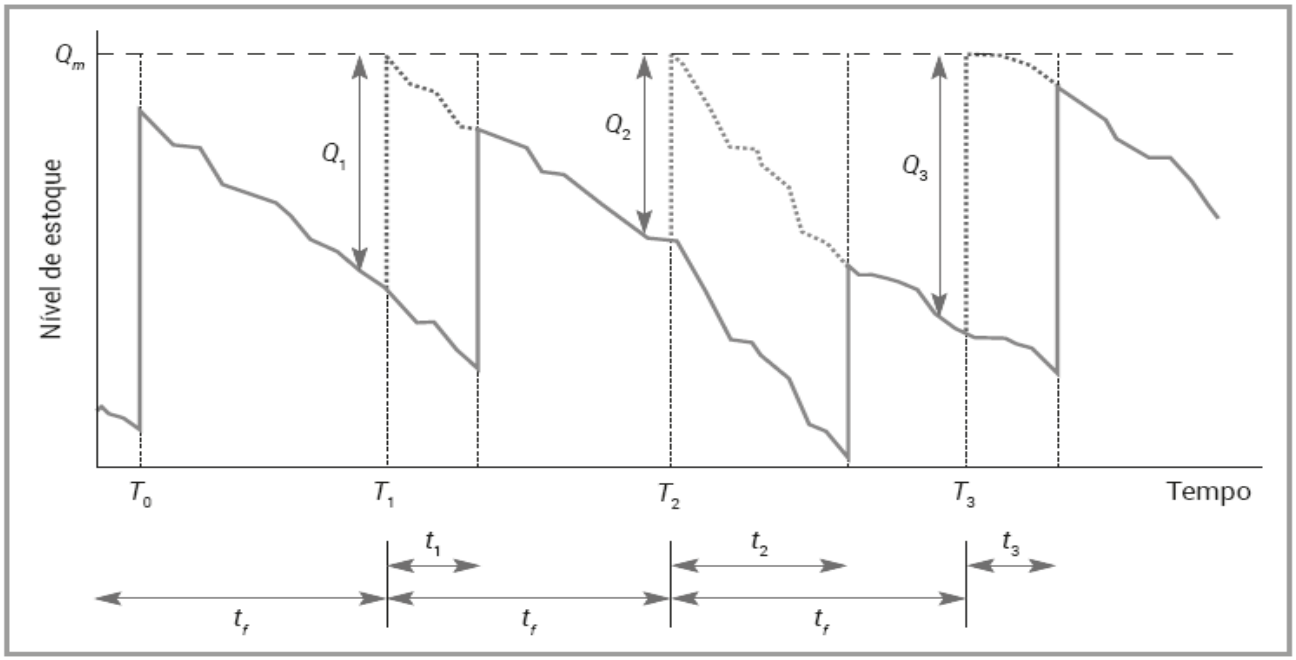


Figura 13.13 Uma abordagem de revisão periódica do *timing* do pedido com demanda e *lead time* probabilísticos.

Intervalo de tempo

O intervalo entre as emissões de pedidos, t_1, é normalmente calculado de modo determinístico e derivado do LEC. Assim, por exemplo, se a demanda por um item for de 2.000 por ano, o custo de emissão de um pedido é $ 25, e o custo anual de manutenção de estoque é de $ 0,5 por item/ano:

$$\text{LEC} = \sqrt{\frac{2C_oD}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.000 \times 25}{0,5}} = 447$$

Assim, o intervalo de tempo ótimo entre pedidos, t_f, é:

$$t_f = \frac{LEC}{D} = \frac{447}{2.000} \text{ anos}$$
$$= 2,68 \text{ meses}$$

Pode parecer um paradoxo calcular o intervalo de tempo pressupondo a demanda constante quando ela é, de fato, incerta. Todavia, incertezas tanto de demanda como de *lead time* podem ser permitidas estabelecendo Q_m para permitir que a probabilidade desejada de falta de estoque seja baseada no uso durante o período t_f + *lead time*.

Sistemas de duas e três gavetas

Manter controle dos níveis de estoque é especialmente importante na abordagem de revisão contínua para reposição. É necessário que haja um método simples e evidente de indicação do *timing* de reposição, especialmente se houver grande número de itens a serem monitorados. Os sistemas de duas e três gavetas ilustrados na Figura 13.14 são métodos desse tipo. O sistema simples de duas gavetas envolve estocar a quantidade do ponto de reposição mais a quantidade do estoque de segurança na segunda gaveta e usar itens da primeira gaveta. Quando a primeira gaveta esvaziar, é o sinal para pedir a próxima quantidade de reposição. Às vezes, o estoque de segurança é armazenado em uma terceira gaveta (sistema de três gavetas), de modo que fica claro quando a demanda está além do esperado. "Gavetas" diferentes nem sempre são necessárias para operar esse tipo de sistema. Por exemplo, uma prática comum nas operações de varejo é estocar a quantidade da segunda gaveta embaixo da quantidade da primeira gaveta. Pedidos são então feitos quando os itens da parte inferior da gaveta passam a ser movimentados.

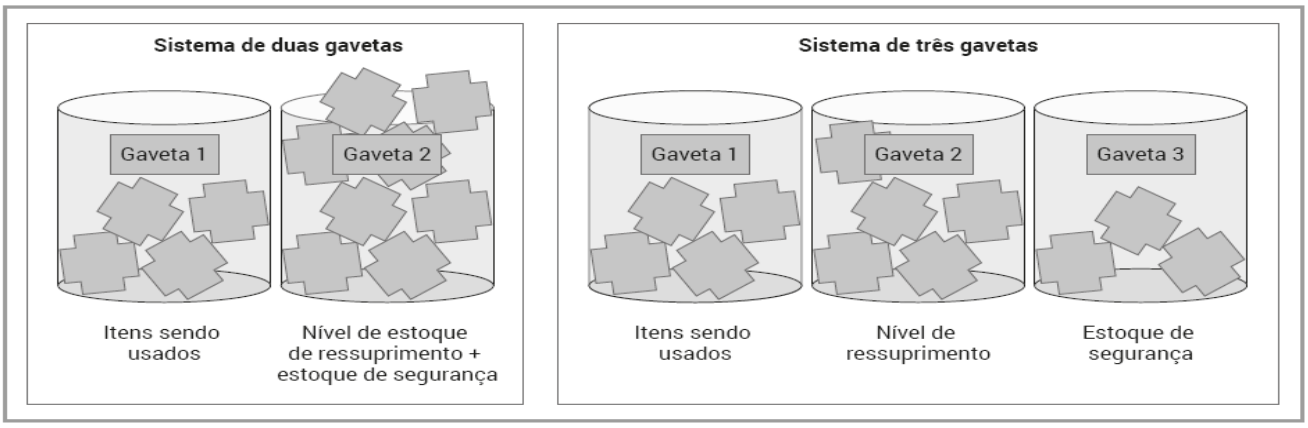


Figura 13.14 Sistemas de reposição de estoque de duas e três gavetas.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

"Entrega antecipada" da Amazon[5]

A precisão da previsão e o tempo de entrega estão relacionados. Previsões fracas significam que os itens errados serão armazenados, o que, por sua vez, significa que a entrega será adiada até que os itens certos sejam recebidos. Mas e se um fornecedor pudesse saber o que seus clientes iriam encomendar, mesmo antes de fazê-lo? Essa é a ambição da operação de varejo *online* da Amazon. Ele arquivou uma patente para proteger seu sistema para a tecnologia que espera prever o que seus clientes irão comprar, mesmo antes de ter clicado no botão "pedir". A empresa, que é o maior revendedor *online* do mundo, chama seu novo sistema de "entrega antecipada" e o percebe como uma forma de acelerar seus prazos de entrega. O pedido de patente da Amazon revela o pensamento por trás do sistema. Seu pedido diz que: "*Uma desvantagem substancial para o modelo virtual da loja é que, em muitos casos, os clientes não podem receber suas mercadorias imediatamente após a compra, mas devem esperar que o produto seja despachado para elas. A disponibilidade de métodos de entrega acelerada de várias operadoras comuns pode mitigar o atraso na entrega, mas muitas vezes com custos adicionais substanciais, que podem competir com o preço pago pela própria mercadoria. Tais atrasos podem dissuadir os clientes de comprar itens de comerciantes* online, *particularmente se esses itens estiverem mais facilmente disponíveis no comércio local*." A abordagem é relatada como usando vários elementos para prever quais compras uma pessoa poderá fazer. Os fatores a serem considerados podem incluir idade, renda, itens adquiridos anteriormente, pesquisa de itens, "listas de desejos" e talvez até o tempo que o cursor de um usuário permanece sobre um produto. Munida dessa informação, a Amazon pode enviar itens que provavelmente serão encomendados ao "hub" de estoque mais próximo do cliente. Então, quando um cliente realmente fizer o pedido, o item pode ser entregue muito mais rápido.

COMO O ESTOQUE PODE SER CONTROLADO?

Os modelos que descrevemos, mesmo aqueles que adotam uma visão probabilística da demanda e do *lead time*, são ainda simplificados em comparação à complexidade da gestão de estoques reais. Lidar com muitos milhares de itens estocados, fornecidos por muitas centenas de fornecedores, com, possivelmente, dezenas de milhares de clientes individuais, torna a tarefa de operações complexa e dinâmica. Para controlar tal complexidade, os gerentes de produção têm que fazer duas coisas. Primeiro, têm que discriminar os diferentes itens estocados, de modo que possam aplicar um grau de controle a cada item que seja adequado a sua importância. Segundo, precisam investir em um sistema de processamento de informação que possa lidar com seus conjuntos particulares de circunstâncias de controle de estoque.

Prioridades de estoque – o sistema ABC

Em qualquer estoque que contenha mais de um item armazenado, alguns itens serão mais importantes para a organização do que outros. Por exemplo, alguns itens podem ter uma taxa de movimentação muito alta, de modo que, se faltassem, muitos clientes ficariam desapontados. Outros itens podem ter valores particularmente altos, de modo que níveis de estoque excessivos seriam particularmente caros. Uma forma comum de discriminar diferentes itens de estoque é listá-los de acordo com o valor movimentado (sua taxa de movimentação multiplicada por seu valor individual). Os itens com valor movimentado

particularmente alto demandam controle cuidadoso, enquanto os de baixo valor movimentado não precisam ser controlados com tanto rigor. Geralmente, uma proporção relativamente pequena dos itens estocados representará grande proporção do valor movimentado total. Esse fenômeno é conhecido como lei de Pareto (nome da pessoa que a descreveu), às vezes, referida como regra 80/20. É assim chamada porque, tipicamente, 80% das vendas de uma operação respondem por apenas 20% de todos os tipos de itens estocados. A lei de Pareto é também usada em outras situações de administração da produção (*veja*, por exemplo, o Capítulo 16). Aqui o relacionamento pode ser usado para classificar os diferentes tipos de itens mantidos em estoque por seu valor movimentado. O controle de estoque ABC permite aos gerentes de estoque concentrarem seus esforços no controle dos itens mais significativos do estoque:

■ *Itens classe A* são aqueles 20% de itens de alto valor que representam cerca de 80% do valor total do estoque.

■ *Itens classe B* são aqueles de valor médio, normalmente os 30% de itens seguintes que representam cerca de 10% do valor total.

■ *Itens classe C* são aqueles de baixo valor que, não obstante compreender cerca de 50% do total de tipos de itens estocados, provavelmente representam apenas 10% do valor total dos itens estocados.

Princípio de administração da produção

São necessárias diferentes regras de decisão de gerenciamento de inventário para diferentes classes de inventário.

Exemplo resolvido

A Tabela 13.8 mostra todas as peças armazenadas por um atacadista de material elétrico. Os 20 diferentes itens armazenados variam tanto em termos de seu uso anual como do custo por item, como mostrado. Todavia, o atacadista classificou os itens em estoque pelo seu valor anual movimentado. O valor anual total movimentado é de $ 5.569.000. A partir disso, é possível calcular o valor anual de uso de cada item como porcentagem do valor total de uso, e, a partir daí, o valor de uso acumulado como mostrado. O atacadista pode então colocar em um gráfico a porcentagem acumulada de todos os itens estocados contra a porcentagem acumulada de seu valor. Assim, por exemplo, a peça estocada com o número A/703 é a de maior valor e representa 25,14% do valor de estoque total. Todavia, essa peça representa apenas 1/20 ou 5% do número total de itens estocados. Esse item e o próximo item de maior valor (D/012) representam apenas 10% do número total de itens estocados, embora respondam por 47,37% do valor do estoque e assim por diante.

Tabela 13.8 Itens armazenados, ranqueados por valor de uso

Item de estoque	Uso (Itens/ ano)	Custo ($/ item)	Valor de uso ($ 000/ano	% do custo total	% acumulada do valor total
A/703	700	20,00	14.000	77,1%	77,1%
D/012	450	2,75	1.238	6,8%	83,9%
A/135	1.000	0,90	900	5,0%	88,8%
C/732	95	8,50	808	4,4%	93,3%
C/375	520	0,54	281	1,5%	94,8%
A/500	73	2,30	168	0,9%	95,7%
D/111	520	0,22	114	0,6%	96,4%
D/231	170	0,65	111	0,6%	97,0%
E/781	250	0,34	85	0,5%	97,4%
A/118	250	0,30	75	0,4%	97,9%
D/175	400	0,14	56	0,3%	98,2%
E/001	80	0,63	50	0,3%	98,4%
C/150	230	0,21	48	0,3%	98,7%
F/030	400	0,12	48	0,3%	99,0%
D/703	500	0,09	45	0,2%	99,2%
D/535	50	0,88	44	0,2%	99,5%
C/541	70	0,57	40	0,2%	99,7%
A/260	50	0,64	32	0,2%	99,9%
B/141	50	0,32	16	0,1%	99,9%
D/021	20	0,50	10	0,1%	100,0%
Total			5.569		100,00

Isso é mostrado graficamente na Figura 13.15. Aqui, o atacadista classificou os números das primeiras quatro peças (20% do total) como itens classe A e irá monitorar o uso e os pedidos desses itens com maior rigor e frequência. Alguns melhoramentos no número de pedidos ou estoques de segurança para esses itens podem trazer economias significativas. As seis próximas peças, números C/375 até A/138 (30% do total), devem ser tratadas como itens classe B, com um pouco menos de esforço dedicado a seu controle. Todos os outros itens são classificados como itens classe C, cuja política de estoque é revista apenas ocasionalmente.

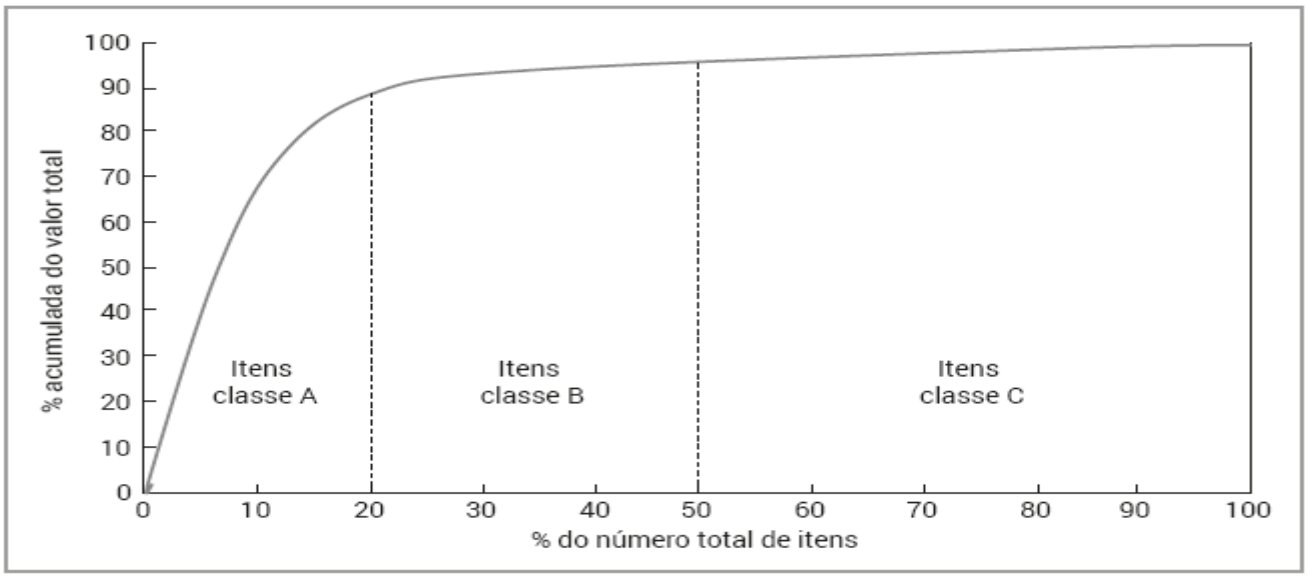


Figura 13.15 Curva de Pareto para itens em um armazém.

Embora o uso e o valor anual sejam os dois critérios mais comumente usados para determinar um sistema de classificação de estoque, outros critérios podem também contribuir para a classificação (mais alta) de um item:

■ *Consequência da falta de estoque*. Alta prioridade deve ser dada aos itens que atrasariam mais seriamente ou interromperiam outras operações ou a relação com o cliente se faltassem no estoque.

■ *Incerteza de fornecimento*. Alguns itens, mesmo de baixo valor, podem demandar mais atenção se seu fornecimento for incerto.

■ *Alta obsolescência ou risco de deterioração*. Os itens que perdem seu valor por obsolescência ou deterioração podem merecer atenção e monitoramento extras.

Alguns sistemas de classificação de estoque mais complexos podem incluir esses critérios para classificar itens em A, B ou C. Por exemplo, uma parte pode ser classificada como A/B/A, o que significa que é um item de categoria A pelo valor, B por consequência de falta de estoque e A por risco de obsolescência.

Comentário crítico

Às vezes, essa abordagem de classificação de estoque pode ser enganosa. Muitos gerentes profissionais de estoque alertam que a lei de Pareto normalmente é mal interpretada. Ela não afirma que 80% das unidades de manutenção de estoque (SKUs) são responsáveis por apenas 20% do valor de estoque, mas responsáveis por 80% do "uso" de estoque ou valor de atravessamento; em outras palavras, valor de venda. De fato, são os itens de movimentação lenta (itens de categoria C) que geralmente impõem os maiores desafios para a gestão de estoque. Geralmente, esses itens de mo vimentação lenta, embora sejam

responsáveis por apenas 20% das vendas, exigem grande parte (geralmente, entre metade e dois terços) do total de investimento em estoque. É por isso que esses itens são um problema real. Além disso, se erros de previsão ou de pedidos resultam em estoque excedente de itens de movimentação rápida, de "classe A", isso é relativamente pouco importante, no sentido de que o estoque excedente pode ser vendido rapidamente. Entretanto, estoque excedente de itens de movimentação lenta, classe C, ficarão em estoque por muito tempo. De acordo com alguns gerentes de estoque, os itens classe A podem ser deixados de lado, enquanto os itens de classe B e, mais ainda, os de classe C precisam ser controlados.

Medição de estoque

Em nosso exemplo das classificações ABC, usamos o valor monetário do uso anual de cada item como uma medida de uso de estoque. O valor monetário também pode ser usado para medir o nível absoluto de estoque a qualquer momento. Isso envolveria considerar a quantidade de cada item em estoque, multiplicá-la por seu valor (geralmente, o custo de aquisição do item) e, depois, somar o valor de todos os itens individuais armazenados. Essa é uma medida de investimento útil que uma operação faz em estoques, mas não dá nenhuma indicação de quão grande é esse investimento em relação ao fluxo total da operação. Para fazer isso, precisamos comparar o número total de itens em estoque com sua taxa de uso. Há duas formas de fazer isso. A primeira é calcular o tempo que o estoque duraria, sujeito à demanda normal, se não fosse reabastecido. Às vezes, esse método é denominado *cobertura* (em semanas, dias, meses, anos etc.) do estoque. O segundo método é calcular a frequência com que o estoque é totalmente usado em um período, geralmente, um ano. Isso é chamado giro de estoque ou *turnover* e é o inverso do período de cobertura de estoque anteriormente mencionado.

Exemplo resolvido

Um pequeno importador especializado em vinho mantém estoque de três tipos de produto: Chateau A, Chateau B e Chateau C. Os níveis de estoque atuais são 500 caixas do Chateau A, 300 caixas do Chateau B e 200 caixas do Chateau C. A Tabela 13.9 mostra o número de cada item mantido em estoque, seu custo unitário e a demanda anual por item.

Tabela 13.9 Estoque, custo e demanda para os três itens estocados

Item	Número médio em estoque	Custo por item ($)	Demanda anual
Chateau A	500	3,00	2.000
Chateau B	300	4,00	1.500
Chateau C	200	5,00	1.000

$$\begin{aligned}\text{Valor total do estoque} &= \sum(\text{Nível médio de estoque} \times \text{custo por item})\\ &= (500 \times 3) + (300 \times 4) + (200 \times 5)\\ &= 3.700\end{aligned}$$

A *cobertura de estoque* por item estocado é a seguinte (suponha-se 50 semanas de venda por ano):

$$\text{Cobertura de estoque, Chateau A} = \frac{\text{Estoque}}{\text{Demanda}} \text{ x } \frac{500}{2.000} \times 50 = 12{,}5 \text{ semanas}$$

$$\text{Cobertura de estoque, Chateau B} = \frac{\text{Estoque}}{\text{Demanda}} \text{ x } \frac{300}{1.500} \times 50 = 10 \text{ semanas}$$

$$\text{Cobertura de estoque, Chateau C} = \frac{\text{Estoque}}{\text{Demanda}} \text{ x } \frac{200}{1.000} \times 50 = 10 \text{ semanas}$$

O *giro de estoque* por item é calculado a seguir:

$$\text{Giro de estoque, Chateau A} = \frac{\text{Estoque}}{\text{Demanda}} \text{ x } \frac{2.000}{500} = 4 \text{ vezes/ano}$$

$$\text{Giro de estoque, Chateau B} = \frac{\text{Estoque}}{\text{Demanda}} \text{ x } \frac{1.500}{300} = 5 \text{ vezes/ano}$$

$$\text{Giro de estoque, Chateau C} = \frac{\text{Estoque}}{\text{Demanda}} \text{ x } \frac{1.000}{200} = 5 \text{ vezes/ano}$$

Para encontrar a cobertura média de estoque ou o giro médio de estoque para o total de itens em estoque, as medidas de item individual podem ser ponderadas por seus níveis de demanda como proporção da demanda total (4.500). Assim:

$$\text{Cobertura média de estoque} = \left(125 \text{ x } \frac{2.000}{4.500}\right) + \left(10 \text{ x } \frac{1.500}{4.500}\right) + \left(10 \text{ x } \frac{1.500}{4.500}\right)$$
$$= 11{,}11$$

$$\text{Giro médio de estoque} = \left(4 \text{ x } \frac{2.000}{4.500}\right) + \left(50 \text{ x } \frac{1.500}{4.500}\right) + \left(50 \text{ x } \frac{1.500}{4.500}\right)$$
$$= 4{,}5$$

Sistemas de informação de estoque

A maioria dos estoques, de qualquer tamanho significativo, é gerenciada por sistemas computadorizados. O grande número de cálculos relativamente rotineiros envolvidos no controle de estoque prestam-se bem a apoio computadorizado. Isso é especialmente verdadeiro desde que a coleta de dados passou a ser feita de forma mais conveniente pelo uso de leitoras de código de barras e registro de transações em pontos de venda. Muitos sistemas comerciais de controle de estoque estão disponíveis, embora tendam a compartilhar certas funções comuns.

Atualização de registros de estoque

Cada vez que uma transação ocorre (como a venda de um item, a movimentação de um item do depósito para um caminhão ou a entrega de um item no depósito), a posição, o *status* e, possivelmente, o valor de

estoque terão sido modificados. Essa informação precisa de registro para que os gerentes de produção possam determinar o *status* (posição) do estoque em qualquer momento.

Geração de pedidos

As duas principais decisões que descrevemos anteriormente, quanto pedir e quando pedir, podem ser feitas por um sistema computadorizado de controle de estoque. A primeira decisão, estabelecer quanto pedir (Q), é passível de ser tomada apenas em intervalos muito pouco frequentes. Originalmente, quase todos os sistemas computadorizados calculavam automaticamente as quantidades de pedido por meio do uso das fórmulas LEC discutidas anteriormente. Atualmente, algoritmos mais sofisticados são usados, geralmente utilizando dados probabilísticos baseados no exame do retorno marginal sobre o investimento em estoque. O sistema manterá todas as informações do pedido que compõem o algoritmo, mas pode verificar periodicamente os parâmetros para conferir se a demanda ou o *lead time* do pedido, ou qualquer outro parâmetro, mudou significativamente e recalcular Q de forma adequada. Por outro lado, a decisão de quando pedir é uma situação muito mais rotineira dos sistemas de computação, calculada de acordo com as normas de decisão escolhidas pelos gerentes de produção: seja revisão contínua ou revisão periódica. Além disso, os sistemas podem gerar automaticamente qualquer documentação que seja necessária ou mesmo transmitir as informações de reposição de estoque eletronicamente por meio de um sistema de intercâmbio eletrônico de dados (*Electronic Data Interchange* – EDI).

Geração de relatórios de estoque

Os sistemas de controle de estoque podem gerar relatórios regulares de valor de estoque para os diferentes itens armazenados, relatórios estes que podem ajudar a administração a monitorar o desempenho do controle de estoque. De modo semelhante, o desempenho do serviço ao cliente, como o número de itens em falta no estoque ou o número de pedidos incompletos, pode ser regularmente monitorado. Alguns relatórios podem ser gerados excepcionalmente. Isto é, o relatório apenas é gerado se alguma medida de desempenho desviar-se dos limites aceitáveis.

Previsão

Todas as decisões de reposição de estoque devem ser idealmente tomadas com claro entendimento da demanda futura. O sistema de controle de estoque pode comparar a demanda real com a prevista e ajustar a previsão à luz dos níveis atuais de demanda. Sistemas de controle desse tipo são tratados em maiores detalhes no Capítulo 14.

Problemas comuns com os sistemas de estoque

Nossa descrição de sistemas de estoque está baseada na suposição de que as operações possuem (a) uma ideia razoavelmente precisa dos custos de manutenção de estoque ou do custo de pedido e (b) informação precisa que realmente indique o nível real de estoque e vendas. Porém, dados imprecisos geralmente apresentam um dos problemas mais significativos para os gerentes de produção. Isso ocorre devido ao fato de que a maior parte dos sistemas computadorizados de gestão de estoque está baseada no que se

denomina princípio de estoque perpétuo. Essa é a ideia simples de que os registros de estoque são (ou deveriam ser) automaticamente atualizados toda vez que a entrada ou saída de um item for registrada. Assim,

Nível de estoque inicial + Recebimento de itens – Saída de itens = Novo nível de estoque

Princípio de administração da produção
A manutenção da precisão dos dados é vital para a eficácia diária dos sistemas de gestão de estoque.

Quaisquer erros no registro dessas transações e/ou no manuseio do estoque físico podem levar a discrepâncias entre o estoque registrado e o estoque real, e esses erros são perpetuados até que sejam feitas verificações do estoque físico (geralmente pouco frequentes). Na prática, há muitas oportunidades para erros, no mínimo porque são muitas as transações com estoque. Isso significa que é surpreendentemente comum que a maioria dos registros de estoque seja imprecisa. As causas básicas de erros incluem:

■ erros de digitação – entrada errada do código do produto;

■ erros nas quantidades – erros de contagem de produtos que entram e saem do estoque;

■ estoque danificado ou deteriorado não computado como tal ou não corretamente eliminado do registro quando destruído;

■ itens errados retirados do estoque, mas sem a devida correção dos registros quando retornam ao estoque;

■ atrasos entre as transações feitas e a atualização de registros;

■ itens roubados do estoque (comuns em ambientes de varejo, mas também não totalmente incomuns em estoques industriais e comerciais).

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é estoque?

■ Estoque é a acumulação dos recursos transformados de uma operação. Às vezes, as palavras "estoque" e "inventário" são também usadas para descrever recursos em transformação, mas os termos "controle de estoque" e "controle de inventário" são quase sempre utilizados em conexão com os recursos transformados.

■ Quase todas as operações mantêm algum tipo de estoque, a maioria geralmente de materiais, mas também de informação ou clientes (estoques de clientes são normalmente denominados filas).

Por que deve haver estoque?

■ O estoque ocorre em operações porque o *timing* do suprimento nem sempre coincide com o *timing* da demanda. Assim, os estoques são necessários para conciliar as diferenças entre suprimento e demanda.

■ Há cinco razões principais para a manutenção de estoque:

lidar com interrupções ocasionais e não esperadas no fornecimento ou na demanda (estoque de proteção, colchão ou de segurança);

lidar com a inabilidade de fabricar todos os produtos simultaneamente (estoque de ciclo);

permitir que diferentes estágios do processamento operem em velocidades e programações diferentes (estoque de desacoplamento);
lidar com flutuações conhecidas no suprimento ou na demanda (estoque de antecipação);
lidar com os atrasos de transporte na rede de suprimento (estoque no canal de distribuição).

■ O estoque é frequentemente parte importante do capital de giro, empatando dinheiro que poderia ser usado de modo mais produtivo em outro lugar.

■ Se o estoque não for utilizado rapidamente, há risco crescente de danos, perda, deterioração ou obsolescência.

■ Invariavelmente, o estoque ocupa espaço (por exemplo, em armazém) e necessita ser gerenciado, guardado em condições apropriadas, segurado e fisicamente manuseado quando ocorrem transações. Assim, contribui para os custos gerais e administrativos.

Quanto deve ser encomendado? Decisão de volume

■ Isso depende do equilíbrio entre os custos associados à manutenção do estoque e os custos associados à emissão de pedidos. Os principais custos de manutenção de estoque estão geralmente associados ao capital de giro, enquanto os principais custos de pedido estão relacionados às transações necessárias à geração de informação para a emissão de um pedido.

■ A abordagem mais conhecida para determinar a quantidade de estoque a pedir é a fórmula do lote econômico de compra (LEC). Essa fórmula pode ser adaptada para diferentes tipos de perfil de estoque, usando diferentes suposições de comportamento de estoque.

■ Entretanto, a abordagem do LEC está sujeita a várias críticas com relação ao custo real de manutenção de estoque, ao custo real de emissão de um pedido e ao uso de modelos LEC como instrumentos prescritivos.

Quando fazer um pedido? Decisão de *timing*

■ Isso depende parcialmente da incerteza da demanda. Os pedidos são geralmente programados para deixar certo nível de estoque de segurança até que o pedido seja entregue. O nível de estoque de segurança é influenciado pela variabilidade da demanda e do *lead time* do fornecimento. Essas duas variáveis são geralmente combinadas na distribuição do uso durante o *lead time*.

■ O uso do nível de reposição de estoque como um gatilho para a emissão de um pedido de reabastecimento necessita de revisão contínua dos níveis de estoque. Isso pode consumir tempo e sair caro. Uma abordagem alternativa é emitir pedidos de reposição de tamanhos variáveis, mas em períodos de tempo fixos.

Como o estoque pode ser controlado?

■ A questão central aqui é como os gerentes devem discriminar entre diferentes níveis de controle que se aplicam a diferentes itens em estoque. A forma mais comum de fazer isso é conhecida como classificação ABC de estoque. Ela utiliza o princípio de Pareto para distinguir entre diferentes valores ou importâncias relacionadas ao tipo de estoque.

■ O estoque normalmente é gerenciado por meio de sofisticados sistemas de informações computadorizados, que têm diversas funções: atualização dos registros de estoque, geração de pedidos,

geração de relatórios de posição de estoque e previsão da demanda. Esses sistemas dependem criticamente da manutenção de registros rigorosos de estoque.

ESTUDO DE CASO

supplies4medics.com

Fundada há quase 20 anos, a supplies4medics.com tornou-se uma das mais bem-sucedidas empresas de venda direta de suprimentos médicos a hospitais, cirurgiões médicos e dentistas, clínicas, lares de idosos e outras organizações médicas relacionadas da Europa. Seus catálogos físico e *online* listam mais de 4 mil itens, categorizados por aplicações gerais como "itens de higiene consumíveis" e "instrumentos cirúrgicos". Citando seu *website*:

"*Somos distribuidores pan-europeus de suprimentos médicos e de segurança... Visamos oferecer tudo o que possa ser necessário; de uniformes de enfermeiros a kits médicos, itens consumíveis para cirurgias, kits de primeiros socorros, produtos de segurança, produtos químicos, equipamento de combate a incêndio, suprimentos para enfermeiros e médicos etc. Tudo a preços acessíveis – e apoiados por nosso atendimento e suporte ao cliente muito superiores – a supplies4medics é sua fonte ideal de todos os suprimentos médicos. Normalmente, os pedidos são despachados no mesmo dia, através do nosso parceiro de distribuição europeu, o Brussels Hub da DHL. Assim, você deve receber seu pedido completo dentro de uma semana, mas pode solicitar entrega para o dia seguinte por uma pequena taxa extra. Você pode pedir nosso catálogo impresso no link situado na parte inferior da página ou comprar em nossa loja* online *de fácil utilização*."

No último ano, o faturamento cresceu cerca de 25%, passando a 120 milhões de euros, situação de considerável satisfação da empresa. Entretanto, o crescimento do lucro foi menos espetacular, e a pesquisa de mercado sugeriu que a satisfação do cliente, embora geralmente boa, estava declinando lentamente. O mais preocupante era que os níveis de estoque haviam crescido mais rápido do que o faturamento, em termos percentuais. Isso estava colocando uma pressão no fluxo de caixa, exigindo que a empresa tomasse mais dinheiro emprestado para financiar o rápido crescimento planejado para o ano seguinte. A manutenção de estoque estava estimada em custar em torno de 15% ao ano, levando em consideração os custos de empréstimo, seguro e todas as despesas indiretas de armazenagem.

Pierre Lamouche, diretor de operações, resumiu a situação enfrentada por seu departamento: "*Por questão de urgência, estamos revisando nossos sistemas de gestão de compras e de estoque! A maioria dos níveis de ressuprimento existentes e as quantidades de ressuprimento foi estabelecida há vários anos e nunca foi recalculada. Nosso foco tem sido o rápido crescimento mediante a introdução de novas linhas de produto. Para os itens mais recentemente introduzidos, as quantidades de ressuprimento foram baseadas apenas em previsão de vendas que, realmente, pode ser bastante enganosa. Estimamos que custa para nós, em média, 50 euros para emitir e administrar cada pedido de compra, visto que a maioria dos fornecedores não está ainda preparada para receber pedidos pela Internet ou por EDI (intercâmbio eletrônico de dados). Nesse meio tempo, as vendas de alguns produtos têm crescido com rapidez, enquanto as de outros vêm declinado. Nosso estoque médio é de cerca de 10 semanas, mas... surpreendentemente... ainda deixamos faltar itens críticos! De fato, em média, temos atualmente em falta cerca de 500 SKUs (unidades de manutenção de estoque) em qualquer momento. Como você pode imaginar, nosso nível de serviço nem sempre é satisfatório com essa situação. Realmente precisamos de ajuda para fazer uma revisão de nosso sistema, de modo que contratamos um estagiário de uma escola de negócio local para revisar nosso sistema. Ele inicialmente pediu*

à minha equipe para fornecer informação sobre uma amostra representativa e aleatória de 20 itens de nosso catálogo que está relacionada a seguir." [*veja* a Tabela 13.10]

Tabela 13.10 Amostra representativa de 20 itens do catálogo

Número da amostra	Número de referência no catálogo*	Descrição das unidades à venda**	Custo unitário de venda (euros)	Vendas dos 12 últimos meses (unidades)	Estoque no final do último ano (unidades)	Quantidade de ressuprimento (unidades)
1	11036	Aventais descartáveis (pacotes de 10 unidades)	2,40	100	0	10
2	11456	Máscaras ajustadas nas orelhas (caixa)	3,60	6.000	120	1.000
3	11563	Broca tipo 164	1,10	220	420	250
4	12054	Fralda de adulto	3,50	35.400	8.500	10.000
5	12372	Seringa de 150 ml	11,30	430	120	100
6	12774	Espéculo retal de 3 bifurcações	17,40	65	20	20
7	12979	Organizador de bolso azul	7,00	120	160	500
8	13063	*Kit* de oxigênio para trauma	187,00	40	2	10
9	13236	Fita de óxido de zinco	1,50	1260	0	50
10	13454	Estetoscópio de cabeça dupla	6,25	10	16	25
11	13597	Cateter de látex	0,60	3.560	12	20
12	13999	Rampa rolante para cadeiras de roda	152,50	12	44	50
13	14068	Tubo *WashClene*	1,40	22.500	10.500	8.000
14	14242	Colar cervical	12,00	140	24	20
15	14310	Cunha de cabeça	89,00	44	2	10
16	14405	*Scooter* de três rodas	755,00	14	5	5
17	14456	Tubo para traqueostomia neonatal	80,40	268	6	100
18	14675	Massa moldável em tiras	10,20	1.250	172	100
19	14854	Bomba de controle sequencial	430,00	430	40	50
20	24943	Moldura de segurança para higiene pessoal	25,60	560	18	20

* Os números de referência são alocados sequencialmente à medida que novos itens são acrescentados ao catálogo.

** Todas as quantidades estão em unidades de vendas (por exemplo, item, caixa, estojo, pacote).

QUESTÕES

6. Que recomendações você daria à empresa?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Um fornecedor de circuitos eletrônicos compra *microchips* de um grande fabricante. No último ano, a empresa forneceu 2 mil *chips* especializados D/35 aos clientes. O custo de emitir um pedido é de $ 50 e o custo anual de manutenção de estoque é estimado em $ 2,4 por *chip* por ano. Quanto a empresa deve pedir por vez e qual o custo total de manutenção do estoque desse produto?

2 A Jollyfrighteningmasks.com é fornecedora pela Internet de máscaras excepcionalmente realistas. Uma das linhas de produto mais rentáveis é o "Zombie". A demanda anual por esse produto é de 15 mil

unidades, o custo anual de sua manutenção em estoque é estimado em $ 25 e o custo de emissão de pedido é de $ 75. Quantas máscaras "Zombie" a empresa deve pedir por vez?

3 A Jollyfrighteningmasks.com trabalha 44 semanas por ano. Se o *lead time* entre emitir um pedido para as máscaras "Zombie" e seu recebimento é de duas semanas, qual o ponto de ressuprimento para essas máscaras?

4 A Super Pea Canning Company produz ervilhas enlatadas. Utiliza 10 mil litros de corante verde por mês. Devido à natureza nociva desse produto, é necessário transporte especial e o custo de emissão de pedido é de $ 2.000. Se o custo mensal de manutenção de estoque do corante é de $ 5 o litro, quanto do corante deve ser pedido por vez?

5 Estime o valor anual de uso, o nível de estoque médio (ou valor) e o espaço ocupado pelos 20 itens representativos de alimentos consumidos em sua casa ou por sua família. Usando a análise de Pareto, categorize isso em grupos de valor consumido (por exemplo, A, B, C) e calcule o giro médio de estoque para cada grupo. Essa análise indica um uso sensível de capital e espaço? Caso negativo, que mudanças você pode fazer na estratégia de compra de sua casa?

6 Obtenha o relatório anual e o balanço dos últimos anos de uma empresa do setor industrial (em geral, você pode obtê-los no *website* da empresa) para duas operações de processamento de materiais (ao contrário de operações de processamento de clientes ou de informação). Calcule a taxa de giro de estoque para cada operação e a proporção de estoque em relação ao ativo total dos últimos anos. Tente explicar quais as razões para quaisquer diferenças ou tendências que você possa identificar e discuta as possíveis vantagens e desvantagens para a empresa em questão.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

AXSÄTER, S. *Inventory control*. 3. ed. New York: Springer, 2015.

Um livro-texto tradicional, porém abrangente, que assume uma abordagem quantitativa de "pesquisa operacional".

EMMETT, S.; GRANVILLE, D. *Excellence in inventory management*: how to minimise costs and maximise service. Cambridge: Cambridge Academic, 2007.

Um guia prático.

MULLER, M. *Essentials of inventory management*. 2. ed. New York: Amacom, 2011.

Tratamento direto ao ponto.

RELPH, G.; MILNER, C. *Inventory management*: advanced methods for managing inventory within business systems. London: Kogan Page, 2015.

Um livro avançado que aborda a maioria dos tópicos no assunto, incluindo a "curva-k", que não está incluída neste capítulo.

WATERS, D. *Inventory control and management*. Chichester: Wiley, 2003.

Convencional, embora cobertura útil do tópico.

WILD, T. *Best practice in inventory management*. Oxford: Butterworth–Heinemann, 2002.
Uma abordagem direta e de fácil leitura sobre o assunto, baseada na prática.

1. Prepare uma análise ABC em planilha eletrônica do valor de uso. Classifique como a seguir:
Itens A: 20% do valor de uso
Itens B: 30% do valor de uso
Itens C: 50% do valor de uso
2. Calcule as semanas de estoque para cada item, por classificação e para todos os itens no total. Isso sugere que a estimativa de estoque das semanas de Pierre Lomouche esteja correta?
3. Caso afirmativo, qual a sua estimativa do estoque global no final do ano-base e quanto ele pode ter aumentado durante o ano?
4. Baseado na amostra, analise as causas básicas do problema de disponibilidade descrito no texto.
5. Calcule o LEC para os itens A.
6. Que recomendações você daria à empresa?

14

SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

INTRODUÇÃO

Entre as questões mais importantes no planejamento e controle da produção está a gestão das (às vezes) enormes quantidades de informações geradas pela atividade. Não é apenas a função produção que é o gerador e o destinatário dessa informação; quase todas as outras funções de uma empresa estarão envolvidas. Por isso, é importante que todas as informações relevantes espalhadas por toda a organização sejam reunidas e que, com base nessa informação, sejam tomadas decisões apropriadas. Esta é a função dos sistemas de planejamento e controle. Eles reúnem informações, ajudam na tomada de decisões (com ou sem intervenção humana) e, em seguida, informam às partes relevantes da operação sobre decisões como: quando as atividades devem ocorrer, onde devem acontecer, quem deverá realizá-las, a quantidade de capacidade que será necessária, e assim por diante. Neste capítulo, também analisaremos o que se tornou a forma dominante de sistema de planejamento e controle – o planejamento de recursos empresariais, ou *Enterprise Resource Planning* (ERP). Ele surgiu de um conjunto de cálculos conhecidos como planejamento de necessidades de materiais, ou *Materials Requirements Planning* (MRP), que é descrito no suplemento deste capítulo. A Figura 14.1 mostra onde esse tópico se encaixa no nosso modelo geral de atividades de produção.

Questões-chave

- O que são sistemas de planejamento e controle?
- O que é *Enterprise Resource Planning* (ERP) e como ele se transformou no sistema de planejamento e controle mais comum?
- Como devem ser implementados os sistemas de planejamento e controle?

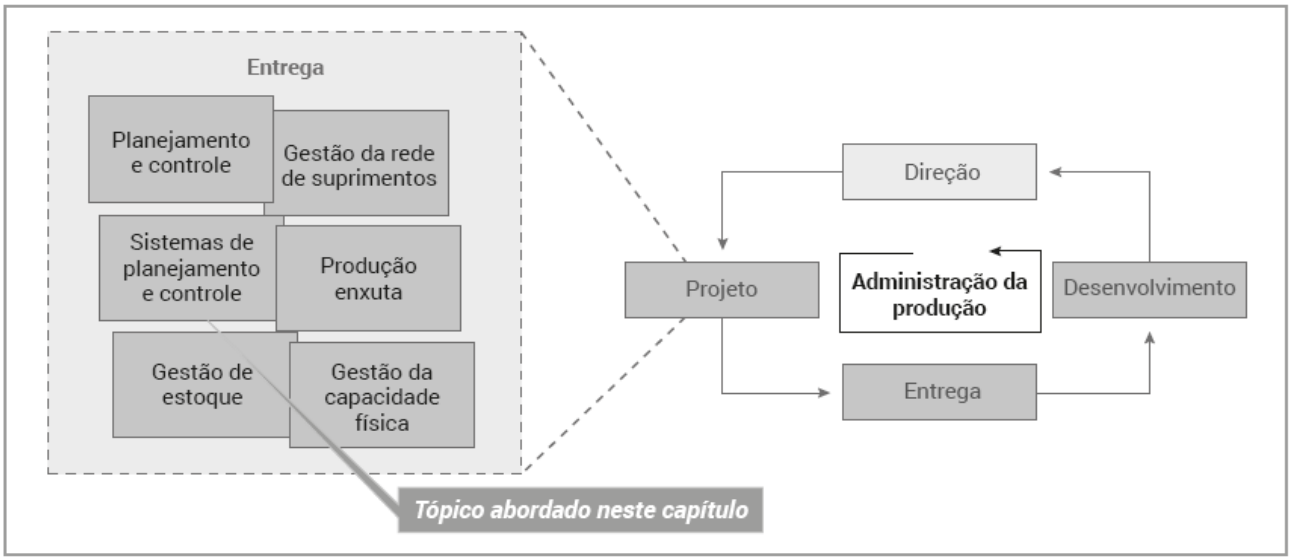


Figura 14.1 Este capítulo examina os sistemas de planejamento e controle.

O QUE SÃO SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE?

Antes de tratarmos dessa questão, vale a pena lembrarmos o que é planejamento e controle, analisando novamente o que abordamos no Capítulo 10. A atividade de planejamento e controle trata da gestão da alocação contínua de recursos e atividades para garantir que os processos da operação sejam eficientes e reflitam a demanda dos clientes por produtos e serviços. As atividades de planejamento e controle são distintas, mas muitas vezes se sobrepõem. Formalmente, o planejamento determina o que se *pretende* que aconteça em algum momento no futuro, enquanto o controle é o processo de *tratar* das coisas quando elas não ocorrem conforme o planejado. O controle faz os ajustes que ajudam a operação a atingir os objetivos que o plano estabeleceu, mesmo quando os pressupostos em que o plano foi baseado não são verdadeiros.

Sistemas de planejamento e controle

Os sistemas de planejamento e controle são os mecanismos de processamento de informações, suporte de decisão e execução que suportam o planejamento e a atividade de controle das operações. Embora os sistemas de planejamento e controle possam diferir, eles tendem a ter uma série de elementos comuns. Estas são: uma interface com o cliente (demanda) que forma um link de informação bidirecional entre as atividades da operação e seus clientes; Uma interface de suprimento que faz o mesmo para os fornecedores da operação; Um conjunto de mecanismos "básicos" sobrepostos que executam tarefas básicas, como carregamento, sequenciamento, programação e monitoramento e controle; Um mecanismo de decisão envolvendo pessoal de operações e sistemas de informação que faz ou confirma decisões de planejamento e controle. É importante que todos esses elementos sejam eficazes por si só e trabalhem juntos. A Figura 14.2 ilustra os elementos que devem estar presentes em todos os sistemas de planejamento e controle. Em sistemas mais sofisticados, eles podem até ser estendidos para incluir a integração deste sistema de planejamento e controle de recursos de operações com outras áreas funcionais da empresa, como finanças, marketing e pessoal. Nós lidamos com esta perspectiva multifuncional quando discutimos o planejamento de recursos empresariais (ERP) mais tarde.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

A Butcher's Pet Care coordena seu ERP[1]

Pode não ser um negócio glamouroso, mas a comida para animais de estimação é, certamente, um grande negócio. É também competitivo, com fornecedores menores lutando contra gigantes como a Nestlé. Um dos menores fabricantes europeus de alimento para cães é a Butcher's Pet Care, localizada no centro do Reino Unido, que adota uma abordagem moral positiva e ética em relação ao alimento que produz. Também é necessário ser supereficiente e coordenar sua produção e distribuição se pretende competir com rivais maiores. Veja como o gerente de TI da Butcher's, Malcolm Burrows, explica sua visão de como o sistema ERP ajuda a empresa a fazer isso.

Por que implementar um novo sistema ERP?

"*Há metas específicas que precisam ser atingidas, à medida que o sistema anterior criava longos processos e era um problema descobrir o que havia no armazém etc. Muitas tarefas do planejamento manual ocorriam*

fora do sistema, enquanto, agora, o enterprise resource planning *(ERP) e a programação de materiais recebidos funcionam bem melhor*.

Quais foram os benefícios do novo sistema ERP?

"*Estamos definitivamente obtendo uma melhor visão do estoque que estamos mantendo e uma resposta muito mais rápida está dando condições de mudar o modo como o produto é comprado. Como você provavelmente deve saber, em um ambiente em que estamos fornecendo a supermercados e cadeias de suprimento, há promoções regulares que afetam a demanda de produção, com giros muito rápidos. Assim, desse ponto de vista, o sistema tem um valor essencial*, já que podemos responder e atender às exigências de modo muito mais rápido e fácil."

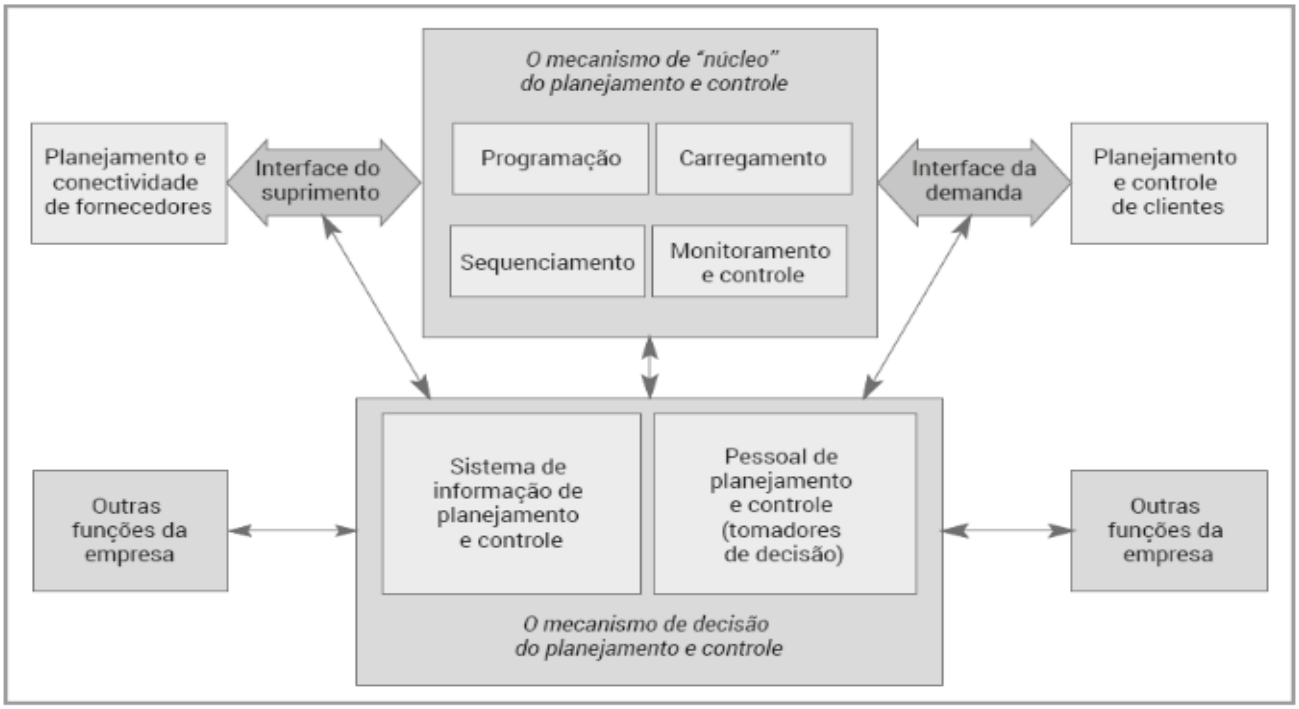


Figura 14.2 Sistemas de planejamento e controle integram mecanismos internos de planejamento e controle, clientes, fornecedores e outras funções da empresa.

Quais foram os desafios na implementação do sistema ERP?

"*Foi uma grande mudança cultural para os funcionários... Como em qualquer sistema ERP, o mapeamento de processos de negócio é crucial. Os desafios interessantes eram descobrir como precisávamos mudar para obter o melhor do sistema, e que havíamos concordado com um prazo para sua implementação*."

Como você treinou os funcionários para usar o sistema?

"*Tínhamos uma equipe essencial de projeto, formada por multiplicadores, que precisavam sair para, depois, trabalharem em suas áreas. O departamento de TI, realmente, não pode ditar isso;* [os usuários] *precisam dessa autonomia para dizer 'é dessa forma que desejamos operar'. Ficaremos envolvidos se houver consultas técnicas, mas, de outro modo, os multiplicadores* [são os responsáveis]."

Como o sistema se integra aos clientes?

A parte do sistema de planejamento e controle de recursos que administra a maneira como os clientes interagem com o negócio cotidiano é chamada de "interface do cliente" ou às vezes "gestão da demanda". Este é um conjunto de atividades que se integram tanto aos clientes individuais quanto ao mercado de forma mais ampla. Dependendo do negócio, essas atividades podem incluir a negociação com o cliente, a entrada de pedidos, a previsão da demanda, a promessa de pedidos, a atualização de clientes, a manutenção do histórico dos clientes, o atendimento ao cliente pós-entrega e a distribuição física.

A interface do cliente define sua experiência

A interface do cliente é importante porque define a natureza da experiência do cliente. É a face pública da operação (a "linha de visibilidade", como foi chamada no Capítulo 6). Portanto, ela precisa ser gerenciada como qualquer outro processo de "processamento de clientes", onde a qualidade do serviço, como o cliente a enxerga, é definida pela diferença entre as expectativas dos clientes e suas percepções sobre o serviço que eles recebem. A Figura 14.3 ilustra uma experiência típica do cliente de interagir com uma interface do cliente de planejamento e controle. A experiência em si começará antes que seja iniciado qualquer contato com o cliente. As expectativas dos clientes terão sido influenciadas pela forma como a empresa se apresenta através de atividades promocionais, a facilidade com que os canais de comunicação podem ser usados (por exemplo, *design* do *site*) e assim por diante. A questão é: "O canal de comunicação dá alguma indicação do tipo de resposta do serviço que o cliente pode esperar?" (por exemplo, quanto tempo teremos que esperar?). No primeiro ponto de contato, quando um cliente individual solicita serviços ou produtos, esse pedido deve ser compreendido, a entrega possivelmente negociada e uma promessa de entrega feita. Antes da entrega do serviço ou produto, os clientes podem ou não mudar de ideia, o que, por sua vez, pode ou não envolver negociação das promessas de entrega. Da mesma forma, os clientes podem exigir ou valorizar o *feedback* sobre o progresso de seu pedido. No momento da entrega, não só os produtos e serviços são entregues ao cliente, mas também pode haver uma oportunidade para explicar a natureza da entrega e avaliar as reações dos clientes. Após a conclusão da entrega, também pode haver algum tipo de ação pós-entrega, como um telefonema para confirmar que tudo está bem.

Princípio de administração da produção
A percepção do cliente quanto a uma operação será formada em parte pela interface do cliente com seu sistema de planejamento e controle.

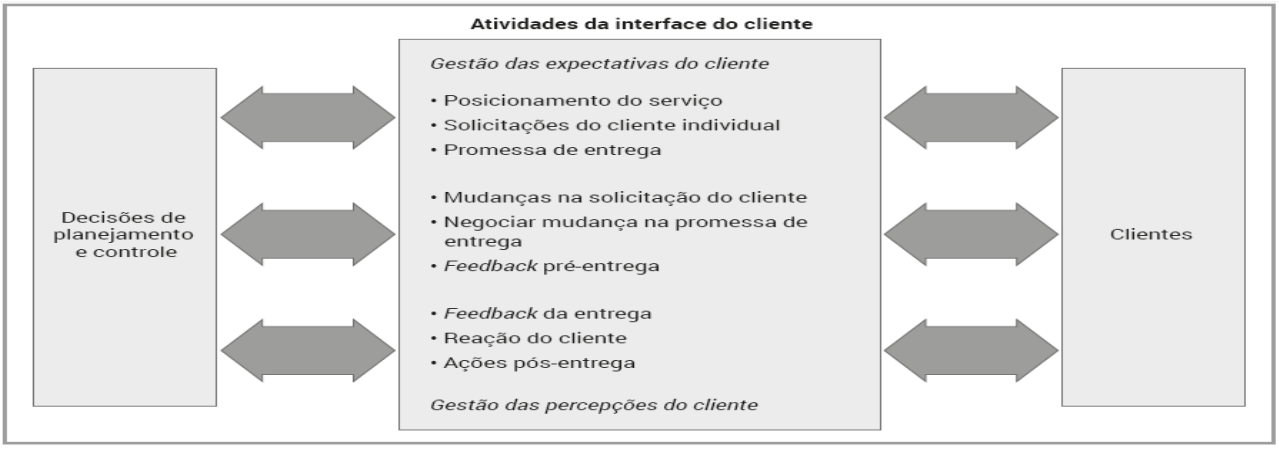


Figura 14.3 A interface do cliente como uma "experiência do cliente".

Como é comum com tais experiências de clientes, a gestão das expectativas dos clientes é particularmente importante nos estágios iniciais da experiência. Por exemplo, se houver uma possibilidade de atraso na entrega (talvez devido à natureza do serviço solicitado), essa possibilidade é estabelecida como um elemento nas expectativas do cliente. À medida que a experiência continua, várias interações com o serviço de interface do cliente aumentam a percepção do cliente sobre o nível de suporte e atendimento realizado pela operação. (Essa ideia de percepções e expectativas dos clientes é tratada no Capítulo 17.)

A interface do cliente deve refletir os objetivos da operação

Ao gerenciar a experiência de um cliente, o elemento de interface do cliente do sistema de planejamento e controle está, de fato, operacionalizando os objetivos operacionais da empresa. Pode ter que priorizar um tipo de cliente sobre outro. Pode ter que encorajar alguns tipos de clientes a fechar negócios mais do que outros tipos de clientes (possivelmente menos lucrativos). Provavelmente terá que trocar elementos do serviço ao cliente pela eficiência e a utilização dos recursos operacionais. Por mais sofisticada que seja a tecnologia da interface com o cliente, ou a qualificação do pessoal da interface do cliente, esta parte do sistema de planejamento e controle não pode operar de modo eficaz sem prioridades claras derivadas dos objetivos estratégicos da operação.

A interface do cliente atua como uma função de gatilho

A aceitação de um pedido deve induzir a interface do cliente a desencadear os processos da operação. Exatamente o que é desencadeado dependerá da natureza do negócio. Por exemplo, algumas empresas de construção, por estarem dispostas a construir quase qualquer tipo de prédio, manterão relativamente poucos dos seus próprios recursos dentro do negócio, mas os contratará quando a natureza do trabalho se tornar evidente. Esta é uma operação de "recurso sob demanda", onde a interface do cliente desencadeia a tarefa de contratação do equipamento relevante (e, possivelmente, mão de obra) e a compra dos materiais apropriados. Se a empresa de construção se limitasse a uma gama mais restrita de tarefas de construção, tornando a natureza da demanda um pouco mais previsível, provavelmente teria seu próprio equipamento e mão de obra permanentes dentro da operação. Aqui, aceitar um trabalho só precisa desencadear a compra dos materiais a serem usados na construção, e o negócio é uma operação "produzir sob demanda". Algumas empresas de construção construirão casas ou apartamentos padrão, previamente projetados, antes de qualquer demanda certa por eles. Se a demanda é alta, os clientes podem fazer pedidos dessas casas antes de serem iniciadas ou durante a construção. Nesse caso, os clientes formarão um acúmulo de demanda e deverão aguardar. No entanto, a empresa também corre o risco de manter um estoque de casas não vendidas. As operações desse tipo são operações "produzir antes do pedido".

Como o sistema se integra aos fornecedores?

A interface do fornecedor fornece o elo entre as atividades da própria operação e as de seus fornecedores. O *timing* e o nível de atividades dentro da operação ou processo terão implicações para o fornecimento de produtos e serviços para a operação. Os fornecedores precisam ser informados para que possam disponibilizar produtos e serviços quando necessário. Com efeito, esta é a imagem espelhada da interface

do cliente. Como tal, a interface do fornecedor preocupa-se com a gestão da experiência do fornecedor para garantir o fornecimento adequado. Mesmo o cliente não estando diretamente envolvido nesta interface, isso não o torna menos importante. Em última análise, a satisfação do cliente será influenciada pela eficácia do suprimento porque, por sua vez, influencia a entrega aos clientes. Inicialmente, pode parecer estranho usar a lacuna entre expectativas e percepção para avaliar a qualidade da função de interface do fornecedor. Afinal, os fornecedores não são clientes propriamente ditos. No entanto, é importante ser um "cliente de qualidade" para os fornecedores, pois isso aumenta as chances de receber deles um serviço de alta qualidade. Isso significa que os fornecedores compreendem totalmente as expectativas, já que foram claras e inequívocas.

Princípio de administração da produção

O sistema de planejamento e controle de uma operação pode melhorar ou piorar a eficácia da entrega pelos fornecedores.

A interface do fornecedor possui uma função de longo e curto prazo. Deve ser capaz de lidar com diferentes tipos de relações de fornecedores a longo prazo e também lidar com transações individuais com os fornecedores. Para fazer o primeiro, ela deve entender as necessidades de todos os processos dentro da operação e também as capacidades dos fornecedores (em grandes operações, pode haver milhares de fornecedores). A Figura 14.4 mostra uma sequência simplificada de eventos na gestão de uma interação típica entre fornecedor e operação, que a interface do fornecedor deve facilitar. Quando a atividade de planejamento e controle solicita suprimento, a interface do fornecedor precisa ter identificado potenciais fornecedores e também pode ser capaz de sugerir materiais ou serviços alternativos, se necessário. Os pedidos formais de cotações podem ser enviados a potenciais fornecedores se não houver acordo de fornecimento. Esses pedidos podem ser enviados a vários fornecedores ou a um grupo menor, que podem ser os fornecedores "preferidos". Assim como foi importante gerenciar as expectativas dos clientes, é importante gerenciar as expectativas dos fornecedores, muitas vezes antes de qualquer fornecimento formal de produtos ou serviços. Esta questão foi discutida no Capítulo 12 como desenvolvimento de fornecedores. Para lidar com transações individuais, a interface do fornecedor precisará emitir ordens de compra formais. Estas podem ser documentos em papel ou, mais provavelmente, pedidos eletrônicos. Seja qual for o mecanismo, é uma atividade importante porque muitas vezes constitui a base jurídica da relação contratual entre a operação e seu fornecedor. As promessas de entrega precisarão ser confirmadas formalmente. Enquanto aguarda a entrega, pode ser necessário negociar mudanças no fornecimento e rastrear o progresso para alertar antecipadamente sobre possíveis mudanças na entrega. Além disso, o desempenho da entrega pelo fornecedor precisa ser estabelecido e comunicado com acompanhamento, como for necessário.

Planejamento e controle hierárquico[2]

A atividade de planejamento e controle da produção é um processo complicado. A demanda por produtos e serviços geralmente é incerta, o fornecimento pode ser problemático, a composição dos produtos e serviços é muitas vezes complexa, com muitos componentes e subcomponentes. E, para aumentar a dificuldade, os prazos de entrega acumulados para os componentes do abastecimento e para a própria produção em si geralmente são maiores do que os clientes estão dispostos aguardar (*ver* Capítulo 10).

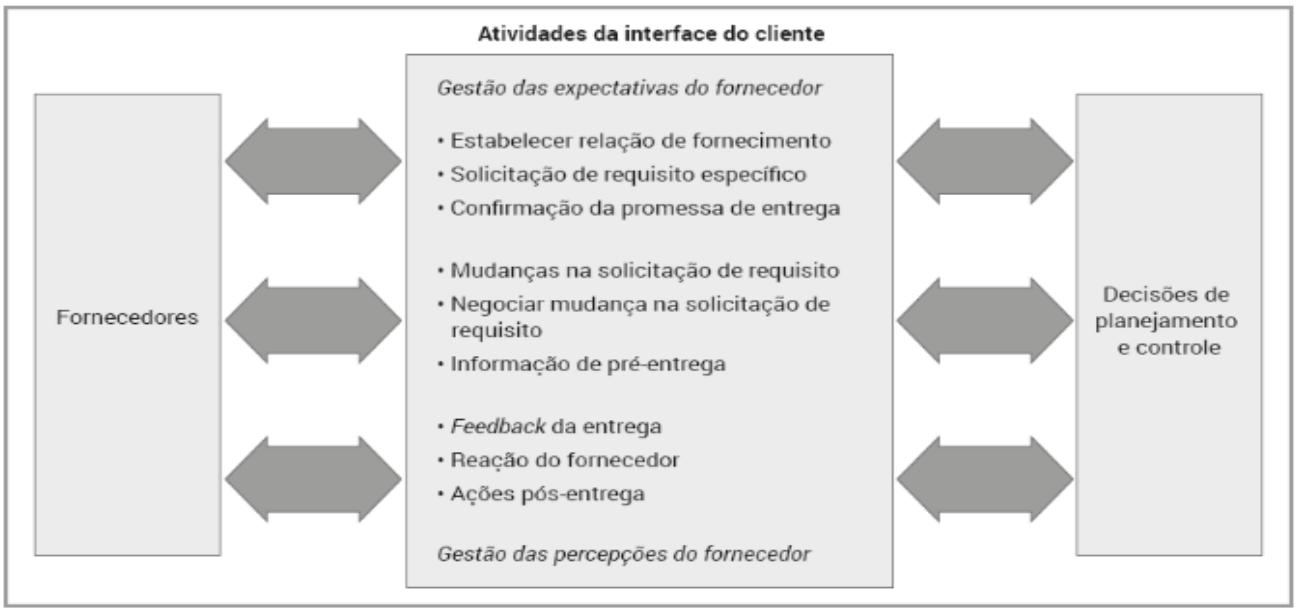


Figura 14.4 A interface do fornecedor como uma experiência do "cliente".

A "abordagem hierárquica" para o planejamento da produção reconhece essas dificuldades e tenta trazer alguma ordem para a complexidade, dividindo as muitas decisões de planejamento e controle inter-relacionadas em problemas individuais, para refletir a hierarquia organizacional. Portanto, as decisões em um alto nível são ligadas a decisões em níveis mais baixos de forma eficaz. As decisões que são feitas no nível superior, naturalmente, imporão algumas restrições sobre as decisões de nível inferior. E a execução de decisões detalhadas no nível mais baixo fornecerá o *feedback* necessário para que a qualidade da tomada de decisão de nível superior possa ser avaliada. Desta forma, a abordagem hierárquica separa diferentes tipos de decisões em diferentes níveis na organização e em diferentes períodos de tempo. Ela permite um grau de estabilidade no processo de planejamento para que operações relativamente complexas sejam, até certo ponto, protegidas contra muitas mudanças a curto prazo. Além disso, dá uma certa independência aos planejadores em diferentes níveis. A Figura 14.5 ilustra essa abordagem hierárquica. Ela mostra uma estrutura geral dessa técnica. Na prática, diferentes operações interpretarão essa estrutura de maneiras diferentes, provavelmente usando diferentes termos, incorporando diferentes decisões e tendo diferentes quantidades de níveis. Se a abordagem hierárquica funciona bem, isso dependerá em grande medida da eficácia e consistência com que os limites entre os níveis da hierarquia são gerenciados. Cada nível hierárquico provavelmente terá seu próprio conjunto de regras e métodos de decisão com diferentes horizontes de planejamento, níveis de detalhamento de informações e previsões, escopo da atividade de planejamento e autoridade gerencial — tudo podendo ocasionar problemas na tradução das decisões de um nível para outro. Esta abordagem hierárquica está intimamente associada ao ERP, que abordaremos mais adiante neste capítulo.

Princípio de administração da produção

Os sistemas hierárquicos de planejamento e controle separam diferentes tipos de decisão em diferentes níveis na organização e por diferentes períodos de tempo.

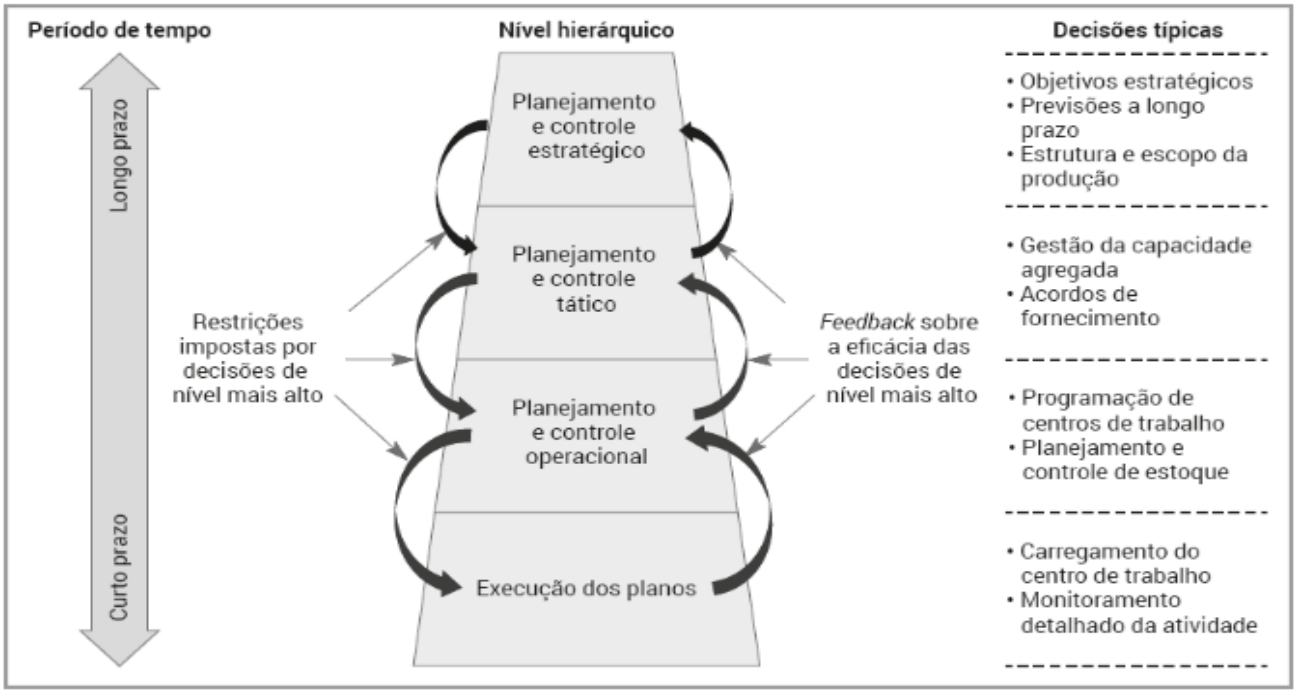


Figura 14.5 A estrutura geral do planejamento e controle hierárquico da produção.

Comentário crítico[3]

O planejamento e controle hierárquico parece ser racional e direto; no entanto, fazê-lo funcionar na prática pode ser problemático. Várias questões precisam ser abordadas: Quantos níveis são necessários? O que deve restringir o quê, e com que rigidez? O que se deve planejar com antecedência? Uma abordagem hierárquica reduz a velocidade da tomada de decisão ao exigir um autorização contínua de cima? Quanta autonomia e controle local devem ser transferidos para os níveis mais baixos ou para instalações de produção distribuídas? A estabilidade é alcançada pela rigidez e à custa de velocidade e responsividade? Além disso, os dados devem ser precisos, oportunos e em um formato comum. A transição efetiva entre os níveis também requer um grau significativo de disciplina gerencial.

O sistema integra a tomada de decisão humana com a "automatizada"?

Embora os sistemas de planejamento e controle de recursos baseados em computador sejam agora de uso generalizado em muitos setores, grande parte da tomada de decisão ainda é realizada parcialmente pelas pessoas. Isso provavelmente sempre acontece porque alguns elementos da tarefa, como a negociação com clientes e fornecedores, são difíceis de automatizar. No entanto, os benefícios da tomada de decisão assistida por computador não devem ser ignorados. Ao contrário dos humanos, planejamento e controle baseados em computador podem lidar com uma imensa complexidade, tanto em termos de poder modelar a inter-relação entre decisões quanto em termos de poder armazenar grandes quantidades de informações. No entanto, os seres humanos são geralmente melhores em muitas tarefas qualitativas e "flexíveis", que podem ser importantes no planejamento e no controle. Em particular, os humanos são bons no seguinte:

■ *Flexibilidade, adaptabilidade e aprendizado*. Os seres humanos podem lidar com metas e restrições ambíguas, incompletas, inconsistentes e redundantes. Em particular, eles podem lidar com o fato de que os objetivos e restrições de planejamento e controle podem não ser estáveis por mais de algumas horas.

■ *Comunicação e negociação*. Os seres humanos são capazes de compreender e às vezes influenciar a variabilidade inerente a uma operação. Eles podem influenciar as prioridades do trabalho e às vezes os tempos de processamento. Eles podem negociar entre processos internos e se comunicar com clientes e fornecedores de forma a minimizar o mal-entendido.

■ *Intuição*. Os seres humanos podem preencher os espaços em branco das informações necessárias para planejar e controlar. Eles podem acumular o conhecimento tácito sobre o que está e o que pode estar realmente acontecendo com os processos da operação.

■ Esses pontos fortes da tomada de decisão humana *versus* a tomada de decisão por computador fornecem uma pista sobre qual deve ser o grau apropriado de automação incorporado na tomada de decisão nesta área. Ao planejar e controlar processos estáveis e relativamente simples, que são bem compreendidos, a tomada de decisão pode ser automatizada em maior grau do que processos complexos, instáveis e mal compreendidos.

O QUE É *ENTERPRISE RESOURCE PLANNING* (ERP) E COMO ELE SE TRANSFORMOU NO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE MAIS COMUM?

Uma forma fácil de pensar sobre *enterprise resource planning* (ERP) é imaginar que você decidiu dar uma festa em duas semanas e espera receber cerca de 40 pessoas. Assim como as bebidas, você decide fornecer sanduíches e salgadinhos. Provavelmente, você fará alguns cálculos simples, estimando as preferências dos convidados e quantas pessoas comerão e beberão. Você pode ter alguma comida e bebida em casa, que poderá usar, de modo que levará isso em consideração quando preparar sua lista de compras. Se alguma comida tiver que ser preparada a partir de uma receita, pode ter que aumentar a quantidade de ingredientes para servir 40 pessoas. Além disso, talvez queira considerar a possibilidade de preparar os salgadinhos na semana anterior e congelá-los até a festa, e deixar alguma coisa para ser feita no dia anterior ou no próprio dia da festa. Assim, você deverá decidir quanto de cada item será necessário de modo a comprá-lo em tempo. De fato, planejar uma festa exige uma série de decisões inter-relacionadas sobre volume (quantidade) e sobre o *timing* em que os materiais serão necessários. Essa é a base do conceito do ERP denominado *materials requirements planning* (MRP). É um processo que ajuda as empresas a fazer cálculos de volume e *timing* (similares aos da festa, mas em escala muito maior e com maior grau de complexidade). Mas seu planejamento pode estender-se além dos "materiais". Você pode desejar contratar um sistema de som de um fornecedor local — você terá que planejar para isso. A festa também tem implicações financeiras. Você pode ter que concordar com um aumento temporário do limite de seu cartão de crédito. Novamente, isso requer algum planejamento e cálculos de quanto custará e quanto dinheiro extra será necessário. Ambas as implicações, de equipamento e financeira, podem variar se você aumentar o número de convidados. Entretanto, se você adiar a festa por um mês, esses arranjos mudarão. Há também outras implicações na organização da festa. Você precisará dar aos amigos que estão ajudando na organização uma ideia de quando eles devem chegar e por quanto tempo devem ficar. Isso dependerá do *timing* de várias tarefas a serem feitas (preparar sanduíches, fritar salgadinhos etc.).

Portanto, mesmo para essa atividade relativamente simples, a chave para o planejamento bem-sucedido é como geramos, integramos e organizamos todas as informações das quais o planejamento e controle dependem. Sem dúvida, nas operações empresariais isso é ainda mais complexo. Geralmente, as empresas vendem muitos produtos diferentes a muitas centenas de clientes que, provavelmente, variam sua demanda por produtos. Isso é um pouco como organizar 200 festas em uma semana, 250 na semana subsequente e 225 na semana seguinte, todas para grupos diferentes de convidados com exigências diferentes que estão sempre mudando de ideia sobre o que comer e beber. Isso é o que o ERP faz. Ele ajuda as empresas a "planejar à frente" esses tipos de decisões e a entender todas as implicações de quaisquer mudanças no plano.

Princípio de administração da produção
Sistemas de ERP automatizam e integram os principais processos da empresa.

Como o ERP se desenvolveu?

Enterprise resource planning (ERP) é o último e o mais significativo desenvolvimento da filosofia básica do *material requirements planning* (MRP). As (agora) grandes empresas que cresceram quase exclusivamente com base no fornecimento de sistemas ERP incluem SAP e Oracle. Para entender o ERP, é necessário entender os vários estágios em seu desenvolvimento, resumidos na Figura 14.6. O MRP original tornou-se popular durante a década de 1970, embora a lógica do planejamento e controle em que se baseou, naquela época, já fosse conhecida havia algum tempo. O que popularizou o MRP foi a disponibilidade do poder dos computadores para trabalhar com a matemática básica de planejamento e controle. Veremos o MRP em detalhes no suplemento deste capítulo. O MRP utiliza informação de produto na forma de uma lista de materiais que é semelhante à estrutura de componente discutida no Capítulo 4, junto com a informação de demanda na forma de um programa mestre de produção (MPS – *master production schedule*).

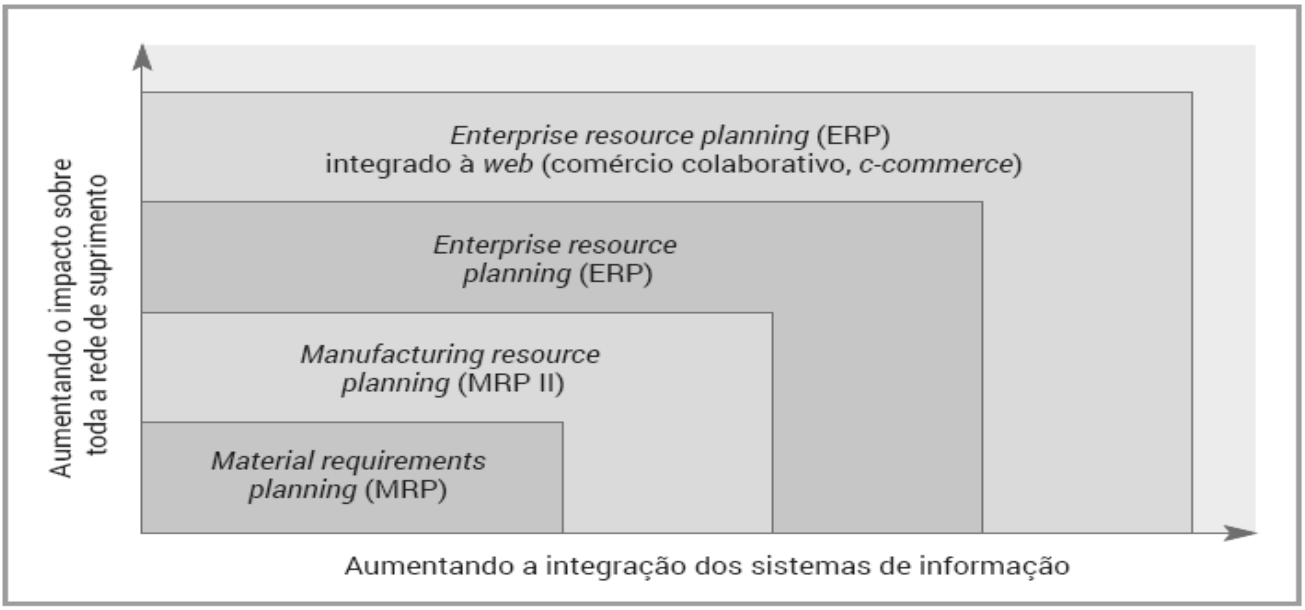


Figura 14.6 Desenvolvimento do ERP.

O *manufacturing resource planning* (MRP II) expandiu-se a partir do MRP durante a década de 1980. Novamente, foi uma inovação tecnológica que permitiu esse desenvolvimento. Redes conectadas, juntamente com o desenvolvimento de computadores pessoais (*desktops*) cada vez mais poderosos, permitiram um poder de processamento e comunicação muito maior entre partes da empresa. Além disso, a maior sofisticação do MRP II permitiu colocar em prática a modelagem de cenários hipotéticos (ou "what-if"). A força do MRP e do MRP II baseia-se no fato de que podem explorar as *consequências* de quaisquer mudanças naquilo que uma operação precisasse realizar. Assim, se a demanda mudasse, o sistema MRP calcularia os efeitos não previstos e emitiria as devidas instruções. Esse mesmo princípio também se aplica ao ERP, mas em base muito mais ampla. O *enterprise resource planning* (ERP) é definido como:

"*Uma solução empresarial ampla e completa. O sistema ERP consiste em módulos com apoio de* softwares *como: marketing e vendas, serviço de campo, projeto e desenvolvimento de produtos, controle de produção e estoque, compras, distribuição, gestão de instalações industriais, projeto e desenvolvimento de processos, fabricação, qualidade, recursos humanos, finanças e contabilidade e serviços de informação. A integração entre os módulos é enfatizada, sem a duplicação de informação*."[4]

Algumas autoridades advertem contra a adoção de uma visão ingênua do ERP. Confira esta visão:

"O software enterprise resource planning, *ou ERP, não está à altura de seu acrônimo. Esqueça do planejamento — não se pratica muito — e esqueça do recurso, é um termo descartável. Mas lembre-se da parte empresa. Essa é a verdadeira ambição do ERP. Ele tenta integrar todos os departamentos e funções de uma empresa em um único sistema de computação que pode servir às necessidades específicas de todos esses diferentes departamentos*."[5]

Assim, os sistemas ERP permitem que as decisões e os bancos de dados de todas as partes da organização sejam integrados, de modo que as consequências das decisões de parte da organização estejam refletidas nos sistemas de planejamento e controle do restante da organização (*veja* a Figura 14.7). ERP é o equivalente ao sistema nervoso central da organização, detectando as informações sobre as condições de diferentes partes da empresa e as repassando a outras partes da empresa que necessitam delas. As informações são atualizadas em tempo real por aqueles que as utilizam e ainda ficam sempre disponíveis a todos que estão conectados ao sistema ERP.

Além disso, o potencial da comunicação baseada na *web* fornece grande impulso para o desenvolvimento do ERP. Muitas empresas possuem fornecedores, clientes e outras empresas com as quais colaboram, que também fazem uso de sistemas ERP. Um desenvolvimento óbvio é permitir que esses sistemas se comuniquem. Entretanto, as consequências técnicas disso, bem como as organizacionais e estratégicas, podem ser enormes. Todavia, muitas autoridades acreditam que o verdadeiro valor dos sistemas ERP só pode ser plenamente explorado quando tal ERP integrado com a *web* (conhecido por algumas pessoas como "comércio colaborativo" ou *c-commerce*) torna-se amplamente implementado.

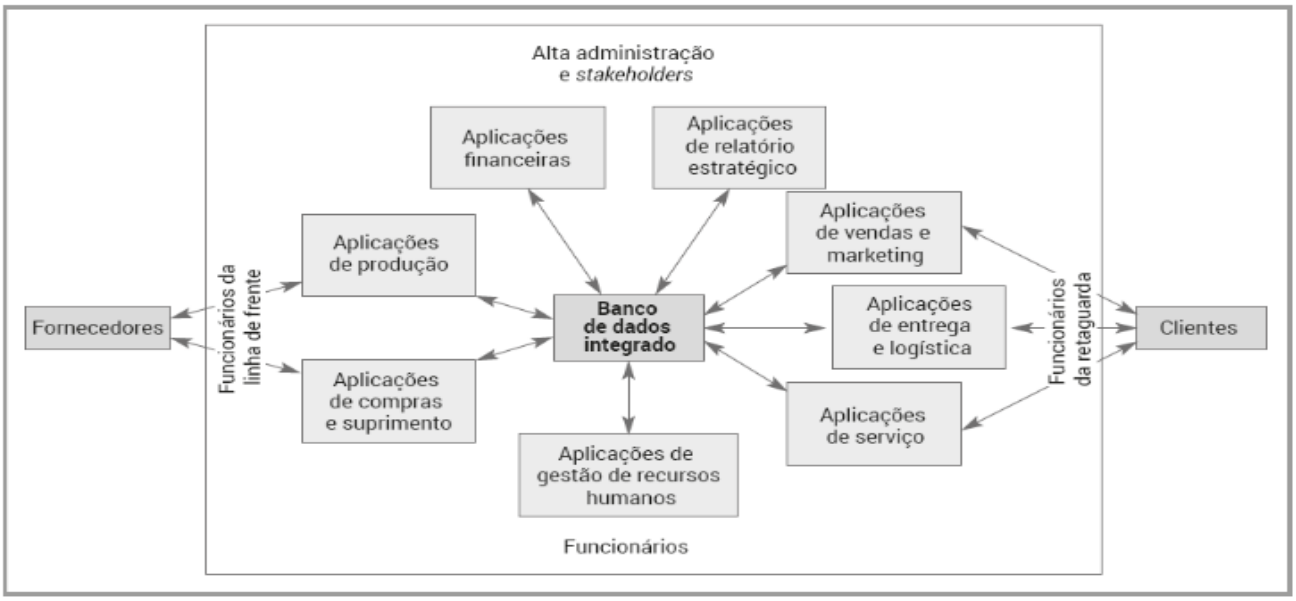


Figura 14.7 O ERP integra as informações de todas as partes da organização.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

SAP e seus parceiros[6]

O crescimento da SAP, a maior empresa europeia de *software*, sediada em Walldorf, Alemanha, no decorrer dos anos, corresponde à popularidade dos sistemas ERP, que são ainda a base de seu sucesso. Fundada por cinco ex-engenheiros da IBM em 1972, a SAP lançou seu sistema pioneiro SAP R/1 um ano depois. Esse foi seguido pelo SAP R/2 em 1979 e o SAP R/3 em 1992. Agora, seus produtos SAP S/4HANA Business Suite possuem opções de instalação pela nuvem, no local ou híbridas, para oferecer, dizem, mais escolhas aos clientes.

Com quase 300.000 clientes em mais de 130 países, uma grande variedade de empresas trabalha com aplicações de "*software* empresarial" da SAP. Essas aplicações, como as empresas indicam, vão de soluções distintas que atendem às necessidades de pequenas e médias empresas, a soluções que se ajustam às operações globais. A SAP define "*software* empresarial" como aquele que abrange o planejamento de recursos da empresa e aplicações relacionadas, como gestão de cadeia de suprimento, gestão de relacionamento com clientes, gestão do ciclo de vida do produto e gestão de relacionamento com fornecedores.

A SAP é bem conhecida por criar uma rede de "parceiros comerciais" para desenvolver novos produtos, vender suas "soluções", implementá-las nas operações dos clientes, fornecer serviço, treinar usuários finais e diversas outras atividades. Há várias categorias de parcerias:

■ *Alianças globais*. Os participantes de alianças globais com a SAP são eles próprios líderes globais e, portanto, parceiros estratégicos com presença global significativa. A categoria de membro apenas se efetiva por convite.

■ *Fabricantes de equipamentos originais (OEM)*. São fornecedores independentes de *software* que integram as tecnologias da SAP com seus próprios produtos. Os parceiros OEM podem acrescentar, agrupar, hospedar ou incorporar o *software* SAP.

■ *Provedores de solução*. Esses parceiros oferecem soluções customizadas (uma combinação de *expertise* empresarial, técnica ou de aplicação) que inclui o *software* SAP.
■ *Parceiros de tecnologia complementar*. Esses parceiros fornecem soluções de *software* completas, tecnicamente verificadas (prontas para usar) que estendem e agregam valor às soluções SAP.
■ *Revendedores de volume*. Esses parceiros revendem partes ou o portfólio completo do *software* SAP e obtêm seu principal faturamento da venda de licenças.
■ *Educação autorizada*. Os parceiros são autorizados pela SAP a fornecer treinamento oficial e serviços educacionais para assegurar que os funcionários dos clientes obtenham o treinamento ideal.

Benefícios do ERP

Geralmente, o ERP é visto como tendo o potencial de melhorar muito significativamente o desempenho de muitas empresas de muitos setores diferentes. Isso ocorre pela maior visibilidade que a integração de informação proporciona, mas é também uma função da disciplina que o ERP requer. Todavia, essa disciplina é uma "faca de dois gumes". Por um lado, "apura" a administração de todos os processos da organização, permitindo que a melhor prática (ou, pelo menos, uma prática comum) seja uniformemente implementada por toda a empresa. Não mais o comportamento idiossincrático individual por uma parte das operações de uma empresa causará interrupção de todos os outros processos. Por outro lado, a rigidez dessa disciplina é difícil de ser atingida e pode ser inapropriada para todas as partes da empresa. Todavia, assume-se que os benefícios geralmente aceitos do ERP são os seguintes:
■ Em razão de o *software* comunicar-se com todas as funções, há uma visibilidade absoluta do que está ocorrendo em todas as partes da empresa.
■ A disciplina de forçar as mudanças baseadas nos processos do negócio é um mecanismo eficaz para tornar todas as partes da empresa mais eficientes.
■ É o melhor "senso de controle" das operações que formará a base para a melhoria contínua (embora confinada às estruturas do processo comum).
■ Possibilita comunicação bem mais sofisticada com clientes, fornecedores e outros parceiros comerciais, frequentemente dando informação mais precisa e rápida.
■ É capaz de integrar redes de suprimento completas, incluindo fornecedores de fornecedores e clientes de clientes.

De fato, embora a integração de vários bancos de dados esteja no âmago do poder do ERP, é difícil de ser obtida na prática. É por isso que a instalação do ERP pode custar muito dinheiro. Tentar obter novos sistemas e bancos de dados para "conversar" com sistemas antigos (às vezes, denominados *legados*) pode ser muito problemático. Não surpreende que muitas empresas optem por substituir a maioria, se não todos seus sistemas simultaneamente. Sistemas comuns e bancos de dados relacionais ajudam a assegurar a transferência de dados tranquila entre as diferentes partes da organização. Além da integração dos sistemas, o ERP, normalmente, inclui outras características que o tornam uma poderosa ferramenta de planejamento e controle.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Vida e horários de um sanduíche de salada de frango – parte 2[7]

No Capítulo 10, examinamos a programação para a fabricação de um sanduíche de salada de frango. Ela se concentrou nos *lead times* para a encomenda dos ingredientes e a programação de produção para fabricar os sanduíches durante a tarde e a noite, para que seja entregue à noite do mesmo dia e pela manhã do dia seguinte. Mas isso é apenas metade da história, a metade que está concentrada no planejamento e controle do *timing* dos eventos. A outra metade ocupa-se do modo como a empresa gerencia a quantidade de ingredientes a pedir, a quantidade de sanduíches a fabricar e toda a cadeia de implicações que envolve toda a empresa. De fato, a empresa utiliza um sistema ERP que tem em sua essência o pacote MRP II. Esse sistema MRP II possui dois direcionadores básicos: primeiro, previsão de vendas continuamente atualizada e, segundo, um banco de dados da estrutura do produto. Nesse caso, a estrutura do produto e/ou a lista de materiais é a "receita" do sanduíche; na empresa, esse banco de dados é denominado "sistema de gestão de receitas". A "receita" para o sanduíche de frango (sua lista de materiais) está ilustrada na Tabela 14.1.

Tabela 14.1 Lista de materiais para o sanduíche de salada de frango

FUNÇÃO: MBIL					PESQUISA DE LISTA DE MÚLTIPLOS NÍVEIS		
PAI: BTE80058		UM: EA	DESC:			BANDEJA SALADA FRANGO HE LA	
RV			RUNLT: 0		LT FIXO:	0	
PLNR: LOU			PLN POL: N			DRWG:WA1882	
NÍVEL	PT	SEQ.	COMPONENTE	C	DESCRIÇÃO PARCIAL	QUANT.	UM
1...5...10	USO			T			
1	PACK	010	FTE-80045	P	FRANGO H.E.	9	EA
2	ASSY	010	MBR-0032	P	PÃO HARVESTE	2	SU
3	HRPR	010	RBR-0023	N	PÃO HARVESTE	0,04545455	EA
2	ASSY	020	RDY-0001	N	MANTEIGA	0,006	KG
2	ASSY	030	RMA-0028	N	MAIONESE	0,01	KG
2	ASSY	040	MFP-0016	P	FRANGO FRESCO	0,045	KG
3	HRPR	010	RFP-0008	N	FRANGO FRESCO	1	KG
	ASSY	050	MVF-0063	P	4 FATIAS TOMATE	3	SL
3	ALTI	010	RVF-0026	P	TOMATES PRÉ-CORTADOS	0,007	KG
4	HRPR	010	RVF-0018	N	TOMATES	1	KG
2	ASSY	060	MVF-0059	P	FATIA DE PEPINO	2	SL
3	ALTI	010	RVF-0027	P	FATIA DE PEPINO	0,004	KG
4	TRAN	010	RVF-0017	N	PEPINO	1	KG
2	ASSY	070	MVF-0073	P	ALFACE	0,02	KG
3	HRPR	010	RVF-0015	N	ALFACE	1	KG
2	ASSY	080	RPA-0070	N	BASE CINZA WEBB	0,00744	KG
2	ASSY	090	RPA-0071	N	TOPO BRANCO	0,00116	KG
2	ASSY	100	RLA-0194	N	ETIQUETA	1	EA
2	ASSY	110	RLA-0110	N	ADESIVO	1	EA
1	PACK	010	RPA-0259	N	ETIQUETA SOT	1	EA
1	PACK	030	RPA-0170	N	BANDEJA CINZA	1	EA

A Figura 14.8 mostra o sistema ERP usado pela empresa de sanduíche. Os pedidos são recebidos dos clientes eletronicamente via sistema de pedidos. Esses pedidos são conferidos no que a empresa denomina "sistema de validação" que confere o pedido conforme seus códigos de produto e as quantidades solicitadas para assegurar que os clientes não cometeram quaisquer erros, como esquecer de pedir alguns produtos (isso ocorre com muita frequência). Após a validação, os pedidos são transferidos pelo banco de dados central ao sistema MRP II, que realiza o desmembramento das

principais necessidades. Baseados nessas necessidades e nas previsões para o dia seguinte, os pedidos são emitidos aos fornecedores de matérias-primas e embalagens. Simultaneamente, a confirmação é enviada aos clientes, os dados contábeis são atualizados, as programações de pessoal são finalizadas para as duas semanas seguintes (em um sistema rotativo), os clientes recebem as faturas e todas as informações são disponibilizadas aos próprios sistemas ERP dos clientes e ao sistema de planejamento da empresa transportadora.

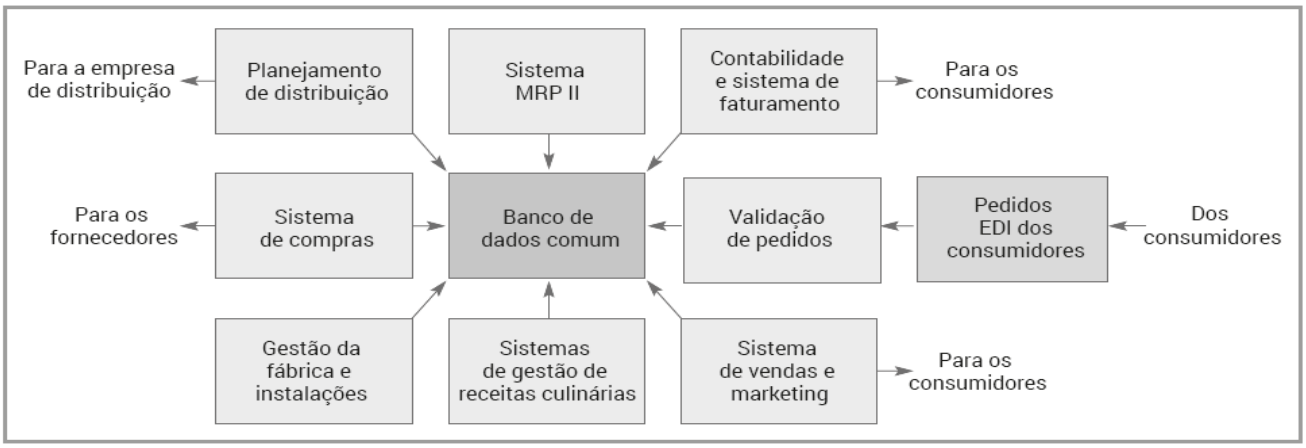


Figura 14.8 Estrutura ERP para uma empresa de sanduíches.

É interessante que a empresa, como muitas outras, encontre dificuldade em implantar seu sistema ERP. "*Foi um trabalho maior do que imaginávamos*", disse o diretor de operações. "*Tivemos que mudar a forma de organizar nossos processos para que ficassem ajustados ao sistema ERP que compramos. Mas isso foi relativamente simples, comparado com assegurar que o sistema se integrasse aos sistemas de nossos clientes, fornecedores e distribuidores. Devido ao fato de que algumas dessas empresas também estavam implantando novos sistemas naquele momento, era como tentar atingir um alvo em movimento*." Entretanto, três anos após o início da implementação, todo o processo estava funcionando em relativa harmonia.

ERP muda o modo como as empresas fazem negócios

Argumenta-se que a questão mais importante sobre a decisão de muitas empresas comprarem sistemas ERP prontos para uso é a compatibilidade dos sistemas com seus atuais processos e práticas de negócio. O conselho obtido de empresas que adotaram ERP (com ou sem sucesso) é que é extremamente importante assegurar que a forma de fazer negócios em curso na empresa se ajustará (ou pode ser alterada para se ajustar) ao pacote ERP padronizado. De fato, uma das razões mais comuns para que as empresas decidam não instalar o ERP é não conseguirem conciliar as suposições do *software* do sistema ERP com seus processos de negócio essenciais. Se, como ocorre com a maioria das empresas, os processos vigentes não se ajustarem ao sistema ERP, podem fazer uma entre duas coisas. Podem mudar seus processos para se ajustarem ao pacote ERP. Como alternativa, podem modificar o *software* dentro do pacote ERP para se ajustar aos seus processos. Ambas as opções envolvem custos e riscos. Mudar as práticas de negócio que estão funcionando bem envolverá custos de reorganização, além de introduzir o potencial de aparecimento de erros nos processos. Adaptar o *software* tanto pode atrasar o projeto, como,

ainda, pode significar introduzir problemas potencialmente perigosos no sistema. Também dificultaria a atualização do *software* mais adiante.

Princípio de administração da produção

Os sistemas ERP são totalmente eficazes apenas se o modo como a empresa organiza seus processos estiver alinhado com a suposição básica de seu próprio sistema ERP.

Por que as empresas investem em ERP?

Se alguém aceitar apenas algumas das críticas delineadas no comentário crítico a seguir, indagará por que razão as empresas investiram tanto dinheiro em ERP. Em parte, as empresas foram atraídas pela ideia de transformar seus sistemas de informação em uma "máquina integrada e de funcionamento tranquilo". A perspectiva de tal eficiência organizacional é atraente para a grande maioria de gerentes, mesmo que isso pressuponha um modelo bastante simplista de como as empresas realmente funcionam. Após algum tempo, embora as organizações pudessem agora ver os imensos problemas na implantação do ERP, os investimentos eram justificados com argumentos como: "*mesmo que não tenhamos obtido nenhuma vantagem significativa ao investir em ERP, ficaríamos em desvantagem por não investir porque todos os nossos concorrentes estão fazendo isso*". Há, provavelmente, alguma verdade nesse argumento; às vezes, as empresas precisam investir apenas para se manterem competitivas.

Comentário crítico

Longe de ser o ingrediente mágico que permite às operações integrar todas as suas informações, o ERP é visto por muitos como uma das formas mais onerosas de se obter retorno nulo ou até mesmo negativo sobre o investimento. Por exemplo, a gigante norte-americana do setor químico, Dow Chemical, gastou quase meio bilhão de dólares e sete anos implantando seu sistema ERP, que se tornou ultrapassado assim que foi implementado. Uma empresa, a FoxMeyer Drug, afirmou que os dispêndios que fez e os problemas que enfrentou para implantar seu ERP a levaram à falência. Um problema é que a implementação de ERP é muito cara. Isso ocorre parcialmente pela necessidade de customizar o sistema, entender suas implicações na organização e treinar os funcionários para utilizá-lo. Gastos no que alguns chamam de *ecossistema ERP* (consultoria, *hardware*, redes de comunicação e aplicativos complementares) são estimados em duas vezes o dispêndio com o *software* em si. Mas não são apenas os gastos que desiludiram muitas empresas; também há o retorno que elas obtiveram sobre o investimento. Alguns estudos mostram que a grande maioria das empresas que implementaram o ERP está desapontada com seu efeito sobre seus negócios. Certamente, muitas empresas constatam que precisam mudar (às vezes, fundamentalmente) o modo como organizam suas operações para ajustá-las aos sistemas ERP. Esse impacto organizacional do ERP (que tem sido descrito como o equivalente a um "tratamento de canal") pode ter um impacto de destruição significativo nas operações da organização.

ERP integrado à web

Talvez, a justificativa mais importante para se adotar o sistema ERP seja o potencial que ele oferece para a organização ficar integrada ao mundo externo. Por exemplo, é muito mais fácil para uma operação passar a fazer transações via Internet se puder integrar seu sistema de Internet externo aos seus sistemas ERP internos. Entretanto, como vem sendo apontado por alguns críticos das empresas fornecedoras de *softwares* ERP, elas não estavam preparadas para o impacto do comércio eletrônico e não tinham feito

concessão suficiente em seus produtos para a necessidade de interface com os canais de comunicação baseados na Internet. O resultado disso é que, embora a complexidade interna dos sistemas ERP tenha sido projetada para ser inteligível apenas a especialistas de informática, a Internet fez com que clientes e fornecedores (que não são especialistas) estejam demandando acesso à mesma informação. Assim, partes importantes da informação, como o *status* dos pedidos, se os produtos estão ou não em estoque, o andamento da fatura etc. precisam estar disponíveis via sistema ERP, no *website* da empresa.

Um problema é que os tipos diferentes de empresas externas necessitam frequentemente de tipos diferentes de informação. Os clientes precisam conferir o andamento de seus pedidos e do faturamento, enquanto os fornecedores e outros parceiros desejam acessar os detalhes de planejamento e controle das operações. Não apenas isso, desejam também ter acesso a qualquer momento. A Internet está sempre lá, mas os sistemas ERP integrados à *web* são, geralmente, complexos e necessitam de manutenção periódica. Isso significa que, cada vez que o sistema ERP ficar *offline* para manutenção rotineira ou outras mudanças, o *website* também ficará *offline*. Para evitar isso, algumas empresas configuram seu ERP e *links* de comércio eletrônico de tal forma que podem ser desacoplados, de modo que o ERP possa ser desativado sem afetar a presença da empresa na *web*.

ERP da cadeia de suprimento

Após a integração dos sistemas ERP internos com clientes e fornecedores imediatos, a próxima etapa é integrar todos os sistemas ERP e similares ao longo de uma cadeia de suprimento. Sem dúvida, isso nunca poderia ser simples e direto, e costuma ser excepcionalmente complicado. Além de sistemas ERP diferentes terem que se comunicar, precisarão estar integrados com outros tipos de sistemas. Por exemplo, as funções vendas e marketing utilizam, com frequência, sistemas como gestão de relacionamento com clientes (CRM) que tratam das complexidades das exigências, compromissos e transações com clientes. Fazer os sistemas ERP e CRM trabalharem juntos, por si só, já é bem difícil. Às vezes, as informações dos sistemas ERP precisam ser traduzidas em uma forma que CRM e outras aplicações de *e-commerce* possam entender. Apesar disso, com o ERP integrado à *web* ou *c-commerce* (comércio colaborativo), aplicações estão emergindo e começando a impactar a forma como as empresas fazem negócios. Embora seja uma tarefa bem trabalhosa, os benefícios potenciais são grandes. Os custos de comunicação entre os parceiros da cadeia de suprimento podem ser bastante reduzidos, e o potencial para evitar erros à medida que informações e produtos se movimentam entre os parceiros da cadeia de suprimento é significativo. Todavia, como advertência final, é bom lembrar que, embora a integração possa trazer benefícios de maior transparência na cadeia de suprimento, também pode transmitir falhas no sistema. Se o sistema ERP de uma operação na cadeia de suprimento falhar por alguma razão, ele pode bloquear a operação efetiva de todo o sistema de informação integrado ao longo da cadeia.

Princípio de administração da produção

A eficácia dos sistemas ERP depende parcialmente dos sistemas ERP de fornecedores e clientes.

COMO DEVEM SER IMPLEMENTADOS OS SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE?

Por sua natureza, os sistemas de planejamento e controle são projetados para resolver os problemas decorrentes da fragmentação de informações na empresa. Assim, qualquer sistema de planejamento e

controle será complexo e difícil de ser concluído. Implementar esse tipo de sistema envolverá necessariamente atravessar fronteiras organizacionais e integrar processos internos que cobrem muitas, se não todas as áreas funcionais de uma empresa. Construir um sistema único que satisfaça, simultaneamente, as exigências de gerentes de operações, gerentes de marketing e vendas, gerentes financeiros e todas as demais pessoas da organização nunca será fácil. É provável que cada função terá seu próprio conjunto de processos e sistemas amplamente conhecidos que precisam ser projetados conforme suas necessidades específicas. Passar tudo para um sistema integrado que funciona com um banco de dados único está tornando-se potencialmente muito impopular. Além disso, poucas pessoas gostam de mudar, e os sistemas de planejamento e controle, particularmente ERP, exigem que quase todos mudem o modo de fazer suas tarefas. Se a implementação do sistema de planejamento e controle não fosse difícil, não haveria tantos relatos de falhas das implementações de ERP, ou mesmo o abandono completo dos sistemas.

Os desafios particulares da implementação de TI

Surpreendentemente, dada a onipresença dos sistemas de TI, como os sistemas de planejamento e controle, a relação custo-eficácia do investimento em TI não é totalmente direta. Geralmente, a pesquisa reconhece uma conexão simples e positiva entre o investimento em TI e o aumento da eficácia da produção, mesmo que os benefícios possam variar bastante. Como afirmou uma autoridade, "*não existe um banco onde as empresas possam depositar investimento em TI e retirar um retorno 'médio'... Uma estratégia de investir cegamente em TI e esperar que a produtividade aumente automaticamente certamente fracassará*."[8] Além disso, há uma alta taxa de falha para projetos de TI (muitas vezes chegando entre 35 e 75 por cento, embora a definição de "falha" seja debatida). No entanto, existe grande aceitação de que os motivos mais comuns para o fracasso estão relacionados, de alguma forma, com fatores gerenciais, de implementação ou organizacionais. E desses fatores gerenciais, de implementação ou organizacionais, uma das principais questões é o grau de alinhamento e integração entre a estratégia geral de TI de uma empresa e a estratégia geral da empresa. Este é um ponto particularmente importante para a estratégia da produção. Ele reforça a ideia de que a estratégia de TI deve ser considerada como parte integrante da estratégia global de produção.

Claro, diferentes tipos de TI representam diferentes tipos de desafios. O impacto de algumas sistemas de TI é limitado a uma parte definida (e relativamente limitada) da operação. Esse tipo de TI às vezes é chamado de "função de TI", porque facilita uma única função ou tarefa.[9] Exemplos incluem projeto assistido por computador (CAD), planilhas e sistemas simples de apoio à decisão. Os desafios organizacionais para esse tipo de tecnologia geralmente podem ser tratados separadamente da própria tecnologia. Dito de outra forma, a função de TI pode ser adotada com ou sem alterações em outras estruturas organizacionais. No entanto, isso não significa que não serão enfrentados desafios organizacionais, culturais ou de desenvolvimento. Muitas vezes, a eficácia da tecnologia pode ser aprimorada por mudanças apropriadas em outros aspectos da operação. Em contrapartida, a "TI corporativa" se estende por grande parte ou por toda a organização. Por isso, a TI corporativa precisará de mudanças potencialmente extensas para a organização. E os sistemas da TI corporativa mais comuns (e problemáticos) são os sistemas ERP. A terceira categoria de TI é "TI em rede". A TI em rede facilita o intercâmbio entre pessoas e grupos dentro e/ou fora da organização. No entanto, ela não necessariamente

predefine como essas trocas devem funcionar. Por exemplo, o *e-mail* simples é um sistema de TI em rede. Ele trouxe mudanças significativas para o funcionamento da função produção e das redes de suprimento, mas as mudanças não são impostas pela própria tecnologia; em vez disso, eles surgem ao longo do tempo enquanto as pessoas ganham experiência em usar a tecnologia. O desafio com este tipo de tecnologia é aprender a explorar o seu potencial emergente. Este é o desafio para muitas operações à medida que elas estendem seus sistemas de ERP para abranger toda, ou mesmo uma parte, de sua cadeia de suprimentos.

Fatores críticos do sucesso da implementação

Uma das questões-chave na implementação do ERP é que fatores críticos do sucesso (FCS) devem ser gerenciados para aumentar as chances de uma implementação bem-sucedida. Nesse caso, os FCS são aquelas coisas que a organização deve "fazer certo" para que o sistema ERP funcione de modo eficaz. Muitas das pesquisas nessa área foram analisadas e resumidas por Finney e Corbett,[10] que distinguiram entre os fatores estratégicos de toda a organização e os fatores mais específicos de projeto, ou táticos. Estes são mostrados na Tabela 14.2.

Tabela 14.2 Fatores críticos do sucesso (FCS) estratégicos e táticos relacionados à implementação bem-sucedida do ERP

Fatores estratégicos	Fatores táticos
■ Compromisso e apoio da alta administração – liderança forte e comprometida da alta administração é essencial para o sucesso de uma implementação do ERP. ■ Visão e planejamento – articular uma visão de negócio à organização, identificar metas e objetivos claros e fornecer um vínculo evidente entre as metas e os sistemas estratégicos da empresa. ■ "Campeão" do projeto – o indivíduo deve possuir fortes habilidades de liderança, bem como as competências gerenciais pessoais e técnicas. ■ Estratégia de implementação e adaptação ao tempo – implementar ERP sob uma abordagem de planejamento cíclico. ■ Gestão de projeto – gestão progressiva do plano de implementação. ■ Gestão da mudança – esse conceito refere-se à necessidade de a equipe de implementação preparar formalmente um programa de gestão da mudança e de estar consciente da necessidade de considerar as implicações de tal projeto. Uma tarefa-chave é desenvolver a aceitação do projeto pelo usuário e uma atitude positiva dos funcionários. Isso pode ser realizado mediante educação sobre os benefícios e a necessidade de um sistema ERP. Parte desse desenvolvimento da aceitação do usuário deve também envolver o apoio de líderes de opinião de toda a organização. Há também necessidade de o líder da equipe negociar efetivamente entre várias instâncias políticas. Algumas autoridades também reforçam que, no planejamento do projeto ERP, este deve ser considerado uma iniciativa de gestão da mudança, não uma iniciativa de TI.	■ Equipe balanceada – a necessidade de uma equipe de implementação espalhada pela organização, bem como uma equipe que represente o equilíbrio entre as habilidades da empresa e de TI. ■ Equipe de projeto – há uma necessidade crítica de colocar em ação uma equipe de implementação sólida e essencial, constituída pelos indivíduos "melhores e mais brilhantes" da organização. Esses indivíduos devem ter reputação ilibada e deve haver um compromisso em destiná-los ao projeto em tempo integral. ■ Plano de comunicação – a comunicação planejada entre as várias funções e níveis organizacionais (especificamente entre a empresa e o pessoal de TI) é importante para assegurar que há comunicação aberta em toda a organização, bem como com fornecedores e clientes. ■ Planejamento e gestão de custo do projeto – é importante saber com antecedência e, exatamente, quais serão os custos de implementação para destinar-lhes o orçamento necessário. ■ Infraestrutura de TI – é crucial avaliar a disponibilidade de TI da organização, incluindo a arquitetura e habilidades. Se necessário, a infraestrutura pode precisar ser ampliada ou renovada. ■ Seleção de ERP – a seleção de um pacote ERP apropriado que atenda aos processos de negócio. ■ Seleção e relacionamento de consultor – algumas autoridades defendem a necessidade de incluir um consultor de ERP como parte da equipe de implementação. ■ Treinamento e reprojeto do trabalho – treinamento é um aspecto crítico de uma implementação. É também necessário considerar o impacto da mudança sobre a natureza do trabalho e as descrições de cargo específicas. ■ Gestão de solução de problemas e de crises – é importante ser flexível nas implementações de ERP para aprendizagem decorrente de circunstâncias imprevistas, bem como estar preparado para lidar com situações de crise inesperada. A necessidade de habilidades para solução de problemas será uma exigência contínua do processo de implementação.

Fonte: Baseada em Sherry Finney e Martin Corbett. ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors, *Business Process Management Journal*, v. 13, n. 3, p. 329-347, 2007.

Sem dúvida, alguns desses FCS podem ser apropriados a qualquer tipo de implementação complexa, seja de um sistema ERP ou de alguma outra mudança importante em uma operação. Porém, esse é o principal ponto. Certamente, a implementação de ERP tem algumas exigências técnicas específicas, mas a boa prática de implementação de ERP é muito semelhante a outra implementação complicada e sensível. Novamente, o que é diferente no ERP é que envolve toda a empresa, de modo que a implementação deve sempre ser considerada em um âmbito totalmente corporativo. Assim, haverá sempre muitas partes interessadas (ou *stakeholders*) diferentes a considerar, cada uma com suas próprias preocupações. É por isso que a implementação do sistema ERP será sempre um exercício de gestão da mudança. Apenas se as ansiedades de todos os grupos relevantes forem efetivamente resolvidas, a perspectiva de atingir desempenho superior do sistema será alta.

Em um nível inteiramente técnico, muitos consultores que têm vivenciado as dificuldades da implementação de ERP resumiram suas experiências. A lista seguinte de problemas prováveis com uma implementação de ERP é típica (e, realmente, reflete a realidade):[11]

■ É provável que o custo total seja subestimado.

■ É provável que o tempo e o esforço para implementar sejam subestimados.

■ Provavelmente, os recursos da empresa e da função TI serão mais altos do que o previsto.

■ O nível de *expertise* externa exigido será maior do que o previsto.

■ As mudanças requeridas para os processos de negócio serão maiores do que o esperado.

■ O controle do escopo do projeto será mais difícil do que o esperado.

■ Nunca haverá treinamento suficiente.

■ É improvável que a necessidade de gestão da mudança seja reconhecida até que seja muito tarde, e, provavelmente, as mudanças exigidas pela cultura corporativa serão grosseiramente subestimadas. (Este é o maior ponto de falha isolado nas implementações de ERP.)

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Que desperdício![2]

Não apenas a implementação de ERP pode dar errado, mesmo quando efetivada por profissionais experientes, mas, às vezes, ela pode terminar nos tribunais. A Waste Management Inc. é a principal provedora de serviços ambientais e de tratamento de dejetos na América do Norte. Assim, quando ela anunciou que estava processando a SAP (*veja* o caso de "Operações na Prática" anterior) sobre o fracasso de uma implementação de ERP, os profissionais de sistemas de planejamento e controle reagiram. A Waste Management informou que estava procurando recuperar mais de $ 100 milhões das despesas do projeto, bem como "*as economias e os benefícios que o* software *SAP havia prometido oferecer à empresa*". Disse que a SAP prometeu-lhe que o *software* podia ser amplamente implementado em toda a empresa dentro de 18 meses, e que seu *software* era uma solução pronta, que atenderia às necessidades da empresa sem que fosse necessária qualquer customização ou melhorias.

A Waste Management assinou um contrato de venda com a SAP em outubro de 2005, mas, segundo a empresa, "*logo após a assinatura do contrato, a equipe de implementação da SAP descobriu 'lacunas' significativas entre a funcionalidade do* software *e as exigências dos negócios da empresa. A empresa havia revelado que essas lacunas* já eram conhecid*as pela equipe de desenvolvimento de produto na Alemanha, bem antes que o acordo de nível de serviço (SLA) fosse assinado*". Porém, os membros da equipe de implementação da SAP haviam culpado a Waste Management pelas lacunas funcionais e submetido pedidos de mudança que exigiam pagamento adicional para solucioná-los. Cinco anos depois, a disputa foi resolvida quando a SAP fez um pagamento único em dinheiro para a Waste Management.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que são sistemas de planejamento e controle?

■ Os sistemas de planejamento e controle são os mecanismos de processamento de informação, apoio à decisão e execução, que dão suporte à atividade de planejamento e controle da produção.

■ Sistemas de planejamento e controle podem tomar várias formas, mas geralmente têm alguns elementos comuns, como interfaces de cliente e fornecedor, um sistema de informação, um conjunto de regras de decisão e funções para programar, sequenciar, carregar e monitorar as atividades da produção.

■ Os sistemas hierárquicos de planejamento e controle separam diferentes tipos de decisões em diferentes níveis na organização, e abrangem períodos de tempo diferentes.

O que é *enterprise resource planning* (ERP) e como ele se transformou no sistema de planejamento e controle mais comum?

■ O ERP é um sistema de informação de âmbito corporativo, que integra todas as informações de diferentes funções necessárias para planejar e controlar as atividades da produção. Essa integração em torno de um banco de dados comum permite maior transparência.

■ Frequentemente, requer investimento considerável no próprio *software*, bem como em sua implementação. Mais significativamente, requer que os processos da empresa sejam alterados para alinhá-los às suposições embutidas no *software* ERP.

■ O ERP pode ser visto como o desenvolvimento mais recente da abordagem original de planejamento e controle, conhecida como planejamento das necessidades de materiais, ou *materials requirements planning* (MRP).

■ Embora o ERP esteja se tornando cada vez mais competente na integração de sistemas e bancos de dados internos, existe o potencial ainda mais significativo de integração com sistemas ERP (e equivalentes) de outras organizações.

■ Em particular, o uso de comunicação baseada em Internet entre clientes, fornecedores e outros parceiros da rede de suprimento abriu a possibilidade da integração baseada na *web*.

Como devem ser implementados os sistemas de planejamento e controle?

■ Em razão de os sistemas ERP serem projetados para solucionar problemas de fragmentação da informação, a implementação será complexa, atravessando as fronteiras organizacionais.

■ Há vários fatores críticos de sucesso (FCS) que a organização deve "fazer certo" para o sistema ERP funcionar de modo eficaz. Alguns desses fatores são amplos ou estratégicos, destinados a toda a organização. Outros são fatores mais específicos de projeto ou táticos.

ESTUDO DE CASO

Psycho Sports Ltd

Peter Townsend sabia que teria de tomar algumas decisões em breve. Sua empresa fabricante de artigos esportivos, a Psycho Sports, havia crescido tão rápido nos últimos dois anos que ele teria de instalar alguns procedimentos e rotinas sistemáticas para administrar seu negócio. Seu maior problema estava no controle da fabricação. Havia começado com a fabricação de raquetes de tênis de mesa, especializadas e de alta qualidade, mas agora fabricava uma grande variedade de produtos esportivos, incluindo bolas de tênis, dardos e artigos de proteção para várias jogos. Além disso, seus clientes, antes limitados a lojas especializadas em artigos esportivos, incluem agora as principais redes varejistas. *"Realmente, precisamos ter controle do processo de fabricação. Todos dizem que precisamos de algo denominado sistema MRP. Não tinha certeza do que isso significava; assim, comprei um livro especializado em controle de produção numa livraria próxima e li tudo sobre os princípios de MRP. Tenho de admitir que esses acadêmicos parecem*

encantar-se em complicar as coisas que são simples. Há tantos jargões associados à técnica que estou mais confuso hoje do que estava antes.

"Talvez, a melhor coisa a fazer seja tomar um exemplo simples de um de meus novos produtos e ver se consigo tratar isso manualmente. Se eu puder seguir o processo no papel, então estarei mais capacitado para decidir que tipo de sistema computadorizado devo escolher, se é que necessito de algum!"

Peter decidiu usar como exemplo um de seus novos produtos: uma raquete de tênis de mesa comercializada sob o nome "raquete de alta resolução", mais conhecida na produção pela denominação Item 5654. A Figura 14.9 mostra a estrutura de produto para a raquete de tênis de mesa, mostrando que a raquete é fabricada com dois conjuntos principais: o conjunto cabo e o conjunto face. Para montar os dois conjuntos, são necessários vários componentes, como pregos, conectores etc.

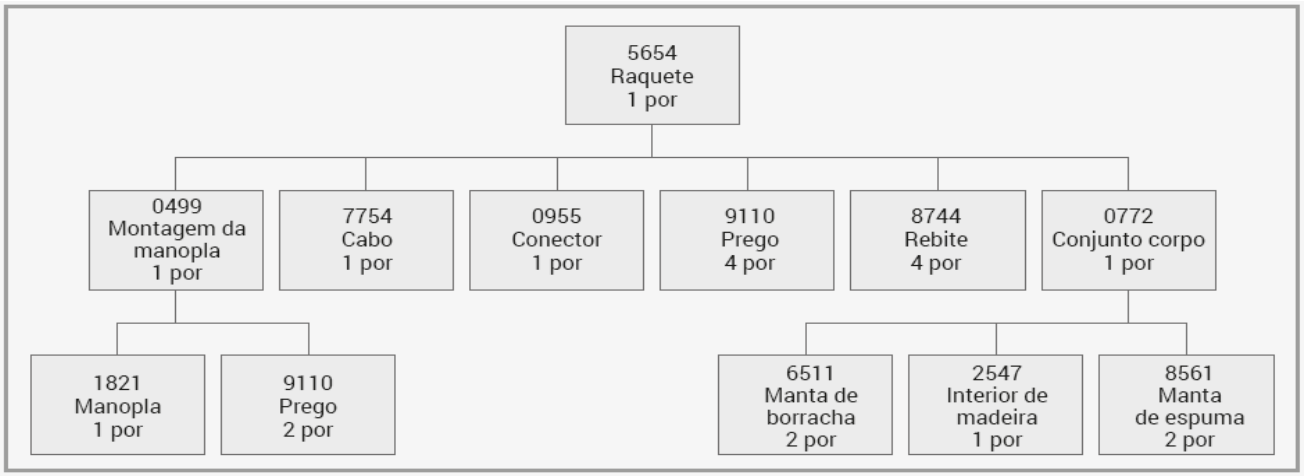


Figura 14.9 Estrutura de produto para a raquete 5654.

As necessidades brutas para essa raquete específica são mostradas a seguir. A raquete não deverá ser lançada até a semana 13 (estamos agora na semana 1) e as previsões de vendas foram feitas para as primeiras 23 semanas de vendas:

Semanas de 13 a 21, inclusive: 100 por semana;

Semanas de 22 a 29, inclusive: 150 por semana;

Semanas de 30 a 35, inclusive: 200 por semana.

Peter também obteve informações sobre os níveis de estoque dos componentes da raquete, além de dados de custo e *lead times*. Entretanto, ficou surpreso com o tempo necessário para obter essas informações. *"Levei quase dois dias para juntar todas as informações de que precisava. Pessoas diferentes mantinham partes das informações que não podiam ser encontradas em um só arquivo, além de que muitas não estavam sequer escritas. Para obter os dados de estoque, precisei ir ao almoxarifado e contar o número de itens que estavam dentro das caixas."*

Os dados coletados por Peter são mostrados na Tabela 14.3.

Tabela 14.3 Informações sobre estoque, custo e *lead times* das peças

Item	Descrição	Estoque	LE	LT	Custo-padrão
5654	Raquete	0	500	2	12,00
0499	Conjunto do cabo	0	400	3	4.00
7754	Cabo	15	1.000	5	1,00
0955	Conector	350	5.000	4	0,02
9110	Prego	120	5.000	4	0,01
8744	Rebite	3.540	5.000	4	0,01
0772	Conjunto da face	0	250	4	5,00
1821	Manopla	0	500	4	2,00
6511	Manta de borracha	0	2.000	10	0,50
2547	Interior de madeira	10	300	7	1,50
8561	Manta de espuma	0	1.000	8	0,50

Peter propôs a si mesmo seis exercícios, os quais ele sabia que deveria dominar se quisesse compreender os aspectos básicos do MRP.

Exercício 1

Desenhe:

(a) a lista de materiais de nível único para cada nível de montagem;

(b) uma lista de materiais escalonada para todos os níveis de montagem.

Exercício 2

(a) Crie registros de *material requirement planning* (MRP) para cada componente e submontagem da raquete.

(b) Liste quaisquer problemas identificados pelos registros de MRP.

(c) Que alternativas a empresa pode adotar para resolver os problemas? Quais seus méritos relativos?

Exercício 3

Baseado nos dois primeiros exercícios, crie outro conjunto de registros MRP, desta vez garantindo um *lead time* de segurança de uma semana para cada item: isto é, garantindo que os itens estarão em estoque uma semana antes da respectiva necessidade.

Exercício 4

No horizonte de tempo do exercício, qual a influência sobre o valor de estoque médio da utilização de um *lead time* de segurança de uma semana?

Exercício 5

Se decidíssemos que nossa primeira tarefa seria reduzir os custos de estoque em 15%, que ação seria recomendada? Quais seriam as implicações dessa ação?

Exercício 6

Como poderíamos suavizar a produção da empresa?

QUESTÕES

1. Por que Peter teve problemas para coletar as informações relevantes?

2. Faça todos os exercícios que Peter propôs a si mesmo. Você acha que ele agora entende plenamente o MRP?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Sua empresa desenvolveu um descascador de manga simples, porém formidável. É feito de uma lâmina e uma base para segurar formada de uma peça superior e uma peça inferior. O descascador de manga montado é embalado em uma caixa simples e reciclada. Todas as peças são facilmente encaixadas e compradas de fornecedores que podem entregá-las no prazo de uma semana após serem encomendadas. Obtendo as peças necessárias, sua empresa pode montar os produtos no prazo de um dia após os pedidos serem confirmados. As previsões iniciais indicam que a demanda será de 500 itens por semana.

(a) Elabore a estrutura de componentes e a lista de materiais para o descascador de manga.

(b) Desenvolva um programa-mestre de produção para o produto.

(c) Desenvolva uma programação, indicando quando e quantos de cada componente devem ser encomendados (seu programador lhe informa que o lote econômico de compra, LEC, para todas as peças é 2.500).

2 O descascador de manga descrito no item anterior foi um grande sucesso. A demanda agora foi nivelada em 800 itens por semana. Foram também desenvolvidos dois novos produtos, um cortador de melão em bolas e um espremedor de maracujá. Esses novos produtos usam a mesma base do descascador, mas cada um possui sua própria base e embalagem, especialmente desenhadas. Espera-se que a demanda para os novos produtos seja de 400 itens por semana. Seus fornecedores também indicaram que, dada à demanda extra, necessitarão de duas semanas para entregar os pedidos. De modo semelhante, seu próprio departamento de montagem está levando uma semana para montar os pedidos.

(a) Elabore nova estrutura de componentes e lista de materiais para os novos produtos.

(b) Desenvolva um programa-mestre de produção para os produtos.

(c) Desenvolva uma programação indicando quando e quantos de cada componente devem ser encomendados.

3 Usando um livro de culinária, escolha três receitas similares, de complexidade média, como bolos ou sobremesas decorados em várias camadas. Para cada receita, prepare uma lista de materiais de vários níveis e identifique todos os diferentes materiais, submontagens e produtos finais com um conjunto de números das partes (isto é, sem duplicação). Use o tempo dado nas receitas (ou suas próprias estimativas) e construa uma tabela de *lead times* (por exemplo, minutos ou horas) para cada estágio da produção e para a aquisição de ingredientes. Utilizando esses exemplos (e um pouco de sua própria imaginação), mostre como essa informação poderia ser usada em um sistema MRP para planejar e controlar os processos de produção de lotes, dentro de uma pequena fábrica de bolos ou sobremesas que produza

milhares de cada produto por semana. Mostre parte dos registros MRP e dos cálculos que estariam envolvidos.

4 **(Avançado)** Trabalhando em um pequeno grupo de estudos, construa um modelo de sistema de informação que você considera necessário para planejar e controlar as operações diárias mais importantes e as finanças de uma grande universidade ou escola. Em particular, identifique e inclua pelo menos três processos que rompam as fronteiras funcionais e departamentais e mostre como o ERP pode ser usado para aprimorar a qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e/ou os custos de tais processos. Depois, discuta:

(a) Se o ERP já não estiver em uso na organização escolhida, ele deve ser introduzido e, caso afirmativo, por quê? Quais as dificuldades de se fazer isso e como tais dificuldades devem ser superadas?

(b) Se o ERP estiver em uso, que vantagens e desvantagens já são aparentes para a equipe? (Por exemplo, pergunte a um professor, um administrador e um gerente de serviços de apoio, como alguém que administre o serviço de limpeza ou de alimentação.)

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

ATKINSON, R. *Enterprise resource planning (ERP) the great gamble*: an executive's guide to understanding an ERP project. Bloomington: Xlibris, 2013.

Um livro básico. Não encontrará muita profundidade, mas é uma boa introdução.

BRADFORD, M. Modern ERP: Select, implement & use today's advanced business systems. 2010. Disponível em: <lulu.com>.

Um bom texto de sala de aula.

DAVENPORT, T.H. Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, jul.-ago. 1998.

Aborda alguns dos aspectos mais gerenciais e estratégicos do ERP.

KOCH, C.; WAILGUM, T. ERP definition and solutions. 2007. Disponível em: <www.cio.com>.

Este *site* tem alguns artigos úteis; é um dos que mais instiga as ideias.

MacCARTHY, B. L. Organizational systems and human issues in production planning, scheduling and control. In: HERMANN, J. (Ed.). *Handbook of production scheduling, international series in operations research and management science*. New York: Springer, 2006.

Este é um artigo acadêmico, mas não fique desencorajado – é uma visão geral boa e sensível sobre o assunto por uma das melhores autoridades nessa área.

SRIVASTAVA, D.; BATRA, A. *ERP Systems*. Nova Deli: I K International Publishing House, 2010.

Um estudo profundo dos sistemas ERP e de seus benefícios, incluindo a implementação.

TURBIT, N. ERP implementation: the traps. The project perfect white paper collection. 2005. Disponível em: <www.projectperfect.com.au>.

Prático (e verdadeiro).

VOLLMANN, T.; BERRY, W.; WHYBARK, D.C.; JACOBS, F.R. *Manufacturing planning and control systems for supply chain management*: the definitive guide for professionals. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2004.

A versão mais recente da “bíblia” do planejamento e controle de fabricação. Explica o “funcionamento” do MRP e do ERP com detalhes.

Suplemento do Capítulo 14

MATERIALS REQUIREMENTS PLANNING (MRP)

Materials requirements planning (MRP) é uma abordagem para calcular quantas peças ou materiais de tipos específicos são necessários e em que momentos são exigidos. Isso requer arquivos de dados que, quando o programa MRP está rodando, podem ser consultados e atualizados. A Figura S14.1 mostra como esses arquivos se relacionam. As primeiras entradas para o *material requirements planning* são os pedidos dos clientes e a demanda prevista. O MRP faz seus cálculos baseados na combinação dessas duas partes da demanda futura. Todas as outras necessidades são derivadas e dependentes dessas informações da demanda.

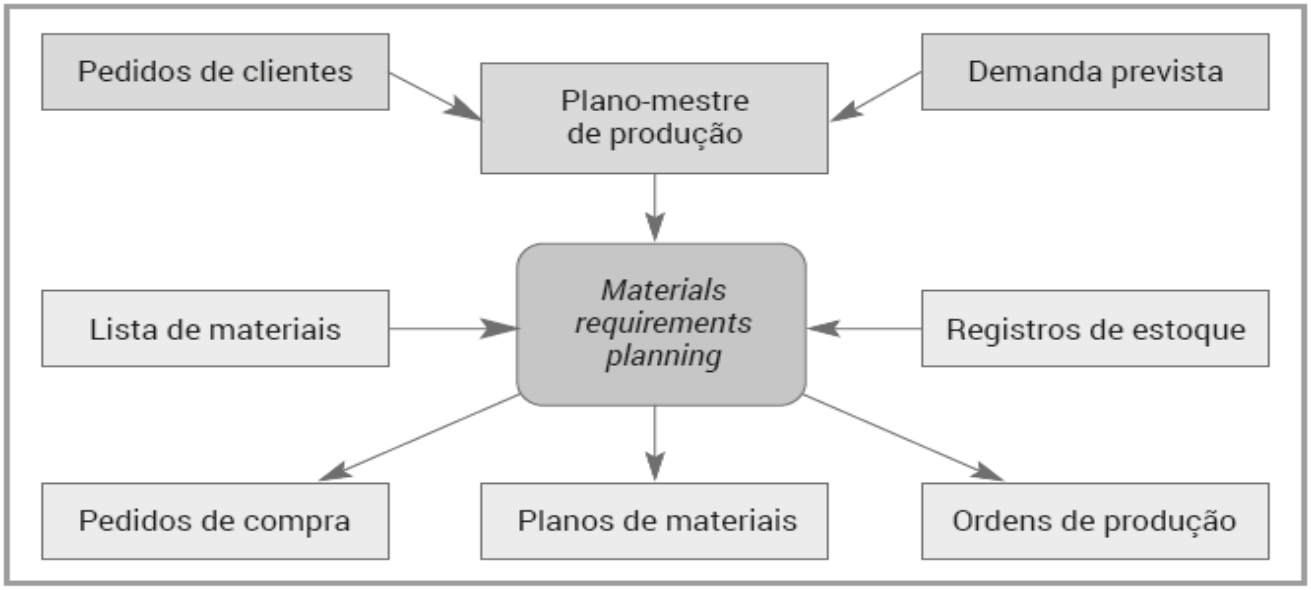


Figura S14.1 Esquema do *material requirements planning* (MRP).

PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO (PMP)

O programa mestre de produção (PMP) forma o principal *input* ao *material requirements planning* e contém uma declaração do volume e do *timing* dos produtos finais a serem fabricados. Condiciona todas as atividades de produção e suprimento que por fim se reunirão para formar os produtos finais. É a base para o planejamento e a utilização de mão de obra e equipamento, e determina o aprovisionamento de materiais e o dinheiro em caixa. O PMP deve incluir todas as fontes de demanda, como peças sobressalentes, compromisso de produção interna etc. Por exemplo, se um fabricante de escavadoras de terra planeja fazer uma exibição de seus produtos e permite que uma equipe de projeto retire peças do estoque para que possa construir dois exemplos fiéis a serem exibidos, provavelmente, essa ação deixará

a fábrica com poucas peças. O PMP pode também ser usado em organizações de serviço. Por exemplo, no centro cirúrgico de um hospital, há um programa mestre que contém a programação das operações planejadas com datas e horários. Isso pode ser usado para provisionar os materiais para as cirurgias, como instrumentos esterilizados, sangue e vestuários apropriados. Pode também gerenciar a programação dos funcionários que trabalharão nas operações.

Registros do programa mestre de produção

Programas mestres de produção são registros escalonados no tempo de cada produto final, que contêm a posição da demanda e do estoque atualmente disponível de cada item acabado. Usando essas informações, o estoque disponível é projetado antecipadamente. Quando houver estoque insuficiente para satisfazer a demanda futura, as quantidades pedidas são inseridas na linha do programa mestre. A Tabela S14.1 é um exemplo simplificado de parte de um programa mestre de produção para um item. Na primeira linha, os pedidos de venda conhecidos e qualquer previsão são combinados para formar a "Demanda". A segunda linha, "Disponível", mostra a quantidade esperada desse item no estoque no final de cada período semanal. O estoque inicial, na linha "Em mãos", é mostrado separadamente na base do registro. A terceira linha representa o programa mestre de produção, ou PMP; mostra quantos itens precisam ser concluídos e disponibilizados em cada semana para satisfazer a demanda.

Tabela S14.1 Exemplo de PMP

	Número da semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Estoque disponível	20	10	0	10	0	0	0	0	0
PMP	0	0	10	10	15	15	15	20	20
Em mãos	30								

Programas mestres de produção nivelados ou que acompanham a demanda

No exemplo da Tabela S14.1, o PMP aumenta à medida que a demanda cresce e visa manter o estoque disponível em 0. O programa mestre de produção está "acompanhando" a demanda (*veja* o Capítulo 11) e, assim, ajustando a provisão dos recursos. Um PMP alternativo "nivelado" para essa situação é mostrado na Tabela S14.2. A programação nivelada envolve calcular a quantidade média necessária a ser completada para nivelar os picos e vales; ela gera mais estoque do que o PMP anterior.

Tabela S14.2 Exemplo de PMP "nivelado"

	Número da semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Estoque disponível	31	32	33	34	30	26	22	13	4
PMP	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Em mãos	30								

Disponível para promessa (DPP)

O programa mestre de produção fornece informações à função vendas sobre o que pode ser prometido aos clientes e quando a entrega pode ser feita. A função vendas pode carregar os pedidos de vendas conhecidos em relação ao programa mestre de produção e rastrear o que está disponível para promessa (DPP) (*veja* a Tabela S14.3). A linha DPP do programa mestre de produção mostra a quantidade máxima que está ainda disponível em qualquer semana contra a qual os pedidos de vendas podem ser aceitos.

Tabela S14.3 Exemplo de um PMP nivelado, incluindo o estoque DPP

	Número da semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Pedidos de vendas	10	10	10	8	4				
Disponível	31	32	33	34	30	26	22	13	4
DPP	31	1	1	3	7	11	11	11	11
PMP	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Em mãos	30								

LISTA DE MATERIAIS (LDM)

A partir do programa mestre, o MRP calcula o volume requerido e o *timing* das montagens, submontagens e materiais. Para fazer isso, é preciso que haja informações sobre quais peças são necessárias por produto. Isso é denominado "lista de materiais". Inicialmente, é mais simples pensar sobre essa lista como uma estrutura de produto. A estrutura de produto da Figura S14.2 é uma estrutura simplificada que mostra as peças necessárias para fabricar um jogo de tabuleiro simples. "Níveis de montagem" diferentes são mostrados com o produto acabado (o jogo dentro da caixa), no nível 0; as peças e submontagens que compõem o jogo dentro de caixa, no nível 1; as peças que entram nas submontagens, no nível 2, e assim por diante.

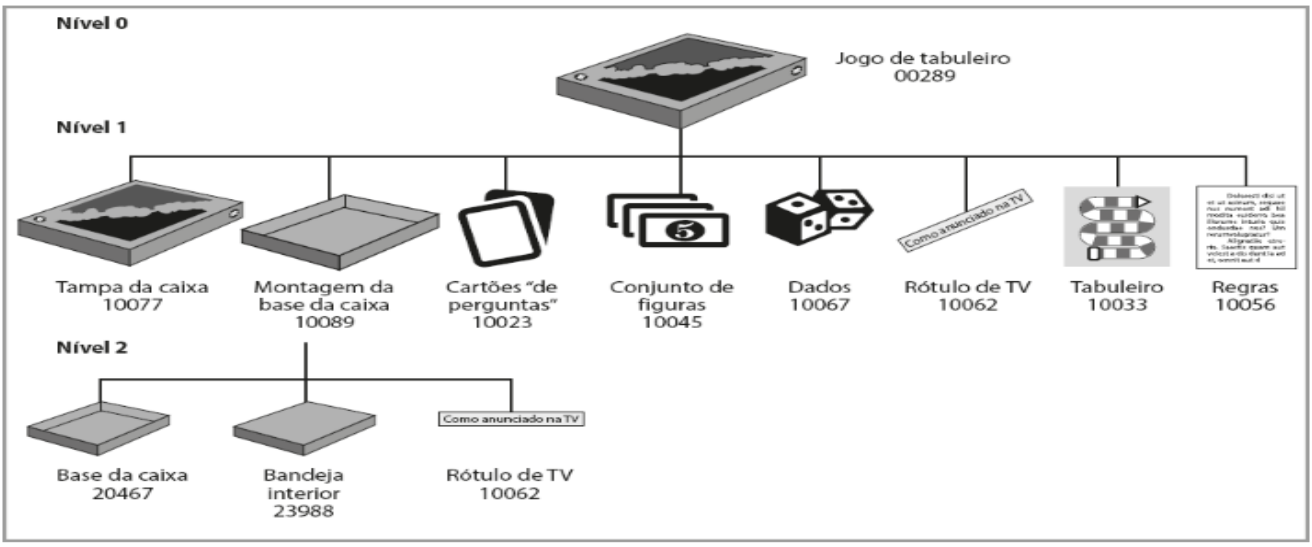


Figura S14.2 Estrutura de produto para o jogo "Caça ao tesouro".

Uma forma mais conveniente de estrutura de produto é a "lista de materiais indentada". A Tabela S14.4 mostra a lista indentada completa de materiais para o jogo de tabuleiro. O termo "indentada" refere-se ao recuo do nível de montagem, mostrado na coluna da esquerda através de pontos. Múltiplos de algumas peças são necessários; isso significa que o MRP precisa saber o número de cada peça para ter condições de multiplicar as necessidades. Além disso, a mesma peça (por exemplo, o rótulo de TV, peça número 10062) pode ser usada em posições diferentes da estrutura de produto. Isso significa que o MRP precisa lidar com essa uniformização das peças e, em algum estágio, agregar as exigências para chegar ao total de rótulos que será necessário.

Tabela S14.4 Lista de materiais indentada para o jogo de tabuleiro

Nº da peça: 00289

Descrição: Jogo de tabuleiro

Nível: 0

Nível	Número da peça	Descrição	Quantidade
0	00289	Jogo de tabuleiro	0
. 1	10077	Tampa da caixa	1
. 1	10089	Caixa montada	1
. . 2	20467	Base da caixa	2
. . 2	10062	Indicação de TV	2
. . 2	23988	Bandeja interior	2
. 1	10023	Conjunto de cartões de perguntas	1
. 1	10045	Conjunto de figuras	1
. 1	10067	Dado	1
. 1	10062	Rótulo de TV	1
. 1	10033	Tabuleiro do jogo	1
. 1	10056	Livreto de regras	1

REGISTROS DE ESTOQUE

Os cálculos do MRP precisam reconhecer que alguns itens requeridos já podem estar em estoque. Assim, é necessário iniciar no nível 0 de cada lista, verificar o nível de estoque disponível de cada produto acabado, submontagem e componente e, depois, calcular o que se denomina "necessidades líquidas"; isto é, as exigências extras necessárias para complementar o estoque para que a demanda seja atendida. Isso requer que três registros principais de estoque sejam mantidos: o arquivo-mestre de itens que contém o código de identificação padronizado para cada peça ou componente; o arquivo de transações que mantém o registro das entradas de estoque, saídas de estoque e saldo do estoque; e o arquivo de localização, que identifica onde os itens estão localizados no estoque.

PROCESSO DE CÁLCULO DE NECESSIDADE LÍQUIDA MRP

As informações necessárias do MRP são importantes, mas não representam o "núcleo" de seu procedimento. Em seu núcleo, o MRP é um processo sistemático de assumir esse planejamento de informações e de calcular o volume e as necessidades de *timing* que satisfarão a demanda. O elemento mais importante disso é o processo de cálculo de necessidade líquida MRP. A Figura S14.3 ilustra o processo que o MRP desempenha para calcular os volumes requeridos de materiais. O programa mestre de produção é "explodido" para que se examine suas implicações ao longo da lista de materiais, verificando quantas submontagens e peças são necessárias. Antes de mover a lista de materiais ao próximo nível, o MRP verifica o número de partes requeridas que já estão disponíveis em estoque. Depois,

gera pedidos de compra ou ordens de produção para as necessidades líquidas de itens. Tudo isso forma o programa que é novamente "explodido" pela lista de materiais no próximo nível abaixo. Esse processo continua até a base da lista de materiais ser atingida.

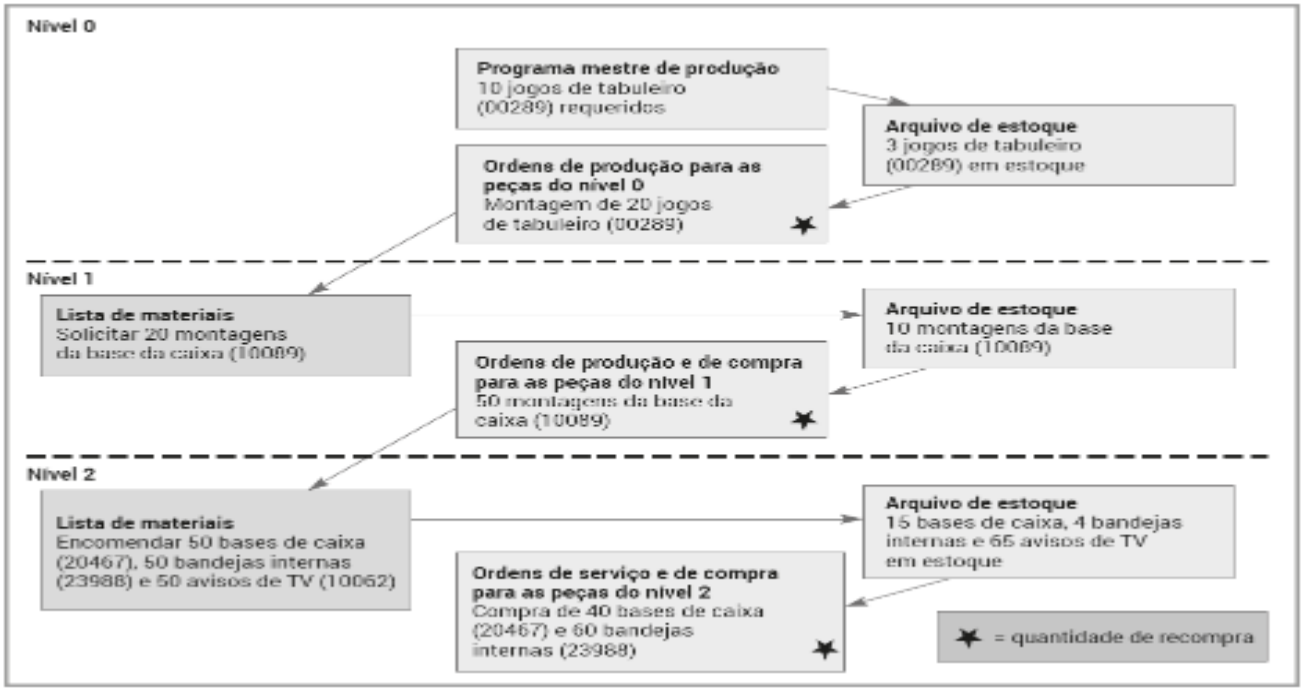


Figura S14.3 Exemplo do processo que calcula as necessidades líquidas MRP para o jogo de tabuleiro.

Programação para trás

Além de calcular o volume de materiais exigido, o MRP também considera quando cada uma dessas partes é necessária; isto é, o *timing* e a programação de materiais. Ele faz isso por um processo chamado programação para trás (ou *back-scheduling*), que leva em consideração o *lead time* (o tempo necessário para a conclusão de cada estágio do processo) em cada nível da montagem. Usando novamente o exemplo do jogo de tabuleiro, suponha que 10 jogos de tabuleiro precisam ser concluídos em um dia de planejamento, que denominaremos dia 20. Para determinar quando precisaremos iniciar o trabalho com todas as peças que compõem o jogo, é necessário conhecer todos os *lead times* que estão gravados nos arquivos do MRP para cada peça (*veja* a Tabela S14.5).

Tabela S14.5 Programação para trás das necessidades do MRP

Peça nº	Descrição	Estoque disponível no dia 0	*Lead time* (dias)	Quantidade a reabastecer
00289	Jogo de tabuleiro	3	2	20
10077	Tampa da caixa	4	8	25
20089	Caixa montada	10	4	50
20467	Base da caixa	15	12	40
23988	Bandeja interna	4	14	60
10062	Rótulo de TV	65	8	100
10023	Conjunto de cartões com perguntas	4	3	50
10045	Conjunto de figuras	46	3	50
10067	Dado	22	5	80
10033	Tabuleiro do jogo	8	15	50
10056	Livreto de regras	0	3	80

Usando as informações dos *lead times*, o programa é trabalhado para trás para determinar as tarefas que precisam ser desempenhadas e os pedidos de compra a serem emitidos. Dados os *lead times* e os níveis de estoque mostrados na Tabela S14.5, pode-se derivar os registros do MRP mostrados na Figura S14.4.

VERIFICAÇÕES DA CAPACIDADE DE MRP

O processo de MRP necessita de *feedback* para verificar se um programa é factível e se realmente foi atingido. Fechar esse ciclo de controle em sistemas MRP envolve verificar os programas de produção em relação à capacidade disponível e, se os programas propostos não forem factíveis em qualquer nível, revisá-los. Quase todos os sistemas MRP, fora os mais simples, são agora sistemas de ciclo fechado. Usam três rotinas de planejamento para verificar os programas de produção em relação aos recursos da operação em três níveis:

00289: Número do Jogo Caça ao Tesouro — *Lead time* de montagem = 2 Quantidade de recompra = 20

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																					10
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	13
Liberação do pedido planejado																			20		

10077: Tampa da caixa — *Lead time* de compra = 8 Quantidade de recompra = 25

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	9	9	9
Liberação do pedido planejado											25										

10089: Montagem da base da caixa — *Lead time* de montagem = 4 Quantidade de recompra = 50

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	40	40	40
Liberação do pedido planejado															50						

20467: Base da caixa — *Lead time* de compra = 12 Quantidade de recompra = 40

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas															50						
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5	5	5
Liberação do pedido planejado			40																		

23988: Bandeja interior — *Lead time* de compra = 14 Quantidade de recompra = 60

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas															50						
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	14	14	14	14	14	14	14
Liberação do pedido planejado	60																				

10062: Aviso de TV — *Lead time* de compra = 8 Quantidade de recompra = 100

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas															50				20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	15	15	15	15	95	95	95
Liberação do pedido planejado											100										

10023: Conjunto de cartões com perguntas — *Lead time* de compra = 3 Quantidade de recompra = 50

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	34	34	34
Liberação do pedido planejado																50					

10045: Conjunto de figuras — *Lead time* de compra = 3 Quantidade de recompra = 50

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	26	26	26
Liberação do pedido planejado																					

10067: Estampagem — *Lead time* de compra = 5 Quantidade de recompra = 80

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			40		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	13
Liberação do pedido planejado														80							

10033: Tabuleiro do jogo — *Lead time* de compra = 15 Quantidade de recompra = 50

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	38	38	38
Liberação do pedido planejado				50																	

10056: Livreto de regras — *Lead time* de compra = 3 Quantidade de recompra = 80

Dia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necessidades brutas																			20		
Recebimentos programados																					
Estoque disponível	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60
Liberação do pedido planejado																80					

Figura S14.4 Extrato dos registros do MRP para o jogo de tabuleiro.

■ Os planos de necessidades de recursos (RRP) envolvem antecipar a longo prazo as necessidades de grandes partes estruturais da operação, como quantidades, locais e tamanhos de novas fábricas.

■ Os planos de capacidade a grosso modo (RCCP) são usados a médio e a curto prazos para verificar os programas mestres de produção (PMP) em relação aos gargalos de capacidade conhecidos, caso restrições de capacidade sejam eliminadas. O ciclo de *feedback* nesse nível verifica apenas os PMPs e os recursos-chave.

■ Os planos de necessidades de capacidade (CRP) examinam o efeito diário das ordens de serviço emitidas pelo MRP sobre o carregamento dos estágios individuais do processo.

RESUMO

■ MRP significa *material requirements planning*, que é um sistema de demanda dependente que calcula as necessidades de materiais e os programas de produção para satisfazer pedidos de vendas conhecidos e previstos. Ajuda a fazer cálculos de volume e de *timing*, baseados na ideia do que será necessário para suprir a demanda no futuro.

■ O MRP funciona a partir de um programa mestre de produção (PMP) que resume o volume e o *timing* de produtos ou serviços finais. Usando a lógica da lista de materiais e registros de estoque, a programação de produção é "explodida" (processo do MRP para calcular os necessidades líquidas) para determinar quantas e quando as submontagens e peças são necessárias.

■ Os sistemas MRP de ciclo fechado contêm ciclos de *feedback* que asseguram que as verificações sejam feitas em relação à capacidade, a fim de saber se os programas são viáveis.

■ Os sistemas MRP II são um desenvolvimento do MRP. Integram muitos processos que estão relacionados a MRP, mas localizados fora da função produção.

15

PRODUÇÃO ENXUTA

INTRODUÇÃO

Este capítulo examina uma abordagem para gerenciar a produção e a cadeia de suprimento, normalmente chamada de "enxuta". É tanto filosofia quanto um método de planejamento e controle, bem como uma abordagem de melhoramento. A produção enxuta visa atender instantaneamente a demanda, com qualidade perfeita, sem desperdício e com baixo custo. Isso envolve fornecer produtos e serviços em sincronização perfeita com a demanda por eles. Esses princípios foram uma ruptura radical na prática tradicional de administração da produção, mas agora se tornaram ortodoxos para promover a sincronização do fluxo ao longo dos processos, da produção e das redes de suprimento. E, embora esse assunto já tenha sido tratado estritamente como um fenômeno da fabricação (talvez isso não seja novidade, devido ao papel pioneiro da Toyota na gestão enxuta), os princípios da produção enxuta se aplicam a todos os setores, incluindo finanças, saúde, TI, varejo, construção, agricultura e o setor público. A Figura 15.1 posiciona a produção enxuta no modelo global de administração da produção.

Questões-chave

- O que é produção enxuta?
- Como a lógica enxuta elimina o desperdício?
- Como a lógica enxuta se aplica ao longo da rede de suprimento?
- Como a lógica enxuta se compara a outras abordagens?

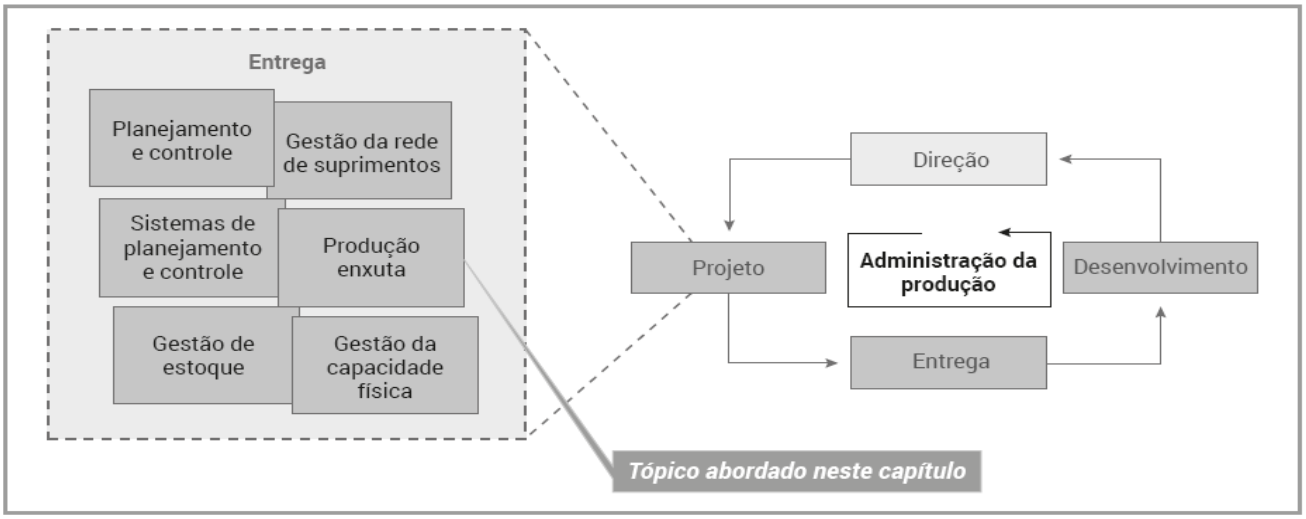


Figura 15.1 Este capítulo examina a produção enxuta.

O QUE É PRODUÇÃO ENXUTA?

O foco da produção enxuta é alcançar um fluxo de materiais, informações ou clientes que ofereça exatamente o que os clientes desejam (qualidade perfeita), em quantidades exatas (nem muito nem pouco), exatamente quando for necessário (não antes nem depois), exatamente onde for necessário (no local certo) e com o menor custo possível. Esse é um conceito muito semelhante ao "*just-in-time*" (JIT), o "Toyota Production System" (TPS), "produção sem estoque" e "sincronização enxuta". Ele resulta em itens fluindo rápida e regularmente através de processos, operações e redes de suprimento.

Neste capítulo, oferecemos exemplos de organizações em diversos setores que aplicam os aspectos da filosofia enxuta às suas operações e redes de suprimento. Muitos dos exemplos da filosofia e da sincronização enxuta no setor de serviço são diretamente análogos aos encontrados no setor manufatureiro porque os itens físicos são movidos ou processados de alguma forma. Por exemplo, os supermercados, geralmente, repõem seu estoque na loja apenas quando os clientes retiram produtos suficientes das prateleiras. O movimento de bens do depósito para a prateleira é acionado apenas pelo sinal de demanda da "prateleira vazia". Construtoras cada vez mais criam uma regra de pedir materiais para seus canteiros apenas no dia anterior a quando o material for necessário. Isso reduz o acúmulo e as chances de roubo. Os dois são exemplos da aplicação de princípios de *controle puxado*. Outros exemplos dos conceitos e métodos enxutos se aplicam até mesmo quando quase todos os elementos do serviço são intangíveis. Por exemplo, novas tecnologias de publicação permitem que os professores montem material de estudo impresso e por *e-learning* ajustado às necessidades dos cursos individuais, ou mesmo a alunos individuais. Aqui, vemos os princípios enxutos da flexibilidade e lotes pequenos permitindo a customização e a entrega rápida.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Refeições "enxutas" de Jamie[1]

A maioria das pessoas não tem tempo para dedicar muito tempo cozinhando – possivelmente, o motivo pelo qual o *chef* celebridade Jamie Oliver escreveu o livro *Refeições de 30 minutos do Jamie*, cuja filosofia é que cozinhar um delicioso jantar deve ser tão rápido e mais barato do que comprar e aquecer uma comida pronta. O livro apresenta 50 menus prontos, com três a quatro pratos por menu, projetados para não demorar mais de 30 minutos no preparo. Para alcançar esse desempenho Jamie, talvez inadvertidamente, aplicou os princípios e métodos de produção enxuta à atividade cotidiana de cozinhar.

Imagine que sua família está chegando para jantar e você quer surpreender com uma nova refeição indiana de múltiplos pratos com frango, arroz, salada de um lado e, claro, uma sobremesa. Tradicionalmente, você procuraria quatro receitas diferentes, uma para cada prato. Como todas as receitas vêm de lugares diferentes, você precisa descobrir a quantidade de alimentos para comprar, fazer a matemática no caso de ingredientes compartilhados em todos os pratos, como alocar as vasilhas, panelas e outros equipamentos para os diferentes ingredientes e, o mais importante, você precisa descobrir em que ordem preparar as coisas, especialmente se quiser todos os seus pratos prontos ao mesmo tempo. A abordagem de Jamie reduz significativamente toda essa complexidade, garantindo que os pratos sejam preparados exatamente quando o próximo passo no processo precisar deles,

independentemente do prato que for. Em outras palavras, os pratos não são cozidos em sequência, um após o outro, mas são preparados e concluídos simultaneamente.

Se identificarmos todas as tarefas relacionadas à preparação da salada (por exemplo, cortar os vegetais) com a letra A, cozinhar o arroz (por exemplo, misturar) com a letra B, cozinhar o frango com a letra C e finalmente fazer a sobremesa com a letra D, então, pela forma tradicional de cozinhar, nossa programação de tarefas se pareceria com algo assim: AAAA BBBBBBB CCCCCCC DDDD. Isso resulta em lotes, tempo de espera e pratos prontos antes que o jantar pudesse ser servido. Por outro lado, a culinária de 30 minutos de Jamie Oliver envolve tarefas de programação em uma sequência como ABCDACBADCBABDC, onde tarefas únicas relacionadas a pratos diferentes seguem sem problemas, pois o *chef* corta um ingrediente de salada, depois mistura o arroz e, em seguida, corta mais ingredientes de salada enquanto o frango está sendo assado no forno e uma parte da sobremesa está sendo preparada. Desse modo, todos os pratos ficam prontos ao mesmo tempo, na hora certa, e nada é preparado antes de ser necessário, evitando qualquer tipo de desperdício. Uma técnica de programação nivelada assim é chamada *heijunka* (mistura de modelos) na abordagem enxuta.

Além disso, a culinária enxuta de Jamie se baseia em tempos de preparação reduzidos. No início de cada receita, o equipamento necessário para preparar o menu é apresentado sob o título "para começar". Outras preparações necessárias, como o aquecimento do forno, também são especificadas. Ter todo o equipamento pronto desde o início economiza tempo no processo, e é, de acordo com Jamie, um pré-requisito para a preparação em 30 minutos. O uso de equipamentos simples, que são adequados para vários propósitos diferentes, também torna o processo mais rápido à medida que as trocas são reduzidas. O objetivo é tirar o máximo proveito do tempo disponível, eliminando a "chatice" na culinária (atividade sem valor agregado, no linguajar da administração da produção) e deixando apenas o que é estritamente "bom e rápido de cozinhar", sem comprometer a qualidade.

Três perspectivas da produção enxuta

Definir a produção enxuta não é uma pergunta direta porque, de várias maneiras, pode ser vista como três coisas relacionadas, porém distintas: uma filosofia, um método de planejamento e controle com prescrições úteis de como gerenciar operações cotidianas e um conjunto de ferramentas de melhoria.

■ **Produção enxuta é uma filosofia de como conduzir a produção.** É um conjunto coerente de princípios fundamentados no fluxo regular ao longo dos processos ao fazer bem as coisas simples, gradualmente melhorando-as ou atendendo às necessidades dos clientes exatamente e (acima de tudo) eliminando o desperdício em cada etapa. Três questões-chave definem a filosofia enxuta: o envolvimento dos funcionários na operação, o impulso para melhoria contínua e a eliminação do desperdício. Outros capítulos examinam as duas primeiras questões; portanto, dedicamos a maior parte do restante deste capítulo à ideia central da eliminação do desperdício.

■ **Produção enxuta é um método de planejar e controlar a produção.** Muitas ideias da abordagem enxuta referem-se a como os itens (materiais, informações, clientes) fluem ao longo da produção; e, mais especificamente, como os gerentes de produção podem gerenciar esse fluxo. Por essa razão, a abordagem enxuta pode ser vista como um método de planejamento e controle. Todavia, é a atividade de planejamento e controle que é feita em busca dos propósitos filosóficos da abordagem enxuta. O fluxo

descoordenado causa imprevisibilidade, e a imprevisibilidade causa desperdício porque as pessoas mantêm estoque, capacidade física ou tempo para se proteger contra ele. Assim, o planejamento e controle enxutos usam diversos métodos para atingir um fluxo sincronizado e reduzir o desperdício. Acima de tudo, usa o controle "puxado" que foi anteriormente descrito no Capítulo 10 (em contraste com o MRP, descrito no Capítulo 14, que usa controle "empurrado"). Isso é geralmente atingido usando algum tipo de sistema *kanban* (descrito mais adiante). Além disso, os outros métodos de planejamento e controle enxutos que promovem um fluxo regular incluem programação e entrega niveladas e mistura de modelos (novamente descritos mais adiante neste capítulo).

■ **Produção enxuta é um conjunto de ferramentas que melhora o desempenho da produção.** O "coração" da filosofia enxuta é uma coleção de ferramentas e técnicas de melhoria que são os meios para cortar o desperdício. Há muitas técnicas que podem ser denominadas "técnicas enxutas" e, novamente, muitas delas seguem de forma natural e lógica a partir da filosofia enxuta em geral. O que é também importante entender é como a introdução da abordagem enxuta como filosofia ajudou a mudar o foco da administração da produção, geralmente para ver a melhoria como seu principal propósito. Além disso, a ascensão das ideias enxutas influenciou técnicas que agora se tornaram dominantes na administração da produção. Algumas dessas ferramentas e técnicas são bem conhecidas fora da esfera da abordagem enxuta e estão incluídas em outros capítulos deste livro.

Princípio de administração da produção

A abordagem enxuta pode ser vista como uma filosofia de como conduzir a produção, um método de planejamento e controle da produção e um conjunto de ferramentas que melhoram o desempenho da produção.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Pixar adota a produção enxuta

Parece que os princípios enxutos (ou alguns deles) podem ser aplicados até mesmo aos processos mais improváveis. Nenhum é menos provável que os estúdios de animação Pixar, o estúdio de animação por computador premiado pela academia e os criadores de filmes que resultaram em uma série sem precedentes de sucessos de crítica e de bilheteria, incluindo *Toy Story* (1, 2 e 3), *Vida de Inseto*, *Monstros e Companhia*, *Procurando Nemo*, *Os Incríveis*, *Ratatouille*, *WALL-E* e *Up*. Desde a sua incorporação, a Pixar foi responsável por muitos avanços importantes na aplicação da computação gráfica (CG) na produção de filmes. Assim, a empresa atraiu alguns dos melhores talentos técnicos, criativos e de produção do mundo na área. E tal talento "baseado no conhecimento" é notoriamente difícil de administrar – certamente, não são os tipos de processos geralmente considerados como apropriados para a produção enxuta. A gestão da criatividade envolve um dilema difícil entre encorajar a liberdade de produzir novas ideias e garantir que elas funcionem dentro de uma estrutura geral eficaz.

No entanto, a Pixar obteve inspiração da Toyota e da forma como ela usa a produção enxuta – em particular, a maneira pela qual a Toyota incentivou sugestões e críticas contínuas de seus trabalhadores da linha de produção para melhorar seu desempenho. A Pixar percebeu que poderia fazer o mesmo com a produção de personagens de desenho animado. A adoção de *feedback* constante evidencia os problemas antes de se tornarem crises, e oferece inspiração e desafio às equipes criativas. A Pixar também dedica muito esforço para persuadir seu pessoal criativo a trabalharem juntos. Em empresas semelhantes, as

pessoas podem colaborar em projetos específicos, mas não são tão boas em se concentrar no que está acontecendo em outras partes do negócio. A Pixar, no entanto, tenta cultivar um senso de responsabilidade coletiva. A equipe até mesmo mostra o trabalho inacabado entre si nas reuniões diárias, acostumando-se então a oferecer e receber críticas construtivas.

Como a produção enxuta considera o fluxo

A melhor forma de entender como a sincronização enxuta difere das abordagens mais tradicionais para gerenciar o fluxo é comparar os dois processos simples da Figura 15.2. A abordagem tradicional assume que cada estágio do processo colocará sua produção em um estoque que "isola" esse estágio do estágio adiante (a jusante, ou *downstream*) no processo. O estágio seguinte irá (por fim) suprir-se dos componentes desse estoque, processá-los e enviá-los ao próximo estoque "pulmão". Esses estoques existem para desacoplar cada estágio dos estágios vizinhos, tornando cada um deles relativamente independente, de modo que, por exemplo, se o estágio A interrompe sua produção por algum motivo, o estágio B pode continuar trabalhando, ao menos por algum tempo. Quanto maior o estoque "pulmão", maior o grau de isolamento entre os estágios. Esse isolamento é obtido ao custo da estocagem e do lento tempo de atravessamento porque os produtos, clientes ou informações ficarão algum tempo esperando entre os estágios no processo.

Contudo, o principal argumento contra essa abordagem tradicional recai sobre a própria condição que ela visa promover, ou seja, o isolamento de um estágio em relação ao outro. Quando um problema ocorre em um estágio, o problema não ficará imediatamente aparente em qualquer ponto do sistema. A responsabilidade pela solução do problema estará largamente centrada nas pessoas desse estágio, e as consequências do problema estarão impedidas de propagar a todo o sistema. Entretanto, compare isso com o processo enxuto puro ilustrado na Figura 15.2. Aqui, os itens são processados e depois transferidos diretamente para o próximo estágio de modo sincronizado *just-in-time*, para serem novamente processados. Os problemas em qualquer estágio têm efeito muito diferente em tal sistema. Agora, se o estágio A parar de processar, o estágio B perceberá imediatamente e o estágio C logo após. O problema do estágio A está agora rapidamente exposto ao processo global, que é imediatamente afetado pelo problema. Isso significa que a responsabilidade pela solução do problema não está mais confinada aos funcionários do estágio A. Está agora compartilhada por todos, melhorando consideravelmente as chances de o problema ser resolvido, nem que seja porque agora ele é muito importante para ser ignorado. Em outras palavras, ao evitar a acumulação de itens entre os estágios, a operação aumentou as chances de a eficiência intrínseca da fábrica ser melhorada. As abordagens não sincronizadas procuram encorajar a eficiência ao proteger cada parte do processo da interrupção. A abordagem enxuta assume a visão oposta. A exposição do sistema (embora não repentinamente, como em nosso exemplo simplificado) aos problemas pode torná-los mais evidentes e mudar a "estrutura de motivação" de todo o sistema em direção à solução dos problemas. A abordagem enxuta vê as acumulações de estoque, seja ele de produtos, clientes ou informação, como um "manto" estendido sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos.

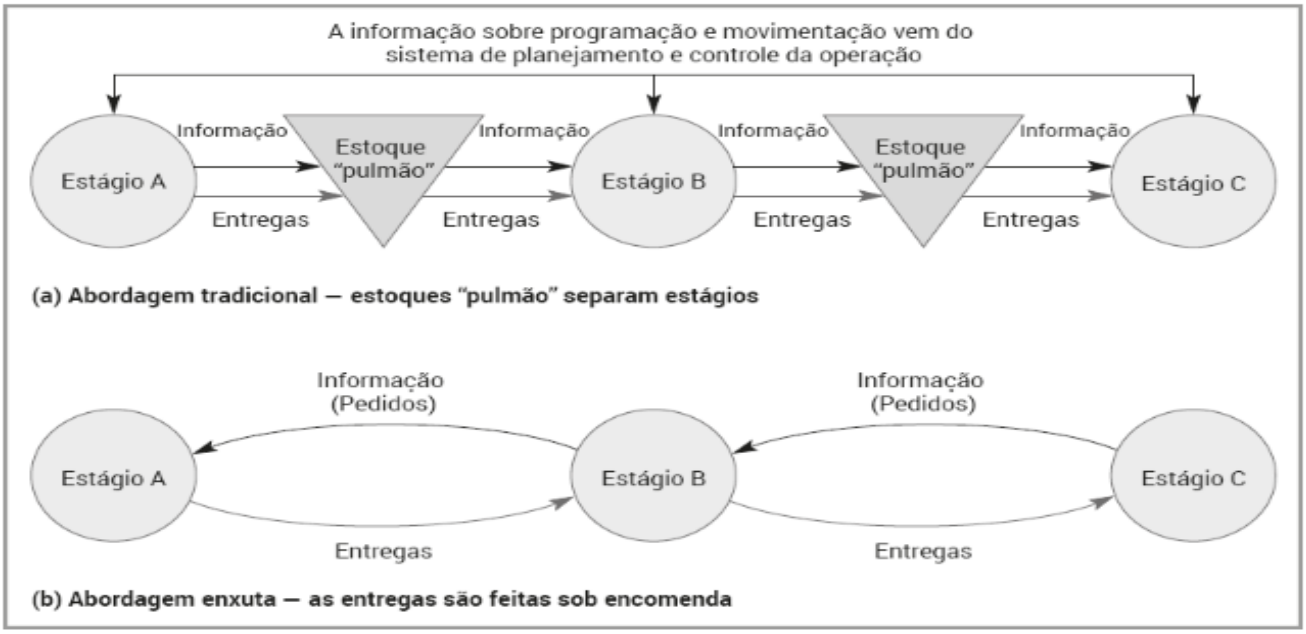


Figura 15.2 Fluxo tradicional (a) e na abordagem enxuta (b) entre os estágios.

Princípio de administração da produção

O estoque "pulmão", utilizado para isolar estágios ou processos, detecta a motivação com o objetivo de implantar melhorias.

Pense agora na lógica por trás da explanação anterior. Há quatro ideias inter-relacionadas que se misturam para formar uma cadeia lógica. Primeiro, entre cada estágio, é o estágio "cliente" a jusante (*downstream*) que sinaliza a necessidade de ação. É o cliente que, com efeito, "puxa" os itens ao longo do processo. O ponto de partida da filosofia enxuta é um foco no cliente. Segundo, essa "puxada" encoraja o fluxo dos itens ao longo do processo de modo sincronizado (em vez de mantê-los no estoque). Terceiro, o fluxo sincronizado suave e a resultante redução no estoque afeta a motivação para melhorar, porque os estágios não mais estão desacoplados. Quarto, o aumento da motivação a melhorar expõe o desperdício e encoraja sua eliminação. Essas quatro ideias relacionadas estão ilustradas na Figura 15.3, que serão mais discutidas no restante deste capítulo.

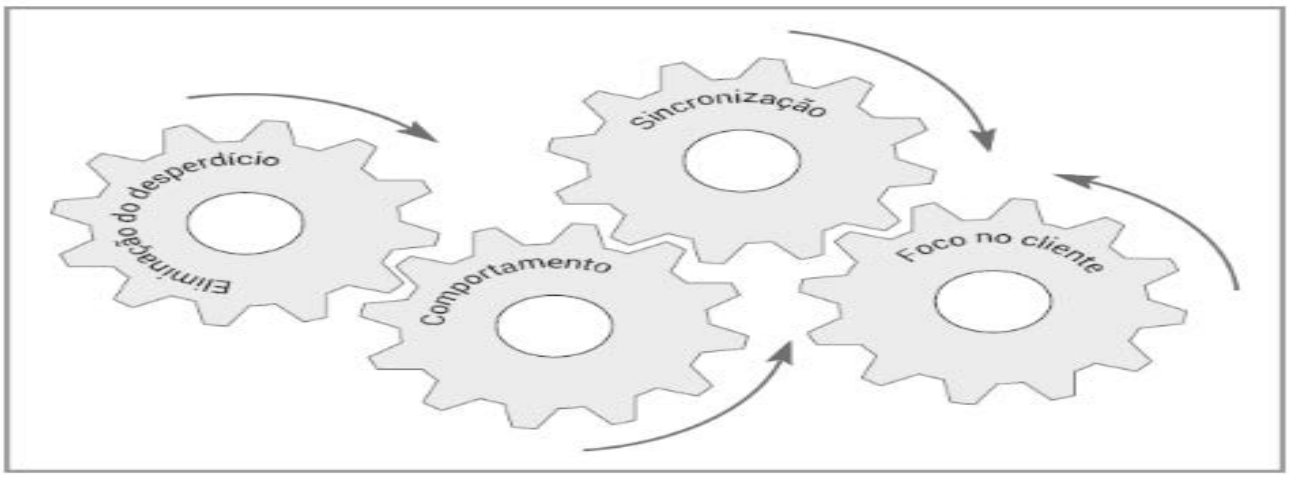


Figura 15.3 Os quatro elementos da abordagem enxuta.

Como a produção enxuta considera o estoque

A ideia dos efeitos obscuros do estoque é frequentemente ilustrada em forma gráfica, como na Figura 15.4. Os muitos problemas da operação são mostrados como rochas no leito de um rio, que não podem ser vistas em razão da profundidade da água. Nessa analogia, a água representa o estoque na produção. Todavia, muito embora as rochas não possam ser vistas, retardam o progresso do fluxo do rio e causam turbulência. A redução gradual da profundidade da água (estoque) expõe o pior dos problemas que podem ser resolvidos, após o que a água baixa ainda mais, expondo mais problemas, e assim por diante. O mesmo argumento também se aplicará ao fluxo entre os processos ou as operações completas. Por exemplo, os estágios A, B e C da Figura 15.2 podem ser uma operação do fornecedor, uma operação focal e uma operação do cliente, respectivamente.

Como a produção enxuta considera a utilização de capacidade

A sincronização enxuta tem muitos benefícios, mas eles ocorrem ao custo da pior utilização da capacidade física. Retornemos ao processo mostrado na Figura 15.2. Quando paradas ocorrem no sistema tradicional, o "pulmão" de estoque permite que cada estágio continue trabalhando e, assim, atinja a utilização de alta capacidade. No entanto, a alta utilização não necessariamente leva o processo como um todo a produzir mais. Frequentemente, a "produção" extra está nos estoques "pulmões" ou nas filas de clientes. Em um processo enxuto, qualquer parada afetará todo o processo. Isso, necessariamente, levará à menor utilização de capacidade física, pelo menos a curto prazo. Em organizações que dão alto valor à utilização da capacidade física, isso pode ser particularmente difícil de aceitar. Entretanto, não faz sentido produzir apenas por conta própria. De fato, trabalhar apenas para manter a alta utilização não é indicado e passa a ser contraproducente, porque o estoque extra produzido serve simplesmente para tornar as melhorias menos prováveis. A Figura 15.5 ilustra as duas abordagens de utilização da capacidade física.

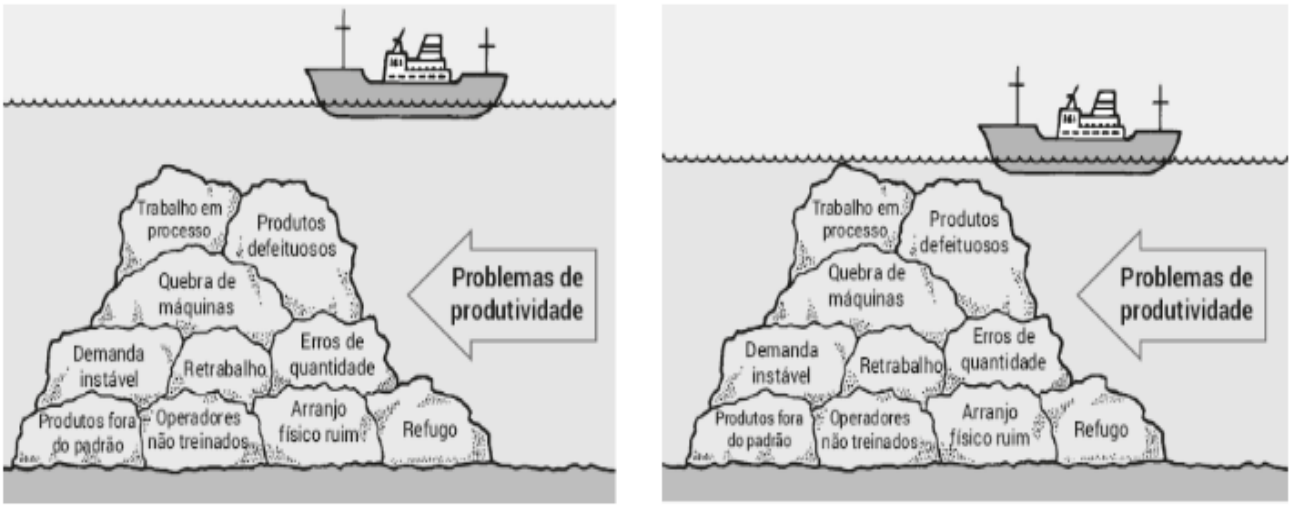


Figura 15.4 A redução do nível de estoque (água) permite que a administração da produção (o navio) veja os problemas da operação (rochas) e trabalhe para reduzi-los.

Princípio de administração da produção

Focar em produção enxuta pode reduzir inicialmente a utilização de recursos.

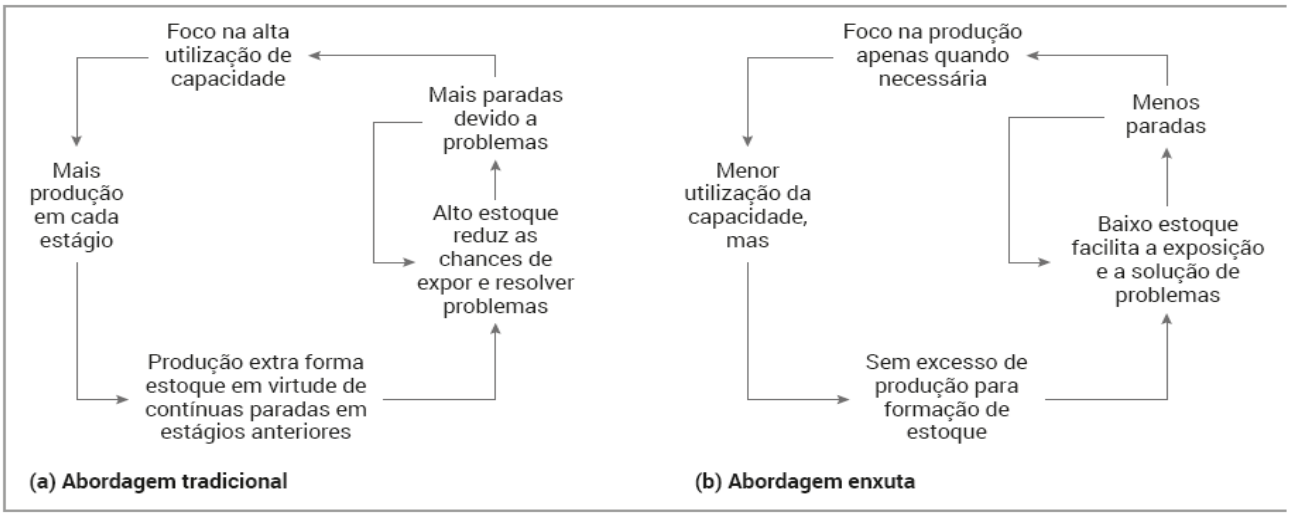


Figura 15.5 As diferentes visões da utilização de capacidade na (a) abordagem tradicional e na (b) abordagem enxuta para operações.

Como a produção enxuta considera o papel das pessoas

Frequentemente, os proponentes da operação enxuta reforçam a importância do envolvimento de todos os funcionários na abordagem enxuta. Desse modo, é similar a outros conceitos baseados em melhoria, como "qualidade total", que é discutida posteriormente em detalhes (*veja* o Capítulo 17). Entretanto, a abordagem enxuta no gerenciamento de pessoas é muito influenciada por sua origem japonesa, o que é evidente pela terminologia e pelos próprios conceitos. Assim, por exemplo, os defensores da operação enxuta original chamavam essa abordagem de sistema de "respeito aos seres humanos". Encoraja (e, frequentemente, requer) a solução de problemas baseada em equipe, o enriquecimento de cargo (ao incluir tarefas de manutenção e de preparação nos cargos dos operadores), a rotação de tarefas e as habilidades múltiplas. A intenção é encorajar um alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento e "posse" da tarefa. De modo semelhante, as denominadas "práticas básicas de trabalho" são, às vezes, usadas para implementar o princípio do "envolvimento de todos". Essas práticas incluem:

■ **Disciplina** – Padrões de trabalho que são cruciais para a segurança dos funcionários, para o meio ambiente, bem como para a qualidade, devem ser seguidos por todos e em todo o tempo.

■ **Flexibilidade** – Deverá ser possível expandir as responsabilidades de acordo com a capacitação das pessoas. Isso se aplica tanto a gerentes quanto ao pessoal do chão de fábrica. Devem ser removidas as barreiras para a flexibilidade, como estruturas de avaliação e práticas restritivas.

■ **Igualdade** – Políticas de pessoal injustas e divergentes devem ser descartadas. Muitas empresas implementam a mensagem de tratamento igualitário por meio de uniformes da empresa, estruturas de pagamento consistentes, que não diferenciam entre o pessoal de tempo integral e os que recebem por hora trabalhada, além de escritórios abertos.

■ **Autonomia** – Delegar responsabilidade a pessoas envolvidas nas atividades diretas, de modo que a tarefa da gerência torna-se apoiar processos. A delegação inclui dar ao pessoal a responsabilidade por interromper processo no caso de problemas, programar o trabalho, colher dados de monitoramento de desempenho e solução de problemas gerais.

■ **Desenvolvimento de pessoal** – Com o tempo, o objetivo é criar mais membros da força de trabalho da empresa que possam suportar o rigor de serem mais competitivos.

■ **Qualidade de vida no trabalho** – Pode incluir, por exemplo, o envolvimento dos funcionários na tomada de decisão, na segurança do trabalho e no prazer de trabalhar nas instalações da empresa.

■ **Criatividade** – Este é um dos elementos indispensáveis da motivação. A criatividade neste contexto significa não apenas realizar um trabalho, mas também melhorar o modo como ele é feito e adaptar a melhoria ao processo.

■ **Envolvimento total das pessoas** – Os funcionários assumem mais responsabilidade ao usar suas capacitações para beneficiar a empresa como um todo. Eles deverão participar de atividades, como seleção de novos contratados, envolvimento direto com fornecedores e clientes sobre as programações, problemas de qualidade e informação sobre entregas, gastos do orçamento com melhorias, e planejamento e revisão do trabalho diário mediante reuniões de comunicação.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

DNA enxuto da Toyota

Vista como principal praticante e criadora da abordagem enxuta, a Toyota Motor Company vem sincronizando, de forma progressiva e simultânea, todos os seus processos para atingir alta qualidade, tempos rápidos de atravessamento e excepcional produtividade. Tem feito isso ao desenvolver um conjunto de práticas que moldaram em grande parte o que hoje denominamos de "produção enxuta" ou *just-in-time* (JIT), mas que a Toyota denomina "Sistema Toyota de Produção" (STP). O STP possui dois temas: *"just-in-time"* e *"jidoka". Just-in-time* é definido como movimentação rápida e coordenada de componentes ao longo do sistema de produção e rede de suprimento para atender à demanda do cliente. É operacionalizado por meio de *heijunka* (nivelamento e suavização do fluxo de itens), *kanban* (sinalização para o processo anterior de que mais componentes são necessários) e *nagare* (posicionamento de processos para alcançar o fluxo de componentes mais regular ao longo da produção). *Jidoka* é descrito como "humanização da interface entre operador e máquina". A filosofia da Toyota é de que a máquina está disponível para servir ao propósito do operador. O operador deve ser deixado livre para exercer seu julgamento. *Jidoka* é operacionalizado por meio de mecanismos "à prova de falhas" (ou *jidoka* mecânico), autoridade para interromper a linha de montagem (*jidoka* humano) e controle visual (*status* visual dos processos de produção e visibilidade dos padrões do processo).

A Toyota acredita que tanto o *just-in-time* como o *jidoka* deveriam ser aplicados fortemente para a eliminação de desperdício, definindo desperdício como "tudo além da mínima quantidade de equipamento, itens, partes e trabalhadores que são absolutamente essenciais à produção". Fujio Cho, da Toyota, identificou sete tipos de desperdício que precisam ser eliminados de todos os processos de produção. São eles: desperdício de produção em excesso, desperdício de tempo de espera, desperdício de transporte, desperdício de estoque, desperdício de processamento, desperdício de movimentação e desperdício de produtos defeituosos. Além disso, autoridades da Toyota afirmam que seu ponto forte está

no entendimento das diferenças entre instrumentos e práticas usados nas operações da Toyota e na filosofia geral de sua abordagem enxuta. Essa é a razão pela qual alguns identificaram o aparente paradoxo do STP da Toyota, "a saber, que atividades, conexões e fluxos de produção em uma de suas fábricas seguem roteiros rígidos, ao mesmo tempo em que as operações são altamente flexíveis e adaptáveis. As atividades e os processos estão sendo constantemente desafiados e empurrados para um nível mais alto de desempenho, possibilitando à empresa inovar e aprimorar continuamente." Embora alguns dos que adotam os princípios da abordagem enxuta possam pensar que "são enxutos", a Toyota simplesmente muda seu objetivo constantemente para desafiar a melhoria. Dessa forma, notamos uma distinção importante entre aqueles que veem a abordagem enxuta como um ponto final específico, a ser alcançado através de uma série de ferramentas de melhoria, e aqueles como a Toyota, que tratam a abordagem enxuta como uma filosofia que define um modo de realização de negócios.

Como a produção enxuta considera a melhoria

Os objetivos da abordagem enxuta são frequentemente expressos como ideais, como em nossa definição anterior: "atender à demanda no momento exato, na qualidade perfeita e sem desperdício". Ainda que o desempenho atual de qualquer organização possa estar longe desses ideais, uma crença fundamental dessa abordagem é a de que é possível aproximar-se deles ao longo do tempo. Sem essas crenças para guiar o progresso, os proponentes da abordagem enxuta afirmam que a melhoria tem mais chance de ser transitória do que contínua. É por isso que o conceito de melhoria contínua é parte tão importante da filosofia enxuta. Se seus objetivos são estabelecidos em termos de ideais, os quais as organizações individuais nunca podem alcançar, a ênfase então deve estar na forma com a qual uma organização aproxima-se desse estado ideal. A palavra japonesa para melhoria contínua é *kaizen* e ela é uma parte essencial da filosofia enxuta.

COMO A PRODUÇÃO ENXUTA ELIMINA O DESPERDÍCIO?

Comprovadamente, a parte mais significativa da filosofia enxuta é seu foco na eliminação de todas as formas de desperdício. Desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. Por exemplo, estudos frequentemente mostram que não mais do que 5% do tempo total de atravessamento é realmente gasto diretamente agregando valor. Isso significa que, durante 95% de seu tempo, uma operação está agregando custo ao serviço ou produto, mas não agregando valor. Tais cálculos podem alertar, mesmo as operações relativamente eficientes, para o enorme desperdício que está escondido em todas as operações. Esse mesmo fenômeno aplica-se tanto aos processos de serviço como aos de fabricação. Solicitações relativamente simples, como tirar uma carteira de habilitação, podem demorar apenas alguns minutos para processar, embora levem dias (ou semanas) para se chegar ao seu resultado final.

Princípio de administração da produção

O fluxo simples e transparente expõe as fontes de desperdício.

Causas de desperdício – *muda, mura, muri*

Na filosofia enxuta, termos japoneses são frequentemente usados para descrever ideias essenciais. A eliminação de desperdício é certamente uma ideia essencialmente enxuta. Os termos *muda, mura* e *muri* são palavras japonesas que transmitem a ideia de três causas dos desperdícios que devem ser reduzidas ou eliminadas.

■ *Muda*. São as atividades em um processo que são desperdiçadoras porque não agregam valor à operação ou ao cliente. As principais causas dessas atividades desperdiçadoras são, provavelmente, os objetivos mal comunicados (incluindo o não entendimento das exigências do cliente) ou o uso ineficiente dos recursos. A implicação disso é que, para qualquer atividade ser efetiva, deve ser adequadamente registrada e comunicada a quem quer que a esteja desempenhando.

■ *Mura*. Significa "falta de consistência" ou irregularidades que resultam em sobrecarga periódica de pessoal ou equipamentos. Assim, por exemplo, se as atividades não forem adequadamente documentadas para que diferentes pessoas em ocasiões diferentes desempenhem a mesma tarefa de modo diferente, não surpreende que o resultado da atividade possa ser diferente. Os efeitos negativos disso são semelhantes à falta de confiabilidade (*veja* o Capítulo 2).

■ *Muri*. Significa o absurdo ou a irracionalidade. Está baseado na ideia de que as exigências desnecessárias ou irracionais colocadas em um processo resultarão em maus resultados. A implicação disso é que habilidades apropriadas, planejamento efetivo, estimativa precisa de tempo e programação evitarão esse desperdício de sobrecarga "*muri*". Em outras palavras, o desperdício pode ser causado pela falta de condução de tarefas de planejamento das operações básicas, como priorizar atividades (sequenciamento), entender o tempo necessário (programação) e recursos (carregamento) para desempenhar atividades. Todos esses assuntos são discutidos no Capítulo 10.

Essas três causas de desperdício estão obviamente relacionadas. Quando um processo é inconsistente (*mura*), pode levar à superutilização de equipamentos e pessoas (*muri*), que, por sua vez, causarão todos os tipos de atividades que não agregam valor (*muda*).

Tipos de desperdício

Muda, mura e *muri* são três *causas* de desperdício. Agora, vejamos os *tipos* de desperdício, que têm aplicação em muitos tipos diferentes de operações – tanto de serviço quanto de produção – e que formam a essência da filosofia enxuta. Aqui, consolidamos isso em quatro categorias globais.

Desperdício pelo fluxo irregular

A sincronização perfeita significa o fluxo regular e uniforme através de processos, operações e redes de fornecimento. As barreiras que impedem o fluxo simplificado incluem o seguinte:

■ *Tempo de espera*. A eficiência do equipamento e da mão de obra são duas medidas populares amplamente usadas para medir o tempo de espera de equipamento e de pessoas, respectivamente. Menos óbvio é o tempo de espera por produtos, clientes ou informações, dissimulados pelos operadores, que são mantidos ocupados produzindo peças ou componentes desnecessários naquele momento.

■ *Transporte*. Movimentar itens ou clientes em torno da operação, junto com a manipulação dupla e tripla de componentes, não agregam valor. Mudanças do arranjo físico que aproximam os processos e melhoram os métodos de transporte e a organização do local de trabalho podem reduzir o desperdício.

■ *Ineficiências do processo*. O próprio processo pode ser uma fonte de desperdício. Algumas operações podem existir somente devido ao mau projeto do componente ou da má manutenção e, assim, podem ser eliminadas.

■ *Estoque*. Independentemente do tipo (produto, cliente, informação), qualquer estoque deve tornar-se alvo de eliminação. Entretanto, é apenas combatendo as causas do estoque ou filas, como fluxo irregular, que ele pode ser reduzido.

■ *Movimentação desperdiçada*. Um operador pode parecer ocupado, mas, às vezes, nenhum valor está sendo agregado ao trabalho. A simplificação do trabalho é uma fonte rica de redução do desperdício da movimentação.

Desperdício pelo fornecimento inexato

A sincronização perfeita também significa fornecer exatamente o que é desejado, exatamente quando é necessário. Qualquer falta ou excesso de fornecimento e qualquer entrega antecipada ou atrasada resultará em desperdício, algo que já exploramos no capítulo de gestão da capacidade física em particular. Barreiras para alcançar uma combinação exata entre suprimento e demanda incluem o seguinte:

■ *Superprodução ou subprodução*. Produzir mais ou menos do que for imediatamente necessário para o próximo estágio, processo ou operação. (Esta é a maior fonte de desperdício, segundo a Toyota.)

■ *Entrega antecipada ou atrasada*. Os itens só deverão chegar exatamente quando forem necessários. A entrega antecipada é um desperdício, assim como a entrega atrasada.

■ *Estoque*. Mais uma vez, todos os estoques deverão se tornar um alvo para eliminação. Porém, somente enfrentando as causas do estoque, como o suprimento inexato, é que ele poderá ser reduzido.

Desperdício pela resposta inflexível

As necessidades do cliente podem variar, em termos do que eles querem, quanto eles querem e quando eles querem. No entanto, os processos geralmente acham mais conveniente mudar o que eles fazem com pouca frequência, porque cada alteração implica algum tipo de custo. É por isso que os hospitais agendam clínicas especializadas apenas em momentos específicos e por que as máquinas muitas vezes fazem um lote de produtos semelhantes juntos. No entanto, responder às demandas dos clientes precisa e instantaneamente requer um alto grau de flexibilidade do processo. Sintomas de flexibilidade inadequada incluem o seguinte:

■ *Grandes lotes*. Enviar lotes de itens através de um processo inevitavelmente aumenta o estoque à medida que o lote se movimenta pelo processo inteiro.

■ *Atrasos entre atividades*. Quanto maior o tempo (e o custo) para mudar de uma atividade para outra, mais difícil é sincronizar o fluxo para corresponder instantaneamente à demanda do cliente.

■ *Mais variação no* mix *de atividades do que na demanda do cliente*. Se o *mix* de atividades nos diferentes períodos de tempo varia mais do que a demanda do cliente, então deve estar ocorrendo algum "agrupamento" (ou formando-se algum lote) de atividades.

Desperdício pela variabilidade

A sincronização implica níveis exatos de qualidade. Se houver variabilidade nos níveis de qualidade, os clientes não se considerarão adequadamente supridos. A variabilidade, portanto, é uma barreira importante para alcançar o suprimento sincronizado. Os sintomas da baixa variabilidade incluem o seguinte:

■ *Pouca confiabilidade do equipamento*. Equipamento pouco confiável normalmente indica uma falta de conformidade com os níveis de qualidade. Também significa que haverá irregularidade no suprimento dos clientes. De qualquer forma, isso impede a sincronização do suprimento.

■ *Produtos ou serviços defeituosos*. O desperdício causado pela má qualidade é significativo na maior parte das operações. Os erros em produto ou serviço causam perda de tempo para clientes e processos, até que sejam corrigidos.

Procurando o desperdício (e as oportunidades *kaizen*) – *gemba*

Gemba (às vezes, também denominado "*gamba"*), quando mais ou menos traduzido do japonês, significa "o local real" onde algo acontece. É um termo frequentemente usado na filosofia enxuta, ou na questão da melhoria em geral, para transmitir a ideia de que, se você realmente deseja entender algo, vá onde isso realmente ocorre. Somente assim é que a verdadeira apreciação da realidade das oportunidades de melhoria pode ser obtida. Os defensores da melhoria enxuta costumam defender o uso da ideia de "ir ao local" para se conseguir maior visibilidade dos problemas. Assim, eles querem dizer que os gerentes devem regularmente visitar o local onde o trabalho é realizado para tentar encontrar desperdício. (Isso é semelhante à ideia ocidental da "gestão aproximando e conversando com as pessoas".) O conceito de *gemba* também é usado no desenvolvimento de novo serviço ou produto em que os projetistas devem ir aonde o serviço acontece ou aonde o produto é usado para desenvolver suas ideias.

Princípio de administração da produção

Não há substituto para ver o modo como os processos operam realmente na prática.

Eliminação do desperdício mediante o fluxo regular

O fluxo regular de materiais, informações e pessoas na operação é uma ideia central da sincronização enxuta. Os longos roteiros de processo fornecem oportunidades para atraso e formação de estoque, não agregam valor e retardam o tempo de atravessamento. Portanto, a primeira contribuição que qualquer operação pode dar para agilizar o fluxo é reconsiderar o arranjo físico básico de seus processos. Primeiramente, reconfigurar o arranjo físico de um processo para ajudar a sincronização enxuta envolve deslocar para baixo a "diagonal natural" do projeto do processo que foi discutido no Capítulo 6. Em termos gerais, isso significa passar de arranjos físicos funcionais para arranjos físicos baseados em células ou de arranjos físicos baseados em células para arranjos físicos em linha. De uma forma ou de outra, é necessário passar para um arranjo físico que proporcione maior sistematização e controle ao fluxo do processo. Em nível mais detalhado, as técnicas de arranjos físicos típicos incluem: colocar as estações de trabalho próximas, de modo que o estoque de materiais ou clientes não possa ser formado porque não há

espaço para isso, e arranjar as estações de trabalho de tal forma que todos que contribuem para uma atividade comum possam ver uns aos outros e possam fornecer auxílio mútuo. Por exemplo, no Virginia Mason Medical Center, em Seattle, EUA, um importante proponente da sincronização enxuta nos serviços de saúde, muitas das salas de espera foram bastante reduzidas em sua capacidade, ou totalmente removidas. Isso força um foco no fluxo do processo inteiro, pois os pacientes literalmente não possuem um local para serem "armazenados".

Examinando todos os elementos do tempo de atravessamento

Frequentemente, o tempo de atravessamento é assumido como uma medida substituta para o desperdício em um processo. Quanto mais tempo os itens processados forem mantidos em estoque, movimentados, conferidos ou sujeitos a algo mais que não agregue valor, mais tempo eles demoram para atravessar o processo. Assim, examinar o que ocorre aos itens em um processo é um excelente método de identificar fontes de desperdício.

O mapeamento do fluxo de valor (*value stream mapping*, também conhecido como mapeamento do sistema de "ponta a ponta") é uma abordagem simples mas eficaz para entender o fluxo de materiais e informações à medida que um produto ou serviço é agregado enquanto passa por um processo, operação ou rede de suprimento. Ele mapeia visualmente a "produção" de um produto ou serviço do início ao fim. Ao fazer isso, registra não apenas as atividades diretas de criação de produtos e serviços, mas também os sistemas de informação "indiretos" que apoiam o processo direto. É denominado mapeamento de "fluxo de valor" porque foca as atividades de agregação de valor e distingue entre as atividades que agregam e não agregam valor. É semelhante ao mapeamento do processo (veja o Capítulo 6), mas diferente em quatro maneiras:

- Usa uma variedade mais ampla de informações do que a maioria dos mapas de processo.
- Geralmente, em um nível mais alto (de 5 a 10 atividades) do que a maioria dos mapas de processo.
- Frequentemente, tem um escopo mais amplo, envolvendo toda a cadeia de suprimento.
- Pode ser usado para identificar onde focar as futuras atividades de melhoria.

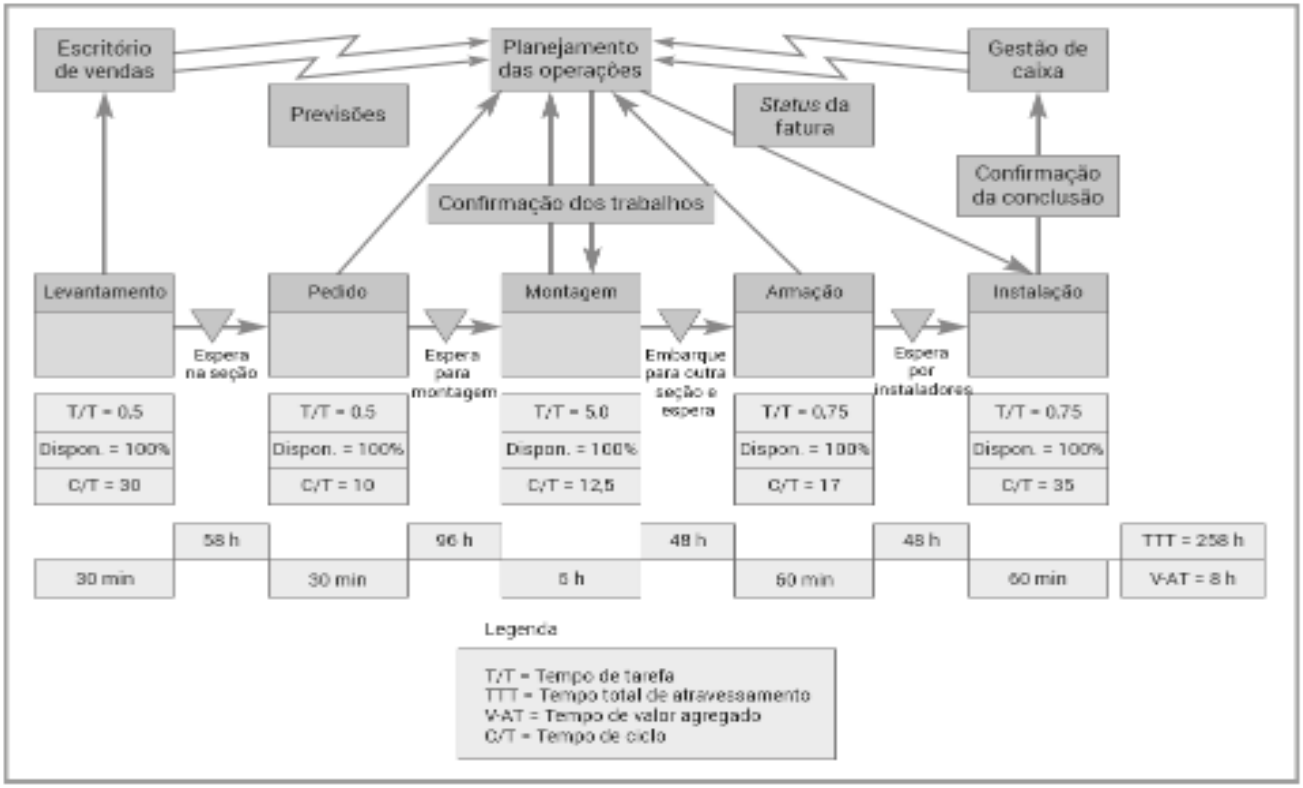
Uma perspectiva de fluxo de valor envolve trabalhar e melhorar o "panorama geral" em vez de apenas otimizar os processos individuais. O mapeamento do fluxo de valor é visto por muitos praticantes como o ponto de partida para ajudar a reconhecer o desperdício e identificar suas causas. É uma técnica de quatro etapas, que identifica o desperdício e sugere as formas pelas quais as atividades podem ser alinhadas. Primeiramente, envolve identificar o fluxo de valor (o processo, operação ou cadeia de suprimento) a mapear. Segundo, envolve mapear fisicamente um processo, depois, acima disso, mapear o fluxo de informações que possibilita a ocorrência do processo. Esse é o chamado mapa da "situação atual". Terceiro, os problemas são diagnosticados, e mudanças, sugeridas, fazendo um mapa da "situação futura" que representa o processo, a operação ou a cadeia de suprimento melhorados. Finalmente, as mudanças são implementadas. A Figura 15.6 mostra um mapa de fluxo de valor para um serviço de instalação de ar-condicionado. O próprio processo do serviço é dividido em cinco estágios relativamente grandes, e vários itens de dados para cada estágio são marcados no gráfico. Aqui, os tipos de dados coletados variam, mas todos os tipos de mapas de fluxo de valor comparam o tempo total de

atravessamento com a quantidade de tempo de valor agregado dentro do processo maior. Neste caso, apenas oito das 258 horas do processo estão agregando valor.

Adotando a gestão à vista

A gestão à vista é uma das técnicas enxutas projetadas para tornar o estado atual e planejado da operação ou processo transparente a todos, de modo que as pessoas (que trabalham ou não no processo) possam perceber muito rapidamente o que está ocorrendo. Geralmente emprega algum tipo de sinal visual, como um quadro de aviso, uma tela de computador ou simplesmente luzes ou outros sinais que mostram o que está ocorrendo. Embora um dispositivo aparentemente trivial e simples, a gestão visual oferece vários benefícios, como ajudar a:

- atuar como um foco comum para reuniões de equipe;
- demonstrar métodos para práticas de trabalho seguras e efetivas;
- comunicar a todos como o desempenho está sendo avaliado;
- avaliar em relance o *status* atual da operação;
- entender as prioridades das tarefas e do trabalho;
- avaliar seu desempenho e de outras pessoas;
- identificar o fluxo do trabalho – o que ocorreu e o que está sendo feito;
- identificar quando algo não ocorre conforme planejado;
- mostrar quais devem ser os padrões combinados;
- fornecer *feedback* em tempo real sobre o desempenho a todos os envolvidos;
- reduzir a dependência das reuniões formais.



OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Redução do desperdício na manutenção de aeronaves[2]

A manutenção de aviões é algo muito importante. As aeronaves têm uma tendência angustiante a cair, a menos que sejam verificadas, reparadas e, geralmente, submetidas à manutenção regular. Assim, o objetivo dominante das operações que mantêm aviões deve ser a qualidade das atividades de manutenção. Porém, esse não é o único objetivo. Melhorar o prazo de conclusão da manutenção pode reduzir o número de aeronaves que uma companhia aérea precisa possuir, porque elas não ficam fora de ação durante muito tempo. Além disso, quanto mais eficiente o processo de manutenção, mais rentável será a atividade e mais provável que uma grande companhia aérea, com operações de manutenção bem definidas, possa criar faturamento adicional fazendo manutenção para outras linhas aéreas. A Figura 15.7 mostra como uma operação de manutenção de uma companhia aérea aplicou princípios enxutos para atingir todos esses objetivos. Os objetivos da análise enxuta eram preservar ou mesmo melhorar os níveis de qualidade, enquanto ao mesmo tempo melhorar o custo de manutenção dos aviões e aumentar a disponibilidade das aeronaves ao reduzir o tempo de parada.

A análise enxuta focava a identificação do desperdício no processo de manutenção. Duas constatações surgiram dessa prática. Primeiro, a sequência das atividades na própria aeronave estava sendo estabelecida pelas tarefas identificadas nos manuais técnicos fornecidos pelos fabricantes das turbinas, fuselagem e sistemas de controle e outros fornecedores. Ninguém havia considerado todas as atividades individuais juntas para definir uma sequência que economizaria tempo e esforço do pessoal de manutenção. A sequência geral das atividades foi definida e alocada com a preparação do trabalho estruturado das ferramentas, materiais e equipamentos. A Figura 15.7 mostra o roteiro seguido pelos funcionários de manutenção antes e após a análise enxuta. Segundo, os funcionários de manutenção estariam frequentemente esperando até a fuselagem ficar disponível. Todavia, alguns *set-ups* e trabalho preparatório não precisavam ser feitos enquanto a aeronave estivesse presente. Assim, por que não direcionar os funcionários a fazer essas tarefas no momento em que estariam esperando a aeronave estar disponível? O resultado dessas mudanças foi uma substancial melhoria em custo e disponibilidade. Ademais, a preparação do trabalho foi conduzida de maneira rotineira e mais rigorosa, e os funcionários estavam mais motivados porque muitas pequenas frustrações e barreiras ao trabalho eficiente foram removidas.

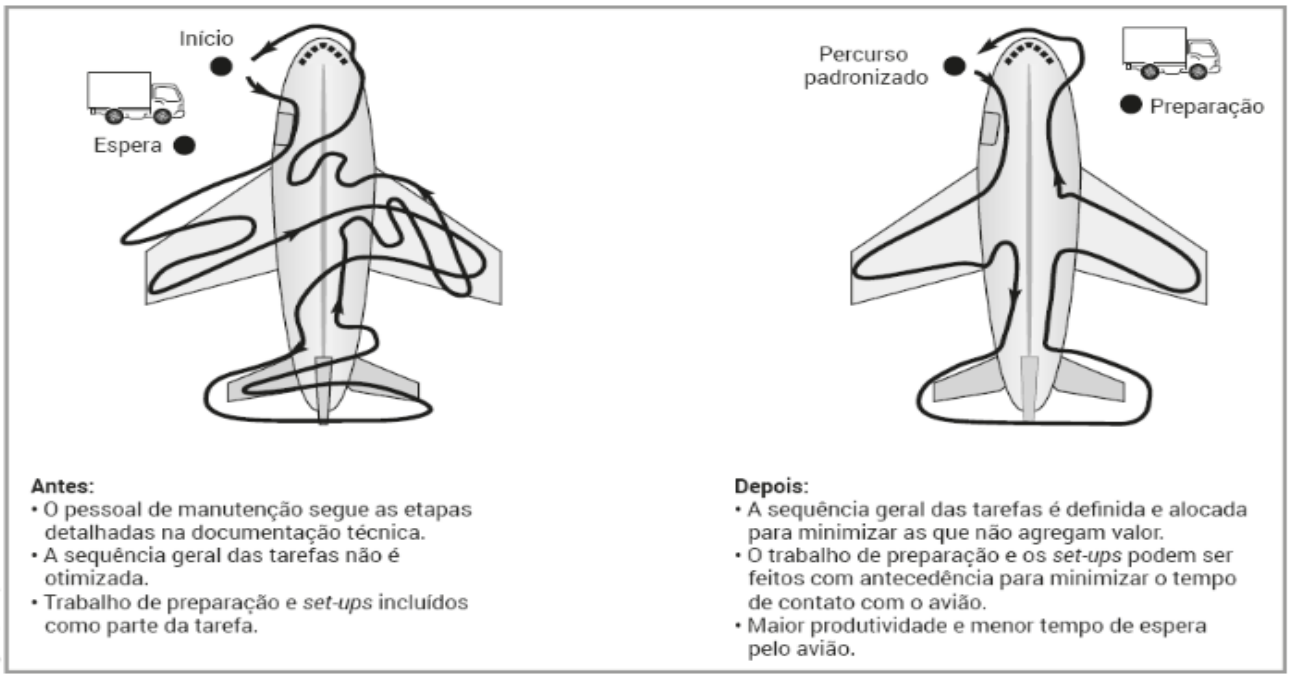


Figura 15.7 Procedimentos de manutenção de avião sujeitos à análise de redução do desperdício.

Como um exemplo de como funciona a gestão à vista, o departamento financeiro de uma empresa varejista baseada na *web* estava tendo problemas. Os níveis de serviço estavam baixos, e as reclamações, altas, enquanto o departamento tentava lidar com os pagamentos de clientes, as faturas de fornecedores e os pedidos de informação de seu centro de distribuição; tudo isso enquanto a demanda estava aumentando. Concordou-se que os processos do departamento eram caóticos e mal gerenciados, com pouco entendimento das prioridades ou como cada funcionário estava contribuindo. Para remediar essa situação, primeiro o gerente responsável pelo departamento tentou esclarecer o processo, definiu os papéis dos indivíduos e das equipes e passou a praticar a gestão à vista. Coletivamente, os funcionários mapearam os processos e estabeleceram objetivos de desempenho. Esses objetivos foram mostrados em um grande quadro que todos os funcionários do escritório podiam ver. No final de cada dia, os supervisores dos processos atualizavam o quadro com o desempenho diário de cada processo. Também indicadas no quadro estavam as representações visuais de vários projetos de melhoria sendo executados pelas equipes. Todas as manhãs, os funcionários encontravam-se no que era chamada "reunião da manhã" para discutir o desempenho do dia anterior, identificar como podia ser melhorado, revisar o progresso dos projetos de melhoria em andamento e planejar o trabalho do dia seguinte.

O exemplo anterior ilustra as três principais funções da gestão visual:

- Atuar como um mecanismo de comunicação.
- Encorajar o comprometimento às metas combinadas.
- Facilitar a cooperação entre os membros da equipe.

Uma técnica importante que é usada para assegurar a visibilidade do fluxo é o uso de sinais simples, mas altamente visuais, indicando que um problema ocorreu, acompanhado de uma autoridade operacional para interromper o processo. Por exemplo, em uma linha de montagem, se um funcionário detecta algum tipo de problema de qualidade, ele pode ativar um sinal que acende uma luz (chamada Andon) em um ponto elevado de uma estação de trabalho e interrompe a linha de montagem. Embora isso possa parecer

redução da eficiência da linha, a ideia é que essa perda de eficiência a curto prazo seja menor do que as perdas acumuladas de permitir que os defeitos continuam no processo. A menos que os problemas sejam resolvidos imediatamente, podem nunca ser corrigidos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Andon na Amazon[3]

Os princípios de uma corda ou luz Andon foram aplicados na Amazon. Todos os dias, os agentes de serviços da Amazon recebem chamadas de clientes que não estão satisfeitos com algum aspecto do produto que lhes foi entregue. Os agentes do cliente que lidam com essas queixas agora estão autorizados a avaliar a medida em que tais queixas podem ser sistêmicas. Nos casos em que suspeitam que seja um defeito repetitivo, os agentes de serviço podem "parar a linha de produção" para um produto específico. Isso envolve tirar o produto do *site* enquanto o problema está sendo totalmente investigado. De acordo com a Amazon, a visibilidade aprimorada do sistema eliminou dezenas de milhares de defeitos por ano e também deu aos agentes de serviços uma forte sensação de poder lidar de modo eficaz com as reclamações dos clientes. Agora, um agente pode não apenas reembolsar o cliente individual, mas também informar ao cliente que outros não receberão produtos até que o problema tenha sido devidamente investigado. A empresa também afirma que cerca de 98 por cento das vezes em que a corda Andon é puxada, realmente há um problema sistêmico, destacando o valor de confiar nos agentes de serviços para tomar decisões sensatas sobre quando parar e quando não parar a linha de produção.

Usando tecnologia de processo simples e de pequena escala

Pode também haver possibilidades de encorajar o fluxo otimizado e regular mediante o uso de tecnologias de pequena escala. Isto é, usar várias pequenas unidades de tecnologia de processo (por exemplo, máquinas), em vez de uma grande unidade. Máquinas pequenas têm várias vantagens sobre as grandes. Primeiro, podem processar simultaneamente produtos e serviços diferentes. Por exemplo, na Figura 15.8, uma grande máquina produz o lote A, seguido pelo lote B e, depois, o lote C. Entretanto, se três máquinas menores forem usadas, cada uma pode produzir simultaneamente os lotes A, B ou C. O sistema também é mais robusto. Se uma grande máquina quebrar, todo o sistema para de operar. Se uma das três pequenas máquinas quebrar, o sistema ainda pode continuar operando com dois terços de eficácia. Máquinas pequenas são também facilmente movidas, de modo que a flexibilidade do arranjo físico é aumentada, e os riscos de cometer erros nas decisões de investimento são reduzidos. Entretanto, o investimento na capacidade física pode aumentar no total porque instalações paralelas são necessárias, de modo que a utilização pode ser menor (veja os argumentos anteriores).

Eliminação do desperdício tornando o suprimento e a demanda exatamente iguais

O valor do suprimento de serviços ou produtos é sempre dependente do tempo. Algo que é entregue antes ou depois frequentemente tem menos valor do que algo entregue exatamente quando é necessário. Por exemplo, as empresas de entrega de encomendas cobram mais pela garantia de entrega mais rápida. Isso ocorre porque nossa necessidade real de recebimento da encomenda é, frequentemente, a mais rápida

possível. Quanto mais próxima da entrega instantânea, maior valor ela representa para nós e mais estaremos dispostos a pagar por ela. De fato, a entrega da informação mais cedo do que o necessário pode ser ainda mais prejudicial do que sua entrega atrasada, porque resulta em estoques de informação que servem para confundir o fluxo ao longo do processo.

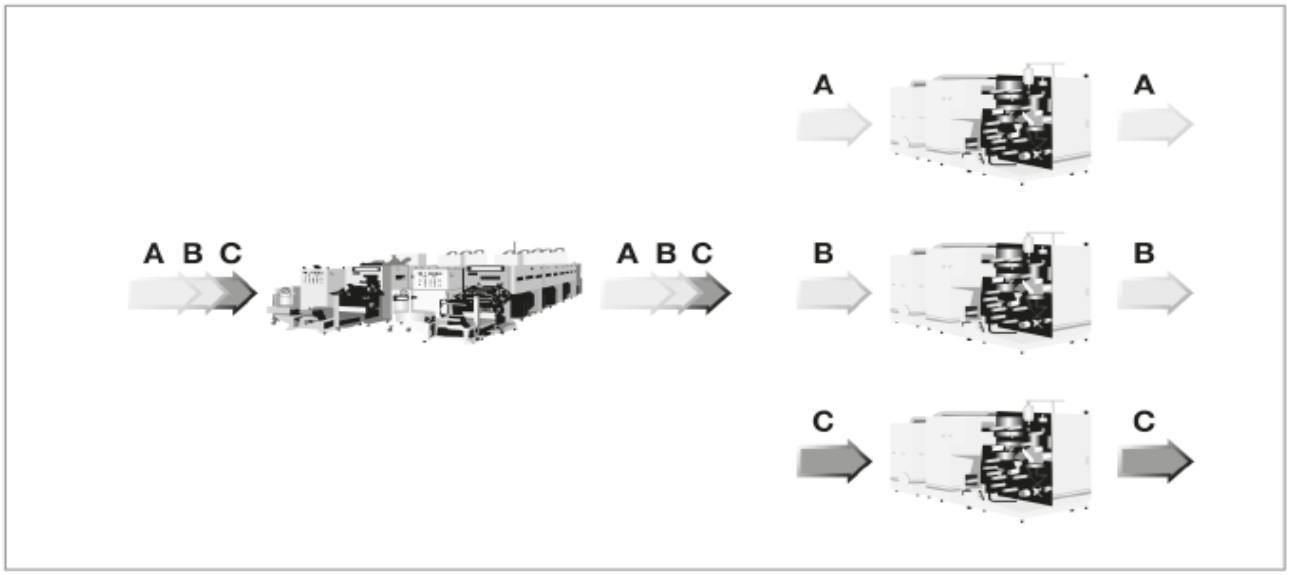


Figura 15.8 O uso de várias máquinas pequenas em vez de uma máquina grande permite processamento simultâneo, além de ser mais robusto e mais flexível.

Princípio de administração da produção

Entregar apenas e exatamente o que é necessário e quando necessário regulariza o fluxo e expõe o desperdício.

Controle puxado

Frequentemente, a ação de igualar o suprimento e a demanda é mais bem obtida, sempre que possível, usando-se o "controle puxado" (*veja* no Capítulo 10). Em um exemplo simples, consideremos como alguns restaurantes *fast-food* cozinham e montam o alimento e o colocam na área de aquecimento apenas após o cliente ter feito seu pedido a um funcionário. A produção é acionada apenas pela demanda real do cliente. Em outro exemplo, o departamento de imposto de renda da Austrália estava habituado a receber formulários pelo correio, os encaminhar ao departamento relevante e, após processá-los, os enviar ao departamento seguinte. Isso ocasionava pilhas de formulários não processados obstruindo os processos, causando problemas de rastreamento e extravio, de seleção e priorização e, o pior de tudo, longo tempo de atravessamento. Agora, os funcionários só abrem os envelopes com os formulários quando as etapas iniciais puderem processá-los. Cada seção solicita mais trabalho apenas após ter processado o trabalho anterior. A essência do controle puxado é deixar o estágio a jusante (*downstream*) em um processo, operação ou rede de suprimento puxar os itens (produtos, clientes ou informação) ao longo do sistema em vez de serem "empurrados" pelo estágio de suprimento.

Kanbans

O uso de *kanbans* é um método de operacionalizar o controle puxado. *Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Às vezes, é o denominado "transportador invisível" que controla a transferência de itens entre os estágios de uma operação. Em sua forma mais simples, é um cartão usado no estágio cliente para instruir seu estágio fornecedor a enviar mais itens. Os *kanbans* podem também assumir outras formas. Em algumas empresas japonesas, são marcadores de plástico sólido ou até bolas de pingue-pongue coloridas. Qualquer que for o tipo de *kanban* usado, o princípio é sempre o mesmo: o recebimento de um *kanban* aciona o movimento, a produção ou o suprimento de uma unidade ou um recipiente padrão de unidades. Se dois *kanbans* forem recebidos, esses acionam a movimentação, a produção ou o suprimento de duas unidades ou recipientes padrão de unidades, e assim por diante. Os *kanbans* são o único meio pelo qual a movimentação, a produção ou o suprimento pode ser autorizado. Algumas empresas usam "quadrados *kanban*". Estes são espaços marcados no chão da fábrica ou na bancada, desenhados para ajustar uma ou mais peças ou recipientes com trabalho. Apenas a existência de um quadrado vazio aciona a produção no estágio que preencherá um quadrado. De modo semelhante, os quadros brancos de *kanban* são cada vez mais usados para "puxar" a atividade através do processo de serviço (veja a seção "Operações na Prática"). O *kanban* é visto como servindo a três propósitos:

- É uma instrução para o processo precedente enviar mais trabalho.
- É uma ferramenta de controle visual para mostrar áreas de excesso de produção e falta de sincronização.
- É uma ferramenta para *kaizen* (melhoria contínua). As normas da Toyota declaram que "o número de *kanbans* deve ser reduzido ao longo do tempo".

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Controle *kanban* para os *web designers* da Torchbox[4]

A Torchbox é uma empresa independente de *web design* e desenvolvimento, situada em Oxfordshire (para maiores detalhes, veja o caso do Capítulo 1: "Torchbox: *web designers* ganhadores de prêmio). A Torchbox fornece soluções de alta qualidade, de melhor custo-benefício e éticas para seus clientes. Embora seja uma empresa que confia na capacidade criativa de seus funcionários, isso não significa que as técnicas enxutas não têm lugar em suas operações. Ao contrário, ela faz uso pleno da abordagem *kanban* para controlar seu trabalho à medida que progride ao longo do processo de *web design*. *"Sabemos que o controle* kanban *originou-se nas fábricas de automóveis, como a Toyota, mas nossas equipes de desenvolvimento podem também se beneficiar de seus princípios básicos"*, diz Edward Kay, chefe de produção da Torchbox. "*É um modo de programar o trabalho baseado no que precisa ser produzido e quais recursos estão disponíveis para isso. Na Torchbox, usamos um quadro magnético branco e grande (chamado 'quadro kanban'*) *para acompanhar os elementos concluídos em cada estágio do processo de* design; *desde a descoberta, passando por desenvolvimento, demonstração, desdobramento e finalização do projeto* (*chamado estágio 'concluído'*). *Cada elemento possui seu próprio cartão que se move fisicamente no quadro, preso no local com um ímã. Você não pode ter mais elementos em andamento do que o número de ímãs que possui para prendê-los no quadro, de modo que o princípio é imposto como uma limitação física. Quando um elemento entra na coluna*

'concluído', outro pode ser puxado para a coluna 'descoberta'. Há um processo de puxar, no qual o trabalho concluído permite ao projetista iniciar algo novo."

No início de cada dia, a equipe faz uma reunião de pé na frente do quadro *kanban*, na qual cada membro discorre rapidamente sobre o que fez no dia anterior e o que fará no dia atual. Cada desenvolvedor possui alguns cartões que serão posicionados nos elementos em que estão trabalhando. Isso ajuda a vincular a "imagem global", que mostra como os elementos de um projeto estão se desenvolvendo, a uma "imagem pequena", sobre em que cada desenvolvedor está trabalhando a cada dia e ajuda as equipes a assegurar que todos os trabalhos feitos estão sendo acompanhados ao longo do quadro *kanban*.

"*Um dos maiores benefícios de usar kanban*", afirma Edward Kay, "*é que, em razão de estarmos visualizando as etapas que um elemento percorre para ser concluído, estamos em condições de verificar onde estão os gargalos que causam morosidade no trabalho. Em razão de podermos perceber onde o processo está sendo retardado, temos condições de melhorar continuamente nossos processos para assegurar que o trabalho esteja sendo feito do modo mais eficiente possível. Se constatarmos que as características de um projeto estão atrasadas no estágio de projeto, podemos trazer mais desenvolvedores para resolver o gargalo. O uso de kanban com o desenvolvimento orientado para a característica ajuda-nos constantemente a oferecer valor a nossos clientes. Essa abordagem de maior mensuração e controle para lidar e controlar o trabalho novo ajuda a assegurar que, a cada hora, nosso trabalho produz o que realmente vale uma hora. Finalmente, isso tem tudo a ver com a entrega pontual de grandes produtos, conforme o orçamento, e kanban é uma ótima ferramenta para ajudar a atingir isso*."

Eliminação de desperdício mediante processos flexíveis

Responder de modo exato e instantâneo à demanda dos clientes implica que os recursos das operações precisam ser suficientemente flexíveis para mudar o que fazem e quanto fazem sem incorrer em custos elevados ou longos atrasos. De fato, os processos flexíveis (frequentemente com tecnologias flexíveis) podem intensificar significativamente o fluxo regular e sincronizado. Por exemplo, um escritório de advocacia costumava demorar dez dias para emitir as faturas a seus clientes. Isso significava que os clientes não eram cobrados até dez dias após o serviço ter sido prestado. Agora usam um sistema que, diariamente, atualiza a conta de cada cliente. Assim, quando uma fatura é enviada, inclui todos os trabalhos prestados até o dia anterior de sua emissão. O princípio aqui é que a inflexibilidade do processo também atrasa o fluxo de caixa.

Redução dos tempos de troca[5]

Para muitos processos, aumentar a flexibilidade significa reduzir o tempo de troca de uma atividade para a seguinte. Geralmente, esse tempo pode ser reduzido, às vezes, radicalmente. Por exemplo, comparemos o tempo decorrido em uma troca de pneu de seu carro com o tempo de uma equipe de Fórmula 1. A redução do tempo de troca pode ser atingida por diversos métodos, como os seguintes:

■ *Meça e analise as atividades de troca*. Às vezes, medir simplesmente os tempos de troca atuais, gravando-os e analisando exatamente quais atividades desempenhadas podem ajudar a melhorar esses tempos.

■ *Separe as atividades internas das externas*. Atividades "externas" são simplesmente as atividades que podem ser conduzidas enquanto o processo está em andamento. Por exemplo, os processos podem ficar

prontos para o próximo cliente ou tarefa enquanto estiver esperando pela tarefa seguinte (veja o exemplo, descrito anteriormente, da manutenção de aeronave). Atividades "internas" são aquelas que não podem ser realizadas enquanto o processo estiver em andamento (como entrevistar o cliente enquanto estiver concluindo um serviço solicitado pelo cliente anterior). Ao identificar e separar as atividades internas e externas, a intenção é fazer o máximo possível enquanto o processo/etapa estiver em andamento.

■ *Converta atividades internas em externas*. A outra abordagem comum para a redução do tempo de troca é converter o trabalho que era previamente executado durante a troca pelo trabalho que é desempenhado externamente durante o mesmo período. Há três métodos importantes para se obter a transferência do trabalho de troca interno para o trabalho externo:

■ Prepare antecipadamente as atividades ou o equipamento em vez de ter que fazê-lo durante os períodos de troca.

■ Torne o processo de troca intrinsecamente flexível e capaz de desempenhar todas as atividades necessárias sem qualquer atraso.

■ Agilize quaisquer mudanças necessárias de equipamento, informação ou funcionário, por exemplo, usando dispositivos simples.

■ *Pratique rotinas de troca*. Não é de se surpreender que a prática constante de rotinas de troca e a curva de aprendizagem associada afetem as tendências para reduzir os tempos de troca.

Princípio de administração da produção

A flexibilidade de troca (*set-up*) reduz o desperdício e suaviza o fluxo.

A flexibilidade de troca (*set-up*) reduz o desperdício e suaviza o fluxo.

As trocas rápidas de equipamentos são particularmente importantes para as companhias aéreas porque elas não podem ganhar dinheiro com avião ocioso no solo. No setor aéreo, isso é denominado "alta utilização do avião". Para muitas companhias pequenas, a maior barreira à alta utilização é que seus mercados não são grandes o suficiente para justificar voos de passageiros durante o dia e a noite. Assim, para evitar que os aviões fiquem ociosos à noite, eles precisam ser utilizados de outra forma. Essa foi a razão por trás da ideia do avião Boeing 737 QC (*Quick Change* – mudança rápida). Com ele, as linhas aéreas têm a flexibilidade de usá-lo de dia para voos de passageiros e, com o tempo de troca (*set-up*) menor do que uma hora, podem usá-lo como avião de carga durante a noite. Os engenheiros da Boeing projetaram suportes que fixam fileiras inteiras de assentos que podem deslizar-se suavemente para dentro e para fora do avião, permitindo que 12 assentos sejam deslocados de uma só vez. Quando usado como avião de carga, os assentos são simplesmente deslizados para fora e substituídos por contêineres de carga projetados para se encaixarem na curvatura da fuselagem e evitar danos ao interior. Antes de reinstalar os assentos, as paredes laterais da aeronave são completamente lavadas, de modo que, uma vez recolocados os assentos, os passageiros não conseguem notar a diferença entre um avião QC e um 737 normal. Algumas linhas aéreas valorizam particularmente a flexibilidade do avião. Isso permite a elas prestar serviços frequentes confiáveis aos mercados de passageiros e de carga. Assim, a aeronave que pode transportar passageiros durante o dia pode ser usada para o embarque de carga durante a noite.

Eliminando o desperdício mediante minimização de variabilidade

Uma das maiores causas da variabilidade que interromperá o fluxo e evitará a sincronização enxuta é a variação da qualidade dos itens. É por isso que uma discussão de sincronização enxuta deve sempre incluir uma avaliação de como a qualidade de conformidade é assegurada dentro dos processos, algo que foi referido anteriormente como *mura*. Em particular, os princípios de controle estatístico do processo (CEP) podem ser usados para se entender a variabilidade da qualidade. O Capítulo 17 e seu suplemento sobre CEP examinam esse assunto, de modo que nesta seção focaremos outras causas da variabilidade. A primeira dessas causas é a variabilidade do *mix* de produtos e serviços que se move ao longo dos processos, operações ou redes de suprimento.

Nivelando as programações de produto ou serviço

A programação nivelada (ou *heijunka*) significa manter o *mix* e o volume do fluxo entre os estágios, ainda que por mais tempo. Por exemplo, em vez de produzir 500 peças em um lote, que atenderia às necessidades para os próximos três meses, a programação nivelada exigiria que o processo fabricasse regularmente itens que satisfizessem aquela demanda. Assim, o princípio da programação nivelada é muito direto. Entretanto, as exigências para colocá-la em prática são muito rigorosas, embora os benefícios que resultam disso possam ser substanciais. O movimento da programação convencional para a programação nivelada é ilustrado na Figura 15.9. Convencionalmente, se um *mix* de produtos for requerido em determinado período de tempo (geralmente, um mês), o tamanho do lote seria calculado por produto, e os lotes produzidos, em alguma sequência. A Figura 15.9(a) mostra três produtos que são fabricados no período de 20 dias em uma operação.

Quantidade requerida do item A = 3.000
Quantidade requerida do item B = 1.000
Quantidade requerida do item C = 1.000

Tamanho do lote do item A = 600
Tamanho do lote do item B = 200
Tamanho do lote do item C = 200

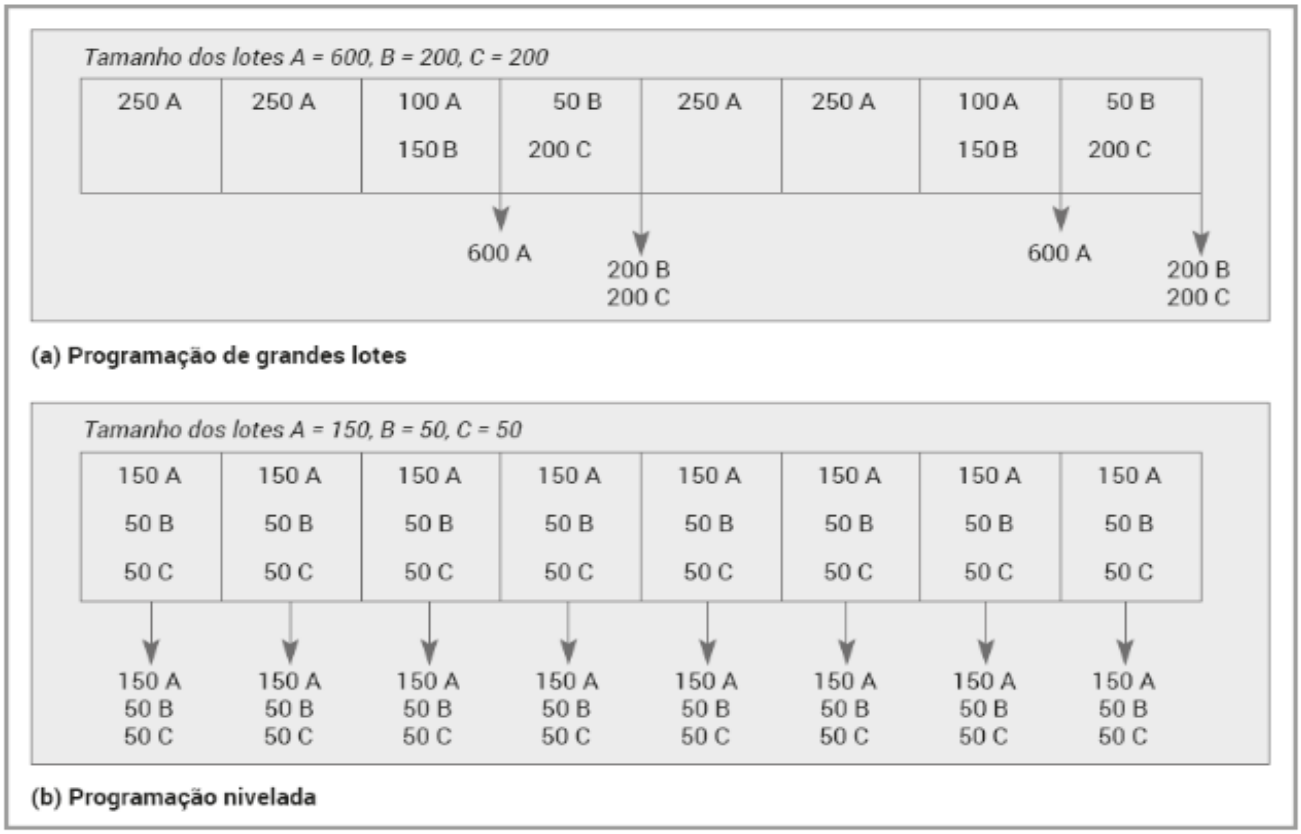


Figura 15.9 A programação nivelada equaliza o *mix* de produtos fabricados a cada dia.

A partir do 1º dia, a unidade começa a produzir o item A. Durante o 3º dia, o lote de 600 itens A é finalizado e despachado ao estágio seguinte. O lote do item B é iniciado, mas não finalizado até o 4º dia. O restante do 4º dia é gasto fabricando o lote do item C e ambos os lotes são despachados no final desse dia. Assim, o ciclo se repete. A consequência de usar lotes maiores é, primeiro, que volumes relativamente grandes de estoque são acumulados dentro e entre as unidades e, segundo, a maioria dos dias é diferente um do outro em termos do que é esperado produzir (em circunstâncias mais complexas, dois dias nunca seriam iguais). Agora, suponhamos que a flexibilidade da unidade pudesse ser aumentada ao ponto em que os tamanhos dos lotes para os itens fossem reduzidos a um quarto de seus níveis anteriores, sem perda da capacidade (*veja* a Figura 15.9(b)):

Tamanho do lote do item A = 150
Tamanho do lote do item B = 50
Tamanho do lote do item C = 50

Um lote de cada item pode agora ser concluído em um único dia, no final do qual os três lotes são encaminhados ao estágio seguinte. Os lotes de estoque menores estão movendo-se entre cada estágio, o que reduzirá o nível geral do trabalho em processo de operação. Entretanto, igualmente significativo é o efeito sobre a regularidade e o ritmo de produção na unidade. Agora, qualquer dia do mês é o mesmo em termos de que necessidades são processadas. Isso torna o planejamento e controle de cada estágio da operação muito mais fáceis. Por exemplo, se no 1º dia do mês o lote diário de A foi concluído às 11 h e todos os lotes forem concluídos com sucesso no mesmo dia, no dia seguinte a unidade saberá que, se

concluir novamente todos os lotes de A às 11 h, cumprirá a programação. Quando todos os dias são diferentes, a simples pergunta: "Estamos dentro da programação para concluir nosso processamento hoje?" requer alguma investigação antes que possa ser respondida. Entretanto, quando todos os dias são iguais, todas as pessoas da unidade podem informar se a produção está conforme o previsto ao olhar para o relógio. O controle torna-se visível e transparente a todos, e as vantagens de programações regulares e diárias podem ser passadas aos fornecedores a montante (*upstream*).

Princípio de administração da produção

A variabilidade na qualidade, na quantidade ou no *timing* do produto/serviço atua contra o fluxo regular e a eliminação do desperdício.

Nivelando as programações de entrega

Um conceito semelhante à programação nivelada pode ser aplicado a muitos processos de transporte. Por exemplo, uma rede de lojas de conveniências pode precisar fazer entregas de todos os tipos diferentes de produtos que vende diariamente. Tradicionalmente, pode ter que despachar um caminhão carregado com um produto específico para suprir todas as lojas, de modo que cada uma delas receba o volume apropriado do produto necessário por uma semana. Isso é equivalente aos grandes lotes discutidos no exemplo anterior. Uma alternativa seria despachar quantidades menores de todos os produtos em um único caminhão com maior frequência. Assim, cada loja receberia entregas menores mais frequentemente, os níveis de estoque seriam menores e o sistema poderia responder às tendências da demanda mais prontamente porque mais entregas significa maior oportunidade de alterar as quantidades entregues em uma loja. Isso está ilustrado na Figura 15.10.

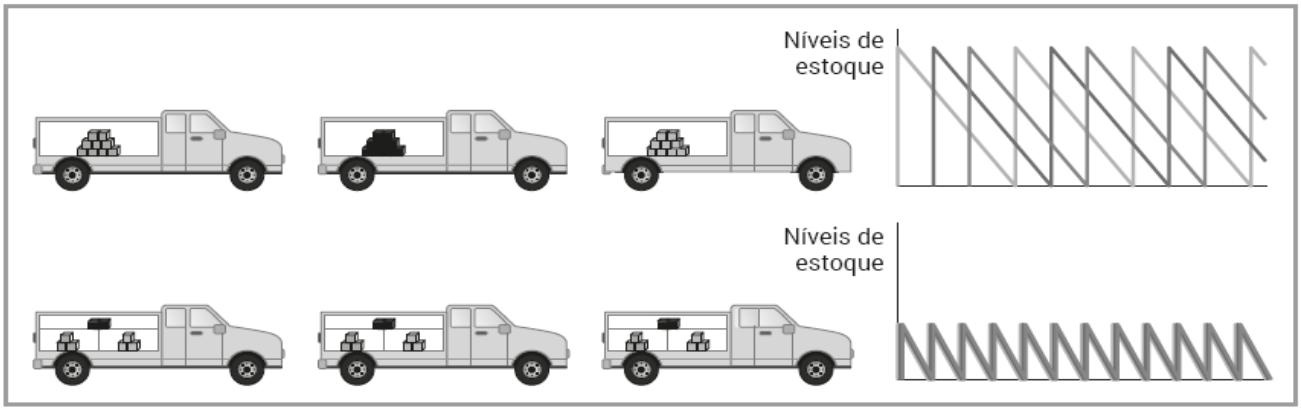


Figura 15.10 Entregar quantidades menores mais frequentemente pode reduzir os níveis de estoque.

Adotando a mistura de modelos

O princípio de programação nivelada pode ir mais longe para proporcionar um *mix* repetido de *outputs* – conhecido como mistura de modelos. Suponhamos que os processos podem se tornar tão flexíveis que atinjam o ideal de tamanho padrão de um "lote". A sequência de itens individuais emergindo do processo pode ser progressivamente reduzida como ilustrado na Figura 15.11. Isso produziria um fluxo regular de cada item fluindo continuamente a partir do processo. Entretanto, a sequência dos itens nem sempre ocorre tão conveniente como na Figura 15.11. Os tempos de processamento unitário por item não são geralmente idênticos e as proporções dos volumes requeridos são menos convenientes. Por exemplo, se

um método for exigido para processar os itens A, B e C na proporção 8:5:4, ele pode produzir 800 de A, 500 de B, 400 de C, ou 80A, 50B e 40C. Seria ideal sequenciar os itens o mais regularmente possível para produzir repetidamente na ordem... BACABACABACABACAB... repetindo... repetindo... etc. Fazendo isso, atinge-se fluxo relativamente regular (mas confia-se na flexibilidade significativa do processo).

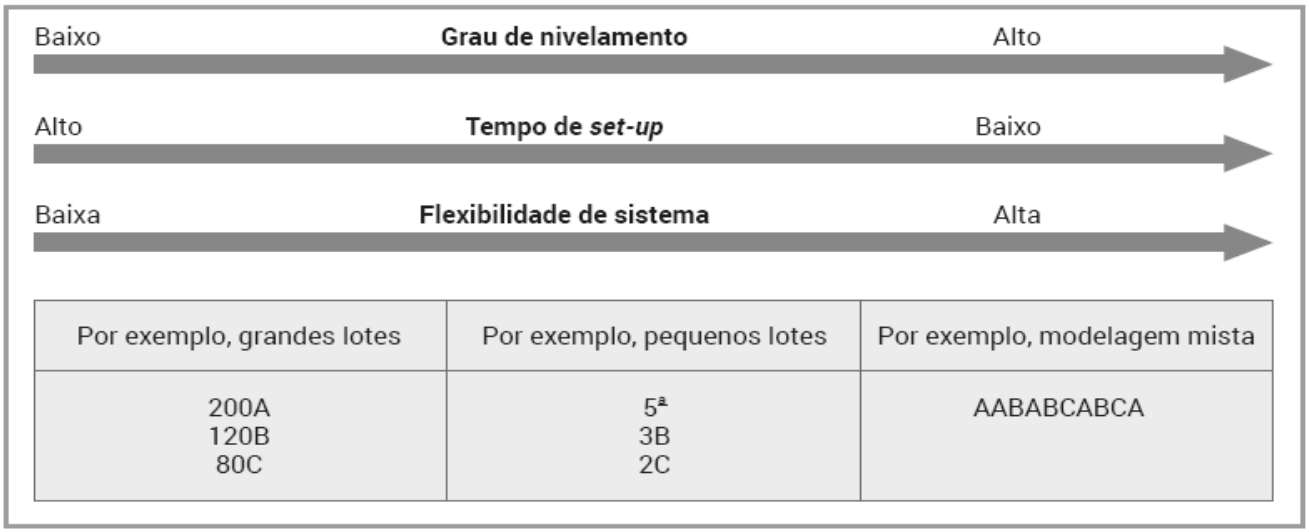


Figura 15.11 Programação nivelada e modelagem mista: a modelagem mista torna-se possível à medida que o tamanho do lote aproxima-se de 1.

Simplificando as coisas – o 5S

A terminologia 5S[6] veio originalmente do Japão, e embora a tradução seja aproximada, ela é, geralmente, adotada para representar o seguinte:

1. Separe (*seiri*) – Elimine o que não é necessário e mantenha o necessário.

2. Organize (*seiton*) – Posicione as coisas de tal forma que sejam facilmente alcançadas sempre que necessário.

3. Limpe (*seiso*) – Mantenha tudo limpo e arrumado; nenhum lixo ou sujeira na área de trabalho.

4. Standardize (*seiketsu*) – Mantenha sempre a ordem e a limpeza – arrumação permanente.

5. Sustente (*shitsuke*) – Desenvolva comprometimento e orgulho em manter padrões.

Os 5S podem ser pensados como um simples método de arrumação da casa para organizar áreas de trabalho que enfatizem ordem visual, organização, limpeza e padronização. Isso ajuda a eliminar todos os tipos de desperdício relacionados à incerteza, espera, busca de informações relevantes, criação de variação etc. Ao eliminar o que for desnecessário e ao deixar tudo limpo e previsível, a desordem é reduzida, os itens necessários estão sempre nos mesmos lugares e o trabalho fica mais fácil e mais rápido.

Adotando a manutenção produtiva total (MPT ou em sigla inglesa, TPM)

A manutenção produtiva total visa eliminar a variabilidade dos processos de produção causada pelo efeito das quebras. A MPT será tratada posteriormente no capítulo sobre a gestão de risco e recuperação (Capítulo 18).

PRODUÇÃO ENXUTA APLICADA AO LONGO DA REDE DE SUPRIMENTO

Embora a maioria dos conceitos e técnicas discutidos neste capítulo seja dedicada a gerenciar os estágios *dentro* dos processos e os processos *dentro* de uma operação, os mesmos princípios podem aplicar-se em toda a cadeia de suprimento. Nesse contexto, os estágios em um processo estão em todas as empresas, operações ou processos entre os quais os produtos fluem. Quando qualquer empresa passa a utilizar a abordagem enxuta, eventualmente irá contra as restrições impostas pela falta de sincronização das outras operações de sua cadeia de suprimento. Assim, a obtenção de ganhos maiores deve envolver a tentativa de propagar a prática enxuta entre seus parceiros na cadeia. Garantir que as redes de suprimento inteiras adotem a filosofia enxuta certamente é uma tarefa muito mais complexa do que entre os estágios individuais dentro de um processo. Provavelmente um *mix* bem mais complexo de produtos e serviços está sendo fornecido e toda a rede está sujeita a um conjunto menos previsível de eventos potencialmente destrutivos. Tornar uma cadeia de suprimento enxuta significa mais do que tornar cada operação enxuta. Um conjunto de operações enxutas localizadas raramente leva a uma cadeia globalmente enxuta. Ao contrário, é necessário aplicar a filosofia de sincronização enxuta à cadeia de suprimento como um todo. Todavia, as vantagens de cadeias verdadeiramente enxutas podem ser significativas.

Essencialmente, os princípios da abordagem enxuta são os mesmos para uma cadeia de suprimento, como também são para um processo. O atravessamento rápido de uma rede de suprimento inteira é ainda mais valioso e reduzirá custos por toda a rede. Níveis menores de estoque tornarão mais fácil atingir a sincronização enxuta. O desperdício é mais evidente (e ainda maior) no nível da rede de suprimento, e reduzi-lo é ainda uma tarefa que vale a pena. O fluxo alinhado, a correspondência exata entre suprimento e demanda, o aumento da flexibilidade e a redução da variabilidade ainda são tarefas que beneficiarão a totalidade da rede. Os princípios do controle puxado podem funcionar entre operações completas, da mesma forma que podem funcionar entre os estágios de um único processo. De fato, os princípios e as técnicas da abordagem enxuta são basicamente os mesmos, não importa que nível de análise esteja sendo usado. E como a abordagem enxuta está sendo implementada em maior escala, os benefícios também serão proporcionalmente maiores.

Um dos pontos fracos da abordagem enxuta é a dificuldade de ser atingida quando as condições estão sujeitas a distúrbios inesperados. Isso é especialmente um problema com a aplicação dos princípios da sincronização enxuta no contexto de toda a rede de suprimento. Embora possa ocorrer flutuações inesperadas e distúrbios nas operações, a administração local tem um grau razoável de controle que pode exercer para reduzi-los. Fora da operação, dentro da rede de suprimento, isso é bem mais difícil. Todavia, assume-se geralmente que, embora a tarefa seja mais difícil e mais demorada para ser alcançada, o propósito da abordagem enxuta é tão valioso para a rede de suprimento como um todo quanto o é para uma operação individual.

Princípio de administração da produção

As vantagens da sincronização enxuta aplicam-se no nível de processo, operação e rede de suprimento.

Cadeias de suprimento enxutas são como sistemas de controle de tráfego aéreo

O conceito de rede de suprimento enxuta vem sendo vinculado a um sistema de tráfego aéreo, em que se tenta dar "visibilidade e controle em tempo real" contínuos para todos os elementos da rede. Esse é o

segredo de como os aeroportos mais movimentados do mundo lidam diariamente com milhares de partidas e chegadas. Todos os aviões recebem um número de identificação que aparece em um mapa de radar. Os aviões que se aproximam de um aeroporto são detectados pelo radar e contatados por rádio. A torre de controle posiciona precisamente uma aeronave em um padrão de aproximação que ela coordena. O radar detecta quaisquer pequenos ajustes necessários, que são comunicados à aeronave. Essa visibilidade e controle em tempo real podem otimizar o atravessamento do aeroporto, mantendo segurança e confiabilidade extremamente altas.

Compare isso a como a maioria das redes de suprimento é coordenada. As informações são capturadas apenas periodicamente, provavelmente uma vez por dia, e quaisquer ajustes na logística dos níveis de produção das várias operações da cadeia de suprimento são efetuados, e os planos, rearranjados. Imaginemos o que aconteceria se o aeroporto fosse operado desse modo, com apenas uma "varrida do radar" uma vez por dia. Coordenar um avião com tolerância suficiente para organizar decolagens e aterrissagem a cada dois minutos estaria fora de questão. O avião estaria em risco ou, alternativamente, se o espaço entre os voos fosse ampliado para manter a segurança, o tempo produtivo seria drasticamente reduzido. Todavia, é assim que a maioria das redes de suprimento opera tradicionalmente. Elas fazem uma "varrida" diária em seus sistemas ERP (*veja* no Capítulo 14). Essa visibilidade limitada significa que as operações devem espaçar seus trabalhos para evitar "colisões" (isto é, pedidos perdidos de clientes), reduzindo, assim, a produção, ou devem "fazer voo cego", colocando a confiabilidade em perigo.

Comentário crítico

Lembre-se da seção anterior sobre a vulnerabilidade das cadeias de suprimento (*veja* o Capítulo 13), quando se argumentou que os princípios enxutos podem ser levados ao extremo. Quando as ideias *just-in-time* passaram a ter impacto sobre as práticas de produção ocidentais, algumas autoridades defenderam a redução a zero dos estoques entre os processos. Embora, a longo prazo, isso dê um ultimato na motivação para os gerentes de produção assegurarem a eficiência e a confiabilidade de cada estágio do processo, não admite a possibilidade de alguns processos serem intrinsecamente menos do que totalmente confiáveis. Uma visão alternativa é permitir estoques (embora pequenos) em torno dos estágios do processo com incerteza acima da média. Isso, pelo menos, permite alguma proteção para o restante do sistema. As mesmas ideias aplicam-se à entrega *just-in-time* entre as fábricas. A brusca interrupção das redes de suprimento, como pelos efeitos do *tsunami* no Japão, levou muitas fábricas a interromper a produção durante algum tempo em razão da escassez dos componentes mais importantes.

A PRODUÇÃO ENXUTA COMPARADA COM OUTRAS ABORDAGENS

Tanto quanto uma filosofia ampla ou um método prático do planejamento e controle da produção, a abordagem enxuta não é a única utilizada na prática. Há outras abordagens que podem ser usadas para sustentar a melhoria e o planejamento e controle da produção. No Capítulo 16, descreveremos posteriormente como as operações enxutas se comparam a outras abordagens de melhoria. Aqui, examinamos brevemente duas alternativas à sincronização enxuta como um método de planejamento e controle: a teoria das restrições (TOC) e o *material requirements planning* (MRP) (que examinamos no suplemento ao Capítulo 14).

Abordagem enxuta e teoria das restrições

Uma ideia central da abordagem enxuta é o fluxo regular de itens ao longo de processos, operações e redes de suprimento. Qualquer gargalo interromperá esse progresso regular. Assim, é importante reconhecer a significância das restrições de capacidade ao processo de planejamento e controle. Essa é a ideia por trás da teoria das restrições (TOC – *Theory Of Constraints*) que tem sido desenvolvida para focar a atenção nas restrições de capacidade ou partes da operação que formam gargalos. Identificando a localização das restrições, trabalhando para removê-las e depois procurando a nova restrição, uma operação está sempre focando a parte que determina criticamente o andamento da produção. A abordagem que usa essa ideia é denominada tecnologia de produção otimizada (OPT – *Optimized Production Technology*). Seu desenvolvimento e o marketing como produto de um *software* proprietário foram originados por Eliyahu Goldratt.[2] OPT é uma técnica e ferramenta baseada em computador que ajuda a programar os sistemas de produção no andamento ditado pelo recurso mais fortemente carregado – isto é, os gargalos. Se a taxa de atividade de qualquer parte do sistema exceder o gargalo, itens serão produzidos e não poderão ser usados. Se a taxa de trabalho situar-se abaixo do ritmo do gargalo, todo o sistema estará subutilizado. Há princípios básicos do OPT que demonstram esse foco nos gargalos:

1. Fluxo balanceado, e não capacidade física. É mais importante reduzir o tempo de atravessamento em vez de atingir um balanceamento da capacidade entre estágios e processos.
2. O nível de utilização de um não gargalo é determinado por alguma outra restrição no sistema, não por sua própria capacidade. Isso se aplica aos estágios de um processo, aos processos de uma operação e às operações de uma rede de suprimento.
3. A utilização e a ativação de um recurso não são a mesma coisa. Conforme a TOC, um recurso está sendo utilizado apenas se contribui para o processo inteiro ou para a operação que cria mais *output*. Um processo ou estágio pode ser ativado no sentido que está trabalhando, mas pode apenas estar criando estoque ou desempenhando outra atividade que não agrega valor.
4. Uma hora perdida (ou não usada) em um gargalo é uma hora perdida para sempre em todo o sistema. O gargalo limita o *output* de todo o processo ou operação, de modo que a subutilização de um gargalo afeta todo o processo ou operação.
5. Uma hora economizada em um não gargalo é uma miragem. Os não gargalos têm capacidade disponível. Por que se preocupar tornando-os ainda menos utilizados?
6. Os gargalos governam o atravessamento e o estoque no sistema. Se os gargalos governam o fluxo, governam também o tempo de atravessamento, que, por sua vez, governa o estoque.
7. Você não precisa transferir lotes das mesmas quantidades à medida que os produz. Provavelmente, o fluxo será melhorado ao dividir grandes lotes de produção em lotes menores para se moverem ao longo do processo.
8. O tamanho do lote do processo deve ser variável, não fixo. Novamente, a partir do modelo do lote econômico de compra (LEC), as circunstâncias que controlam o tamanho do lote podem variar entre diferentes produtos.
9. As flutuações nos processos sequenciais conectados e dependentes acrescentam umas às outras em vez de nivelar-se. Assim, se dois processos ou estágios paralelos são capazes de uma taxa média de *output*, em sequência, nunca serão capazes de atingir a mesma média de *output*.

10. As programações devem ser estabelecidas ao examinar, simultaneamente, todas as restrições. Em razão dos gargalos e das restrições dentro de sistemas complexos, é difícil desenvolver programações conforme um sistema simples de regras. Ao contrário, todas as restrições precisam ser consideradas juntas.

A OPT usa a terminologia do "tambor, pulmão e corda" para explicar sua abordagem de planejamento e controle – explicamos essa ideia no Capítulo 10. O centro do trabalho gargalo torna-se um "tambor", marcando o andamento para o restante da fábrica. Essa "batida do "tambor" determina a programação nas áreas não gargalos, puxando o trabalho (a corda) alinhado com a capacidade do gargalo, não com a capacidade do centro do trabalho em questão. A um gargalo, nunca deverá ser permitido funcionar abaixo da capacidade plena; assim, o "pulmão" de estoque deve ser colocado antes do gargalo, para assegurar que nunca faltará trabalho.

As cinco etapas da teoria das restrições

Como método prático de sincronizar o fluxo, a TOC enfatiza as cinco etapas seguintes:[8]

1. *Identifique a restrição do sistema* – a parte de um sistema que constitui seu elo mais fraco; pode ser uma restrição física, ou mesmo uma tomada de decisão, ou uma restrição política.
2. *Decida como explorar a restrição* – obtenha a capacidade que for possível da restrição, de preferência, sem mudanças onerosas. Por exemplo, reduza ou elimine qualquer tempo não produtivo no gargalo.
3. *Subordine tudo à restrição* – os elementos que não são restrição do processo são ajustados a um nível no qual a restrição possa operar com eficácia máxima. Após isso, o processo global é avaliado para determinar se a restrição mudou para algum outro ponto do processo. Se a restrição foi eliminada, siga para a etapa 5.
4. *Eleve a restrição* – "elevar" a restrição significa eliminá-la. Essa etapa é considerada somente se as etapas 2 e 3 não foram bem-sucedidas. As grandes mudanças no sistema existente são consideradas nesta etapa.
5. Reinicie a partir da etapa 1.

A Tabela 15.1 mostra algumas das diferenças entre a teoria das restrições e a sincronização enxuta. Comprovadamente, a principal contribuição da TOC para o fluxo regular e sincronizado é sua inclusão da ideia de que os efeitos das restrições do gargalo (a) devem ser priorizadas e (b) podem "perdoar" estoque, se isso significar maximizar a utilização do gargalo. Nem (diferente, por exemplo, do ERP/MRP) requer necessariamente grande investimento em nova tecnologia de informação. Além disso, por tentar melhorar o fluxo de itens ao longo de um processo, pode liberar estoque que, por sua vez, libera o investimento de capital. As afirmações sobre o *payback* financeiro da OPT são frequentemente baseadas nessa liberação de capital e no atravessamento rápido.

Tabela 15.1 Teoria das restrições comparada com a sincronização enxuta[9]

	Teoria das restrições	Sincronização enxuta
Objetivos globais	Aumentar a rentabilidade ao aumentar o fluxo de um processo ou operação	Aumentar a rentabilidade ao agregar valor a partir da perspectiva do cliente
Medidas de eficácia	■ Ganho (*throughput*) ■ Estoque ■ Despesa operacional	■ Custo ■ Tempo de atravessamento ■ Eficiência do valor agregado
Obter melhoria ao ...	Focar as restrições (os "elos mais fracos") no processo	Eliminar o desperdício e agregar valor ao considerar o processo, a operação ou a rede de suprimento completos
Como implementar	Um processo contínuo de cinco etapas (veja anteriormente) atuando localmente	Melhoria contínua enfatizando toda a rede de suprimento

Abordagem enxuta e MRP

As filosofias operacionais da sincronização enxuta e o MRP parecem ser fundamentalmente opostas. A sincronização enxuta encoraja um sistema "puxado" de planejamento e controle, enquanto o MRP é um sistema "empurrado". A abordagem enxuta tem propósitos mais amplos do que a atividade de planejamento e controle das operações, enquanto o MRP é basicamente um "mecanismo de cálculo" do planejamento e controle. Todavia, as duas abordagens podem reforçar uma à outra na mesma operação, desde que as respectivas vantagens sejam preservadas. A ironia é que sincronização enxuta e o MRP têm objetivos similares. A programação JIT visa conectar a rede interna e os processos de suprimento externos por meio de esteiras invisíveis, de modo que as partes apenas se movem em resposta a sinais coordenados e sincronizados, derivados da demanda do cliente final. O MRP procura atender à demanda projetada do cliente ao direcionar os itens que forem produzidos à medida que necessários para atender a essa demanda. Entretanto, há diferenças. O MRP é programado pela programação mestre de produção que identifica a demanda futura do produto acabado. Modela um ambiente de *lead time* fixo, usando o poder da computação para calcular quanto e quando cada parte deve ser fabricada. Sua produção está de acordo com os planos de necessidades escalonadas no tempo, centralmente calculada e coordenada. As partes são fabricadas em resposta às instruções centrais. Os distúrbios do dia a dia, como registros de estoque imprecisos, debilitam a autoridade do MRP e podem tornar os planos impraticáveis. Embora o MRP seja excelente para planejamento, é fraco no controle. Por outro lado, a sincronização enxuta visa atender instantaneamente à demanda mediante sistemas de controle simples, baseados no *kanban*. Se o tempo de atravessamento total (P) for inferior ao *lead time* da demanda (D), os sistemas de sincronização enxuta devem ser capazes de atender a essa demanda. Porém, se a razão $P:D$ for maior do que 1, alguma produção especulativa será necessária. Repentinamente, se a demanda for maior do que o esperado para certos produtos, o sistema JIT pode não ter condições de atender. A programação "puxada" é um conceito reativo que funciona melhor quando a demanda independente estiver nivelada, e a demanda dependente, sincronizada. Enquanto a sincronização enxuta pode ser boa no controle, ela é fraca no planejamento.

O MRP também é melhor para lidar com a complexidade, conforme medida pelo número de itens que são processados. Pode tratar de exigências detalhadas, mesmo que sejam "estranhas". A programação "puxada" da sincronização enxuta é menos capaz de responder instantaneamente às mudanças na demanda, à medida que aumentam a quantidade, as opções e as cores das peças. Assim, os sistemas de produção da sincronização enxuta favorecem os projetos baseados em estruturas de produto mais

simples, com grande semelhança entre as partes. Tais disciplinas desafiam a complexidade desnecessária, de modo que mais partes podem ser compradas sob o controle da programação "puxada".

Quando usar a abordagem enxuta, MRP e sistemas combinados

A Figura 15.12 distingue entre a complexidade das estruturas de um produto e a complexidade dos roteiros de fluxo ao longo das quais devem passar.[10] Estruturas de produto simples que têm roteiros com alta repetibilidade são as principais candidatas ao controle "puxado". A sincronização enxuta pode facilmente lidar com seus requisitos relativamente diretos. À medida que as estruturas e os roteiros tornam-se mais complexos, o poder da computação é necessário para romper as estruturas do produto e, assim, emitir pedidos aos fornecedores. Em muitos ambientes é possível usar a programação "puxada" para controlar a maioria dos materiais internos. Novamente, os principais candidatos ao controle "puxado" são os materiais usados regularmente a cada semana ou a cada mês. Seu número pode ser aumentado pela padronização do projeto, como indicado pela direção da seta da Figura 15.12. À medida que as estruturas e rotinas tornam-se ainda mais complexas, e os usos das partes tornam-se mais irregulares, as oportunidades de usar a programação "puxada" diminuem. Estruturas muito complexas requerem métodos de planejamento em rede (*veja* o Capítulo 19), para planejamento e controle.

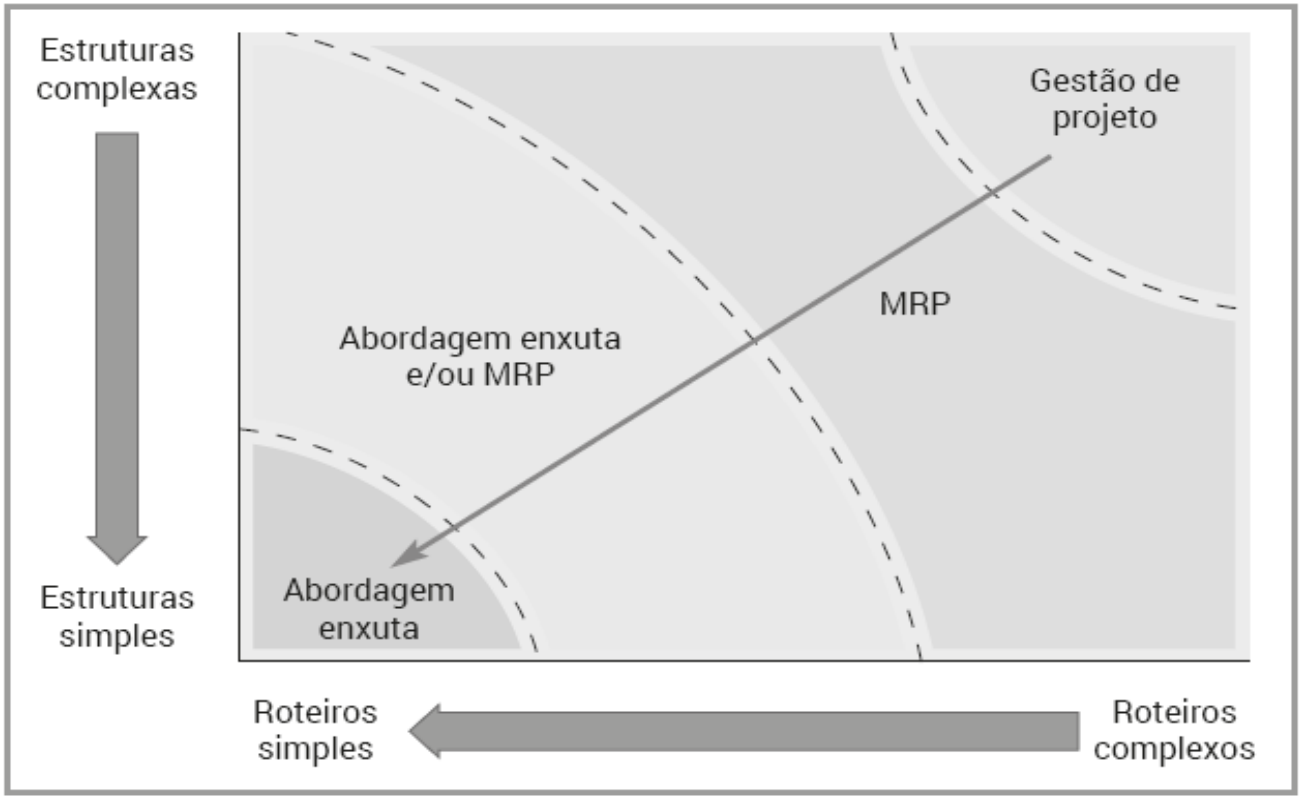


Figura 15.12 Complexidade como determinante de um sistema apropriado de planejamento e controle.

Fonte: Adaptado de VOSS, C.A.; HARRISON, A. Strategies for implementing Jit, In: VOSS, C.A. (ed.) *Just-in-Time Manufacture*, IFs/Springer-Verlag, 1987. Reproduzida com permissão.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é produção enxuta?

■ Abordagem enxuta é uma abordagem para operações que tentam atender instantaneamente à demanda com qualidade perfeita e sem desperdício. É uma abordagem que difere das práticas de produção tradicionais, de modo que reforça a eliminação de desperdício e agiliza o atravessamento, o que contribui para estoques baixos.

■ A habilidade da entrega *just-in-time* não apenas economiza capital de giro (mediante a redução dos níveis de estoque), mas também tem impacto significativo sobre a habilidade de uma operação melhorar sua eficiência intrínseca.

■ A filosofia da abordagem enxuta pode ser resumida no que diz respeito a três elementos que se sobrepõem: (a) eliminação do desperdício em todas as suas formas, (b) inclusão de todos os funcionários da operação em sua melhoria e (c) a ideia de que qualquer melhoria deve ser contínua.

■ A maioria das ideias da abordagem enxuta é diretamente aplicável às operações de serviço.

Como a produção enxuta elimina o desperdício?

■ A parte mais significativa da filosofia enxuta é seu foco na eliminação de todas as formas de desperdício, definido como qualquer atividade que não agrega valor.

■ A abordagem enxuta identifica sete tipos de desperdício que, juntos, formam quatro barreiras para atingir a abordagem enxuta. São elas: desperdício do fluxo irregular (não simplificado), desperdício do suprimento inexato, desperdício da resposta inflexível e desperdício decorrente da variabilidade.

Como a produção enxuta se aplica ao longo da rede de suprimento?

■ A maioria dos conceitos e técnicas da abordagem enxuta, embora geralmente descrita como aplicada aos processos e operações individuais, também se aplica às redes de suprimento inteiras.

■ O conceito de cadeia de suprimento enxuta tem sido vinculado a um sistema de controle de tráfego aéreo, em que tenta fornecer "visibilidade e controle em tempo real" a todos os elementos da rede.

Como a sincronização enxuta se compara a outras abordagens?

■ Há outras abordagens que tentam desempenhar a mesma função da abordagem enxuta. Duas alternativas para a abordagem enxuta como método de planejamento e controle são a teoria das restrições (TOC) e o *material requirement planning* (MRP).

■ Embora a TOC e o MRP possam parecer abordagens diferentes, podem ser combinadas.

■ A forma pela qual podem ser combinados depende da complexidade das estruturas de produto, complexidade do roteiro de produto, características do volume-variedade da operação e nível de controle requerido.

ESTUDO DE CASO

Hospital Saint Bridget[11]

Quando Denize Ahlgren chegou ao Saint Bridget, um dos principais hospitais da área de Götenborg, ela sabia que havia ganhado uma reputação pelo modo de pensar em como os cuidados com a saúde poderiam ser organizados para oferecer níveis superiores de atendimento público a um custo menor para o

contribuinte. Na verdade, essa foi uma das razões pelas quais ela assumiu o cargo de chefe de administração (COA). Em particular, Denize estava lendo sobre a iniciativa "Quality Care" (QC) do Saint Bridget. "*Sim, QC obviamente é importante*", explicou o Dr. Pär Solberg, que, além de suas atividades clínicas, também encabeçou a iniciativa QC, *"mas não pense que se trata apenas de 'qualidade'. Nós não apenas gastamos dinheiro para melhora a qualidade dos tratamentos; também queremos melhorar a eficiência. Qualquer dinheiro economizado pela melhoria da eficiência pode então ser investido na melhoria dos resultados clínicos*."

"**Tudo começou com a qualidade**"

Embora administrado por uma empresa privada, Saint Bridget é um pouco diferente de qualquer outro hospital sueco. Para seus pacientes, o tratamento é gratuito, após uma cobrança mínima que é universal na Suécia. O Saint Bridget obtém praticamente todas as suas receitas do governo. No entanto, em termos de como se organiza, está na vanguarda da implementação de ideias mais comuns nos negócios privados. "*Tudo começou com nossos esforços há alguns anos para sermos sistemáticos na maneira como medimos a qualidade*", disse Pär Solberg. "*Sentimos que a qualidade deve ser relatada de forma sistemática e lógica, para que seja significativa. Ele também deve ter multidisciplinar, e não se concentrar apenas em um aspecto da qualidade. Medimos três aspectos: 'experiência relatada pelo paciente' (ERP), o que o paciente pensa sobre a experiência total de receber o tratamento, 'resultado relatado pelo paciente' (RRP), como o paciente vê a eficácia do tratamento recebido e, o mais importante, 'resultado clínico relatado' (RCR), como os clínicos veem a eficácia do tratamento. É claro que essas três medidas estão interligadas. Então, o RRP, eventualmente, depende do resultado médico (RCR) e quanto desconforto e dor o tratamento desencadeou. Mas também é influenciado pela experiência do paciente (ERP), por exemplo, o quanto mantemos o paciente informado, o quanto nosso pessoal é sensível e assim por diante*."

"**Medir a qualidade levou naturalmente à melhoria contínua**"

Os processos de medição da qualidade do hospital logo se desenvolveram em uma abordagem mais ampla para a melhoria em geral. Em particular, a ideia de melhoria contínua começou a ser discutida. "*Medir a qualidade levou naturalmente à melhoria contínua*", explicou Pär Solberg. "*Uma vez tendo indicadores de qualidade mensuráveis, poderíamos estabelecer metas e, o mais importante, poderíamos começar a pensar sobre o que nos impedia de melhorar a qualidade. Isso, por sua vez, levou a uma compreensão de todos os processos que afetavam os indicadores de qualidade. Foi uma grande mudança ver o hospital como um conjunto de processos que controlavam um conjunto de fluxos – fluxos de pacientes através de seus estágios de tratamento, fluxos de pessoal clínico, fluxos de informações, fluxos de produtos farmacêuticos, fluxos de equipamentos, e assim por diante. Foi uma revolução no nosso pensamento. Começamos a examinar esses fluxos e a analisar a forma como impactavam o nosso desempenho, e como poderíamos melhorar os métodos de trabalho que considerávamos significativos para os indicadores de qualidade que queríamos influenciar. Foi quando descobrimos o conceito da abordagem enxuta."*

"**A melhoria contínua nos apresentou a abordagem enxuta**"

Foi em uma conferência de "melhoria da saúde europeia" que contou com a participação de Pär e outro colega que o Saint Bridget foi apresentado pela primeira vez à abordagem "enxuta". "*Estávamos falando com alguns representantes do National Health Service Institute do Reino Unido, que estava envolvido na*

introdução de princípios enxutos nos hospitais do Reino Unido. Eles explicaram que a abordagem enxuta era uma técnica de melhoria que aprimorava o fluxo e eliminava o desperdício, e que havia sido utilizada com sucesso em alguns hospitais para desenvolver a melhoria contínua. A abordagem enxuta, eles disseram, tal como desenvolvida pela Toyota, significava fazer as coisas certas no lugar certo, no momento certo, nas quantidades certas, minimizando o desperdício e sendo flexível e aberto a mudanças. Parecia valer a pena acompanhar essa tendência. No entanto, eles admitiram que nem todas as tentativas de introduzir os princípios enxutos obtiveram sucesso."

Tudo poderia facilmente se tornar político

Intrigado pela conversa, Pär entrou em contato com um dos hospitais do Reino Unido que haviam sido mencionados e falou com Marie Watson, que tinha sido a "Chefe da Abordagem Enxuta" e havia iniciado vários projetos enxutos. Ela disse que um dos problemas que precisou enfrentar foi a insistência de seu chefe executivo em levar várias empresas de consultoria para implementar as ideias da abordagem enxuta. Para tornar as coisas mais confusas, quando um novo chefe executivo foi nomeado, ele trouxe seus próprios consultores preferidos, além dos que já operavam no hospital. Marie não estava feliz com a mudança. "*Antes da mudança dos executivos, tínhamos uma maneira muito clara de como iríamos avançar e espalhar a abordagem enxuta por toda a organização, mas então as coisas ficaram muito menos claras. A ênfase mudou para obter alguns resultados rápidos. Mas não foi por isso que ficamos aborrecidos. Originalmente, tratava-se de ter um impacto positivo, envolver as pessoas nas práticas enxutas, engajá-las e dar-lhes capacitação para uma melhoria contínua; havia coisas que eram mensuráveis, mas depois isso mudou para 'mostre-nos alguns resultados rápidos'. As pessoas estavam se esquecendo do lado cultural da coisa. Além disso, tudo poderia facilmente se tornar 'político'. Todas as diferentes equipes de consultoria e as iniciativas enxutas internas tinham seus próprios territórios. Por exemplo, nós* [a equipe interna de Marie] *estávamos prestes a iniciar um estudo de atividades de A&E, quando lhes foi dito que se afastassem da A&E para não atrapalhar a firma de consultoria que atuava lá*."

"**Não estamos fabricando carros; pessoas são diferentes**"

Pär estava determinado a não cometer os mesmos erros que o hospital de Marie tinha cometido, e consultou bastante seus colegas antes de experimentar quaisquer melhorias enxutas. Alguns eram céticos: "*Não estamos fabricando carros; pessoas são diferentes, e os processos que usamos com as pessoas repetidamente são mais complicados do que os processos usados na fabricação de um carro*." Além disso, alguns funcionários mais antigos estavam duvidosos sobre mudanças que eles percebiam como ameaçando seu *status* profissional. Em vez de médicos e enfermeiros mantendo papéis separados e definidos, que se concentravam exclusivamente em seu campo de perícia médica, eles eram encorajados a trabalhar (e sentar) juntos em equipes. As equipes também eram responsáveis por sugerir melhorias no processo. Mas a maioria foi convertida. Um clínico sênior, inicialmente, afirmou que "*isso é tudo um monte de lixo. Não faz sentido mapear esse processo, todos sabemos o que acontece: o paciente vai de lá para cá e esta é a solução, e é isso que precisamos fazer*." No entanto, poucos dias depois ele estava dizendo: "*Nunca havia percebido o que realmente acontece; aquilo que não funcionava, agora vai funcionar, e isso realmente é ótimo, pois eu nunca compreendi. Eu só via a minha parte, mas agora eu entendo o processo inteiro*."

"Isso funciona e torna as coisas melhores para os pacientes"

Com o passar do tempo, a maior parte (embora não todo) do ceticismo foi superada, principalmente porque, nas palavras de um médico, "*Isso funciona e torna as coisas melhores para os pacientes*". À medida que outras partes do hospital se tornaram convencidas da eficácia da abordagem enxuta, as melhorias no fluxo e na qualidade dos pacientes começaram a se acumular. Algumas das primeiras melhorias foram relativamente simples, como uma mudança de sinalização (para evitar que os pacientes se perdessem). Outras simplesmente envolviam um rolo de fita amarela. Em vez de o pessoal desperdiçar um tempo precioso procurando equipamentos como desfibriladores, a fita amarela foi usada para marcar um ponto no chão, onde as máquinas eram sempre mantidas. Outra envolveu usar pontos magnéticos em um gráfico de progresso para acompanhar o progresso de cada paciente e indicar quais leitos estavam livres. Algumas eram ainda mais simples, por exemplo, dar alta aos pacientes ao longo do dia, em vez de todos ao mesmo tempo; assim, eles poderiam encontrar um táxi com mais facilidade. Outras melhorias envolveram mais análises, como a redução dos níveis de estoque mantidos (por exemplo, 25.000 pares de luvas cirúrgicas de 500 fornecedores diferentes). Algumas envolveram uma mudança completa nos pressupostos, como a eficácia do departamento de registros médicos. "*Foi incrível. Acabamos de desmentir o mito de que, quando não se conseguia anotações médicas em uma área clínica, isso era culpa dos registros médicos. Mas nunca era. Os médicos tinham anotações em seus carros, em casa, tínhamos milhares de anotações nos escritórios das secretárias, havia anotações em salas, gavetas e armários – elas estavam por toda a parte. E nos perguntamos por que não conseguíamos receber as anotações! Duas pessoas caminhavam mais de dez quilômetros por dia para encontrar anotações de casos!*" (Pär Solberg)

"Precisamos seguir para o próximo nível"

Denize Ahlgren ficou compreensivelmente impressionada com as melhorias que Pär lhe descreveu; no entanto, Pär estava surpreendentemente aborrecido sobre o futuro. "*OK, eu admito que tivemos alguns ganhos impressionantes com a melhoria contínua e, posteriormente, pela adoção de princípios enxutos. Estou especialmente impressionado com o conceito da Toyota dos sete tipos de desperdício* [ver detalhes neste capítulo]. *É uma ideia conceitualmente poderosa e muito prática para identificar onde podemos melhorar. Também os funcionários gostam. Mas tudo está acontecendo como um exercício de ticar itens numa lista. A busca de desperdício não é exatamente uma ideia excitante ou radical. Quanto mais eu estudo como a abordagem enxuta ocorreu na Toyota e outras montadoras, mais eu vejo que realmente não abraçamos a filosofia inteira. No entanto, ao mesmo tempo, não estou totalmente convencido de que podemos. Talvez alguns dos que duvidaram estivessem certos; um hospital não é uma fábrica de automóveis, e podemos aplicar apenas algumas ideias da abordagem enxuta*."

Ironicamente, enquanto Pär estava tendo dúvidas, alguns de seus colegas estavam esforçando-se para fazer mais. Um clínico em particular, Fredrik Olsen, médico-chefe da Clínica de Dor Lombar do Saint Bridget, pensou que sua clínica poderia se beneficiar de uma abordagem mais radical. "*Precisamos seguir para o próximo nível. Toda a filosofia da Toyota está preocupada com o fluxo síncrono e regular, mas não entramos de cabeça nisso. Eu sei que somos relutantes em falar sobre 'estoques' de pacientes, mas isso é exatamente o que são as salas de espera. Eles são 'estoques' de pessoas, e nós as usamos exatamente da mesma forma como os fabricantes faziam antes da abordagem enxuta – como um estoque de proteção contra os desajustes de curto prazo entre suprimento e demanda. O que devemos fazer é tratar das causas*

raiz desse desajuste. As salas de espera estão nos impedindo de mover para um fluxo regular, de valor agregado para os nossos pacientes."

Fredrik continuou a fazer o que Denize pensou ser uma proposta interessante, mas radical. Ele propôs a desativação da sala de espera atual para a Clínica de Dor Lombar e a substituição por dois consultórios extras que seriam adicionados aos dois consultórios existentes. Os pacientes receberiam agendamentos para horários específicos em vez de serem solicitados a chegar "na hora" (efetivamente em lotes), como era feito na época. Uma enfermeira anotaria os detalhes dos pacientes e realizaria alguns testes preliminares, após o que elas chamariam o médico especialista. Os níveis de pessoal durante os horários da clínica seriam controlados por enfermeiras que também monitorariam a chegada dos pacientes, os encaminhariam para os consultórios e organizariam qualquer tratamento posterior (para exames de ressonância magnética, por exemplo).

Denize não tinha certeza sobre a proposta de Fredrik. "*Parece que pode ser um passo longe demais. Os pacientes esperam aguardar até que um médico possa vê-los, então não tenho certeza de quais benefícios resultariam da proposta. E qual é o sentido de equipar dois novos consultórios se eles não forem totalmente utilizados?*"

QUESTÕES

1. Que benefícios foram obtidos pelo Saint Bridget ao adotar primeiro uma abordagem de melhoria contínua, depois enxuta?
2. Você acredita que Pär Solberg está certo ao pensar que existe um limite para o ponto ao qual um hospital pode chegar adotando as ideias da abordagem enxuta?
3. No *website* do Saint Bridget existem várias referências ao seu programa de "Cuidado de qualidade", mas não às suas iniciativas enxutas, embora a abordagem enxuta seja considerada importante pela maioria dos médicos e administradores no hospital. Qual o motivo disso, na sua opinião?
4. Denize não consegue enxergar os benefícios da proposta de Fredrik. Qual o motivo disso, na sua opinião?
5. Algum benefício da remoção da sala de espera na clínica compensa a subutilização dos quatro consultórios que Fredrik prevê?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Pense na última vez que você viajou de avião. Analise a viagem em termos do tempo com valor agregado (realmente, ir a algum lugar) e do tempo sem valor agregado (tempo perdido em filas etc.), desde o momento que saiu de casa até o momento exato que chegou a seu destino final. Calcule o tempo de valor agregado da viagem.

2 Um processo simples tem quatro estágios – A, B, C e D. A carga média de trabalho necessário para processar os itens passa por esses estágios, do seguinte modo: estágio A = 68 minutos, estágio B = 55 minutos, estágio C = 72 minutos e estágio D = 60 minutos. Uma amostragem do trabalho em processo entre cada estágio revela o seguinte: entre os estágios A e B há 82 itens, entre os estágios B e C, 190 itens, e entre os estágios C e D, 89 itens.

(a) Usando a lei de Little (*veja* no Capítulo 6), calcule o tempo de atravessamento do processo.

(b) Qual é a eficiência de atravessamento do processo?

3 No exemplo anterior, o gerente de produção encarregado do processo realoca o trabalho em cada estágio para melhorar o "balanceamento" do processo. Agora, cada estágio tem uma carga média de trabalho de 64 minutos. O trabalho em processo na frente dos estágios B, C e D é de 75, 80 e 82 unidades, respectivamente. Como isso mudou a eficiência de atravessamento do processo?

4 Um processo de produção precisa produzir 1.400 unidades do produto X, 840 do produto Y e 420 do produto Z em um período de quatro semanas. Se o processo funciona sete horas por dia e cinco dias por semana, elabore uma programação com mistura de modelos em termos do número de cada um dos produtos que precisam ser produzidos por hora para satisfazer à demanda.

5 Reveja a seção "Operações na Prática" no início deste capítulo (e qualquer outra fonte de informação sobre o sistema de produção da Toyota) e (a) liste todas as diferentes técnicas e práticas adotadas pela Toyota e (b) descreva como os objetivos da produção (qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo) são influenciados pelas práticas adotadas pela Toyota.

Considere como os princípios de redução do *set-up* podem ser usados nas seguintes situações:

(a) trocar um pneu no acostamento de uma rodovia (após um furo);

(b) limpar um avião e prepará-lo para o próximo voo, no intervalo de tempo entre a aterrissagem e o desembarque dos passageiros até a mesma aeronave estar pronta para decolar em um próximo voo;

6

(c) o tempo entre o término de um procedimento cirúrgico em uma sala de cirurgia de um hospital e o início do próximo procedimento na mesma sala;

(d) as atividades de *pitstop* durante uma corrida de Fórmula 1 (como se compara ao item (a), acima?).

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

BICHENO, J.; HOLWEG, M. *The lean toolbox*: the essential guide to lean transformation. 4. ed. Buckingham: PICSIE Books, 2010.

Um guia prático preparado por duas autoridades europeias em questão de práticas enxutas.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, v. 25, p. 420-437, 2007.

Uma excelente visão de como as ideias enxutas se desenvolveram.

HUMBLE, J.; MOLESKY, J.; O'REILLY, B. *Lean enterprise*: how high performance organizations innovate at scale. Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

Exemplo interessante de como (algumas) ideias enxutas se espalharam para fora da área convencional de administração da produção.

MANN, D. *Creating a lean culture*. 2. ed. New York: Productivity Press, 2010.

Trata do lado suave da filosofia enxuta.

MODIG, N.; AHLSTROM, P. *This is lean*: resolving the efficiency paradox. Estocolmo: Rheologica Publishing, 2012.

Um tratamento prático e de fácil leitura, embora intelectualmente coerente.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. *Lean thinking*: banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

Algumas das lições de *The Machine that Changed the World* (abaixo), mas aplicadas em um contexto mais amplo.

_____; ROOS, D. *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates, 1990.

Comprovadamente o livro mais influente sobre a prática de gestão de operações dos últimos 50 anos. Embora fortemente baseado no setor automobilístico, contribuiu muito para estabelecer a filosofia enxuta.

PARTE

IV

DESENVOLVIMENTO
16 – Melhoramento da produção
17 – Gestão da qualidade
18 – Gestão de risco e recuperação
19 – Gestão de projetos

Parte IV
DESENVOLVIMENTO

Mesmo quando a direção de uma operação é definida, seu projeto finalizado e seus resultados planejados e controlados, a tarefa do gerente de produção não está acabada. A melhor operação ainda precisará melhorar e se desenvolver, parte porque as expectativas dos clientes provavelmente aumentarão, parte porque seus concorrentes também estarão melhorando. Esta parte do livro examina quatro fatores-chave para o desenvolvimento da produção.

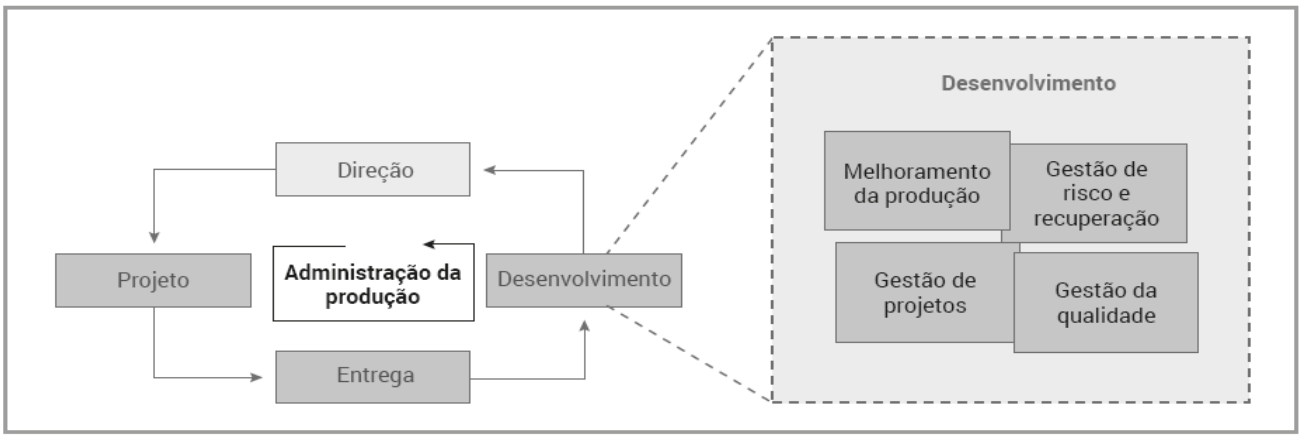
Os capítulos nesta parte são:

• **Capítulo 16: Melhoramento da produção** – Examina como os gerentes podem fazer com que sua operação melhore através dos muitos elementos das novas (e não tão novas) técnicas de melhoramento.

• **Capítulo 17: Gestão da qualidade** – Identifica algumas das ideias da gestão da qualidade e como elas podem ser usadas para facilitar o melhoramento.

• **Capítulo 18: Gestão de risco e recuperação** – Examina como os gerentes de produção podem reduzir o risco de as coisas saírem erradas e como eles podem se recuperar quando isso acontece.

• **Capítulo 19: Gestão de projetos** – Examina como os gerentes podem gerenciar o projeto (entre outras coisas) das atividades de melhoramento para organizar as mudanças que o melhoramento inevitavelmente requer.



16

MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Melhoramento significa fazer algo melhor. Todas as operações, não importa quão bem gerenciadas sejam, podem ser melhoradas. Naturalmente, de certa forma, toda a administração da produção preocupa-se em melhorar, mas existem alguns aspectos que se relacionam especificamente à atividade do próprio melhoramento. Todavia, houve uma época em que o melhoramento não era essencial para os gerentes de produção, de quem se esperava simplesmente "rodar a operação", "continuar com o show" e "manter o desempenho atual". As coisas mudaram. De fato, nos últimos anos a ênfase mudou muito no sentido de fazer do melhoramento uma das principais responsabilidades do gerente de produção. Além do mais, o estudo do melhoramento como uma atividade específica atraiu atenção significativa de acadêmicos e profissionais. Parte dessa atenção está focada nas técnicas e prescrições específicas, enquanto outra parte examina a filosofia básica do melhoramento. Os dois aspectos são abordados neste capítulo, pois ambos têm seu lugar no melhoramento eficaz. A Figura 16.1 mostra onde esse tópico se encaixa no modelo geral da administração da produção.

Questões-chave

- Por que o melhoramento é tão importante para a administração da produção?
- Quais são os elementos-chave do melhoramento da produção?
- Quais são as abordagens amplas para o melhoramento?
- Quais técnicas podem ser usadas para o melhoramento?
- Como gerenciar o processo de melhoramento?

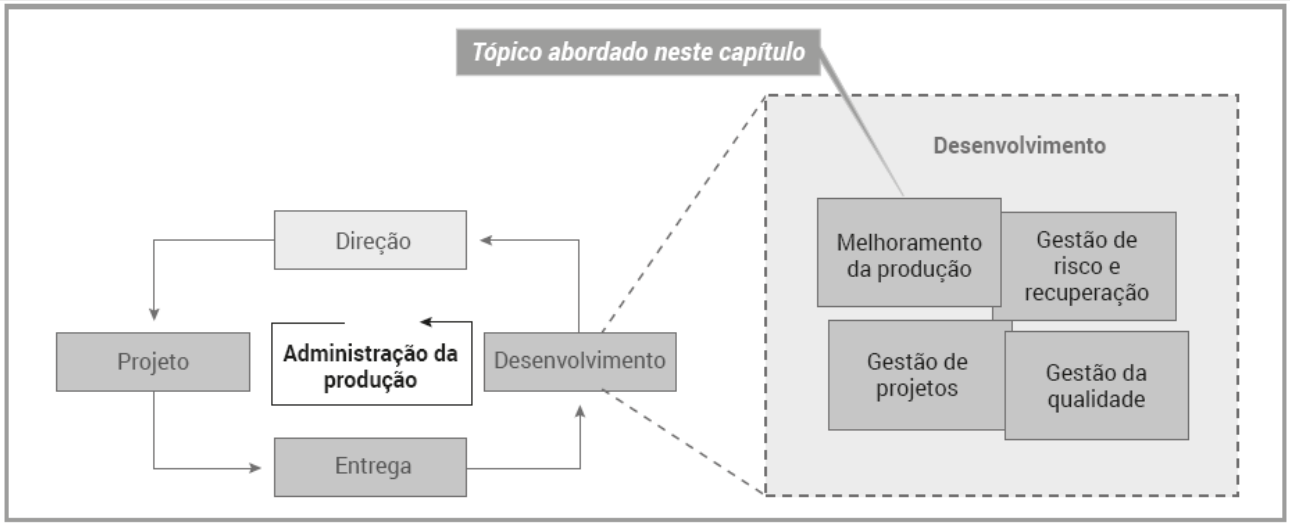


Figura 16.1 Este capítulo examina o melhoramento da produção.

POR QUE O MELHORAMENTO É TÃO IMPORTANTE PARA A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO?

Por que o melhoramento do desempenho é tão importante? Bem, quem não deseja melhorar? As empresas são (ou deveriam ser) o mesmo que pessoas – elas, geralmente, desejam melhorar. Não apenas por sua própria excelência, embora este possa ser um fator, mas principalmente porque melhorar o desempenho das operações tem impacto sobre o que qualquer organização deve fazer. Os serviços de emergência desejam deixar as pessoas sem estresse com maior rapidez e tratá-las melhor, porque ao fazer isso estão cumprindo seu papel de modo mais eficaz. As empresas de entrega de encomendas desejam entregar com maior confiabilidade, a custo mais baixo e reduzindo emissões de carbono, porque isso significa clientes mais satisfeitos, lucros maiores e menos poluição. As instituições de caridade para desenvolvimento desejam direcionar seu foco para melhorar as condições humanas da forma mais inteligente e eficiente possível, porque mais dinheiro chegará aos beneficiários, em vez de ser desperdiçado ou consumido na administração. Não surpreende que toda a ênfase da administração da produção tem mudado para enfatizar o melhoramento. Os gerentes de produção são avaliados não apenas sobre como assumem suas responsabilidades contínuas de fabricar produtos e prestar serviços em níveis de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo aceitáveis, mas também sobre como melhoram o desempenho da função produção global.

Princípio de administração da produção

O melhoramento do desempenho é o objetivo final das operações e da gestão de processos.

Por que foco no melhoramento?

Várias razões são sugeridas para explicar a mudança das atividades dos gerentes de produção para um foco no melhoramento:

■ Há um aumento percebido na intensidade das pressões competitivas (ou no "valor pelo dinheiro" nas operações do setor público ou sem fins lucrativos). De fato, os economistas questionam se esses mercados estão se tornando mais competitivos. Até aqui, no que diz respeito ao melhoramento, não importa; há uma *percepção* de uma maior pressão competitiva e, certamente, os proprietários das operações (acionistas ou o governo) estão menos propensos a tolerar baixos retornos ou menos valor pelo dinheiro investido.

■ A natureza do comércio mundial está mudando. Economias como China, Índia e Brasil estão emergindo como produtores e consumidores de produtos e serviços. Isso vem gerando vários efeitos que têm impactado as economias mais desenvolvidas. Introduziu pressões de custo nos países com custos relativamente altos de mão de obra e de infraestrutura; introduziu novos desafios para as empresas globalizadas, como gestão de cadeias de suprimento complexas; e acelerou a demanda por recursos (materiais, comida, energia) aumentando (ou desestabilizando) os preços dessas *commodities*.

■ A nova tecnologia tem introduzido oportunidades para melhorar a prática das operações e perturbar os mercados existentes. Veja como as operações no setor musical precisaram adaptar suas práticas de trabalho para o *downloading* e o *streaming* de música.

■ O interesse na melhoria das operações tem resultado no desenvolvimento de muitas novas ideias e abordagens para melhorar as operações que têm, por sua vez, focado a atenção no melhoramento. Quanto mais formas houver para melhorar as operações, mais as operações serão melhoradas.

■ O escopo da administração da produção tem ampliado de um assunto largamente associado à fabricação a outro que incorpora todos os tipos de empreendimentos e processos em todas as funções da empresa. Em razão desse escopo ampliado, os gerentes de produção têm visto como podem aprender uns com os outros, mesmo se suas operações e processos pareçam, à primeira vista, diferentes.

Efeito Rainha de Copas

O cientista Leigh Van Valen estava procurando descrever uma descoberta que fez enquanto estudava fósseis marítimos. Havia estabelecido que, não importava o tempo em que uma família de animais havia existido, a probabilidade de que essa família se extinguisse não era afetada. Em outras palavras, a luta pela sobrevivência nunca fica mais fácil. Entretanto, após uma espécie ajustar-se a seu ambiente, ela nunca pode relaxar. A analogia em que Van Valen se baseou foi extraída do livro de Lewis Carroll, *Alice através do espelho*. No livro, Alice encontrou peças de xadrez vivas e, em particular, a Rainha de Copas: *"Bem, em nosso país"*, disse Alice, ainda um pouco ofegante, *"geralmente você consegue chegar a algum outro lugar – se correr rápido durante muito tempo, como estamos fazendo". "Trata-se de um país lento"*, disse a Rainha. *"Você sabe, aqui e agora, é preciso correr para ficar no mesmo lugar. Se você deseja chegar a algum outro lugar, precisa correr pelo menos duas vezes mais rápido!"*[1]

Em muitos aspectos, isso ocorre com as empresas. Melhoramentos e inovações podem ser imitados ou acompanhados pelos concorrentes. Por exemplo, no setor automotivo, a qualidade dos produtos da maioria das empresas é significativamente melhor do que há duas décadas. Isso reflete o melhoramento dos processos operacionais das empresas. Todavia, sua posição competitiva relativa, em muitos casos, não mudou. As empresas que melhoraram sua posição competitiva aperfeiçoaram o desempenho de sua produção *mais do que* as concorrentes. Quando o melhoramento simplesmente igualou os concorrentes, a sobrevivência passou a ser o principal benefício. As implicações para o melhoramento das operações são claras. Isso é ainda mais importante, especialmente quando as empresas concorrentes estão melhorando ativamente suas operações.

Uma distinção importante na abordagem tomada pelas operações individuais é entre o melhoramento radical ou de "ruptura", por um lado, e o melhoramento contínuo ou "incremental", por outro.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Melhorando as operações de varejo da Sonae

O setor de varejo pode não parecer o mais provável local para o uso de abordagens de melhoramento mais geralmente associadas à fabricação, mas os 22.500 funcionários dos supermercados Continente da Sonae Corporation, em suas 170 lojas e dois centros de distribuição, têm demonstrado que qualquer tipo de empresa pode beneficiar-se. O programa de melhoramento das operações da Sonae foi originalmente uma resposta às mudanças nas leis trabalhistas de Portugal, que exigiam das empresas um mínimo de 35 horas de treinamento por ano, por funcionário. Jaime Maia, diretor de recursos humanos da Sonae, estava interessado em um treinamento que deveria ser feito no trabalho, e contratou uma empresa de

consultoria, o Kaizen Institute (KI), para ajudar, primeiro observando as operações diárias nos diversos supermercados da rede. Os resultados foram surpreendentes. O KI identificou uma quantidade significativa de desperdício (ou "*muda*", adotando a terminologia enxuta, conforme o Capítulo 15). Entretanto, quando Jaime Maia e o KI apresentaram suas ideias ao principal executivo de produção (COO – *chief operations officer*), suas fotografias mostrando vários exemplos de desperdício causaram algum desconforto; afinal, Sonae era a organização varejista mais bem-sucedida de Portugal. Todavia, o programa seguiu adiante, embora vários gerentes argumentassem que os princípios enxutos não funcionariam no comércio varejista.

Dentro de uma loja, os processos de *back-office* (de retaguarda) incluem o descarregamento de caminhões, direcionamento de bens para áreas de venda ou depósitos, atividades de limpeza, reposição de prateleiras e decoração da loja. Os processos de *front-office* (de linha de frente) incluem as áreas de vendas e as áreas dos caixas e de serviços aos clientes. As principais metas operacionais incluem o uso eficiente do espaço da loja, aumento das vendas por metro quadrado e a satisfação do cliente. O primeiro estágio do programa envolveu "recebimento de mercadorias" e "reposição nas prateleiras". Foram utilizadas ferramentas do pensamento enxuto simples como 5 S e gestão à vista (*veja* o Capítulo 15), bem como a ideia de "*gemba*" ou de fazer melhorias no local de trabalho. Após um seminário, cada gerente de loja precisou retornar e trabalhar com sua equipe para desenvolver e promover sessões de treinamento baseadas em um "manual de gestão enxuta", definir um plano e programa de ação, identificar as áreas de problemas e selecionar as ferramentas do pensamento enxuto a ser aplicadas. Como Jaime Maia explicou: *"Os melhoramentos foram sugeridos pelos gerentes de loja, de cima para baixo. Mas essas ideias foram imediatamente melhoradas e colocadas em prática pelas equipes das lojas, promovendo outros melhoramentos de modo contínuo"*.

Após apenas um ano, houve uma "explosão de criatividade" nas lojas. A produtividade aumentou, o estoque e as faltas de estoque foram reduzidos, e a satisfação dos clientes aumentou. Como Jaime Maia comentou, "[a melhoria contínua] *estimula uma boa atitude e um constante senso crítico"*. Um projeto de melhoramento típico envolveu a política da empresa para reposição nas prateleiras. Inicialmente, o estoque era reposto nas prateleiras durante o dia, à medida que as vendas ocorressem. Porém, isso significava que as movimentações dos produtos estavam restritas pelo fluxo de clientes e pela necessidade de manter a loja sempre limpa e arrumada. Assim, uma nova técnica foi testada. *"A loja é totalmente suprida antes da abertura pela manhã. Daí para frente, precisamos apenas fazer a manutenção mínima durante o dia. Há um momento do dia em que uma prateleira pode parecer estar bastante vazia. Entretanto, não há necessidade de repor os produtos, mas de simplesmente trazê-los de trás para a frente da prateleira, ou movê-los das prateleiras de cima para as que estão ao nível dos olhos do cliente"*, explicou Nuno Almeida, gerente regional de produção. Somente alguns bens de giro rápido precisavam ser repostos durante o dia, com a loja aberta.

Com o sucesso do programa, ele foi expandido pelo envolvimento de todos os funcionários. Um grupo diretivo formal foi criado, com reuniões gerais mensais e uma videoconferência a cada duas semanas para avaliar o progresso. Melhoramentos substanciais no desempenho continuaram, mas o progresso não foi uniforme. As lojas variavam de 87% de implementação até 37% de implementação. Assim, o grupo diretivo decidiu dar maior ênfase em *benchmarking* e aprendizagem.

E o futuro? *"Um desafio"*, disse Jaime Maia, *"é sustentar a motivação para o programa em toda a organização, após anos de sucessos contínuos"*. Ele também achou que o programa estava atingindo um novo ponto crítico e precisava ser reinventado. Até agora, os princípios enxutos haviam sido aplicados principalmente aos fluxos de materiais e à organização do local de trabalho. Os princípios enxutos poderiam ser estendidos aos fluxos de clientes?

Adaptado, com permissão, de um caso original preparado pelos Professores Rui Sousa e Sofia Salgado Pinto, Universidade Católica do Porto Business School, Portugal.

Mudança radical ou de ruptura

O melhoramento de ruptura radical (ou o melhoramento baseado na "inovação", como às vezes é chamado) é uma filosofia que assume que o principal veículo de melhoramento é uma mudança grande e representativa no modo como a operação funciona. A introdução de uma máquina nova e mais eficiente em uma fábrica, o reprojeto total de um sistema de reserva hoteleira baseado em computador e a introdução de um melhor programa de graduação em uma universidade são todos exemplos de melhoria de ruptura. O impacto desses melhoramentos é relativamente repentino e representa uma mudança substancial na prática (e, espera-se, no desempenho). Tais melhoramentos raramente são baratos, geralmente exigindo alto investimento de capital, frequentemente interrompendo os trabalhos em andamento da operação e envolvendo mudanças no produto/serviço ou na tecnologia do processo. A linha contínua da Figura 16.2(a) ilustra o padrão de desempenho com vários melhoramentos de ruptura. O padrão de melhoramento ilustrado pela linha tracejada na mesma figura é considerado por alguns como sendo mais representativo do que realmente ocorre quando as operações confiam em melhoramento de ruptura puro. O melhoramento de ruptura atribui alto valor às soluções criativas. Estimula o livre pensamento e o individualismo. É uma filosofia radical, tanto que promove uma abordagem para melhoramento que não aceita muitas restrições sobre o que é possível. "Começar com uma folha de papel em branco", "retornar aos princípios originais" e "repensar totalmente o sistema" são princípios típicos do melhoramento de ruptura.

Princípio de administração da produção
Às vezes, o melhoramento do desempenho requer mudança radical.

Melhoramento contínuo ou incremental

O melhoramento contínuo, como o nome implica, adota uma abordagem para melhoramento do desempenho que assume muitas pequenas etapas de melhoramentos incrementais. Por exemplo, modificar o modo com que um produto é fixado em uma máquina para reduzir o tempo de troca, simplificar a sequência das rotinas ao fazer uma reserva de hotel e reprogramar as datas de encerramento das tarefas de um curso universitário, suavizando, assim, a carga de trabalho dos alunos, são todos exemplos de melhoramentos incrementais. Embora não haja garantia de que tais pequenas etapas para o melhor desempenho serão acompanhadas de outras etapas, a filosofia completa do melhoramento contínuo tenta assegurar que elas serão. O melhoramento contínuo não está preocupado em promover pequenos melhoramentos *per se*. Entretanto, vê os pequenos melhoramentos como tendo vantagem significativa sobre os grandes melhoramentos – podem ser acompanhados relativamente sem problemas

por outros pequenos melhoramentos (*veja* a Figura 16.2(b)). O melhoramento contínuo também é conhecido como *kaizen*. *Kaizen* é uma palavra japonesa, cuja definição é dada por Masaaki Imai[2] (que é um dos principais proponentes do melhoramento contínuo), como segue: *"Kaizen significa melhoramento. Além disso, significa melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social e na vida de trabalho. Quando aplicado ao local de trabalho*, kaizen significa melhoramento contínuo que envolve todos – gerentes e também trabalhadores."

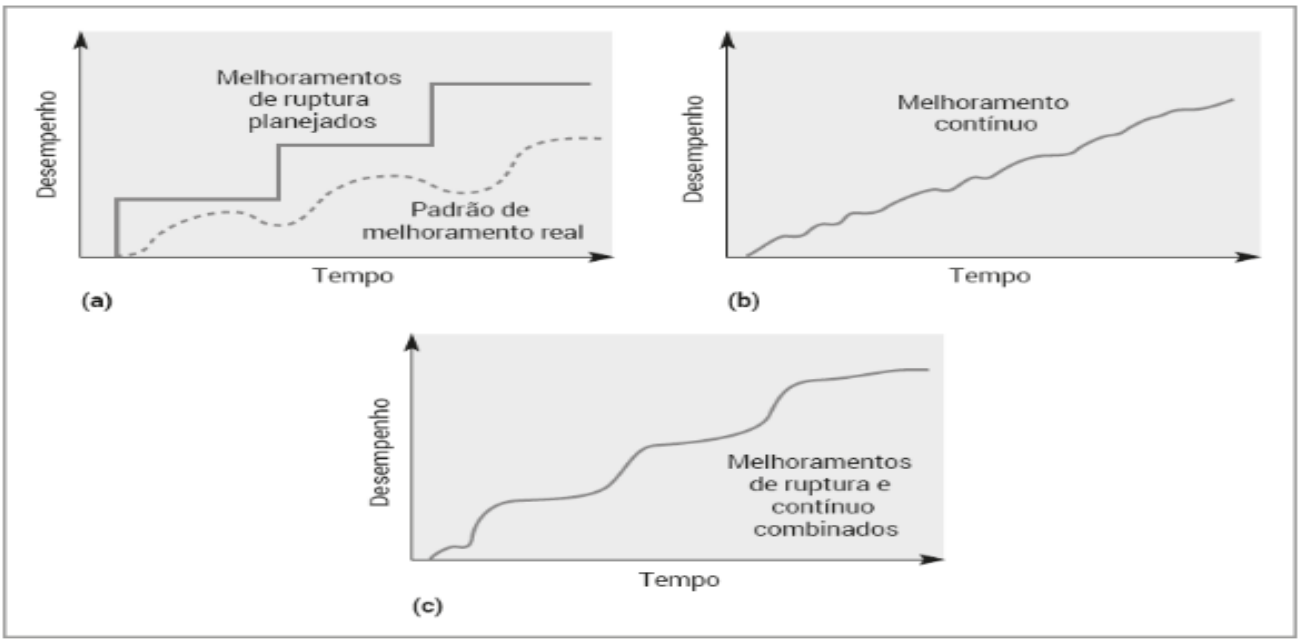


Figura 16.2 Padrões de melhoramento (a) de ruptura, (b) contínuo e (c) combinado.

No melhoramento contínuo, não é a *taxa* de melhoramento que é importante: é o *impulso* do melhoramento. Não importa se os melhoramentos sucessivos são pequenos; o importante é que em cada mês (semana, trimestre ou qualquer período que seja apropriado) algum tipo de melhoramento realmente ocorra.

Princípio de administração da produção
A melhoria do desempenho quase sempre se beneficia do melhoramento contínuo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Manifesto do *checklist*[3]

As metodologias de melhoramento estão frequentemente associadas a operações repetitivas. Desempenhar a mesma tarefa repetidamente significa que há muitas oportunidades para "fazer melhor". A ideia completa por trás do melhoramento contínuo deriva dessa ideia simples. Ao contrário, operações que precisam desempenhar as atividades mais difíceis, especialmente aquelas que exigem avaliação especializada e habilidade de diagnóstico, devem exigir igualmente abordagens de melhoramento complexas, certo? Não é bem assim, conforme Atul Gawande, médico do prestigiado hospital Johns Hopkins. O Dr. Gawande acha que o oposto é verdadeiro. Embora a medicina esteja avançando a uma taxa estonteante e os periódicos médicos produzam artigos resultantes de pesquisa avançada para um *pool* de conhecimento em expansão, a profissão médica não é tão boa em seus fundamentos. A ideia de Atul

Gawande é que as profissões "baseadas no conhecimento" estão em perigo de submergir sob o peso dos fatos. Os cientistas estão acumulando mais e mais informações e as profissões estão fragmentando em especializações cada vez mais estreitas. O Dr. Gawande conta a história de Peter Pronovost, especialista em casos críticos, no hospital Johns Hopkins, que em 2001 tentou reduzir o número de pacientes que ficavam infectados por conta do uso de cateter venoso central. Há cinco etapas que as equipes médicas podem adotar para reduzir as chances de contrair tais infecções. Inicialmente, Pronovost simplesmente pediu à equipe de enfermagem para observar se os médicos adotavam as cinco etapas. O que eles constataram foi que, em pelo menos um terço do tempo, os médicos não cumpriam uma ou mais das etapas. Assim, os enfermeiros foram autorizados a alertar os médicos que não cumpriam qualquer uma das etapas e, naturalmente, perguntavam se o cateter intravenoso central deveria ser avaliado. Como resultado da aplicação dessas simples regras estilo *checklist*, em dez dias a taxa de infecção caiu de 11% para zero. Em um hospital, foi calculado que, em um ano, esse método simples havia evitado 43 infecções, oito mortes e economizou cerca de $ 2 milhões. Usando a mesma abordagem de *checklist*, o hospital identificou e aplicou o método a outras atividades. Por exemplo, uma verificação em que os enfermeiros perguntavam aos pacientes sobre seus níveis de dor levou a uma grande redução de dores não tratadas, de 41% para 3%. De modo semelhante, o método simples de *checklist* ajudou a reduzir pela metade o tempo médio de internação dos pacientes em tratamento intensivo (UTI). Quando a técnica de Pronovost foi adotada por outros hospitais, em 18 meses, 1.500 vidas e $ 175 milhões foram poupados.

O Dr. Gawande descreve os *checklists* usados dessa forma como "rede cognitiva" – mecanismo que pode ajudar a evitar que pessoas experientes cometam erros devido à falha da memória ou de atenção e a assegurar que as equipes trabalhem em conjunto. *Checklists* simples são comuns em outras profissões. Os engenheiros civis os usam para ter certeza de que estruturas complicadas sejam montadas no prazo. Os *chefs* os utilizam para assegurar que a comida seja preparada exatamente de acordo com o gosto dos clientes. Companhias aéreas os utilizam para assegurar que os pilotos decolem com segurança e também para aprender a partir dos acidentes, agora relativamente raros. De fato, o Dr. Gawande está feliz ao reconhecer que os *checklists* não são uma ideia nova. Ele conta a história do protótipo do Boeing B17 Flying Fortress que caiu após decolar em seu voo experimental em 1935. A maioria dos especialistas disse que o bombardeiro era "complexo demais para voar". Frente ao insucesso, a Boeing investigou e descobriu que, confrontado com quatro motores em vez de dois, o piloto esqueceu-se de soltar uma alavanca vital de um mecanismo de bloqueio. Assim, a Boeing criou um *checklist* do piloto, no qual as ações fundamentais para os estágios do voo se tornaram parte obrigatória do trabalho do piloto. Nos anos seguintes, o B17 voou quase 2 milhões de milhas (3,2 milhões de quilômetros) sem um único acidente. Mesmo para os pilotos, muitos dos quais individualistas radicais, diz o Dr. Gawande, geralmente é a aplicação de procedimentos rotineiros que salva os aviões quando as coisas dão errado, em vez do "piloto-herói" tão saudado pela mídia. É disciplina, e não genialidade, que preserva a vida. De fato, é a disciplina que dá lugar para a genialidade florescer.

Aproveitamento ou exploração

Uma distinção estreitamente relacionada com aquela entre melhoria contínua e de ruptura é a que os teóricos da gestão fazem entre o que chamam de "aproveitamento" e "exploração". O aproveitamento é a atividade de aprimoramento de processos (e produtos) que já existem dentro de uma empresa. O foco do

aproveitamento está em criar eficiências em vez de mudar ou modificar os recursos ou processos radicalmente. A ênfase está no controle rigoroso do processo de melhoramento, padronização de processos, estruturas organizacionais claras e estabilidade organizacional. Os benefícios do aproveitamento costumam ser relativamente imediatos, incrementais e previsíveis. Eles também têm mais chance de ser melhor compreendidos pela empresa e se encaixar no seu quadro estratégico existente. A exploração, em contrapartida, preocupa-se com a exploração de novas possibilidades. Está associada à busca e reconhecimento de novas mentalidades e formas de fazer as coisas. Envolve experimentação, riscos, simulação de possíveis consequências, flexibilidade e inovação. Os benefícios da exploração são principalmente de longo prazo, mas podem ser relativamente difíceis de prever. Além disso, quaisquer benefícios ou descobertas que possam surgir podem ser tão diferentes daquilo com que a empresa está familiarizada que pode não ser fácil tirar proveito deles.

"Ambidestria" organizacional

É claro que as habilidades e capacitações organizacionais, para serem bem-sucedidas no aproveitamento, provavelmente serão muito diferentes das que são necessárias para a exploração radical de novas ideias. De fato, as duas visões do melhoramento podem estar ativamente em conflito. O foco em explorar completamente opções totalmente novas pode consumir tempo e esforço gerencial e os recursos financeiros que, de outra forma, seriam usados para refinar as formas de fazer as coisas existentes, reduzindo a eficácia da melhoria dos processos existentes. Por outro lado, se os processos existentes forem melhorados ao longo do tempo, pode haver menos motivação para experimentar novas ideias. Assim, embora tanto o aproveitamento como a exploração possam trazer benefícios, podem competir tanto por recursos como por atenção da gerência. É aqui que o conceito de "ambidestria organizacional" se torna importante. A ambidestria organizacional significa a capacidade de uma empresa tanto para aproveitar como explorar, enquanto busca o melhoramento; significa poder competir em mercados maduros, onde a eficiência é importante, melhorando os recursos e processos existentes, ao mesmo tempo em que competem em novas tecnologias e/ou mercados onde é necessário haver novidade, inovação e experimentação.

Princípio de administração da produção

Ambidestria organizacional é a capacidade de aproveitar as capacitações existentes e explorar novas capacitações na busca por melhoramento.

Estrutura das ideias de melhoramento

Houve centenas de ideias relacionadas à melhoria das operações que foram propostas nas últimas décadas. Para entender como estas ideias se relacionam entre si, é importante distinguir entre quatro aspectos da melhoria:

■ Os *elementos* contidos nas abordagens de melhoria – estas são as ideias fundamentais do que melhora as operações. Eles são os "blocos de construção" do melhoramento.

■ As amplas *abordagens* de melhoramento – estes são os conjuntos subjacentes de crenças que formam uma filosofia coerente e moldam a forma como a melhoria deve ser realizada. Algumas abordagens de melhoramento têm sido utilizadas há mais de um século (por exemplo, algumas abordagens de estudo de trabalho; *veja* no Capítulo 9), outras são relativamente recentes (por exemplo, Seis Sigma, explicado mais

adiante). Mas não pense que as abordagens para o melhoramento são diferentes em todos os aspectos; existem muitos elementos que são comuns a várias abordagens.

■ As *técnicas* de melhoramento – há muitas técnicas, métodos e ferramentas "passo a passo" que podem ser usadas para ajudar a encontrar melhores maneiras de fazer as coisas, algumas das quais usam modelagem quantitativa e outras são mais qualitativas.

■ A *gestão* do melhoramento – como o processo de melhoramento é gerenciado é tão importante, se não mais importante, do que compreender os elementos e as abordagens de melhoramento. Recursos devem ser adquiridos, a atividade de melhoramento deve ser organizada e, geralmente, controlada para que ela seja eficaz em realmente conquistar melhorias demonstráveis.

O restante deste capítulo tratará cada um desses aspectos do melhoramento. A melhor maneira de entender o melhoramento é lidar primeiro com os elementos contidos nas abordagens de melhoramento, depois ver como eles se juntam para formar amplas abordagens de melhoramento e, em seguida, examinar algumas técnicas típicas de melhoramento, antes de analisar brevemente como o melhoramento das operações pode ser administrado. A Figura 16.3 ilustra a estrutura dos quatro aspectos da melhoria.

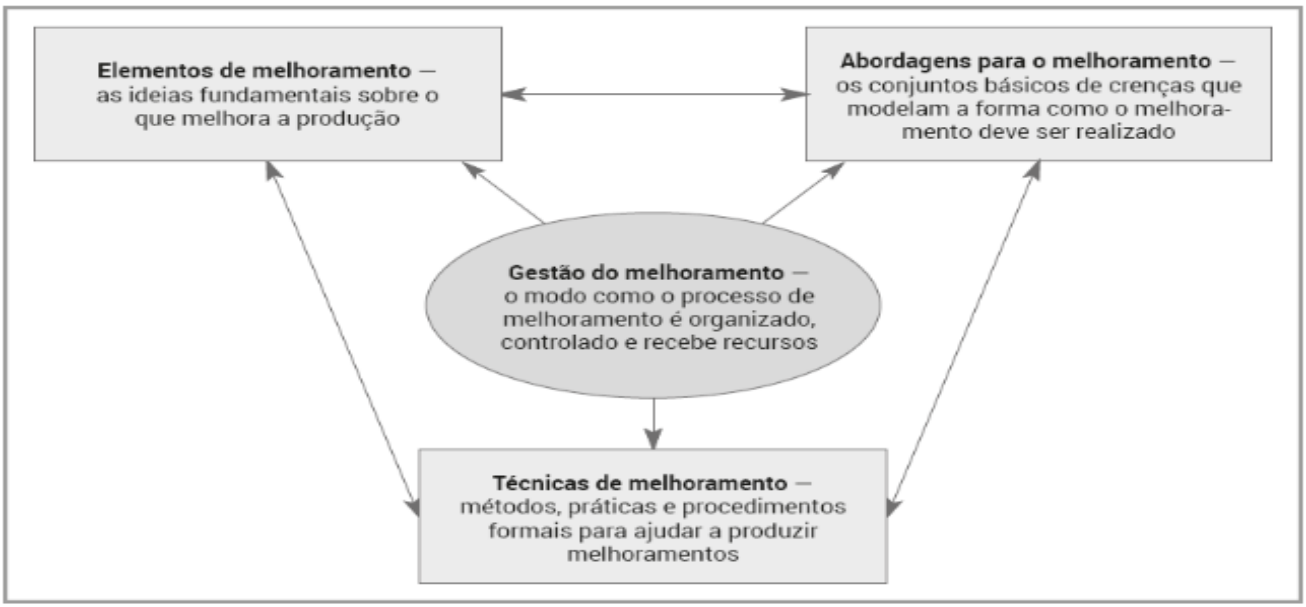


Figura 16.3 A estrutura das ideias de melhoramento.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Anarquia na 6Wunderkinder[4]

Este é um problema que toda empresa criativa enfrenta – como você se organiza para que possa manter algum tipo de controle sobre o que está acontecendo na empresa, sem inibir a criatividade do pessoal que você está pagando para ser criativo? Quando a 6Wunderkinder de Berlim, o desenvolvedor de "Wunderlist", a ferramenta de gerenciamento de tarefas, foi fundada em 2010 com apenas seis pessoas, foi relativamente fácil promover uma atmosfera criativa e inovadora. Mas, quando a empresa cresceu dez vezes, ficou mais difícil preservar o "espírito inicial". Chad Fowler, Diretor de Tecnologia da empresa, compreende a importância de manter a cultura inovadora: "*Provavelmente, cada empresa quer manter a*

sensação de ser uma start-up, não importa o tamanho a que chegaram." À medida que a empresa crescia, usava vários mecanismos para preservar o "espírito de *start-up*", como o "Wundercamp" anual, quando todos os funcionários passam uma semana fora, nas cabanas da floresta da Bavária ou na costa do Báltico, e a "Sexta-feira sexy", quando os desenvolvedores recebem um dia por semana para buscar suas próprias paixões, com o objetivo de desafiar os padrões de trabalho estabelecidos e incentivar o pensamento novo. Christian Reber, executivo-chefe alemão e cofundador, diz: "*Em uma linha de montagem você sempre obtém o trabalho que você espera. As pessoas não questionam o que você lhes manda fazer. O que nós, aqui, tentamos alcançar, é que regularmente recebemos o fator 'uau' ... se todos atuarem como CEO, eles tomam as decisões, se são responsáveis por seus próprios projetos, então isso muda completamente a dinâmica*." A hierarquia relativamente plana também é uma vantagem na retenção de pessoal qualificado, em um setor onde a competição pelos melhores desenvolvedores pode ser feroz. "*O* pool *de talentos é extremamente limitado, as pessoas escolhem o local de trabalho, especialmente os desenvolvedores, baseando-se mais na atmosfera de trabalho – a cultura, em vez do salário*", diz Christian Reber.

ELEMENTOS-CHAVE DO MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

Os elementos do melhoramento são as ideias fundamentais básicas e individuais do próprio melhoramento. Pense nesses elementos de melhoramento como os blocos de construção das várias abordagens de melhoramento que examinaremos a seguir. Aqui explicamos alguns, mas não todos (há muitos) os elementos mais comuns atualmente em uso.

Princípio de administração da produção
As várias abordagens para o melhoramento decorrem de um grupo comum de elementos.

Ciclos de melhoramento

Um elemento importante em algumas abordagens de melhoramento é o uso de um processo literalmente interminável de questionamento e requestionamento do trabalho detalhado de um processo ou atividade. Esse questionamento repetido e cíclico é normalmente resumido na ideia de ciclo de melhoramento, do qual há muitos, mas dois são os modelos amplamente usados – o ciclo PDCA (às vezes denominado ciclo de Deming, nome do famoso "guru" W. E. Deming) e o ciclo DMAIC, que se tornou popular pela abordagem Seis Sigma (veja mais adiante). O modelo do ciclo PDCA é mostrado na Figura 16.4(a). Começa com o estágio P (de planejar) que envolve um exame do método atual ou do problema que está sendo estudado. Isso envolve coletar e analisar dados, de modo a formular um plano de ação destinado a melhorar o desempenho. Uma vez um plano para melhoramento ter sido acordado, o próximo passo é o estágio D (de fazer, *to do*). Esse é um estágio de implementação durante o qual o plano é testado na operação. Esse estágio pode envolver-se em um pequeno ciclo PDCA à medida que os problemas de implementação são resolvidos. A seguir, vem o estágio C (de checar), em que a nova solução implementada é avaliada para verificar se resultou no melhoramento de desempenho esperado. Finalmente, pelo menos para esse ciclo, vem o estágio A (de agir). Durante esse estágio, a mudança é consolidada ou padronizada, se for bem-sucedida. Alternativamente, se a mudança não for bem-sucedida, as lições aprendidas na experimentação são formalizadas antes que o ciclo comece novamente.

O ciclo DMAIC é de vários modos mais intuitivamente óbvio do que o ciclo PDCA, uma vez que segue uma abordagem mais "experimental" (Figura 16.4(b)). O ciclo DMAIC inicia-se com (D) a definição do

problema ou dos problemas, parcialmente para entender o escopo do que precisa ser feito e, parcialmente, para definir exatamente as exigências de melhoramento do processo. Frequentemente, nesse estágio é estabelecida uma meta ou um alvo formal para o melhoramento. Após a definição, vem o estágio de mensuração (M). Esse estágio envolve validar o problema para se assegurar de que é, realmente, um problema que vale a pena ser resolvido, usando dados para aperfeiçoá-lo e mensurar exatamente o que está ocorrendo. Uma vez estabelecidas essas medições, elas podem ser analisadas. O estágio de análise (A) é, às vezes, visto como uma oportunidade para desenvolver hipóteses quanto às raízes reais do problema. Essas hipóteses são validadas (ou não) pela análise, e as principais causas do problema são identificadas. Uma vez identificadas as causas do problema, inicia-se o trabalho de melhoramento (I, ou *improving*) do processo. Desenvolvem-se ideias para remover as causas dos problemas, testam-se soluções, e as que parecem funcionar são implementadas, formalizadas, e os resultados, medidos. O processo aprimorado precisa, então, ser continuamente monitorado e controlado (C) para checar se o nível de melhoramento é sustentável. Após esse ponto, o ciclo inicia-se novamente e define os problemas que impedem melhoramentos adicionais. Lembre-se que o último ponto de ambos os ciclos é o mais importante – quando o ciclo começa de novo. Apenas ao aceitar que a filosofia do melhoramento contínuo desses ciclos literalmente nunca termina é que o melhoramento torna-se parte do trabalho de todos.

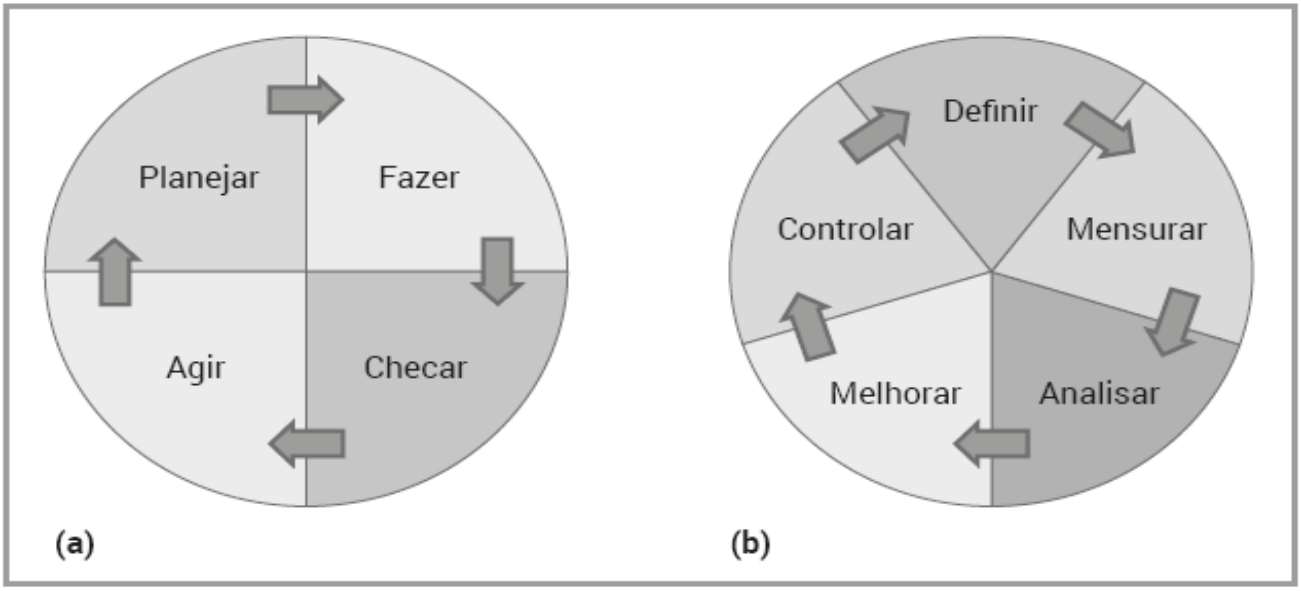


Figura 16.4 (a) ciclo planejar – fazer – checar – agir ou ciclo de melhoramento de "Deming" e (b) ciclo definir – mensurar – analisar – melhorar – controlar, ou ciclo de melhoramento Seis Sigma DMAIC.

Uma perspectiva de processo

Mesmo que algumas abordagens de melhoramento não incluam explícita ou formalmente a ideia de que adotar uma perspectiva de processo deve ser central para o melhoramento das operações, quase todas fazem isso implicitamente. Isso oferece duas grandes vantagens. Primeiro, significa que o melhoramento pode ser focado no que realmente acontece em vez de na parte da organização que tem responsabilidade pelo que acontece. Em outras palavras, se o melhoramento não estiver refletido no processo de criação

de produtos e serviços, realmente não se trata de um melhoramento. Segundo, como mencionamos anteriormente, todas as partes da empresa gerenciam processos. Isso é o que denominamos produção como uma atividade em vez de produção como uma função. Portanto, se o melhoramento for descrito em termos de como os processos podem tornar-se mais efetivos, essas mensagens terão relevância para todas as outras funções da empresa, além da função produção.

Processos ponta a ponta

Algumas abordagens de melhoramento adotam ainda uma perspectiva de processo e prescrevem exatamente como o processo deve ser organizado. Por exemplo, uma das prescrições mais radicais de reengenharia de processos de negócio (BPR – *business process reengineering*, veja mais adiante) é a ideia de que a produção deve ser organizada em torno do processo total que agrega valor aos clientes, em vez de nas funções ou atividades que desempenham os vários estágios da atividade de agregação de valor. Já indicamos a diferença entre processos convencionais dentro de uma função especialista e um processo de negócio ponta a ponta (*veja* no Capítulo 1). Identificadas as necessidades dos clientes, elas são totalmente atendidas por um processo de negócio "ponta a ponta". De fato, os processos são projetados especificamente para fazer isso, e é por esse motivo que, frequentemente, rompem as fronteiras organizacionais. A Figura 16.5 ilustra essa ideia.

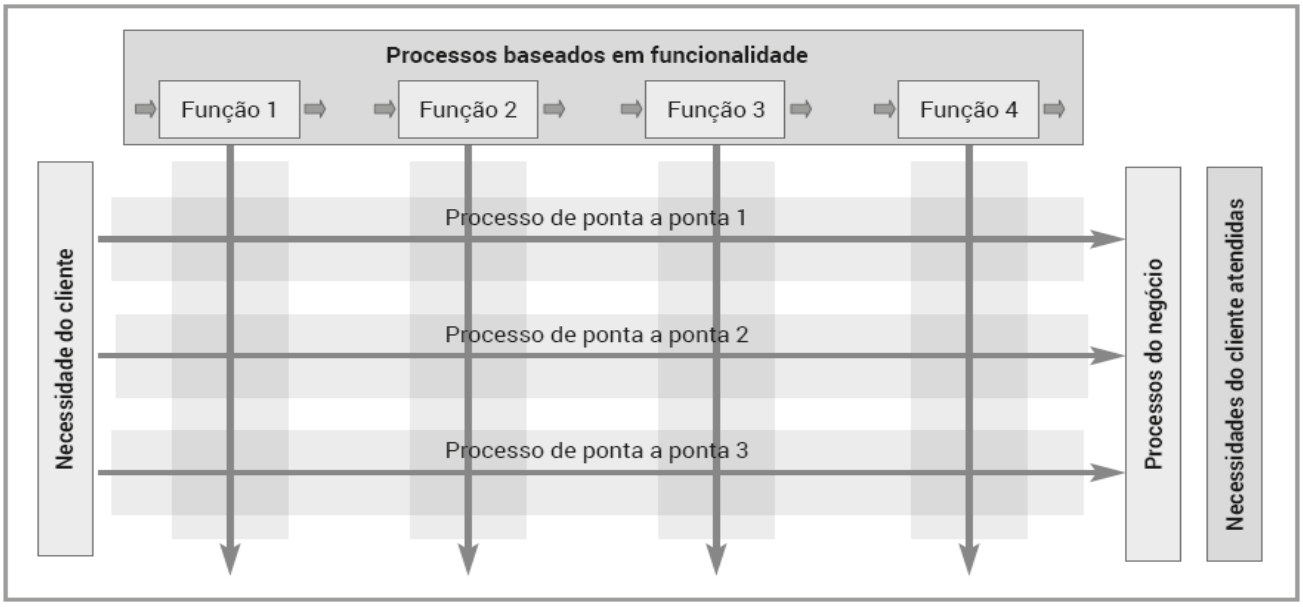


Figura 16.5 BPR defende a reorganização (reengenharia) de micro-operações para refletir os processos de negócio naturais focados no cliente.

Solução de problemas baseada em evidência

Em anos recentes, tem havido um ressurgimento do uso de técnicas quantitativas nas abordagens de melhoramento. Seis Sigma (veja mais adiante), em particular, promove o uso sistemático de evidência (preferencialmente quantitativa). Todavia, Seis Sigma não é a primeira das abordagens de melhoramento a usar métodos quantitativos (por exemplo, alguns dos gurus de TQM promoveram controle estatístico do processo – CEP), embora tenha dado muita ênfase ao uso de evidência quantitativa. De fato, grande

parte do treinamento considerável exigido por consultores de Seis Sigma é dedicado ao domínio de técnicas analíticas quantitativas. Entretanto, os métodos estatísticos usados nas atividades de melhoramento nem sempre refletem o conhecimento estatístico acadêmico convencional propriamente dito. Enfatizam métodos observacionais de coleta de dados e uso de experimentação para examinar hipóteses. As técnicas incluem métodos gráficos, análise de variância e projeto de experimento fatorial de dois níveis. Por trás do uso dessas técnicas há uma ênfase ao método científico, respondendo apenas à evidência consistente e usando *software* de estatística para facilitar a análise.

Centralidade no cliente

Há pouco valor no melhoramento, a menos que atenda às exigências dos clientes. Entretanto, na maioria das abordagens de melhoramento, atender às expectativas dos clientes significa mais do que isso. Envolve toda a organização no entendimento da importância central dos clientes para seu sucesso e mesmo para sua sobrevivência. Os clientes não são vistos como externos à organização, mas como a parte mais importante. Entretanto, a ideia de estar centrado nos clientes não significa que eles devem ser atendidos com tudo que desejam. Embora "O que é bom para o cliente" possa, frequentemente, ser o mesmo que "O que é bom para a empresa", nem sempre funciona assim. Os gerentes de produção estão sempre tendo que encontrar um equilíbrio entre o que os clientes gostariam e o que a operação pode oferecer (ou deseja oferecer).

Voz do cliente (VoC)

A "voz do cliente" (VOC) é uma ideia que está diretamente relacionada à centralidade no cliente. O termo significa identificar as exigências, expectativas e percepções do cliente em alguma profundidade. Às vezes, o exercício da VOC é feito como parte do desenvolvimento do novo produto ou serviço, como parte do desdobramento da função qualidade (QFD – *quality function deployment*) (explicado no Capítulo 4). Às vezes, é parte de uma atividade mais geral de melhoramento. Há vários modos de fazer isso, mas, geralmente, envolve usar pesquisa de mercado para derivar um conjunto abrangente de exigências do cliente, ordenado em uma estrutura hierárquica, frequentemente priorizada para indicar a importância relativa dos diferentes aspectos do desempenho das operações.

Sistemas e procedimentos

Melhoramento não é algo que acontece simplesmente ao se fazer com que todos "pensem em melhoramento". Algum tipo de sistema que apoia o esforço de melhoramento pode ser necessário. Um sistema de melhoramento (às vezes, denominado "sistema de qualidade") é definido como: *"a estrutura, as responsabilidades, os procedimentos, os processos e os recursos para implementar a gestão de qualidade"*.[5] Ele deve (...) *"definir e cobrir todas as facetas da operação de uma organização, desde identificar e atender às necessidades e exigências dos clientes, ao projeto, planejamento, compras, fabricação, embalagem, estocagem, entrega e serviço, acompanhadas de todas as atividades relevantes envolvidas nessas funções. Lida com organização, responsabilidades, procedimentos e processos. Em termos mais simples, [o sistema de melhoramento] é uma boa prática de gestão"*.[6]

Reduza a variação do processo

Os processos mudam ao longo do tempo, e o mesmo ocorre com seu desempenho. Algum aspecto do desempenho do processo (normalmente importante) é medido periodicamente (como uma medição simples ou como uma pequena amostra das medições). Esses processos são depois plotados em uma escala de tempo simples. Isso oferece diversas vantagens. A primeira é verificar se o desempenho do processo é, por si só, aceitável (capaz). Podem também ser usados para verificar se o desempenho do processo está mudando ao longo do tempo e também a extensão da variação do desempenho do processo. No Capítulo 17, ilustramos como a variação aleatória do desempenho de qualquer processo pode ocultar o que realmente estava ocorrendo no processo. Assim, um método potencialmente útil de identificar oportunidades de melhoramento é tentar identificar as fontes de variação aleatória no desempenho do processo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Melhoramento na Heineken[z]

A Heineken International fabrica e comercializa cerveja no mundo inteiro, com vendas crescentes, especialmente de suas marcas Heineken e Amstel. Entretanto, o crescimento das vendas pode colocar pressão em todas as operações da empresa. Por exemplo, as instalações de Zoeterwoude, fábrica que enche garrafas e latas na Holanda, tem aumentado seu volume entre 8% e 10% por ano, de forma regular. A empresa enfrentava dois desafios. Primeiro, precisava melhorar seus processos de produção para reduzir custos. Segundo, dado que precisaria de um ano para construir uma nova linha de produção, necessitava aumentar a eficiência de suas linhas existentes de modo a ampliar sua capacidade. Portanto, aprimorar sua eficiência era vital se a fábrica estivesse disposta a cortar custos e a criar capacidade extra necessária para retardar o investimento em uma nova linha de produção.

O objetivo do projeto de melhoramento era ampliar a eficiência operacional do equipamento da fábrica. Estabelecer o alvo de 20% de melhoramento era importante por ser ao mesmo tempo desafiador e alcançável, além de atender aos objetivos de custo e capacidade. Também se decidiu focar o projeto de melhoramento ao redor de dois temas. Primeiro, obter dados operacionais precisos que pudessem ser convertidos em informações empresariais úteis para servir de base às decisões de melhoramento. Segundo, mudar a cultura da operação para promover tomada de decisão rápida e eficaz. Ter acesso a informações precisas e atualizadas ajudaria as pessoas em todos os níveis da fábrica, bem como ajudaria a encorajar os funcionários a focalizar no *melhoramento*, em como fazer melhor seu trabalho em vez de simplesmente "fazer o trabalho". Antes do melhoramento, a equipe de projeto da fábrica de Zoeterwoude havia abordado o problema como uma atividade *ad hoc*, que deveria ser feita apenas quando as circunstâncias a tornavam inevitável. A iniciativa de melhoramento ensinou à equipe como usar técnicas de solução de problemas, como diagramas de causa e efeito e diagramas de Pareto (discutidos mais adiante neste capítulo). Outras técnicas incluem a análise para melhoramento da manutenção dos equipamentos e a análise dos modos e efeitos das falhas (FMEA) (ambas discutidas no Capítulo 18). *"Até começarmos a usar essas técnicas"*, afirma Wilbert Raaijmakers, diretor da Heineken Netherlands Brewery, *"havia pouco consenso sobre o que estava causando qualquer problema. Havia pouca comunicação entre os vários departamentos e entre os níveis hierárquicos. Por exemplo, a equipe de manutenção acreditava que as paradas de produção eram causadas por erros dos operadores, enquanto os operadores*

tinham a opinião de que a má manutenção era a causa dos problemas". O uso de melhores informações e técnicas de análise e aprimoramento ajudou a equipe a identificar e a tratar as causas dos problemas. Com muitos aprimoramentos em potencial para realizar, as equipes eram encorajadas a estabelecer prioridades que refletiriam a meta geral de melhoramento. Também se usou amplamente o desempenho de *benchmarking* em relação aos alvos, periodicamente, para que o progresso pudesse ser analisado.

Ao final de 12 meses o projeto de melhoramento havia atingido seu objetivo de 20% em todas as linhas de envasamento da fábrica. Isso permitiu que a fábrica aumentasse o volume de exportação e cortasse significativamente seus custos. Não apenas este, mas também outros aspectos do desempenho da fábrica melhoraram. Até esse ponto, a fábrica havia acumulado a má reputação em confiabilidade de entrega. Após o projeto, a operação passou a ser vista por outras operações da cadeia de suprimento como uma parceira muito mais confiável. Todavia, Wilbert Raaijmakers ainda vê espaço para melhoramento. *"A otimização de uma organização é um processo que nunca termina. Se você relaxa e deixa para fazer a mesma coisa amanhã, nunca será bem-sucedido. Devemos ficar alertas para os últimos desenvolvimentos e levar a informação resultante ao seu potencial pleno*."

Fluxo sincronizado

Esta é outra ideia que já vimos anteriormente – no Capítulo 15, como parte da filosofia enxuta. Fluxo sincronizado significa que os itens de um processo, operação ou rede de suprimento fluem suavemente e com a mesma velocidade do início ao fim. Isso está relacionado ao modo como o estoque se acumula dentro da operação. Se o estoque for acumulado para suavizar as diferenças entre demanda e suprimento, ou como uma contingência contra atrasos inesperados, ou simplesmente para agrupar com propósitos de processamento ou melhoramento, tudo isso significa que o fluxo torna-se assíncrono. Ele fica estocado em vez de prosseguir suavemente. Uma vez que esse estado de sincronização perfeita do fluxo é atingido, torna-se mais fácil expor quaisquer irregularidades do fluxo, o que pode ser o sintoma de mais problemas subjacentes de origem profunda.

Enfatize educação e treinamento

Diversas abordagens de melhoramento importantes reforçam a ideia de que o treinamento estruturado e a organização do melhoramento devem ser centrais ao melhoramento. Não apenas as técnicas de melhoramento devem ser plenamente compreendidas por todos os engajados no processo de melhoramento, mas o contexto empresarial e organizacional do melhoramento também deve ser compreendido. Afinal, como alguém pode melhorar sem saber que tipo de melhoramento beneficiaria mais a organização e seus clientes? Além disso, a educação e o treinamento têm parte importante a exercer na motivação de todos os funcionários para ver o melhoramento como uma atividade que vale a pena. Algumas abordagens de melhoramento em particular colocam grande ênfase na educação formal. Por exemplo, Seis Sigma (veja posteriormente) e seus proponentes exigem frequentemente um nível mínimo de treinamento (medido em horas) que julgam necessário antes de os projetos de melhoramento serem empreendidos.

Perfeição é a meta

Quase todos os programas de melhoramento amplo das organizações terão algum tipo de meta ou alvo que o esforço de melhoramento deve atingir. Embora os alvos possam ser estabelecidos de formas muito diferentes, algumas autoridades de melhoramento assumem que medir o desempenho do processo contra algum tipo de alvo absoluto encoraja o melhoramento. Teoricamente, "alvo absoluto" significa o nível de perfeição, por exemplo, zero erro, entrega instantânea, entregar absolutamente quando prometido, flexibilidade infinita, desperdício zero etc. Sem dúvida, na realidade, tal perfeição pode nunca ser atingível. Esse não é o ponto. O importante é que o desempenho atual que pode ser calibrado contra esse alvo de perfeição para indicar quanto melhoramento a mais será possível. Por exemplo, melhorar a precisão de entrega em 5% pode parecer bom até se perceber que apenas um melhoramento de 30% eliminaria todos os atrasos de entrega.

Identificação de desperdício

Quaisquer abordagens de melhoramento aspiram eliminar o desperdício. De fato, qualquer melhoramento implica que algum desperdício foi eliminado, onde o desperdício é qualquer atividade que não agrega valor. Entretanto, a identificação e a eliminação do desperdício são, às vezes, uma característica central. Por exemplo, como discutimos no Capítulo 15, comprovadamente, esta é a parte mais significativa da filosofia enxuta (*lean*).

Inclua todos

Aproveitar as habilidades e o entusiasmo de todas as pessoas e de todas as partes da organização parece um princípio óbvio de melhoramento. Às vezes, a frase "qualidade na fonte" é usada para reforçar o impacto que cada indivíduo tem sobre o melhoramento. A contribuição de todos os indivíduos na organização pode ir além de entender sua contribuição a "não cometer erros". Espera-se que os indivíduos tragam algo positivo para melhorar o modo como eles desempenham suas tarefas. Os princípios de *empowerment* são frequentemente citados como apoio a esse aspecto do melhoramento. Quando as práticas japonesas de melhoramento passaram a migrar no final dos anos 1970, essa ideia parecia ainda mais radical. Todavia, agora é geralmente aceito que a criatividade e o esforço individual de todos os funcionários representam uma valiosa fonte de desenvolvimento. Entretanto, nem todas as abordagens de melhoramento adotam essa ideia. Algumas autoridades acreditam que pequeno número de consultores ou especialistas de melhoramento interno oferecem um melhor método de organizar o melhoramento. Contudo, essas duas ideias não são incompatíveis. Mesmo com especialistas em melhoramento sendo contratados para liderar esforços de melhoramento, os funcionários que realmente operam o processo podem ainda ser usados como fonte valiosa de informação e de ideias de melhoramento.

Desenvolva relacionamentos internos entre cliente e fornecedor

Uma das melhores formas de assegurar que os clientes externos estejam satisfeitos é estabelecer a ideia de que cada parte da organização contribui para a satisfação desses clientes ao satisfazer seus próprios clientes internos. Essa ideia foi introduzida no Capítulo 15, assim como o conceito relacionado de acordos

de nível de serviço (SLAs). Significa reforçar que cada processo em uma operação tem responsabilidade em gerenciar esses relacionamentos internos entre cliente e fornecedor. Isso é feito, principalmente, ao definir com maior clareza possível quais são suas *exigências* e as *exigências* de seus clientes. De fato, isso significa definir o que constitui o serviço "isento de erro" – a qualidade, a velocidade, a confiabilidade e a flexibilidade exigidas pelos clientes internos.

ABORDAGENS AMPLAS PARA GERENCIAR O MELHORAMENTO

Com abordagens amplas para o melhoramento, queremos dizer os conjuntos subjacentes de crenças que formam uma filosofia coerente e modelam o modo como o melhoramento deve ser realizado. Mas não pense que as abordagens de melhoramento são diferentes em todos os aspectos; existem muitos elementos que são comuns a todas as abordagens. Algumas dessas abordagens foram ou serão descritas em outros capítulos. Por exemplo, a abordagem enxuta (Capítulo 15) e a TQM (Capítulo 17) são discutidas em algum detalhe. Assim, nesta seção, reexaminaremos brevemente TQM e a abordagem enxuta, especificamente, de uma perspectiva de melhoramento, e também acrescentaremos duas outras abordagens – reengenharia de processos de negócio (BPR) e Seis Sigma.

Princípio de administração da produção
Não há nenhuma abordagem universal para o melhoramento.

Gestão da qualidade total como abordagem de melhoramento

A gestão da qualidade total (TQM – *total quality management*) foi um dos primeiros "modismos" da administração. Seu pico de popularidade foi no final da década de 1980 e início dos anos 1990. Todavia, os preceitos e princípios gerais que constituem a TQM são ainda fortemente influentes. Poucos gerentes, quase nenhum, não ouviram falar de TQM e seu impacto no melhoramento. De fato, a TQM chegou para ser vista como uma abordagem para a forma como as operações e processos deveriam, de modo geral, ser gerenciados e melhorados. É considerada mais como uma filosofia de como abordar o melhoramento. Essa filosofia, acima de tudo, reforça o componente "total" da TQM. É uma abordagem que posiciona a qualidade (e, de fato, o melhoramento) no âmago de tudo que é feito por uma operação. Essa totalidade pode ser resumida pelo modo como a TQM enfatiza particularmente os seguintes elementos (*veja* o Capítulo 17):

- Atender às necessidades e expectativas dos clientes.
- O melhoramento abrange todas as partes da organização (e deve ser baseado no grupo).
- O melhoramento inclui todas as pessoas da organização (e o sucesso é reconhecido).
- Inclui todos os custos de qualidade.
- Contribuir para que as coisas sejam feitas "corretamente na primeira vez", isto é, o projeto está centrado na qualidade, e não na inspeção.
- Desenvolver sistemas e procedimentos que apoiam o melhoramento.

Filosofia enxuta como abordagem de melhoramento

A ideia de filosofia enxuta (*lean*) difundiu-se além de suas origens japonesas e tornou-se moda no Ocidente ao mesmo tempo em que a TQM. Embora sua popularidade não tenha diminuído na mesma extensão que a da TQM, mais de 25 anos de experiência diminuíram a motivação uma vez associada a essa abordagem. Porém, ao contrário da TQM, a filosofia enxuta era, inicialmente, vista como uma abordagem a ser usada exclusivamente em manufatura. Agora, a filosofia enxuta tornou-se a mais nova moda como uma abordagem que pode ser aplicada às operações de serviço. Como um lembrete (*veja* o Capítulo 15), a abordagem enxuta visa atender instantaneamente à demanda, com qualidade perfeita e sem desperdício. Os elementos-chave da filosofia enxuta, quando usados como abordagem de melhoramento, são os seguintes:

- centralização no cliente;
- relacionamentos entre fornecedor e cliente interno;
- perfeição é a meta;
- fluxo sincronizado;
- variabilidade reduzida;
- inclusão de todas as pessoas;
- eliminação do desperdício.

Algumas organizações, especialmente agora que a filosofia enxuta está sendo aplicada de forma mais ampla nas operações de serviço, visualizam a eliminação de desperdício como o mais importante de todos os elementos da abordagem enxuta. De fato, às vezes, elas veem a abordagem enxuta como consistindo quase exclusivamente em eliminação do desperdício. O que deixam de perceber é que a eliminação efetiva do desperdício é mais bem atingida mediante mudanças no comportamento. É a mudança comportamental, que foi realizada mediante o fluxo sincronizado e o acionamento pelo cliente, que fornece a oportunidade para expor e eliminar o desperdício.

Reengenharia de processos de negócio (BPR)

A ideia de reengenharia de processos de negócio (BPR – *business process re-engineering*) originou-se no início dos anos 1990, quando Michael Hammer propôs que, em vez de usar a tecnologia para automatizar o trabalho, ela seria mais bem aplicada para eliminar a necessidade de fazer o trabalho em primeiro lugar ("não automatize, elimine"). Ao fazer isso, estava advertindo contra o estabelecimento do trabalho que não agrega valor em um sistema de TI, em que seria ainda mais difícil identificá-lo e eliminá-lo. Qualquer trabalho, afirmou ele, deveria ser examinado para conferir se agrega valor ao cliente e, caso negativo, os processos deveriam ser reprojetados para eliminá-lo. Ao fazer isso, a BPR estava difundindo objetivos semelhantes aos da administração científica, e, mais recentemente, das abordagens enxutas. Mas a BPR, diferentemente das duas abordagens anteriores, defendia mudanças radicais em vez de mudanças incrementais nos processos. Logo após o artigo de Hammer, outros autores desenvolveram as mesmas ideias, novamente a maioria delas reforçando a importância de uma abordagem radical para eliminar o trabalho que não agrega valor.

A BPR é definida como:[8] "*mudança de pensamento fundamental e mudança radical dos processos de negócio para atingir melhoramentos significativos em medidas de desempenho críticas e contemporâneas, como custos, qualidade, serviço e velocidade*". Porém, há bem mais do que isso. De fato, a BPR foi um misto de várias ideias que fizeram parte da administração da produção por algum tempo. Conceitos enxutos, gráfico de fluxo de processo, exame crítico no estudo do método, gestão de rede de operações e operações focadas no cliente, todos contribuíram para o conceito de BPR. Entretanto, foi o potencial da TI que possibilitou o reprojeto fundamental dos processos e agiu como catalisador para reunir essas ideias. Foi a TI que permitiu o reprojeto radical do processo, mesmo se muitos dos métodos usados para atingir o reprojeto já houvessem sido explorados. Os princípios mais relevantes da BPR podem ser resumidos nos seguintes pontos:

- Repense os processos de negócio de modo interfuncional, que organiza o trabalho em torno do fluxo natural da informação (ou de materiais ou de clientes).
- Lute por melhoramentos significativos no desempenho, radicalmente repensando e reprojetando os processos.
- Faça com que os que usam o *output* de um processo desempenhem o processo. Procure conferir se todos os clientes internos podem ser seus próprios fornecedores, em vez de dependerem de outra função da empresa para supri-los (que ficam mais afastados e separados dos estágios do processo).
- Coloque pontos de decisão onde o trabalho é desempenhado. Não separe os que trabalham dos que controlam e gerenciam o trabalho.

Exemplo[9]

Podemos ilustrar essa ideia de reorganizar (ou de fazer reengenharia) em torno dos processos de negócio por meio do seguinte exemplo simples. A Figura 16.6(a) mostra a organização tradicional de uma empresa comercial que compra bens de consumo de diversos fornecedores, os estoca e os vende para lojas de varejo. No centro da operação está o armazém, que recebe os bens, estoca-os, embala e os despacha quando solicitados pelo cliente. Pedidos de reposição de estoque são feitos pelo departamento de compras, que também se encarrega do planejamento de materiais e controle de estoque. O departamento de compras adquire os bens com base em uma previsão que é preparada pelo departamento de marketing, que pede informações ao departamento de vendas, responsável pelo processamento de pedidos dos clientes. Quando um cliente faz um pedido, é trabalho do departamento de vendas instruir o armazém a embalar, despachar o pedido e avisar o departamento de finanças para encaminhar a fatura ao cliente. Portanto, tradicionalmente, cinco departamentos (cada um, uma micro-operação) têm que organizar entre si o fluxo de informações e materiais dentro da operação total. Mas a cada interface entre os departamentos há a possibilidade de ocorrer erros e falhas de comunicação. Além disso, *quem é responsável por identificar as necessidades do cliente?* Atualmente, três departamentos separados têm algum tipo de tratamento com o cliente. De modo semelhante, *quem é responsável pela relação com os fornecedores?* Nesse momento, dois departamentos têm contato com os fornecedores.

Por fim, a empresa reorganizou-se em torno de dois processos de negócio essenciais. O primeiro processo (denominado operações de compras) lidava com tudo que dizia respeito aos relacionamentos com os fornecedores. Era responsabilidade focada e não ambígua desse processo desenvolver boas relações de trabalho com os fornecedores. O outro processo de negócio (denominado operações de serviço aos

clientes) possuía total responsabilidade em satisfazer às necessidades dos clientes. Isso incluía falar "com uma só voz" ao cliente.

Comentário crítico

A BPR tem levantado considerável controvérsia, principalmente porque, às vezes, examina apenas as atividades de trabalho, em vez das pessoas que desempenham o trabalho. Por causa disso, as pessoas tornam-se "engrenagens em uma máquina". Muitas dessas críticas igualam a BPR aos princípios muito mais antigos da administração científica, pejorativamente conhecidos como "taylorismo". Geralmente, essas críticas significam que a BPR é bastante cruel no modo que vê os recursos humanos. Certamente, há evidência de que a BPR está frequentemente acompanhada por uma redução significativa de funcionários. Estudos existentes quando a BPR estava no auge da popularidade revelaram que a maioria dos projetos BPR poderia reduzir o número de funcionários em cerca de 20%. Frequentemente, a BPR era vista como mera desculpa para reduzir o número de funcionários. As empresas que desejavam fazer *downsizing* estavam usando a BPR como pretexto, colocando o interesse a curto prazo dos acionistas da empresa acima de seus interesses mais a longo prazo ou dos interesses dos funcionários da empresa. Além disso, uma combinação de reprojeto radical acompanhado de *downsizing* poderia significar que o núcleo essencial da experiência era perdido na operação. Isso deixava a empresa vulnerável a qualquer turbulência do mercado, uma vez que não possuiria o conhecimento e a experiência sobre como enfrentar mudanças inesperadas.

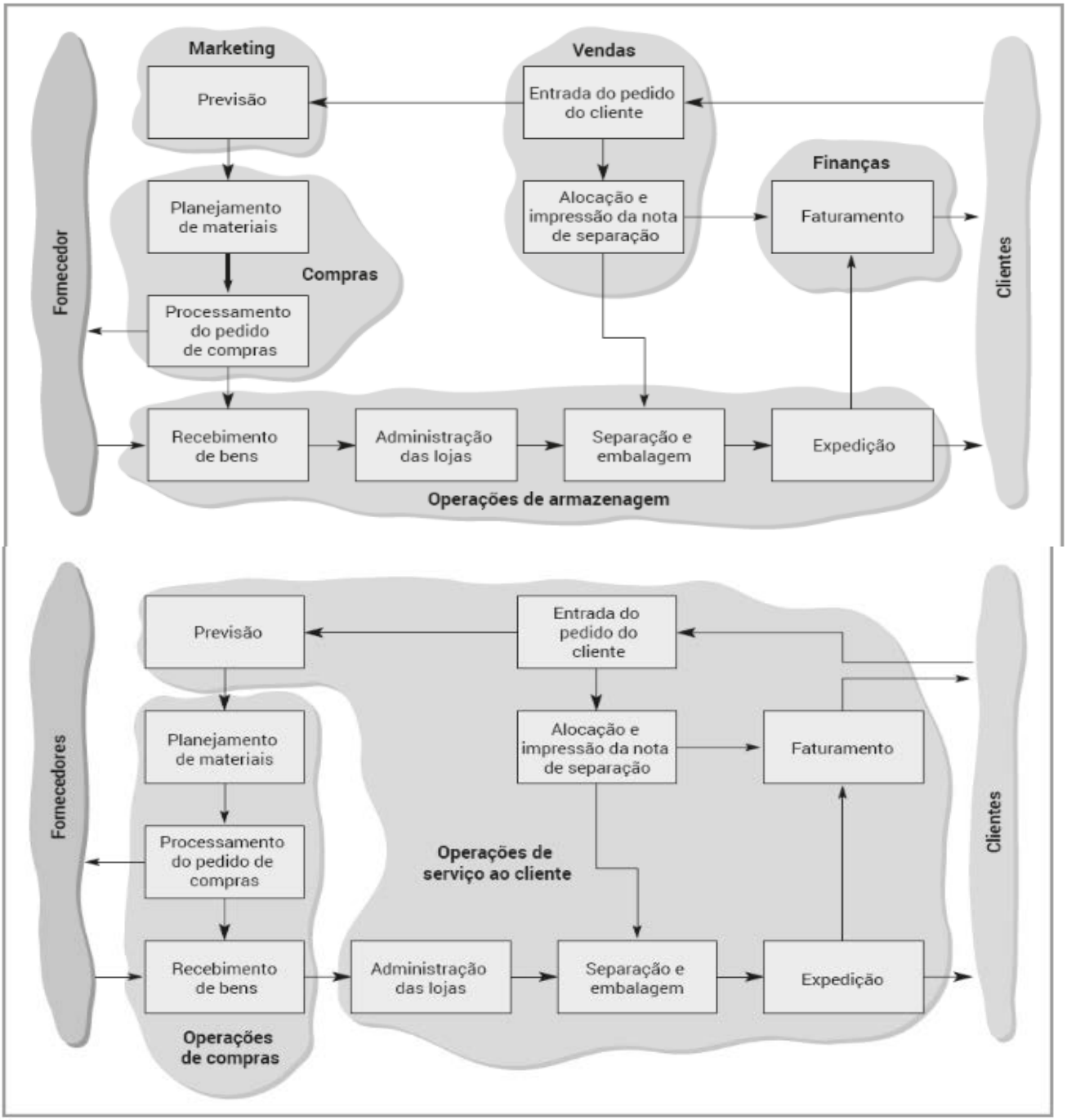


Figura 16.6 (a) Antes e (b) depois da reengenharia de uma empresa de comércio de bens de consumo.

Seis Sigma

A abordagem Seis Sigma foi primeiramente popularizada pela Motorola, empresa de produtos eletrônicos e sistemas de comunicações. Quando estabeleceu seu objetivo de qualidade como "satisfação total do cliente" nos anos 1980, passou a explorar o que o *slogan* significaria a seus processos de produção. A empresa decidiu que a verdadeira satisfação do cliente apenas seria atingida quando seus produtos fossem entregues quando prometidos, sem defeito, sem nenhuma falha de funcionamento inicial e quando o produto não falhasse excessivamente em serviço. Para atingir isso, a Motorola inicialmente focou na remoção dos defeitos de fabricação. Entretanto, logo passou a observar que muitos problemas eram

causados por defeitos latentes, ocultos dentro do projeto de seus produtos. Esses podem não aparecer inicialmente, mas, depois, podem causar falha quando estão em uso. O único modo de eliminar esses defeitos era assegurar que as especificações do projeto fossem rígidas (isto é, margem de tolerância extremamente reduzida), e seus processos, muito capazes.

O conceito de qualidade Seis Sigma da Motorola foi assim nomeado porque exigia que a variação natural dos processos (mais ou menos três desvios-padrão) deveria ser metade de sua faixa de especificação. Em outras palavras, a faixa de especificação de qualquer parte de um produto ou serviço deveria ser de mais ou menos seis desvios-padrão do processo (*veja* o Capítulo 17). A letra grega sigma (σ) é frequentemente usada para indicar o desvio-padrão de um processo, daí a denominação Seis Sigma. A Figura 16.7 ilustra o efeito de a variação do processo estreitar progressivamente no número de defeitos produzidos pelo processo, em termos de defeitos por milhão. A medida de defeitos por milhão é usada na abordagem Seis Sigma para enfatizar a força em direção a um objetivo de praticamente zero defeito.[10] Agora, a definição de Seis Sigma foi ampliada para bem além de sua perspectiva estatística estreita. A General Electric (GE), que foi, provavelmente, a mais conhecida das primeiras empresas a adotar o Seis Sigma, definiu-o como: "*Uma metodologia disciplinada de definir, medir, analisar, melhorar e controlar a qualidade de qualquer um dos produtos, processos e transações da empresa – com a meta final de eliminar praticamente todos os defeitos.*" Assim, agora o Seis Sigma passou a ser visto como um conceito de melhoramento amplo em vez de um simples exame de variação do processo, muito embora isso ainda seja parte importante do controle, da aprendizagem e do melhoramento do processo.

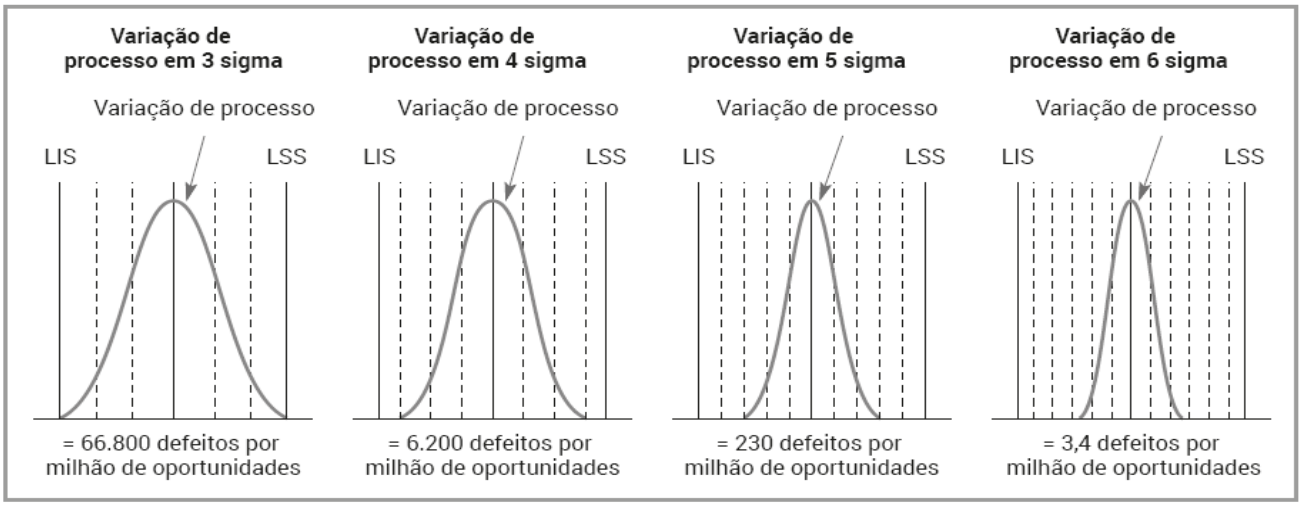


Figura 16.7 Variação do processo e seu impacto sobre defeitos no processo por milhão.

Medindo o desempenho

A abordagem Seis Sigma utiliza várias medidas relacionadas para avaliar o desempenho dos processos de produção:

■ **Defeito** é uma falha para atender ao desempenho requerido pelo cliente (definir as medidas de desempenho de uma perspectiva do cliente é parte importante da abordagem Seis Sigma).

■ **Unidade ou item com defeito** é qualquer unidade de produção que contém um defeito (isto é, apenas as unidades de produção sem defeitos não são defeituosas; as unidades defeituosas terão um ou mais defeitos).

■ **Oportunidade de defeito** é o número de modos diferentes que uma unidade de produção pode falhar para atender às exigências do cliente (produtos ou serviços simples terão poucas oportunidades de defeito, mas produtos ou serviços muito complexos podem ter centenas de modos diferentes de serem defeituosos).

■ **Proporção de itens defeituosos** é a porcentagem ou fração de unidades que têm um ou mais defeitos.

■ **Rendimento do processo** é a porcentagem ou fração do total de unidades produzidas por um processo que estão isentas de defeito (isto é, 1 – proporção de unidades defeituosas).

■ **Defeito por unidade (DPU)** é o número médio de defeitos de uma unidade de produção (número de defeitos dividido pelo número de itens produzidos).

■ **Defeito por oportunidade (DPO)** é o número médio de defeitos dividido pelo número total de oportunidades de defeito (número de defeitos dividido pelo número de itens produzidos × número de oportunidades por item).

■ **Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)** é exatamente o que diz, número de defeitos que o processo produzirá se houver um milhão de oportunidades de isso ocorrer.

■ **Medição Seis Sigma**[11] é derivada do DPMO e é o número de desvios-padrão da variabilidade do processo que se ajustará dentro dos limites da especificação feita pelo cliente.

Exemplo resolvido

Uma seguradora confere os detalhes das apólices para o pagamento de indenização aos clientes. Faz uma amostra aleatória de 300 apólices no final do processo. Constata que 51 apólices possuíam um ou mais erros e havia 74 erros no total. Quatro tipos de erros foram observados: erros de codificação, das condições das apólices, de responsabilização e de notificação.

$$\text{Proporção de erros} = \frac{\text{Número de defeitos}}{\text{Número de unidades processadas}}$$

$$= \frac{51}{300} = 0{,}17 \text{ (17\% de defeitos)}$$

$$\text{Rendimento} = 1 - \text{proporção de defeitos}$$
$$= 1 - 0{,}17 = 0{,}83 \text{ ou (83\% de rendimento)}$$

$$\text{Defeitos por unidade} = \frac{\text{Número de defeitos}}{\text{Número de unidades processadas}}$$

$$= \frac{74}{300} = 0{,}247 \text{ (ou 24,7) DPU}$$

$$\text{Defeitos por oportunidade} = \frac{\text{Número de defeitos}}{\text{Número de unidades processadas} \times \text{Número de oportunidades}}$$

$$= \frac{74}{300 \times 4} = 0{,}062 \text{ DPO}$$

$$\text{Defeitos por milhão de oportunidades} = \text{DPU} \times 10^6$$
$$= 62.000 \text{ DPMO}$$

Embora o escopo de Seis Sigma seja contestado, elementos frequentemente associados a ele incluem o seguinte:

■ **Objetivos orientados ao cliente**. Às vezes, Seis Sigma é definido como "o processo de comparar *outputs* do processo com as exigências dos clientes". Utiliza várias medidas para avaliar o desempenho dos processos das operações. Em particular, expressa o desempenho em termos de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO).

■ **Uso de evidência**. Embora Seis Sigma não seja a primeira das novas abordagens para as operações usarem métodos estatísticos, ele tem feito muito para enfatizar o uso de evidência quantitativa.

■ **Ciclo de melhoramento estruturado**. O ciclo de melhoramento estruturado usado em Seis Sigma é o ciclo DMAIC.

■ **Capacidade e controle do processo**. Não surpreende que, dadas suas origens, a capacidade e o controle do processo são importantes dentro da abordagem Seis Sigma.

■ **Projeto do processo**. Em sua origem, os proponentes de Seis Sigma também incluíam o projeto do processo na coleta de elementos que definem o Seis Sigma.

■ **Treinamento estruturado e organização de melhoramento**. A abordagem Seis Sigma assume que as iniciativas de melhoramento só podem ser bem-sucedidas se recursos significativos e treinamento forem dedicados a sua gestão.

Analogia das "artes marciais"

Os termos que se tornaram associados a especialistas em Seis Sigma (e denotam seu nível de *expertise*) são mestre faixa preta, faixa preta e faixa verde. Os mestres faixa preta são especialistas no uso de ferramentas e técnicas de Seis Sigma, além de como tais técnicas são usadas e implementadas. Esses mestres são vistos principalmente como professores que, além de orientar os projetos de melhoramento, são também técnicos e mentores dos faixas pretas e dos faixas verdes, que estão mais próximos das atividades de melhoramento do dia a dia. Espera-se que tenham habilidades analíticas quantitativas para ajudar com as técnicas de Seis Sigma, e também as habilidades organizacionais e interpessoais para ensinar e trabalhar como mentores. Dadas suas responsabilidades, espera-se que os mestres faixa preta sejam empregados em tempo integral em suas atividades de melhoramento. Os faixas pretas podem ser responsáveis em organizar equipes de melhoramento. Como os mestres faixa preta, espera-se que os faixas pretas desenvolvam suas habilidades analíticas quantitativas e também atuem como técnicos para os faixas verdes. Os faixas pretas são dedicados ao melhoramento em tempo integral e, embora as opiniões sejam variadas sobre quantos faixas pretas devem ser empregados em uma operação, algumas organizações recomendam um faixa preta para cada cem empregados. Os faixas verdes trabalham dentro das equipes de melhoramento, possivelmente como líderes de equipe. Eles possuem quantidade significa de treinamento, embora menos que os faixas pretas. Os faixas verdes não são cargos de tempo integral;

eles possuem responsabilidades de processo cotidianas, mas espera-se que gastem pelo menos 20 por cento de seu tempo nos projetos de melhoramento.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Seis Sigma na Wipro[12]

Existem muitas empresas que se beneficiaram do melhoramento baseado em Seis Sigma, mas poucas puderam vender, para outras empresas, o *expertise* que obtiveram ao aplicá-lo a si mesmas. Wipro é uma dessas. Wipro é uma empresa global de TI, consultoria e terceirização com 145 mil funcionários atendendo a mais de 900 clientes em 60 países. Ela fornece uma gama de serviços empresariais de "terceirização de processos de negócios" (fazendo processamento para outras empresas) a "desenvolvimento de *software*", e de "consultoria em tecnologia da informação" a "computação em nuvem". (Surpreendentemente para um gigante global de serviços de TI, a Wipro foi na realidade fundada em 1945, na Índia, como empresa de óleo vegetal). A Wipro também possui um dos programas Seis Sigma mais desenvolvidos nos setores de TI e consultoria, especialmente em suas atividades de desenvolvimento de *software*, onde os desafios-chave envolvidos incluem reduzir o tempo de transferência de dados dentro do processo, reduzir o risco de falhas e erros, e evitar interrupção devido ao tempo de inatividade da rede. Para a Wipro, Seis Sigma significa simplesmente uma forma de medir a qualidade, que busca quase a perfeição. Isso significa:

- Ter produtos e serviços que atendam aos padrões globais.
- Garantir processos robustos dentro da organização.
- Consistentemente atender e exceder as expectativas dos clientes.
- Estabelecer uma cultura de qualidade em todo o negócio.

Os projetos Seis Sigma individuais foram selecionados com base em sua probabilidade de sucesso e foram concluídos com relativa rapidez. Isso deu à Wipro a oportunidade de avaliar o sucesso e aprender com todos os problemas que ocorreram. Os projetos foram identificados com base nas áreas problemáticas em cada um dos processos de negócios críticos que poderiam afetar negativamente o desempenho do negócio. Como a Wipro tomou uma definição de qualidade focada no cliente, a implementação Seis Sigma foi medida em termos de progresso em relação ao que o cliente considera importante (e aquilo pelo qual o cliente paga). Isso envolveu melhorar o desempenho através de uma compreensão quantitativa precisa dos requisitos do cliente. A Wipro diz que a adoção do Seis Sigma tem sido um sucesso inquestionável, seja em termos de satisfação do cliente, melhoria no desempenho interno ou na melhoria do valor para o acionista.

No entanto, como pioneiros do Seis Sigma na Índia, a implementação do Seis Sigma da Wipro também teve dificuldades – e, segundo a Wipro, oportunidades para aprender com elas. Para começar, levou tempo para construir o apoio necessário da alta gerência e para reestruturar a organização para fornecer a infraestrutura e treinamento para estabelecer confiança no processo. Em particular, o primeiro ano de implantação foi extremamente difícil. A mobilização de recursos para o fluxo de projetos Six Sigma foi problemática, em parte porque cada projeto exigia diferentes níveis e tipos de recursos. Além disso, a empresa aprendeu a não subestimar a quantidade de treinamento que seria necessário. Montar uma equipe de profissionais e treiná-los para várias etapas do Seis Sigma foi um trabalho difícil. (Na verdade,

isso motivou a Wipro a iniciar sua própria consultoria, que poderia treinar seus próprios funcionários). Apesar disso, as avaliações regulares e oportunas de cada projeto se revelaram particularmente importantes para garantir o sucesso de um projeto, e a Wipro teve que desenvolver uma equipe de especialistas para essa finalidade.

Comentário crítico

Uma crítica comum ao Seis Sigma é que não oferece algo que não estivesse disponível antes. Sua ênfase sobre os ciclos de melhoramento vem da TQM; sua ênfase na redução da variabilidade vem do controle estatístico do processo (CEP); seu uso da experimentação e da análise de dados é simplesmente uma boa análise quantitativa. A única contribuição que o Seis Sigma tem dado, argumentam seus críticos, é usar a analogia das artes marciais de faixa preta etc. para indicar um nível de *expertise* nos métodos Seis Sigma. Tudo o que o Seis Sigma tem feito é embalar elementos preexistentes para os consultores estarem habilitados a vendê-los a executivos-chefes ingênuos. De fato, é difícil negar alguns desses pontos. Talvez a questão real seja se realmente é uma crítica. Se reunir esses elementos realmente forma uma abordagem eficaz para a solução de problemas, então por que esse é um problema? Seis Sigma é também acusado de ser muito hierarquizado no modo que estrutura seus vários níveis de envolvimento na atividade de melhoramento (bem como no uso dúbio de nomes derivados das artes marciais, como faixa preta). É também oneroso. Dedicar muito treinamento e tempo para melhoramento é um investimento significativo, especialmente para pequenas empresas. Todavia, os proponentes de Seis Sigma argumentam que a atividade de melhoramento é igualmente negligenciada na maioria das operações e, se for levada a sério, merece o investimento significativo implícito em sua abordagem. Além disso, argumentam que, se bem operados, os projetos de melhoramento via Seis Sigma, conduzidos por técnicos experientes, podem economizar bem mais do que seus custos. Há também críticas técnicas ao Seis Sigma. A principal delas é que, em termos puramente estatísticos, a distribuição normal que é usada extensivamente na análise Seis Sigma não representa realmente a maior parte do comportamento do processo. Outras críticas técnicas (que não são realmente assunto deste livro) implicam que visar níveis muito baixos de defeitos por milhões de oportunidades, como recomendado pelos proponentes de Seis Sigma, é bastante oneroso.

Diferenças e semelhanças

Neste capítulo, escolhemos explicar brevemente quatro abordagens de melhoramento. Poderia ter sido mais. Planejamento dos recursos da empresa (*enterprise resources planning* – ERP, Capítulo 14), manutenção preventiva total (MPT, Capítulo 18), Sigma Enxuta (uma combinação das abordagens enxuta e Seis Sigma) e outras poderiam ter sido acrescentadas. Entretanto, essas quatro constituem uma amostra representativa da maioria das abordagens comumente usadas. Nem mesmo temos espaço para descrevê-las totalmente. Cada uma das abordagens é assunto de vários livros que as descrevem em detalhes. Mas há claramente alguns elementos comuns entre algumas dessas abordagens que descrevemos. Todavia, há também diferenças entre elas em que cada abordagem inclui um conjunto diferente de elementos e, assim, uma ênfase diferente, e essas diferenças precisam ser compreendidas. Por exemplo, uma diferença importante relaciona-se a se as abordagens enfatizam um método gradual, contínuo à mudança, ou se recomendam uma mudança de "ruptura", mais radical. Outra diferença diz respeito ao propósito da

abordagem. Qual o balanço entre se a abordagem enfatiza *que* mudanças devem ser feitas ou *como* as mudanças devem ser feitas? Algumas abordagens têm uma visão firme sobre qual é a melhor forma de organizar os processos e os recursos da operação. Outras abordagens não assumem visão particular sobre o que uma operação deve fazer, mas, ao contrário, concentram-se em como a administração de uma operação deve decidir o que fazer. De fato, podemos posicionar cada um dos elementos e as abordagens que os incluem. Isso está ilustrado na Figura 16.8. As abordagens diferem na extensão com que prescrevem a prática apropriada das operações. Por exemplo, a BPR é muito clara no que está recomendando. A saber, todos os processos devem ser organizados em uma base de ponta a ponta. Seu foco está no *que* deve acontecer, em vez de *como* deve acontecer. Em uma extensão levemente menor, ocorre o mesmo com a filosofia enxuta. Há uma lista definitiva de coisas que os processos devem ou não ser – o desperdício deve ser eliminado, o estoque deve ser reduzido, a tecnologia deve ser flexível e assim por diante. Compare isso com Seis Sigma e TQM, que focam em extensão bem maior em *como* as operações devem ser melhoradas. Seis Sigma, em particular, tem relativamente pouco a dizer sobre o que é bom ou mau no modo como os recursos da produção são organizados (com a possível exceção de sua ênfase nos efeitos negativos da variação do processo). Preocupa-se largamente com o modo como os melhoramentos devem ser feitos: usando evidência, análise quantitativa, o ciclo DMAIC e assim por diante. As abordagens também diferem quanto à ênfase na mudança gradual ou rápida. BPR é explícita em sua natureza radical. Em contraste, TQM e a filosofia enxuta incorporam ideias de melhoramento contínuo. Seis Sigma é relativamente neutro nesse assunto e pode ser usado para mudanças pequenas ou muito grandes.

Princípio de administração da produção

Há sobreposição significativa entre as várias abordagens para melhoramento em termos dos elementos de melhoramento que elas contêm.

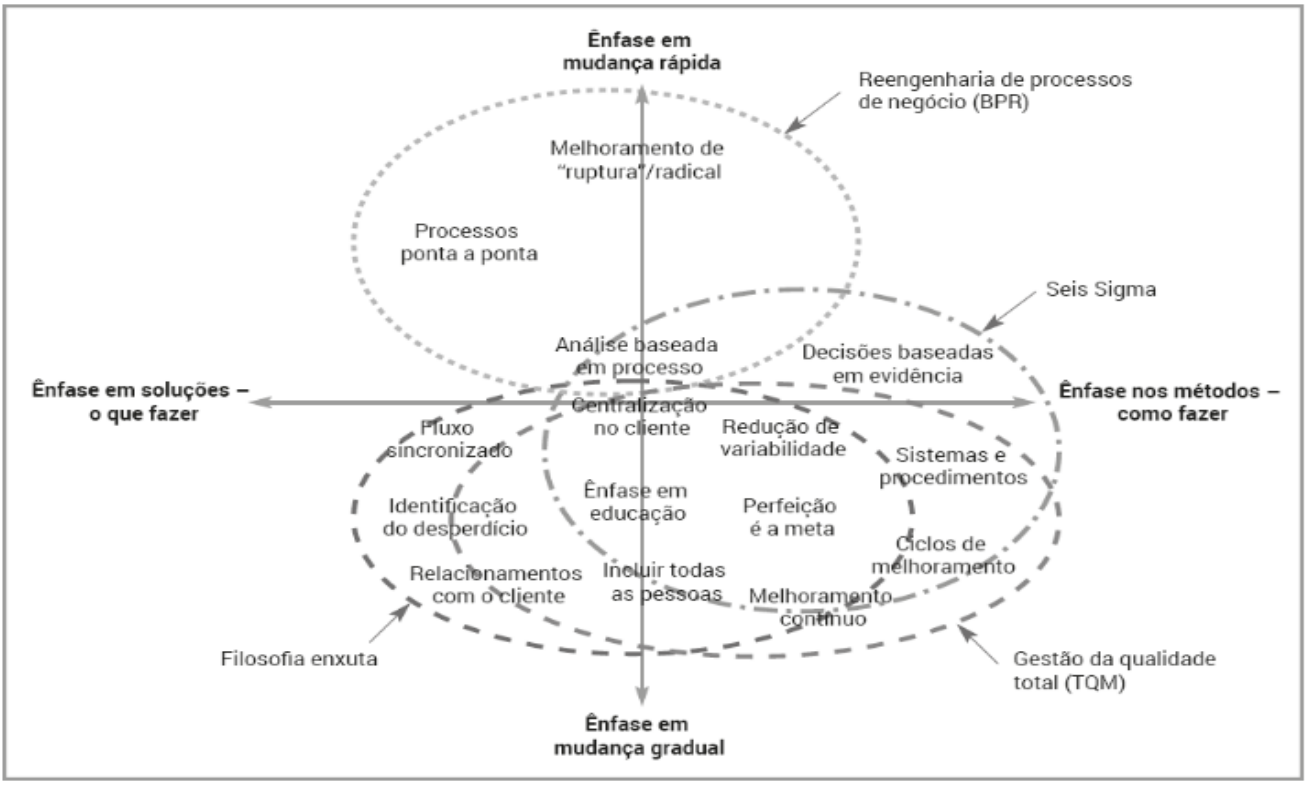


Figura 16.8 As quatro abordagens sobre as duas dimensões do melhoramento.

Sigma enxuta[13]

A fim de enfatizar os elementos compartilhados das várias abordagens para melhoramento das operações, algumas organizações estão mesclando duas ou mais abordagens para formar híbridos que tentam combinar suas melhores características. A mais conhecida dessas combinações é "Sigma enxuta" (também denominada Seis Sigma enxuta). Como seu nome sugere, Seis Sigma enxuta é a combinação dos métodos "enxutos" e dos conceitos Seis Sigma. Tenta construir sobre a experiência, métodos e ferramentas que emergiram de várias décadas do melhoramento e da implementação operacional usando separadamente as abordagens enxuta e Seis Sigma. Sigma enxuta inclui a redução de desperdício, tempo rápido de atravessamento e impacto da filosofia enxuta com o rigor decorrente dos dados e o controle da variação de Seis Sigma. Algumas organizações também incluem outros elementos de outras abordagens. Por exemplo, o melhoramento contínuo e a orientação de qualidade isenta de erro da TQM são frequentemente incluídos no conceito.

QUE TÉCNICAS PODEM SER USADAS PARA MELHORAMENTO?

Técnicas de melhoramento são os métodos "passo a passo" e ferramentas que podem ser usadas para ajudar a localizar formas melhoradas de realizar as coisas; algumas delas usam a modelagem quantitativa e outras são mais qualitativas. Todas as técnicas descritas neste livro e seus suplementos podem ser considerados como técnicas de "melhoramento". Entretanto, algumas delas são particularmente úteis, geralmente para melhorar operações e processos. Aqui, selecionamos algumas que, ou não foram descritas em alguma outra parte do livro, ou precisam ser reintroduzidas em seu papel de ajudar particularmente no melhoramento das operações.

Princípio de administração da produção
O melhoramento é facilitado por técnicas analíticas relativamente simples.

Diagramas de dispersão

Os diagramas de dispersão fornecem um método rápido e simples de identificar se há evidência de uma conexão entre dois conjuntos de dados: por exemplo, o momento em que você sai para o trabalho toda manhã e quanto tempo leva o trajeto. Plotando cada tempo de percurso em um gráfico que tem o momento de partida em um eixo e o tempo do percurso em outro, teremos uma indicação se o momento de saída e o tempo de percurso estão relacionados e, se estão, de que forma. Os diagramas de dispersão podem ser tratados de modo bem mais sofisticado, mediante a quantificação da força do relacionamento entre os conjuntos de dados. Entretanto, não importando a sofisticação do método, esse tipo de gráfico identifica apenas a existência de um relacionamento, não necessariamente a existência de um relacionamento de causa e efeito. Se o diagrama de dispersão mostra uma conexão muito forte entre os conjuntos de dados, essa é uma importante evidência do relacionamento de causa e efeito, mas não uma prova positiva. Poderia ser uma coincidência!

Exemplo: Kaston Pyral Services Ltd (A)

A Kaston Pyral Services (KPS) instala e mantém sistemas de controle ambiental, aquecimento e ar-condicionado. A empresa estabeleceu uma equipe de melhoramento para sugerir formas que pudessem aprimorar seus níveis de serviço ao cliente. O grupo de melhoramento completou sua primeira pesquisa de satisfação do cliente. A pesquisa pediu aos clientes que classificassem os serviços em uma escala de um a dez em prontidão, cordialidade, nível de aconselhamento etc. Os escores foram então resumidos para formar o "escore de satisfação total" de cada cliente – quanto mais alto o escore, maior a satisfação. A dispersão dos escores de satisfação confundiu o grupo, e eles consideraram quais fatores poderiam causar essas diferenças e a forma como os clientes viam o serviço. Dois fatores foram propostos para explicar as diferenças:

- o número de vezes em que o cliente havia recebido visita de manutenção preventiva no ano anterior;
- o número de vezes em que o cliente havia ligado para a assistência técnica de emergência.

Todos esses dados foram coletados e plotados em diagramas de dispersão, como mostrado na Figura 16.9. A figura mostra que parece haver um relacionamento claro entre o escore de satisfação de um cliente e o número de vezes em que ele recebeu uma visita regular da assistência técnica. O diagrama de dispersão da Figura 16.9(b) é menos claro. Embora todos os clientes que obtiveram escores de satisfação muito altos tenham feito muito poucas chamadas de emergência, também havia clientes com escores de satisfação muito baixos. Como resultado dessa análise, o grupo decidiu pesquisar a visão do cliente sobre sua assistência técnica de emergência.

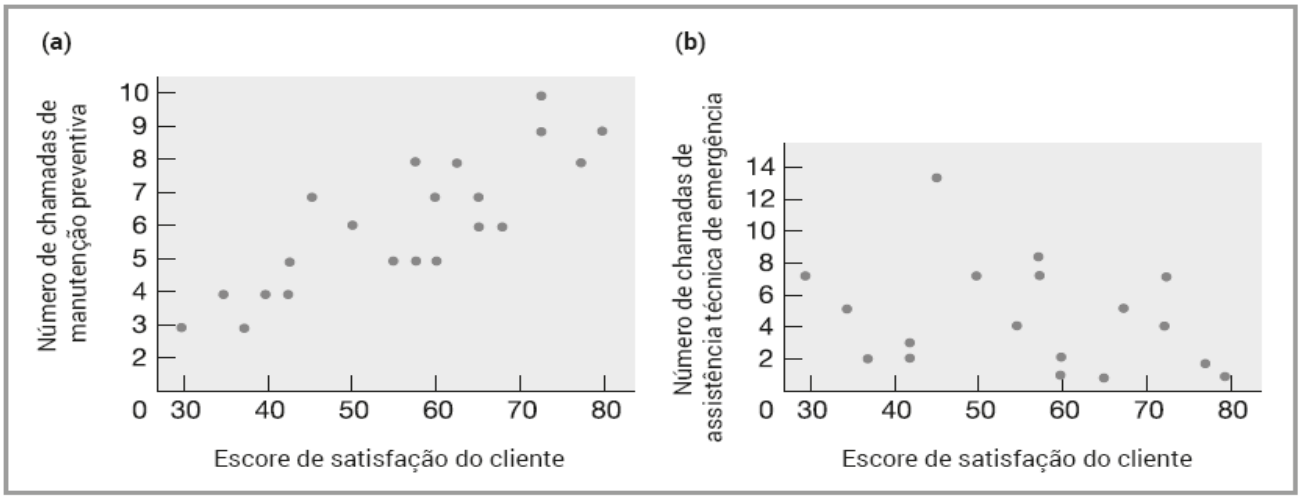


Figura 16.9 Diagramas de dispersão para a satisfação do cliente *versus* (a) número de chamadas de manutenção preventiva e (b) número de chamadas de assistência técnica de emergência.

Mapas de processo (fluxogramas)

Os mapas de processo (às vezes denominados fluxogramas, neste contexto) podem ser usados para que se tenha uma compreensão detalhada antes do processo de melhoramento. Foram anteriormente descritos no Capítulo 6 e são amplamente usados em atividades de melhoramento. O ato de registrar rapidamente cada estágio do processo mostra fluxos mal organizados. Os mapas de processo podem também demonstrar oportunidades de melhoramento e trazer mais luz sobre os mecanismos ou

funcionamentos internos de uma operação. Finalmente, e provavelmente mais importante, identificam áreas de problemas onde não há procedimento para lidar com um conjunto específico de circunstâncias.

Exemplo: Kaston Pyral Services Ltd (B)

Como parte de seu programa de melhoramento, a equipe da KPS está preocupada por que os clientes não estão sendo bem atendidos quando telefonam para fazer perguntas sobre a operação de seus sistemas de aquecimento. Essas perguntas não envolvem problemas sérios, mas, frequentemente, tratam de pequenas irritações que podem igualmente destruir a percepção dos clientes sobre o serviço da KPS. A Figura 16.10 mostra o mapa de processo para esse tipo de pergunta dos clientes. A equipe constatou que o mapa era esclarecedor. O procedimento nunca havia sido formalmente apresentado e mostrava três áreas onde a informação não estava sendo registrada. São os três pontos marcados com pontos de interrogação no mapa de processo da Figura 16.10. Como resultado dessa investigação, decidiu-se registrar todas as perguntas do cliente, de modo que a análise pudesse revelar mais informações sobre a natureza dos problemas do cliente.

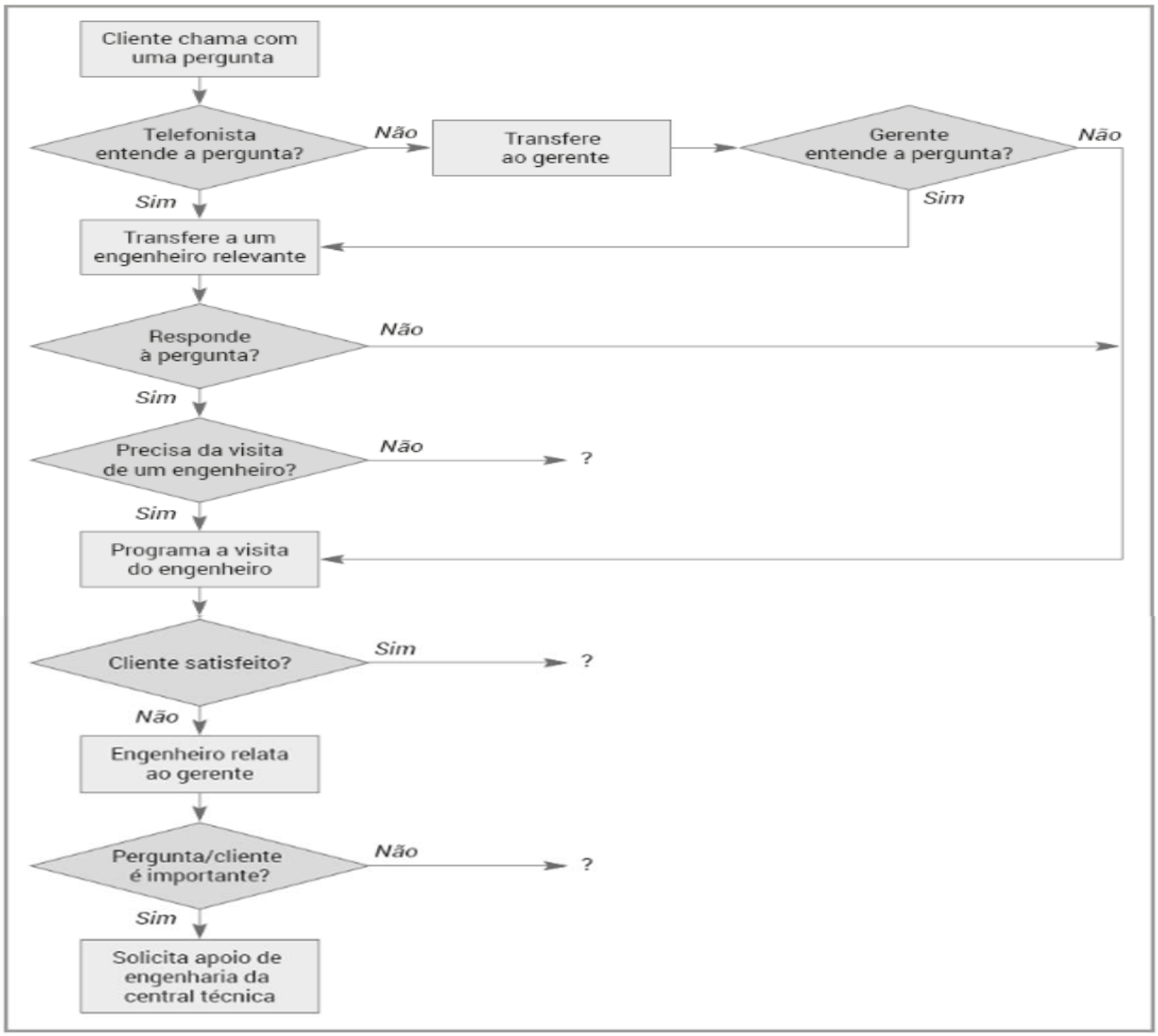


Figura 16.10 Mapa de processos para a pergunta do cliente.

Diagramas de causa-efeito

Os diagramas de causa-efeito são um método particularmente eficaz de ajudar a procurar a causa raiz dos problemas. Fazem isso com as perguntas o quê, quando, onde, como e por que, mas também acrescentam algumas "respostas" possíveis de forma explícita. Podem também ser usados para identificar áreas em que mais dados são necessários. Os diagramas de causa-efeito (também denominados "diagramas de Ishikawa") foram bastante usados em programas de melhoramento. Isso ocorre porque fornecem uma forma de estruturar sessões de *brainstorming* em grupo. Frequentemente, a estrutura envolve identificar as causas possíveis sob os títulos de: maquinário, mão de obra, materiais, métodos e dinheiro. Todavia, na prática, qualquer categorização que cubra todas as causas relevantes possíveis, de forma abrangente, pode ser usada.

Exemplo: Kaston Pyral Services Ltd (C)

A equipe de melhoramento da KPS estava trabalhando em uma área particular que enfrentava um problema. Sempre que os engenheiros de serviço eram designados para resolver externamente um problema para determinado cliente, levavam consigo peças sobressalentes e equipamentos que consideravam necessários para reparar o sistema. Embora os engenheiros nunca pudessem saber exatamente que materiais e equipamentos seriam necessários para um trabalho, podiam avaliar quais provavelmente seriam utilizados, e levavam várias peças sobressalentes e equipamentos para cobrir a maioria das eventualidades. Entretanto, era comum constatarem a necessidade de uma peça ou equipamento que não haviam levado consigo. O diagrama de causa-efeito para esse problema particular, como desenhado pela equipe, é mostrado na Figura 16.11.

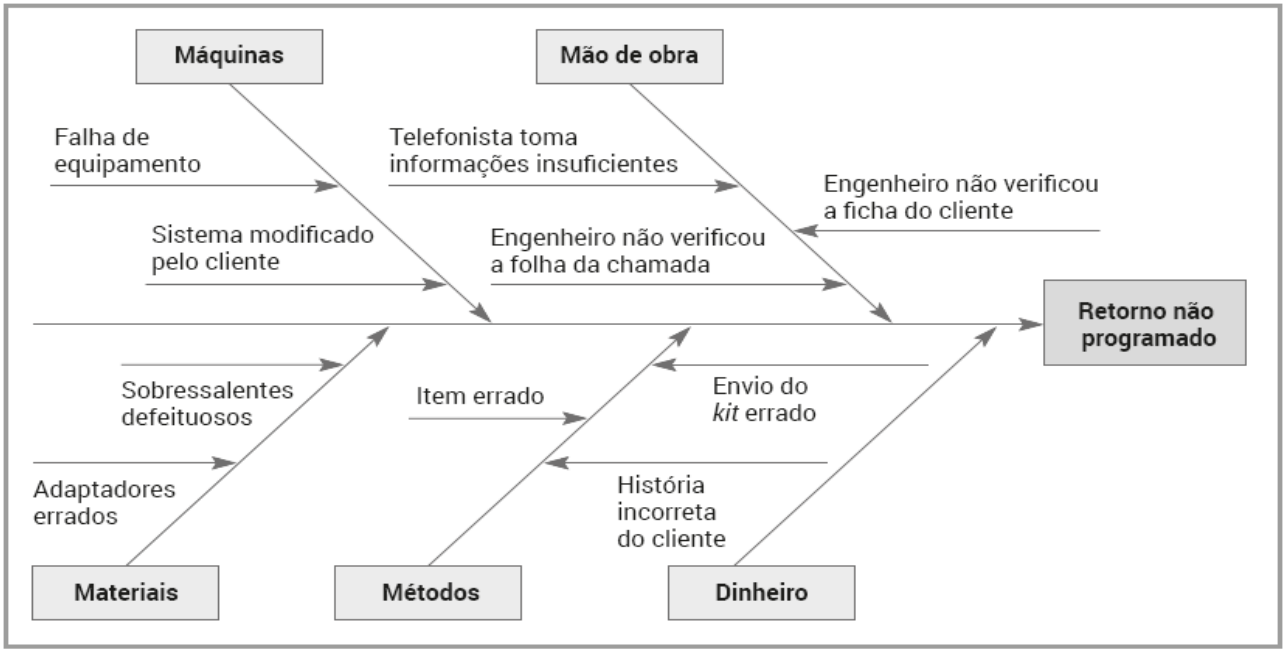


Figura 16.11 Diagrama de causa-efeito para retornos não programados na KPS.

Diagramas de Pareto

Em qualquer processo de melhoramento, vale a pena distinguir o que é importante e o que é menos importante. O propósito do diagrama de Pareto (introduzido inicialmente no Capítulo 13) é distinguir entre as "poucas questões vitais" e as "muitas questões triviais". É uma técnica relativamente direta, que envolve classificar os itens de informação nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância (geralmente medidas por "frequência de ocorrência"). Isso pode ser usado para destacar áreas em que a tomada de decisão adicional poderá ser útil. A análise de Pareto é baseada no fenômeno de que relativamente poucas causas explicam a maioria dos efeitos. Por exemplo, é provável que a maior parte do faturamento de uma empresa venha de relativamente poucos clientes. De modo semelhante, é provável que poucos pacientes de um médico ocupem a maior parte de seu tempo.

Exemplo: Kaston Pyral Services Ltd (D)

A equipe de melhoramento da KPS que estava investigando os retornos não programados da assistência técnica de emergência (assunto descrito no diagrama de causa-efeito na Figura 16.12) examinou todas as ocasiões, nos 12 meses anteriores, nas quais um retorno não programado havia ocorrido. Eles categorizaram as razões para os retornos não programados como a seguir:

1. A peça errada foi levada porque, embora a informação que o engenheiro havia recebido parecesse correta, ele prognosticou mal a natureza da falha.
2. A peça errada foi levada ao campo porque havia informação insuficiente quando a chamada de visita foi anotada.
3. A peça errada foi levada ao campo porque o sistema havia sido modificado de alguma forma, e isso não foi anotado nos registros da KPS.
4. A peça errada foi levada ao campo porque havia sido incorretamente enviada ao engenheiro pelo depósito.
5. A peça não foi levada porque não havia em estoque.
6. O equipamento errado foi levado por uma razão qualquer.
7. Qualquer outra razão.

A frequência relativa de ocorrência dessas causas é mostrada na Figura 16.12. Cerca de um terço de todos os retornos não programados ocorreriam por causa da primeira categoria, e mais da metade dos retornos era imputada às duas primeiras categorias juntas. Foi decidido que o problema poderia ser mais bem enfrentado pela concentração em como obter mais informações para o engenheiro, a fim de que seja capaz de prognosticar as causas das falhas com maior precisão.

Análise por que – por que

A análise dos porquês começa com a definição do problema e a pergunta *por que* o problema ocorreu. Uma vez que as causas de ocorrência do problema tenham sido identificadas, cada uma delas é tomada por sua vez e, novamente, é feita a pergunta *por que* essas razões ocorreram e assim por diante. Esse procedimento continua até que uma causa pareça suficientemente autocontida para ser atribuída a ela mesma, ou até que não haja mais respostas à pergunta "por quê?".

Exemplo: Kaston Pyral Services Ltd (E)

A principal causa dos retornos não programados na KPS foi o prognóstico incorreto das razões da falha do sistema do cliente. Isso é estabelecido como o "problema" na análise por que – por que da Figura 16.13. Então, é feita a pergunta: "por que as falhas foram erroneamente prognosticadas?" Três respostas são propostas: primeiro, porque os engenheiros não foram adequadamente treinados; segundo, porque eles não tinham conhecimento suficiente do produto específico instalado no cliente; e terceiro, porque eles não tinham conhecimento suficiente do sistema específico do cliente com suas modificações. Cada uma dessas três razões é tomada por sua vez e são feitas as perguntas: "por que há falta de treinamento?", "por que há falta de conhecimento do produto?", "por que há falta de conhecimento das modificações no cliente?", e assim por diante.

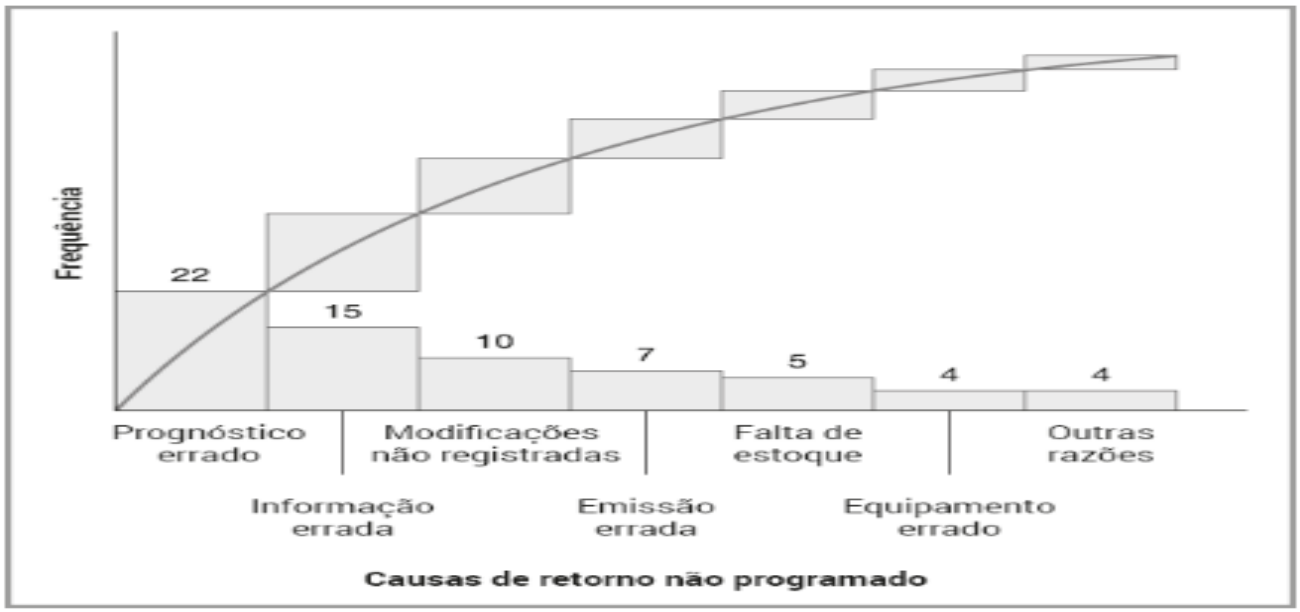


Figura 16.12 Diagrama de Pareto para causas de retornos não programados.

COMO GERENCIAR O PROCESSO DE MELHORAMENTO?

Na parte final deste capítulo, examinamos algumas das questões gerenciais associadas ao modo como a melhoria pode ser organizada. Nem todos os problemas relacionados com a gestão do processo de melhoria são facilmente definidos, e muitos estão fora do escopo tradicional de um texto de administração da produção, mas são importantes. Muitas das questões podem ser descritas como o lado "suave" do melhoramento, por exemplo, os aspectos comportamentais. Mas não descarte isso por considerar menos importante de forma alguma. Na prática, muitas vezes são as coisas "suaves" que determinam o sucesso ou o fracasso dos esforços de melhoramento. Além disso, as coisas "suaves" podem ser mais duras de acertar do que os aspectos "difíceis" do melhoramento, mais baseados em técnicas. As coisas "difíceis" são duras, mas as coisas "suaves" são ainda mais duras!

Por que o esforço de melhoramento precisa de organização?

O melhoramento não ocorre por acaso. Necessita de organização e de implementação. Também precisa de um propósito que seja bem ponderado e claramente articulado. Embora a melhoria das operações ocorra em nível operacional, ela pode ser em pequena escala e incremental. Todavia, deve ser colocada em algum tipo de contexto. Isto é, deve ser claro *por que* a melhoria está acontecendo, bem como em que ela consiste. Isso significa vincular o melhoramento aos objetivos estratégicos globais da organização.

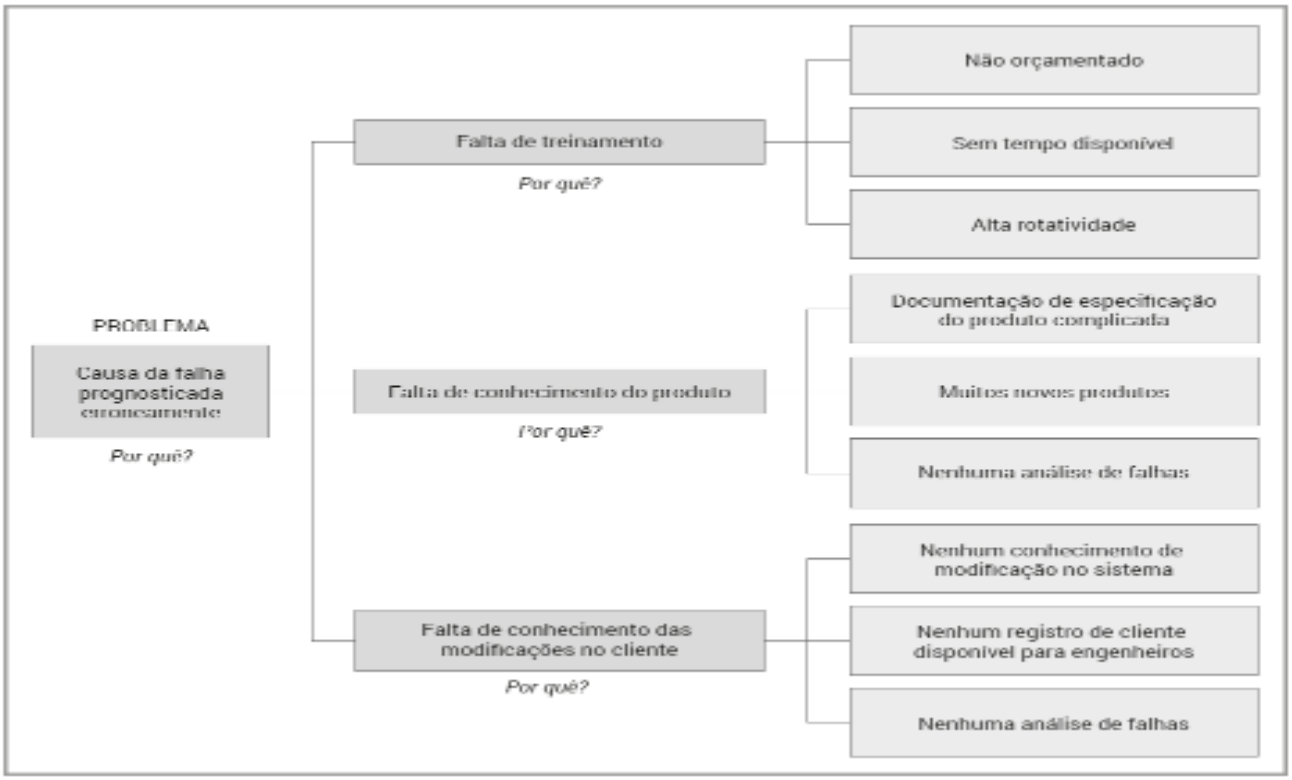


Figura 16.13 Análise dos porquês para "falha prognosticada erroneamente".

Lembre-se também que a questão de como o melhoramento deve ser organizado não é uma preocupação nova. Tem sido preocupação de autores de administração há décadas. Por exemplo, W. E. Deming (considerado no Japão o pai do controle da qualidade) afirmou que a qualidade tem início na alta administração e é uma atividade estratégica.[14] Diz-se que muito do sucesso em termos de qualidade na indústria japonesa foi resultado de suas conferências nas empresas do Japão na década de 1950.[15] A filosofia básica de Deming é que qualidade e produtividade aumentam à medida que a "variabilidade do processo" (a imprevisibilidade do processo) diminui. Em seus *"14 pontos para melhoramento da qualidade"*, ele enfatiza a necessidade de métodos de controle estatístico, participação, educação, abertura e melhoramento com propósito:

1. Crie constância de propósito.
2. Adote nova filosofia.
3. Cesse a dependência de inspeção.
4. Pare de fazer negócios com fornecedores baseado em preço.
5. Melhore constantemente o sistema de produção e serviço.
6. Institua treinamento no trabalho.
7. Institua liderança.
8. Afaste o medo.
9. Derrube barreiras entre os departamentos.
10. Elimine *slogans* e exortações.
11. Elimine quotas ou padrões de trabalho.
12. Dê às pessoas orgulho em seu trabalho.

13. Institua programa de educação e de automelhoramento.
14. Faça com que todos trabalhem para conseguir isso.

Como a cultura organizacional pode afetar o melhoramento?

Quase todos os pontos de Deming acima indicados estão preocupados com a "cultura" de uma organização, e é geralmente reconhecido pela maioria dos teóricos organizacionais que a capacidade de melhorar o desempenho das operações depende em grande parte da sua "cultura". Discutimos o que se entende por cultura no Capítulo 9. É "a maneira como fazemos as coisas por aqui" ou "o clima da organização".[16] Portanto, a cultura organizacional e a melhoria estão claramente relacionadas. Uma cultura organizacional receptiva que encoraja uma busca constante de maneiras aprimoradas de fazer as coisas alimenta o melhoramento. Ao mesmo tempo, a visão de melhoramento da organização é uma indicação importante de sua cultura. Mas o que se entende por "uma cultura de melhoria"? Uma visão dos vários elementos que compõem uma cultura de melhoramento vem de Bessant e Caffyn,[17] que distinguem o que eles chamam de "habilidades organizacionais" (a capacitação ou aptidão para adotar uma abordagem particular de melhoramento), "comportamentos constituintes" (as rotinas de comportamento que os funcionários adotam e que reforçam a abordagem de melhoria) e "capacitadores" (os dispositivos procedimentais ou as técnicas utilizadas para progredir o esforço de melhoramento). Eles identificam seis habilidades organizacionais genéricas, cada uma com seu próprio conjunto de comportamentos constituintes. Os autores escrevem especificamente sobre o melhoramento contínuo (MC), mas seus pontos se aplicam de forma mais geral. Estes são identificados na Tabela 16.1.

Tabela 16.1 Habilidades de melhoramento contínuo (MC) e alguns comportamentos associados

Habilidade organizacional	Comportamentos constituintes
Adotando o hábito de MC Desenvolvendo a habilidade de gerar envolvimento sustentado em MC	As pessoas usam ciclos formais de identificação e solução de problemas As pessoas usam ferramentas e técnicas simples As pessoas usam medidas simples para dar forma ao processo de melhoramento Indivíduos e grupos iniciam e desenvolvem atividades de MC e participam do processo Ideias são respondidas ou implementadas rapidamente ou justifica-se a não implementação Gerentes apoiam o processo de MC por meio da alocação de recursos Gerentes reconhecem de modo formal a contribuição dos funcionários para MC Gerentes dão exemplo e se tornam ativamente envolvidos na implementação de MC Gerentes apoiam experimentação não punindo erros; ao contrário, incentivam a aprendizagem a partir deles
Focando o MC Gerando e sustentando a habilidade de vincular as atividades de MC às metas estratégicas da empresa	Indivíduos e grupos usam os objetivos estratégicos da organização para priorizar melhoramentos Todos têm condições de explicar quais são os objetivos e a estratégia da operação Indivíduos e grupos avaliam suas mudanças propostas em relação aos objetivos da operação Indivíduos e grupos monitoram/mensuram os resultados de sua atividade de melhoramento As atividades de MC são parte integral do trabalho do indivíduo ou do grupo, não uma atividade paralela
Divulgando o conhecimento Gerando a habilidade de mover a atividade de MC através das fronteiras organizacionais	As pessoas cooperam em grupos interfuncionais As pessoas entendem e compartilham uma visão holística (entendimento e posse do processo) As pessoas são orientadas para os clientes internos e externos em sua atividade de MC Há projetos específicos de MC com agentes externos (clientes, fornecedores etc.) Atividades de MC relevantes envolvem representantes de níveis organizacionais diferentes
MC no sistema de MC Gerando a habilidade de gerenciar estrategicamente o desenvolvimento de MC	O sistema de MC é monitorado e desenvolvido continuamente Há um processo de planejamento cíclico em que o sistema de MC é regularmente revisado e modificado Há uma revisão periódica do sistema de MC em relação a toda a organização A alta administração disponibiliza recursos suficientes (tempo, dinheiro, pessoal) para apoiar o desenvolvimento contínuo do sistema de MC O próprio sistema de MC é desenhado para se ajustar na estrutura e na infraestrutura atuais Quando uma grande mudança organizacional é planejada, seu impacto potencial sobre o sistema de MC é avaliado
Reforço do conceito Gerar a habilidade de articular e demonstrar os valores de MC	O "estilo de gestão" reflete o comprometimento com os valores de MC Quando algo dá errado, as pessoas em todos os níveis procuram esclarecer as razões, em vez de culpar os indivíduos Indivíduos e grupos em todos os níveis demonstram uma crença compartilhada no valor das pequenas etapas e que todos podem contribuir, envolvendo-se ativamente para fazer e reconhecer melhoramentos incrementais
Construir a aprendizagem Gerar a habilidade de aprender mediante a atividade de MC	Todos aprendem com suas experiências, boas ou ruins Os indivíduos procuram oportunidades para aprendizagem/desenvolvimento pessoal Indivíduos e grupos em todos os níveis compartilham de sua aprendizagem A organização capta e compartilha o aprendizado de indivíduos e grupos Os gerentes aceitam e agem sobre todo o aprendizado que ocorre Mecanismos organizacionais são usados para empregar o que foi aprendido em toda a organização

Adquirindo ideias para o melhoramento

Quando examinamos anteriormente os elementos e os métodos de melhoramento, eles se concentravam na geração de ideias de melhoramento originadas dentro da organização. Todavia, ignorar os melhoramentos que outras empresas estão implementando é ignorar uma fonte de inovação potencialmente gigante. Sejam elas concorrentes, fornecedores, clientes ou apenas outras firmas com desafios semelhantes, as firmas externas podem oferecer soluções para os problemas internos. Porém, alguns comentaristas argumentam que "copiar" (legalmente) de outras empresas pode ser um método eficaz, ainda que subutilizado, para o melhoramento. Oded Shenkar, autoridade em administração internacional, afirma que, embora "*a imitação como sendo estratégica pareça quase uma blasfêmia em círculos acadêmicos*", ela pode "*ser estratégica e deve fazer parte do repertório estratégico de qualquer empresa ágil*".[18] De fato, "*a imitação pode ser um fator diferenciador e tem o potencial de oferecer valor exclusivo*". Ele identifica três "tipos estratégicos" de imitadores:

■ *O importador pioneiro* – é um imitador que é o pioneiro em outro lugar (outro país, setor ou mercado de produtos). Foi o que a Ryanair fez na Europa quando importou o modelo da South West Airlines.

■ *O segundo mais rápido* – é quem age rapidamente e chega logo após um inovador ou pioneiro, mas antes de ter tido a oportunidade de estabelecer uma liderança inatacável e antes que outros imitadores potencialmente rivais ocupem uma grande fatia do mercado.

■ *O que chega depois* – é um participante ou adotante tardio, que adiou deliberadamente a adoção de uma nova ideia. A Samsung fez isso com seu negócio de fabricação de *chips*, usando sua capacidade de fabricação e conhecimento para reduzir à metade o tempo gasto para construir uma fábrica de

semicondutores. Em seguida, a Samsung estabeleceu uma vantagem sobre os concorrentes ao explorar sua força nas principais habilidades técnicas, de produção e de qualidade.

Princípio de administração da produção
Muitas ideias de melhoramento podem originar-se de fora de uma organização.

Benchmarking

Benchmarking está nitidamente relacionado à ideia de encontrar inspiração fora da organização. É "o processo de aprendizagem a partir de outros" e envolve comparar o desempenho ou métodos de alguma empresa em relação a outras operações comparáveis. É um assunto mais amplo do que estabelecer metas de desempenho, e inclui investigar a prática das operações de outras organizações para tirar ideias que possam contribuir para a melhoria do desempenho. Seu raciocínio está baseado na ideia de que (a) os problemas na gestão dos processos são quase sempre compartilhados por processos em outros lugares e (b) que há, provavelmente, outra operação em algum lugar que desenvolveu uma melhor forma de fazer as coisas. Por exemplo, um banco pode aprender algumas coisas de um supermercado sobre como lidar com as flutuações da demanda durante o dia. *Benchmarking* trata essencialmente de estimular a criatividade na prática do melhoramento.

Princípio de administração da produção
A melhoria é auxiliada por processos de contextualização e desempenho das operações através de algum tipo de *benchmarking*.

Tipos de benchmarking

Há muitos tipos diferentes de *benchmarking* (que não são necessariamente mutuamente exclusivos), alguns dos quais estão listados a seguir:

■ ***Benchmarking* interno** é uma comparação entre operações ou partes de operações que estão na mesma organização.

■ ***Benchmarking* externo** é uma comparação entre uma operação e outras operações que fazem parte de uma organização diferente.

■ ***Benchmarking* não competitivo** é o *benchmarking* contra organizações externas que não competem diretamente nos mesmos mercados.

■ ***Benchmarking* competitivo** é uma comparação direta entre concorrentes dos mesmos mercados ou similares.

■ ***Benchmarking* de desempenho** é uma comparação entre os níveis de desempenho atingidos por operações diferentes.

■ ***Benchmarking* de práticas** é uma comparação entre as práticas operacionais de uma organização, ou o modo de fazer as coisas, e aquelas adotadas por outra operação.

Benchmarking como ferramenta de melhoramento

Embora *benchmarking* tenha-se tornado popular, algumas empresas falham em derivar o máximo de seus benefícios. Parcialmente, isso pode ser porque há alguns mal-entendidos sobre o que *benchmarking* realmente envolve. Primeiro, não é um projeto "único". É mais bem praticado como processo contínuo de comparação. Segundo, não fornece "soluções". Ao contrário, fornece ideias e informações que podem levar

a soluções. Terceiro, não envolve simplesmente copiar ou imitar outras operações. É um processo de aprendizagem e adaptação de maneira pragmática. Quarto, significa dedicar recursos à atividade. *Benchmarking* não pode ser feito sem algum investimento, mas isso não necessariamente significa alocar responsabilidade exclusiva a um conjunto de gerentes altamente remunerados. De fato, pode haver vantagens em organizar funcionários de todos os níveis para investigar e coletar informações dos alvos de *benchmarking*.

Melhoramento como aprendizagem

Observe que muitas das habilidades e comportamentos descritos na Tabela 16.1 estão direta ou indiretamente relacionados, de alguma maneira, à aprendizagem. Isso não surpreende, dado que o melhoramento nas operações implica algum tipo de intervenção ou mudança, e a mudança será avaliada em termos de qualquer melhoramento que ocorra. Essa avaliação acrescenta a nosso conhecimento como a operação realmente funciona, que, por sua vez, aumenta as chances de que intervenções futuras também resultarão em melhoramento. Essa ideia de ciclo de melhoramento foi discutida anteriormente. O que é importante é perceber que é um processo de aprendizagem, e é crucial que o melhoramento seja organizado de modo que encoraje, facilite e explore a aprendizagem que ocorre durante o melhoramento. Isso requer que reconheçamos que há uma distinção entre aprendizagem de ciclo simples e de ciclo duplo.[19]

Comentário crítico

Pode-se argumentar que há uma falha fundamental no conceito amplo de *benchmarking*. As operações que confiam em outras para estimular sua criatividade, especialmente aquelas que estão em busca da "melhor prática", estão sempre limitadas aos métodos atualmente aceitos de operar ou aos limites de desempenho atualmente aceitos. Em outras palavras, o *benchmarking* leva as empresas até onde outras chegaram. A "melhor prática" não é "melhor" no sentido em que não pode ser batida, é apenas "melhor" no sentido em que é a melhor que alguém pode atualmente encontrar. De fato, aceitar o que está atualmente definido como "melhor" pode evitar que as operações façam descobertas ou melhoramentos radicais que assumam o conceito de "melhor" em um novo nível fundamentalmente melhorado. Esse argumento está diretamente relacionado ao conceito de melhoramento de ruptura, discutido no final deste capítulo. Além disso, os métodos ou níveis de desempenho que são apropriados em uma operação podem não ser em outra. O fato de uma operação ter um conjunto de práticas bem-sucedidas no modo como gerencia seu processo não significa que adotar essas mesmas práticas em outro contexto a levará igualmente ao sucesso. É possível que diferenças sutis nos recursos de um processo (como habilidades ou competências técnicas dos funcionários) ou o contexto estratégico de uma operação (por exemplo, as prioridades relativas dos objetivos de desempenho) serão suficientemente diferentes para tornar inapropriada a adoção de práticas aparentemente bem-sucedidas.

Princípio de administração da produção
Não pode haver melhoramento intencional sem aprendizagem.

Aprendizagem de ciclo simples e de ciclo duplo

A aprendizagem de ciclo simples ocorre quando há um vínculo repetitivo e previsível entre causa e efeito. Isso é semelhante à ideia de "controle de rotina", que discutimos no Capítulo 10. Algum tipo de característica de *output* de um processo é medido e associado às condições de *input* que o ocasionaram. Cada vez que um erro operacional ou problema é detectado, ele é corrigido ou solucionado e, ao fazer isso, mais é aprendido sobre o processo. Entretanto, isso ocorre sem questionar ou alterar os valores e os objetivos subjacentes do processo, que podem, ao longo do tempo, criar uma inércia que evita sua adaptação a um ambiente em mudança. Em contraste, a aprendizagem de ciclo duplo questiona os objetivos fundamentais, o serviço ou até a cultura subjacente da operação. Esse tipo de aprendizagem implica uma habilidade para desafiar fundamentadamente as suposições existentes sobre a operação. Procura remodelar as suposições competitivas e permanecer aberto a quaisquer mudanças no ambiente competitivo. Porém, ser receptivo a novas oportunidades às vezes requer abandonar as rotinas existentes da operação, o que pode ser difícil de alcançar na prática, especialmente porque muitas operações recompensam a experiência e a realização passada (em vez de potencial) em nível individual e em grupo. A Figura 16.14 ilustra a aprendizagem de ciclo simples e de ciclo duplo.

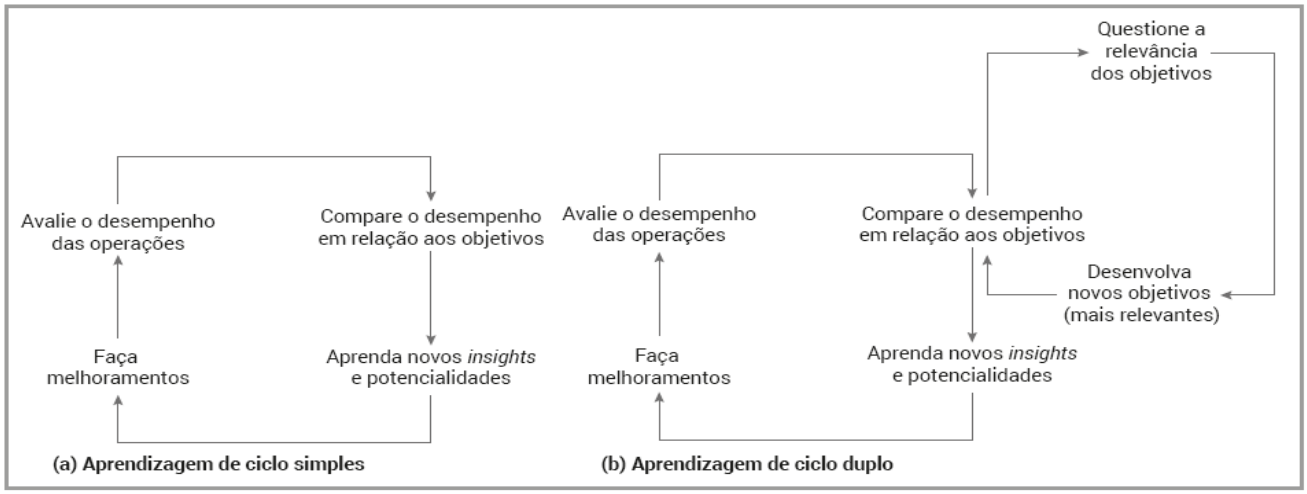


Figura 16.14 Aprendizagem de ciclo simples e de ciclo duplo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Aprendendo com a Fórmula 1[20]

Não pode haver diferença maior entre os pilotos de corrida de Fórmula 1 que traçam seus caminhos entre alguns dos concorrentes mais rápidos do mundo e um motorista de caminhão de supermercado que entrega silenciosamente feijão, cerveja e *bacon* às lojas e aos centros de distribuição. Porém, eles têm mais em comum do que se pode suspeitar. Os motoristas de Fórmula 1 e dos caminhões desejam economizar combustível, reduzir os *pit-stops* (Fórmula 1) ou manter os custos de entrega baixos (veículos pesados que transportam bens). Embora as entregas de produtos de mercado nos subúrbios não pareçam tão emocionantes como correr na pista de Monza, os programas de simulação assistidos por computador, desenvolvidos pela equipe de Fórmula 1 da Williams, estão sendo aplicados para ajudar os motoristas da Sainsbury (rede britânica de supermercados) a desenvolver habilidades de direção que podem,

potencialmente, reduzir a conta de combustível da rede em 30%. A tecnologia de simulação, que permite treinamento avançado e realista, por ser conduzido em um ambiente controlado, foi desenvolvida originalmente para treinamento dos pilotos de Fórmula 1 e desenvolvida no Centro de Tecnologia da Williams no Qatar. Agora, é possível treinar motoristas em habilidades de direção profissional de alto nível e em aplicações de segurança rodoviária.

O executivo-chefe da F1 da Williams, Alex Burns, comentou: *"A Fórmula 1 é reconhecida como uma excelente incubadora de tecnologia. Faz sentido abraçar algumas das tecnologias novas e emergentes que o Centro de Tecnologia da Williams no Qatar está desenvolvendo para ajudar a missão da Sainsbury em reduzir seu consumo de energia e melhorar as habilidades e segurança daqueles que dão suporte a sua operação crucial de logística."* Os programas de melhoramento relacionados à energia da Sainsbury abordam o suprimento de energia (por exemplo, energia eólica, solar e geotérmica), bem como o consumo de energia (por exemplo, mudando a iluminação para LED, refrigeração por CO_2 etc.). A aprendizagem vinda da Fórmula 1 ajudará a Sainsbury a avançar no campo da eficiência de energia. Roger Burnley, diretor de logística e varejo da Sainsbury, disse: *"Estamos comprometidos em reduzir nosso impacto ambiental e, como resultado, estamos frequentemente na vanguarda da inovação tecnológica. Ao fazer parceria com a equipe de Fórmula 1 da Williams, podemos tirar proveito de uma das tecnologias automotivas mais avançadas do mundo, tornando nossas operações ainda mais eficientes e dando mais um passo para atingir nossos alvos de redução de CO_2."*

Questões-chave de implementação

Nem todas as iniciativas de melhoramento lançadas pelas organizações, frequentemente com altas expectativas, cumprirão seu potencial de ter grande impacto sobre o desempenho. Estimativas da falha nos esforços de melhoramento variam de 50 a 80%. Todavia, embora haja muitos exemplos de esforços de melhoramento que fracassaram, há também exemplos de implementações bem-sucedidas. Assim, por que alguns esforços de melhoramento são desapontadores? Já identificamos algumas razões, por exemplo, uma cultura organizacional que desencoraja qualquer mudança. Mas há algumas causas mais tangíveis da falha na implementação.

Apoio da alta administração

A importância do apoio da alta administração vai além da alocação dos recursos ao programa; esse apoio estabelece as prioridades para toda a organização. Se os diretores não entenderem e não mostrarem comprometimento com o programa, compreende-se por que gerentes e funcionários ficarão em dúvida se devem fazer isso. Geralmente, isso significa que a alta administração deve:

- entender e acreditar nos benefícios da abordagem de melhoramento;
- comunicar os princípios e técnicas de melhoramento;
- participar do processo de melhoramento;
- formular e manter uma "estratégia de melhoramento" clara.

O último ponto é particularmente importante. Sem pensar em um propósito global e em metas de melhoramento a longo prazo, é difícil para qualquer organização saber para onde está indo. É preciso haver uma estratégia de melhoramento para fornecer as metas e as orientações que ajudam a manter os

esforços de melhoramento alinhados aos propósitos estratégicos. Especificamente, a estratégia de melhoramento deve ter algo a dizer sobre as prioridades competitivas da organização, os papéis e as responsabilidades de melhoramento de todas as partes da organização, os recursos disponíveis para melhoramento e sua filosofia global de melhoramento.

Os gerentes seniores podem não entender plenamente a abordagem de melhoramento

Cada uma das abordagens de melhoramento, que descrevemos anteriormente neste capítulo, é assunto de vários livros que as descrevem em grande detalhe. Não há falta de aconselhamento de consultores e acadêmicos sobre como elas devem ser usadas. Todavia, não é difícil encontrar exemplos de onde a alta administração tem usado uma ou mais dessas abordagens sem entendê-las plenamente. Por exemplo, os detalhes de Seis Sigma ou da filosofia enxuta não são assuntos simplesmente técnicos. São fundamentais para a adequação da abordagem em contextos diferentes. Nem toda abordagem ajusta-se a cada conjunto de circunstâncias. Assim, a primeira etapa para decidir se a abordagem é apropriada é entender, em detalhes, o que cada uma significa.

Evite a propaganda exagerada

O melhoramento das operações tem, em alguma extensão, se tornado uma indústria da moda, com novas ideias e conceitos sendo continuamente introduzidos como oferecendo um modo novo de melhorar o desempenho da empresa. Não há nada intrinsecamente errado nisso. A moda estimula e se atualiza mediante a introdução de novas ideias. Sem elas, as coisas ficariam estagnadas. O problema não está com as novas ideias de melhoramento, mas com alguns gerentes que se tornam vítimas do processo, onde alguma nova ideia substituirá totalmente o que existia antes. A maioria das novas ideias tem algo a dizer, mas saltar de uma moda passageira para outra não apenas gerará um retrocesso contra qualquer nova ideia, mas também destruirá a habilidade de acumular a experiência decorrente da experimentação de cada uma delas. Evitar que alguém se torne uma vítima da moda de melhoramento não é fácil.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

Por que o melhoramento é tão importante para a administração da produção?

■ O melhoramento é agora visto como a principal responsabilidade da administração da produção. Além disso, todas as atividades de administração da produção, realmente, são concernentes ao melhoramento a longo prazo. As empresas em muitos setores também estão tendo que melhorar simplesmente para manter sua posição em relação aos concorrentes. Às vezes, isso é denominado efeito "Rainha de Copas".

■ Uma distinção comum está entre o melhoramento radical ou de ruptura, de um lado, e o melhoramento contínuo ou incremental, de outro.

■ Essa distinção está bastante associada à distinção entre o aproveitamento das capacitações existentes *versus* a exploração de novas capacitações.

Quais são os elementos-chave do melhoramento da produção?

■ Há muitos "elementos" que formam os blocos de construção das abordagens de melhoramento. Os descritos neste capítulo são os seguintes:

ciclos de melhoramento;

uma perspectiva de processo;

processos de ponta a ponta;

mudança radical;

solução de problema baseada em evidência;

foco no cliente;

sistemas e procedimentos;

redução de variação do processo;

fluxo sincronizado;

ênfase em educação e treinamento;

perfeição é a meta;

identificação do desperdício;

inclusão de todos;

desenvolvimento de relacionamentos cliente interno-fornecedor.

Quais são as abordagens amplas para o melhoramento?

■ O que denominamos "abordagens amplas para melhoramento" são conjuntos relativamente coerentes de alguns dos "elementos" do melhoramento. Os quatro mais comuns são gestão da qualidade total (TQM), filosofia enxuta, reengenharia de processos de negócio (BPR) e Seis Sigma.

■ A gestão da qualidade total (TQM) é um dos mais antigos "modismos" de administração que vêm sofrendo uma reação negativa, mas os preceitos e princípios gerais de TQM são ainda influentes.

■ A filosofia enxuta foi vista inicialmente como uma abordagem que só poderia ser aplicada apenas à manufatura, mas que mais tarde passou a ser vista como aplicável também aos serviços. Também, quando essa filosofia foi introduzida, era radical e contraditória.

■ A BPR é um exemplo típico de abordagem radical para melhoramento. Tenta redesenhar as operações ao longo dos processos focados no cliente em vez de adotar a base funcional tradicional.

■ Seis Sigma é "uma metodologia disciplinada para definir, medir, analisar, melhorar e controlar a qualidade de quaisquer produtos, processos e transações da empresa – com a meta final de eliminar praticamente todos os defeitos".

■ Há diferenças entre essas abordagens de melhoramento. Cada uma inclui um conjunto diferente de elementos e, assim, uma ênfase diferente. Podem ser posicionadas em duas dimensões. A primeira é se as abordagens enfatizam uma forma gradual e contínua para mudar ou uma mudança de "ruptura" mais

radical. A segunda é se a abordagem enfatiza *quais* mudanças devem ser feitas ou *como* as mudanças devem ser feitas.

Quais técnicas podem ser usadas para o melhoramento?

■ Muitas das técnicas descritas ao longo deste livro podem ser consideradas técnicas de melhoramento, por exemplo, o controle estatístico do processo (CEP).

■ As técnicas frequentemente vistas como "técnicas de melhoramento" incluem diagramas de dispersão, fluxogramas, diagramas causa-efeito, diagramas de Pareto e análise por que – por que.

Como gerenciar o processo de melhoramento?

■ O melhoramento não ocorre simplesmente por acaso. Ele precisa de organização, a informações devem ser reunidas para que o melhoramento esteja tratando das questões mais apropriadas, a responsabilidade por buscar o esforço de melhoramento deve ser garantida e os recursos devem ser alocados. Ele também deve estar ligado à estratégia geral da organização.

■ O processo de *benchmarking* também é usado com frequência como um meio de obter padrões de desempenho da concorrência.

■ A habilidade que uma organização tem de melhorar o desempenho de sua produção depende em grande parte de sua "cultura", ou seja, "o padrão de suposições básicas compartilhadas... que tem funcionado bem o bastante para que seja considerado válido". Uma cultura organizacional receptiva, que encoraja uma busca constante por maneiras aprimoradas de fazer as coisas, pode encorajar o melhoramento.

■ De acordo com Bessant e Caffyn, existem capacitações, comportamentos e ações específicas que precisam ser desenvolvidas de modo consciente para que o melhoramento seja sustentável a longo prazo.

■ Muitas das capacitações e comportamentos relacionados a uma cultura de melhoramento relacionam-se à aprendizagem de alguma maneira. Isso envolve dois tipos de aprendizagem: de ciclo simples e de ciclo duplo.

■ Os esforços de melhoramento frequentemente fracassam (as estimativas variam de 50 a 80 por cento de programas fracassados). Estas são algumas das razões para isso:

Pode estar faltando suporte da alta administração.

A alta administração pode não compreender totalmente a abordagem de melhoramento.

O melhoramento pode ter propaganda excessiva, ocasionando expectativas irreais (e, portanto, não realizadas).

ESTUDO DE CASO

Reinventando as bibliotecas de Singapura[21]

Pelos professores Robert Johnston (Warwick Business School), Chai Kah Hin e Jochen Wirtz (National University of Singapore) e Christopher Lovelock (Yale University).

A National Library Board (NLB) de Singapura supervisiona a administração nacional das bibliotecas de referência, regionais, comunitárias e infantis, bem como mais de 30 bibliotecas pertencentes a órgãos governamentais, escolas e instituições particulares. Nos últimos 15 anos, a NLB mudou completamente a

natureza das bibliotecas de Singapura, e seu trabalho tem sido usado como modelo para muitas outras bibliotecas espalhadas pelo mundo. Todavia, nem sempre foi assim. Em 1995, as bibliotecas de Singapura eram tradicionais, locais silenciosos repletos de livros velhos onde você ia estudar ou tomar livros emprestados se não pudesse comprá-los. Havia longas filas para os empréstimos e devoluções, e os funcionários pareciam inúteis e antipáticos. Porém, hoje, as coisas são bem diferentes. Há cafés nas bibliotecas para estimular as pessoas a entrar, sentar e abrir um livro, e bibliotecas localizadas em centros comunitários (levando as bibliotecas aonde as pessoas estão). A NLB desenvolveu bibliotecas especializadas destinadas às crianças e bibliotecas em *shopping centers* para atrair pessoas ocupadas em suas compras na faixa dos 18 aos 35 anos de idade. Há bibliotecas dedicadas aos adolescentes, um dos grupos mais difíceis de serem seduzidos a entrar em alguma biblioteca. Essas são projetadas pelos próprios adolescentes e incluem máquinas de bebidas, ambientes com isolação acústica e sistemas de música. A biblioteca também acolhe grande variedade de eventos, de sessões de leitura para mães e bebês a concertos de *rock* para atrair uma grande faixa de pessoas.

"*Começamos essa jornada em 1995 quando o Dr. Christopher Chia foi indicado a executivo-chefe. Olhando para trás, éramos um serviço público muito tradicional. Nossos clientes usavam palavras como "frio" e "antipático", embora, na realidade, nossos funcionários estivessem trabalhando sob grande pressão para lidar com longas filas para o empréstimo de livros e para responder perguntas de nossos clientes sobre o material disponível na biblioteca. Christopher Chia e sua equipe fizeram um estudo dos problemas, implantaram pesquisas de levantamento e de grupos de foco. Depois, passaram a enfrentar os desafios com visão e imaginação mediante a aplicação da metodologia de gestão de projeto e o uso inovador de tecnologia. O envolvimento e a contribuição dos funcionários foram chave para o sucesso da transformação. Sabíamos onde desejávamos chegar e estávamos comprometidos com a causa"* (Ngian Lek Choh, executiva-chefe delegada e diretora da Biblioteca Nacional).

Apoiando muitas das mudanças estava o uso inovador de tecnologia pela NLB. Foi a primeira biblioteca pública do mundo a implementar a identificação por radiofrequência (RFID) e a criar seu sistema eletrônico de gestão de biblioteca (EliMS). RFID é um sistema eletrônico para identificar automaticamente os itens. Usa etiquetas RFID, ou *transponders*, que estão contidos em rótulos inteligentes que consistem em um *chip* de silício e uma antena espiralada. Recebem e respondem a consultas por radiofrequência de um transceptor de RFID que possibilita a recuperação, armazenagem e compartilhamento remoto e automático de dados (veja o Capítulo 8). As etiquetas RFID estão inseridas nos 10 milhões de livros, o que torna a biblioteca uma das maiores usuárias mundiais dessa tecnologia. Os clientes passam muito pouco tempo na fila em razão da retirada e da devolução automáticas dos livros. De fato, os livros podem ser devolvidos em qualquer ponto de entrega disponível 24 horas (que parece um pouco com o caixa automático de um banco), onde a RFID possibilita devoluções e triagens rápidas e fáceis. A NLB também lançou um serviço móvel via SMS (mensagem de texto) que permite aos usuários gerenciar suas contas na biblioteca a qualquer momento e em qualquer lugar através de seus telefones celulares. Podem conferir seus registros de empréstimo, renovar os prazos de devolução, fazer pagamentos à biblioteca e receber alertas para devolver os itens emprestados antes do prazo estabelecido.

Melhorar os serviços significa entender plenamente os clientes da biblioteca. Os clientes foram estudados mediante pesquisa de levantamento e de grupos de foco para entender como a biblioteca agregava valor aos clientes, como eles podiam ser segmentados, os principais motivadores de aprendizagem e leitura e

seus hábitos de leitura. O *feedback* dos clientes, formal e informal, é uma fonte importante de inovação do projeto – como também são as ideias dos funcionários. Espera-se que todos na NLB, do executivo-chefe ao assistente, contribuam para melhoramento e inovação do trabalho. Tanto assim que a inovação tornou-se parte integral da cultura da NLB para levá-la a um fluxo constante de pequenas e grandes inovações. Para facilitar isso, a executiva-chefe realiza sessões de discussão com seus funcionários. Há também uma estratégia denominada "faça perguntas idiotas", que estimula os funcionários a desafiar o que é normalmente aceito. O Dr. Varaprasad, executivo-chefe, comentou: *"em minha visão, não há perguntas idiotas, há apenas respostas idiotas! O que tentamos fazer é engajar os funcionários para deixá-los à vontade para fazer perguntas estúpidas, e eles têm direito a uma resposta"*.

A NLB também utiliza pequenas equipes de melhoramento para fazer *brainstorm* de ideias e testá-las com colegas de outras bibliotecas da ilha. As boas ideias atraem recompensas financeiras de $ 5 a $ 1.000. Uma ideia foi usar um sistema simples de faixas coloridas nas lombadas dos livros (representando seu número de identificação) para facilitar sua reposição nos locais corretos das estantes e também para localizar os que foram posicionados pelos usuários em locais errados. Os funcionários são também estimulados a viajar ao exterior para visitar outras bibliotecas e aprender sobre como os bibliotecários utilizam o espaço, seus programas e suas coleções, comparecer e participar de convenções e também visitar organizações bem diferentes para obter novas ideias. Por exemplo, a devolução automática de livros foi uma ideia emprestada e modificada das estações de transportes em massa rápidos de Hong Kong, onde, com a passagem de um cartão, o usuário é identificado e obtém acesso ao sistema. A NLB aplicou uma linha de pensamento semelhante para o *check-in* e o *check-out* dos livros e para o conceito de devolução em qualquer ponto da recepção. A NLB retira ideias de setores muito diferentes, incluindo logística, manufatura, TI e supermercados. Entretanto, alguns elementos do processo de melhoramento da NLB mudaram. No início, sua abordagem para implementar ideias era informal e intuitiva. Agora, está muito mais estruturada. Cada boa ideia que chega é gerenciada como um projeto, começando com o estágio de "prova do conceito", que envolve vender a ideia à administração e verificá-la com várias pessoas para saber se ela parece viável. Depois, os serviços e processos são retrabalhados, frequentemente envolvendo clientes ou usuários. Os novos conceitos são transformados em protótipos e testados, permitindo aos gerentes obter *feedback* dos clientes para possibilitar a avaliação, aperfeiçoamento e, se apropriado, desenvolvê-los para outros locais.

QUESTÕES

1. Como a cultura da NLB foi modificada para fazer tais melhoramentos?
2. Onde as ideias de melhoramento se originaram? Como a NLB encoraja essas ideias?
3. Em sua opinião, por que o processo de melhoramento tornou-se mais sistemático ao longo dos anos?
4. Quais poderiam ser os maiores desafios às atividades de melhoramento da NLB no futuro?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Sofia estava cansada de seu deslocamento diário. "*Por que*", pensou, "*tenho que gastar tanto tempo pela manhã presa no trânsito, ouvindo algum comediante sem graça no rádio? Afinal, podemos trabalhar com*

horário flexível. Será que eu devo sair de casa em algum outro horário?". Assim decidida, Sofia resolveu variar, de propósito, seu horário habitual de saída de casa (às 8h30). Sendo também bastante organizada, resolveu registrar seu horário de saída diário e o respectivo tempo de deslocamento. Seus registros estão anotados na Tabela 16.2.

(a) Desenhe um diagrama de dispersão que ajudará Sofia a decidir qual o melhor horário para deixar seu apartamento.

(b) Quanto tempo por semana (período de cinco dias) ela evitaria ter que ouvir a emissora de rádio sem graça?

Tabela 16.2 Tempos de deslocamento de Sofia (em minutos)

Dia	Horário de saída	Tempo de deslocamento	Dia	Horário de saída	Tempo de deslocamento	Dia	Horário de saída	Tempo de deslocamento
1	7h 15	19	6	8h 45	40	11	8h 35	46
2	8h 15	40	7	8h 55	32	12	8h 40	45
3	7h 30	25	8	7h 55	31	13	8h 20	47
4	7h 20	19	9	7h 40	22	14	8h 00	34
5	8h 40	46	10	8h 30	49	15	7h 45	27

2 A empresa de impressão a laser Printospeed orgulhava-se de sua reputação de produtos e serviços de alta qualidade. Por isso, estava especialmente preocupada com os problemas que estava enfrentando com devoluções de cartuchos de tinta defeituosos. Cerca de 2 mil eram devolvidos a cada mês. Sua equipe europeia de serviço suspeitava que nem todas as devoluções eram, de fato, resultado de produtos defeituosos, razão pela qual resolveu investigar o problema. Três problemas principais foram identificados. Primeiro, alguns usuários não estavam muito familiarizados, como deveriam estar, com o método correto de colocar o cartucho na impressora ou a forma de resolver alguns problemas menores de impressão. Segundo, alguns varejistas também não estavam cientes de como encaminhar pequenos problemas. Terceiro, havia claramente um abuso da política de devoluções "sem questionamento" da Printospeed. Cartuchos vazios estavam sendo enviados para empresas de reutilização não autorizadas, que vendiam esses cartuchos a preços mais baixos. Alguns cartuchos eram reutilizados até cinco vezes e acabavam ficando compreensivelmente desgastados. Além do mais, o *toner* dos cartuchos reutilizados, geralmente, não estavam nos padrões de alta qualidade da Printospeed.

(a) Desenhe um diagrama de causa-efeito que inclua tanto as causas possíveis mencionadas como quaisquer outras causas que você considere importante investigar.

(b) Em sua opinião, qual o abuso alegado na política de devolução "sem questionamento" adotada pela Printospeed?

3 Recorde-se da última falha em um produto ou serviço que lhe causou algum grau de inconveniência. Desenhe um diagrama de causa-efeito de por que a falha poderia ter ocorrido. Tente identificar a frequência com que tais causas ocorreram. Isso pode ser feito conversando com os funcionários da operação que forneceu o serviço. Desenhe um diagrama de Pareto que indique a frequência relativa de cada causa de falha. Sugira modos em que a operação poderia reduzir as chances de falha.

4 Ruggo Carpets incentiva a melhoria contínua com base no "incentivo para o foco no cliente". O processo de qualidade total da empresa passou de "satisfação total do cliente" para "prazer total do cliente", e

chegou a sua forma atual – "preenchendo a lacuna", que é basicamente uma régua para medir "onde estamos" e "onde devemos estar" na empresa. Os desenvolvimentos no armazém são típicos. O supervisor foi substituído por um líder de grupo que atua como "facilitador", trabalhando dentro da equipe. Eles também são treinados para realizar seus próprios trabalhos mais cinco outros. As horas fixas são uma coisa do passado, assim como a hora extra. Nos horários de pico, a equipe trabalha as horas necessárias para despachar pedidos, e em horários fora de pico, quando o trabalho é concluído, a equipe pode ir embora. Os rótulos e as etiquetas de endereço para despacho são gerados por computador e os tapetes recebem códigos de barras para reduzir o erro humano. Cada processo dentro do armazém foi analisado e passou por uma reengenharia. O que está implícito na progressão das três iniciativas da empresa, de "satisfação total do cliente" para "prazer total do cliente" até "preencher a lacuna"?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

AHLSTROM, J. *How to succeed with continuous improvement*: a primer for becoming the best in the world. New York: McGraw-Hill Professional, 2015.

Este é um guia prático muito bom. Promove ligeiramente boas novas, mas consegue passar a mensagem.

GEORGE, M.L.; ROWLANDS, D.; KASTLE, B. *What is lean six sigma*? New York: McGraw-Hill, 2003.

Uma introdução muito breve sobre o que é Seis Sigma Enxuta e como usá-la.

GOLDRATT, E.M.; COX, J. *The goal*: a process of ongoing improvement. Aldershot: Gower, 2004.

Versão atualizada de um clássico.

HENDRY, L.; NONTHALEERAK, P. *Six sigma*: literature review and key future research areas. Lancaster University Management School, Working Paper 2005/044, 2004.

Bom panorama da literatura sobre Seis Sigma.

HINDO, B. At 3M, a struggle between efficiency and creativity: how CEO George Buckley is managing the yin and yang of discipline and imagination, *Business Week*, 11 jun. 2007.

Artigo acessível publicado em uma revista popular de negócios.

PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R. *Six sigma way team field book*: an implementation guide for project improvement teams. New York: McGraw-Hill, 2002.

Obviamente baseado no princípio Seis Sigma e relacionado ao livro recomendado no Capítulo 17, pelos mesmos autores, esse é um guia eminentemente prático para a abordagem Seis Sigma.

XINGXING ZU; FREDENDALL, L.D.; DOUGLAS, T.J. The evolving theory of quality management: the role of Six Sigma, *Journal of Operations Management*, v. 26, p. 630-650, 2008.

Leitura interessante que examina a evolução da TQM.

17

GESTÃO DA QUALIDADE

INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade sempre foi uma parte importante da administração da produção, mas sua posição e seu papel no assunto mudaram. Houve um tempo em que foi vista em grande parte como uma atividade essencial, mas de "rotina", que impedia que os erros tivessem um impacto sobre os clientes (e que teria sido localizada inequivocamente na seção "Entrega" deste livro). E essa função ainda existe. Porém, cada vez mais a gestão de qualidade é vista como também tendo uma parte a desempenhar no melhoramento da produção. A gestão da qualidade pode contribuir para o melhoramento ao fazer as mudanças nos processos operacionais que levam a melhores resultados para os clientes. De fato, na maioria das organizações, a gestão da qualidade é um dos principais fatores de melhoramento. É também o único dos cinco "objetivos de desempenho de produção" a ter capítulo próprio neste livro. Em parte, isso é devido ao papel central da "qualidade" no melhoramento. Alguns gerentes de produção acreditam que, a longo prazo, qualidade é o fator isolado mais importante que afeta o desempenho de uma organização em relação a seus concorrentes. Mas é também porque, em muitas organizações, uma função separada é dedicada exclusivamente à gestão da qualidade. A Figura 17.1 mostra onde a gestão da qualidade se encaixa no modelo de atividades da produção.

Questões-chave

- O que é qualidade e por que é tão importante?
- Que etapas levam à conformidade às especificações?
- O que é gestão da qualidade total (TQM)?

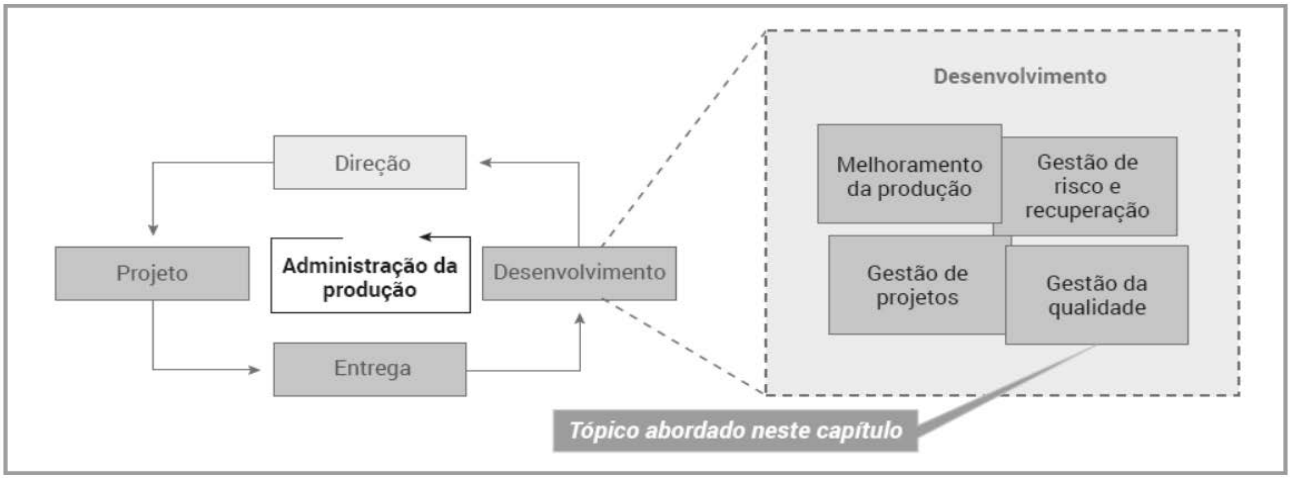


Figura 17.1 Este capítulo examina a gestão da qualidade.

O QUE É QUALIDADE E POR QUE É TÃO IMPORTANTE?

Vale a pena revisar alguns dos argumentos que apresentamos no Capítulo 2 em relação aos benefícios dos altos níveis de qualidade. Isso ajudará a explicar por que a qualidade é vista como tão importante pela maioria das operações. A Figura 17.2 ilustra as várias formas pelas quais os melhoramentos de qualidade podem afetar outros aspectos do desempenho da produção. O faturamento pode aumentar por melhores vendas e melhores preços no mercado. Ao mesmo tempo, os custos podem ser reduzidos por mais eficiência, maior produtividade e melhor uso do capital. Assim, uma tarefa-chave da função produção deve ser assegurar que está fornecendo bens e serviços de qualidade a seus clientes internos e externos.

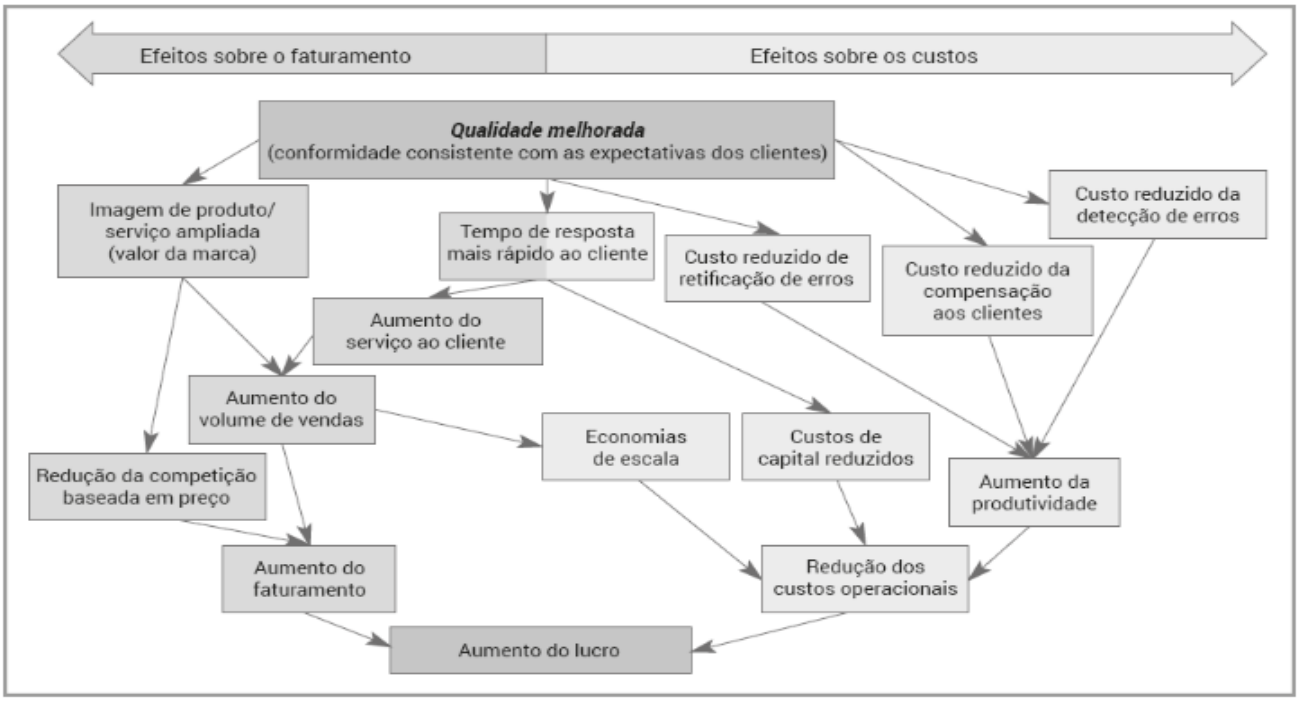


Figura 17.2 Qualidade maior tem efeito benéfico sobre o faturamento e os custos.

Visão da qualidade pela operação

Há muitas definições de qualidade: aqui a definimos como *conformidade consistente com as expectativas dos clientes*.

O uso da palavra "conformidade" implica que há necessidade de atender a uma especificação clara. Assegurar que um serviço ou produto está em conformidade com a especificação é tarefa-chave da produção. "Consistente" implica que a conformidade às especificações não é um evento *ad hoc*, mas que o produto ou serviço atende à especificação porque as exigências de qualidade são usadas para projetar e conduzir os processos que produzem serviços ou produtos. O uso das "expectativas dos clientes" reconhece que o serviço ou produto deve levar as visões dos clientes em consideração, e elas podem ser influenciadas pelo preço. Observe também o uso da palavra "expectativas" nesta definição, em vez de necessidades ou desejos.

Visão de qualidade pelos clientes

Experiências anteriores, conhecimento individual e história moldarão as expectativas dos clientes. Ademais, os clientes podem perceber um serviço ou produto de modos diferentes. Uma pessoa pode perceber um voo de longo trajeto como parte interessante de um feriado; a pessoa do assento ao lado pode vê-lo como uma tarefa necessária para chegar a uma reunião de negócio. Assim, a qualidade precisa ser entendida do ponto de vista do cliente porque, para ele, a qualidade de um serviço ou produto específico é o que ele percebe. Se os passageiros de um voo econômico o percebem como de qualidade, não obstante as longas filas no *check-in* ou os assentos apertados e as refeições ruins, o voo para eles é de boa qualidade percebida.[1] Os clientes também podem não ter condições de avaliar a especificação "técnica" do serviço ou produto; então, usarão outras medidas como base para sua percepção de qualidade. Por exemplo, um cliente pode ter dificuldade para julgar a qualidade técnica de um tratamento dentário, exceto se, com isso, o dente não apresentar quaisquer problemas. Assim, o cliente pode perceber a qualidade em termos da conduta e da técnica do dentista e de como ele foi tratado.

Princípio de administração da produção

A qualidade é multifacetada; seus elementos individuais diferem para operações diferentes.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Qualidade em três operações diferentes: TNT Express, Victorinox e Four Seasons

Fornecendo atendimento ao cliente na TNT[2]

TNT é um serviço global de entrega de pacotes, que opera em mais de 200 países e é líder do mercado em serviços de entrega expressa *business-to-business* (B2B). Os seus 80.000 funcionários entregam cerca de 150 milhões de itens por ano. Com sede nos Países Baixos, opera redes aéreas e rodoviárias em todo o mundo. E esse é um negócio altamente competitivo, de modo que a qualidade do serviço não é uma opção; é uma necessidade para a sobrevivência. Os clientes não costumam ser compreensivos se a encomenda atrasar ou, pior, se nem sequer chegar. A criação de uma rede global de *hubs* e rotas exige um grande investimento de capital, e como a manutenção das redes globais é muito cara, a demanda deve manter-se alta apenas para haver equilíbrio de contas. Além disso, cada vez mais a sociedade espera que essas empresas reduzam suas emissões de carbono. Por isso, não há o que discutir: as operações de entrega devem estar continuamente melhorando os níveis de serviço e implantando recursos da forma mais próxima possível do ideal.

A TNT sabe que sua reputação é bastante influenciada pela forma como seus clientes percebem seus serviços. O serviço de alta qualidade mantém os clientes existentes e traz novos. O serviço de má qualidade perde clientes uma vez leais e adia novos clientes em potencial. Mas exatamente como os clientes avaliam a qualidade da TNT? Um aspecto óbvio da qualidade do serviço é a entrega no prazo. A TNT procura entregar todos os itens aos seus clientes "como prometido" através de sua rede aérea e rodoviária integrada porta a porta. Ela também mantém seus clientes informados através de sua sofisticada tecnologia de rastreamento *online* que permite aos clientes rastrear seus pacotes a qualquer momento. O serviço personalizado também pode ser importante para alguns clientes. A TNT pode fornecer serviços especiais ou adaptados, por exemplo, para itens incomuns ou frágeis. O lema da TNT de "Certamente podemos" enfatiza o que vê como a atitude "posso fazer" e a mentalidade positiva em lidar com os requisitos dos clientes. Mas a entrega de alta qualidade, confiável e flexível não é útil se os clientes

não puderem acessá-la com facilidade. Assim, a criação de serviços fáceis de usar e acessar, bem como o treinamento dos clientes, para que saibam como obter o melhor do serviço, também são importantes. A própria pesquisa da TNT mostrou que a satisfação do cliente não depende apenas do processo de entrega do serviço, mas também de como o serviço é realizado. Isso resultou no foco que a TNT tem na qualidade da "experiência do cliente", desenvolvendo um programa de dois anos para implementar e comunicar sua "Promessa ao Cliente" para funcionários e clientes. Isso procura garantir que uma experiência de alta qualidade seja iniciada desde o primeiro contato dos clientes até o atendimento pós-venda.

Victorinox e o canivete Swiss Army[3]

O famoso canivete Swiss Army é fabricado pela Victorinox Company em sua fábrica na cidade suíça de Ibach. A empresa tem numerosas cartas de seus clientes testemunhando a qualidade e a durabilidade de seus produtos. Por exemplo: *"Estava instalando um novo equipamento em uma estação de tratamento de esgoto... O canivete escapou de minha mão e caiu no tanque de aeração... que é extremamente corrosivo para metais. Quatro anos após, recebi um pequeno pacote com uma observação do supervisor da estação. Eles haviam esvaziado o tanque de aeração e encontraram meu canivete... que estava em surpreendentes boas condições... Posso assegurar que poucos produtos poderiam ter sobrevivido a um tratamento como esse; os componentes teriam se dissolvido ou, simplesmente, desaparecido."*

Hoje, a fábrica Victorinox monta 27 mil canivetes por dia (mais aproximadamente 100 mil outros itens). Mais de 450 etapas são exigidas em sua fabricação. Mas os tempos não têm sido fáceis para a Victorinox Company. Mas uma grande ameaça às vendas tem sido o crescimento do mercado de canivetes "Swiss Army" falsos, fabricados principalmente na China. Muitos deles parecem semelhantes ao original; têm até a familiar cruz suíça no corpo. Então, qual sua defesa contra essas falsificações? *"Qualidade"*, diz o CEO Carl Elsener. *"Exaurimos todos os meios legais para proteger a marca de nossos produtos populares. Nosso melhor meio de proteção é a qualidade que permanece insuperável e que fala mais alto do que palavras."* É o "sistema de controle de qualidade da Victorinox" que está no centro dessa defensiva.

Primeiro, os materiais que entram são checados para ver se estão em conformidade com as especificações de qualidade. Isso inclui medir com precisão todos os aspectos da qualidade recebida. O laboratório da Victorinox está em conformidade com o mais recente padrão de engenharia e garante que somente o aço e o plástico que cumprem seus rigorosos padrões de qualidade são utilizados na fabricação dos produtos. O aço consiste em ligas especiais, que possuem as características materiais mais importantes para o respectivo campo de aplicação. Todas as ligas têm sua composição testada por meio de análise de espectro, que usa um arco elétrico sobre o material sob um gás protetor, de modo que as partes da sua superfície se fundem e evaporam. A partir da análise espectrométrica do arco, a composição da liga dos diversos metais pode ser calculada. A inspeção metalúrgica também é usada por polimento de amostras, moldando-as em plástico e gravando com um ácido. Isso permite que as falhas nos materiais sejam facilmente detectadas. O laboratório também possui um "teste de retenção de borda" usando equipamentos especiais para testar a capacidade do material para manter sua borda durante uma série de testes de corte. Durante a produção dos canivetes, o controle do processo é empregado em todas as etapas do processo de produção, e é responsabilidade dos funcionários da empresa, que o utilizam para manter, implementar e melhorar a qualidade dos produtos. Eles também são responsáveis por seguir os procedimentos de qualidade da empresa e pela melhoria contínua e mensurável. Ao final do processo de

produção, o "Departamento de Inspeção Final" emprega 50 a 60 pessoas que são responsáveis em assegurar que todos os produtos estão em conformidade às especificações. Quaisquer produtos que não atendem a essas especificações são isolados e identificados. As partes fora da conformidade são consertadas ou substituídas no departamento de reparos.

Four Seasons Canary Wharf[4]

O primeiro hotel Four Seasons foi aberto há cerca de 50 anos, e a empresa cresceu até formar uma cadeia com 100 propriedades em todo o mundo. Famoso por sua qualidade de serviço, o grupo hoteleiro recebeu inúmeros prêmios pela qualidade de seu serviço. Desde sua fundação, o grupo mantém a mesma orientação: "fazer da qualidade do serviço nossa vantagem competitiva". A empresa possui o que denomina sua regra de ouro: "fazer aos outros (hóspedes e funcionários) o que gostaríamos que os outros fizessem a você". É uma regra simples, mas orienta o enfoque de qualidade para toda a organização. *"Qualidade é nossa vantagem distinta, e a empresa continua a evoluir nessa direção. Estamos sempre procurando formas melhores, mais criativas e inovadoras de servir nossos hóspedes"*, afirma Michael Purtill, gerente geral do Four Seasons Hotel Canary Wharf de Londres. *"Recentemente, aperfeiçoamos todos os nossos padrões operacionais, possibilitando-nos melhorar ainda mais o serviço personalizado e intuitivo que todos nossos hóspedes recebem. Todos os funcionários estão autorizados a usar sua criatividade e julgamento na prestação de serviço excepcional e a tomar decisões próprias para enriquecer a estadia dos hóspedes. Por exemplo, em uma manhã, um funcionário percebeu que o pneu do carro de um hóspede estava furado e tomou a decisão de trocá-lo, ação que foi muito valorizada pelo hóspede*.

"A regra de ouro significa que tratamos nossos funcionários com dignidade, respeito e reconhecimento. Essa abordagem encoraja-os a ser igualmente sensíveis às necessidades de nossos hóspedes, e a oferecer serviço sincero e genuíno que excedam suas expectativas. Bem recentemente, um de nossos funcionários acompanhou um hóspede ao hospital e ficou com ele toda a tarde. Ele desejava assegurar que o hóspede não ficasse sozinho até receber a atenção médica necessária. No dia seguinte, esse mesmo funcionário tomou a iniciativa de retornar ao hospital (mesmo sendo seu dia de folga) para visitar e assegurar que a família do hóspede nos Estados Unidos fosse informada sobre suas condições de saúde. Asseguramos que temos um foco crescente em reconhecer esses sucessos e em elogiar publicamente, comemorando com todos esses indivíduos que demonstram esse toque acolhedor, espontâneo e atencioso.

"No Four Seasons, acreditamos que nosso maior ativo e força são nossos funcionários. Dedicamos muita atenção ao selecionar as pessoas certas que sentem orgulho em prestar serviço excepcional. Sabemos que funcionários motivados e alegres são essenciais para nossa cultura de serviço e estamos comprometidos em levá-los a seu potencial mais elevado. Nossos programas de treinamento e planos de desenvolvimento de carreira são preparados com cuidado e atenção para apoiar as necessidades individuais de nossos funcionários, bem como as demandas operacionais e empresariais. Em conjunto com a aprendizagem tradicional em sala de aula, oferecemos cursos de qualidade excepcional, sob medida, pela Internet, a funcionários de todos os níveis. Profissionalmente, o céu é o limite, e nossa meta é desenvolver carreiras internacionais duradouras no Four Seasons.

"Nosso objetivo é exceder as expectativas dos hóspedes, e receber o feedback *deles e de nossos funcionários é um barômetro inestimável de nosso desempenho. Criamos um banco de dados interno que é usado para registrar o* feedback *de todos os hóspedes (seja positivo ou negativo). Também usamos um formulário* online

para os hóspedes e uma ficha de comentários que são pessoalmente respondidos e analisados para identificar quaisquer falhas potenciais no serviço.

"Continuamos a focar na entrega de experiências individuais personalizadas, e o banco de dados com o histórico dos hóspedes permanece vital para ajudar-nos a atingir isso. Todas as preferências e comentários específicos sobre a experiência de serviço estão registrados no banco de dados. Todos os comentários e preferências são discutidos e planejados para cada hóspede e para cada visita. É nossa cultura que diferencia o Four Seasons; é o impulso para prestar o melhor serviço do setor que mantém seus hóspedes retornando sempre."

Conciliando as visões de qualidade pela operação e pelo cliente

A visão de qualidade pela operação preocupa-se em como tentar atingir as expectativas do cliente. A visão de qualidade pelo cliente é o que ele *percebe* ser o produto ou serviço. Para criar uma visão unificada, a qualidade pode ser definida como o grau de adequação entre as expectativas e as percepções dos clientes sobre o serviço ou produto.[5] Usar essa ideia permite-nos observar a visão dos clientes sobre a qualidade (e, portanto, sobre a satisfação) do produto ou serviço como resultado de eles compararem suas expectativas do serviço ou produto com suas percepções do desempenho desse produto ou serviço. Se a experiência com o produto ou serviço for melhor do que o esperado, o cliente fica satisfeito e a qualidade é percebida como alta. Se o serviço ou produto for inferior a suas expectativas, a qualidade é baixa e o cliente pode ficar insatisfeito. Se o serviço ou produto atende às expectativas, a qualidade percebida do serviço ou produto é vista como aceitável. Esses relacionamentos estão resumidos na Figura 17.3.

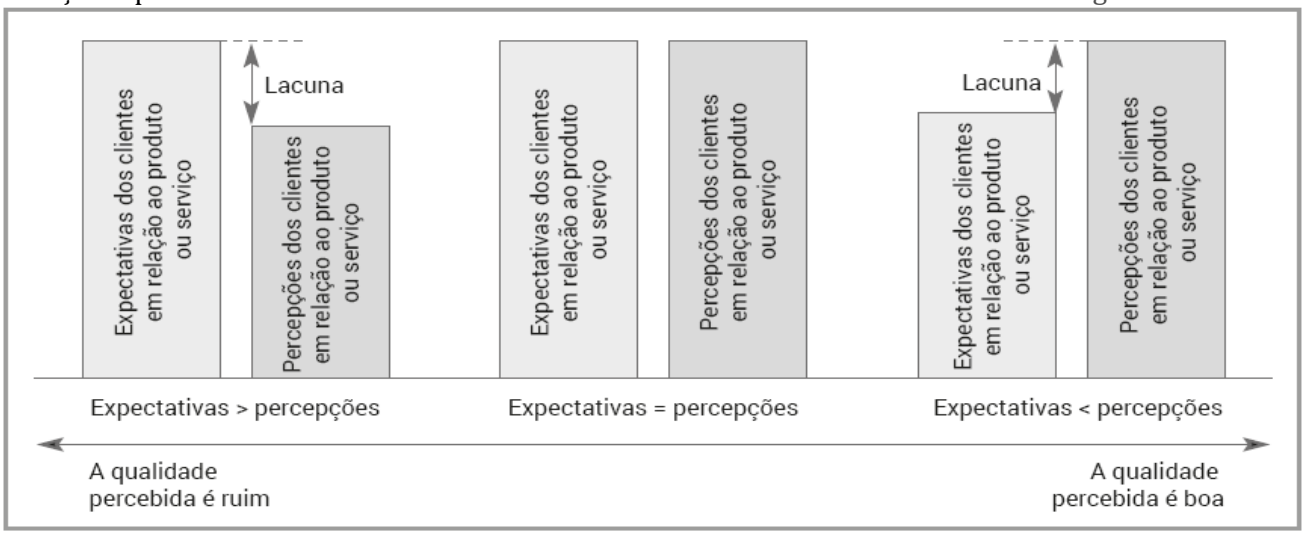


Figura 17.3 A qualidade percebida é governada pela magnitude e direção da lacuna entre as expectativas dos clientes e suas percepções em relação ao serviço ou produto.

Tanto as expectativas como as percepções dos clientes são influenciadas por diversos fatores, alguns dos quais não podem ser controlados pela operação, outros podem ser gerenciados, até certo ponto. A Figura 17.4 mostra alguns dos fatores que influenciarão a lacuna entre expectativas e percepções. Esse modelo de qualidade percebida pelos clientes pode ajudar no modo como a administração da produção pode gerenciar a qualidade e identifica alguns dos problemas de fazer isso. A parte inferior do diagrama representa o "domínio" de qualidade da operação, e a parte superior, o "domínio" do cliente. Esses dois

domínios encontram-se no produto ou serviço real, que é proporcionado pela organização e experimentado pelo cliente. Dentro do domínio da operação, o gerenciamento é responsável por projetar o produto ou serviço e proporcionar as especificações de qualidade com que o produto ou serviço precisa ser criado. Dentro do domínio do cliente, suas expectativas são moldadas por fatores como experiências prévias com o produto ou serviço, a imagem de marketing fornecida pela organização e a informação boca a boca de outros usuários. Essas expectativas são internalizadas como um conjunto de características da qualidade.

Princípio de administração da produção

A qualidade percebida é governada pela magnitude e direção da lacuna entre as expectativas dos clientes e suas percepções em relação a um produto ou serviço.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Qualidade na Magic Moments

A Magic Moments é uma empresa pequena e bem-sucedida que está no negócio de fotos de casamento. Seu proprietário, Richard Webber, tem visto grandes mudanças nos últimos 20 anos. "*No passado, meu trabalho envolvia tirar algumas fotos durante a cerimônia de casamento e, depois, fotografar grupos formais no lado externo. Raramente eu ficava no casamento além de duas horas. Os clientes selecionavam em torno de 30 fotos para entrar em um álbum padronizado. Era importante obter as fotos corretas porque consistia, realmente, na única coisa que eu fazia. Agora é bem diferente. Geralmente, passo o dia inteiro em um casamento e, às vezes, termino o trabalho tarde da noite. Isso cria uma dinâmica muito diferente na festa de casamento, uma vez que você é quase um convidado. Embora a noiva e o noivo sejam minha principal preocupação, outros convidados para o casamento são também importantes. O desafio é encontrar o equilíbrio exato entre obter as melhores fotos e, ao mesmo tempo, ser o mais discreto possível. Posso demorar horas para obter a foto perfeita, mas incomodo a todos no processo. É difícil porque os clientes julgam você pela qualidade técnica de seu trabalho e como você interage com eles durante o dia. O produto também mudou. Os clientes recebem um CD ou um* pen drive *com cerca de 500 fotos tiradas durante o dia. Também posso dar a opção de 10 álbuns de tamanhos diferentes, variando de 30 a 100 fotos. Este ano, passei a oferecer livros de fotos que permitem um nível muito maior de customização, que se tornaram populares entre os casais mais jovens. Para o futuro, estou pensando em oferecer álbuns com itens de casamento, como convites, confeitos e* menus, *e pinturas individuais criadas a partir das fotos. Obviamente, teria que terceirizar as pinturas. Também irei melhorar nosso* website, *de modo que os convidados para o casamento possam encomendar fotos e produtos relacionados* online. *Isso gerará receita e funcionará como ferramenta de marketing. Meu temor é que a divulgação desses serviços adicionais no casamento possa parecer bastante comercial, mesmo sendo, na realidade, em benefício dos convidados.*

"Um dos maiores problemas para o serviço é o alto nível de demanda nos meses de verão no hemisfério norte. Fins de semana de junho, julho e agosto são frequentemente reservados com dois anos de antecedência. Uma opção é contratar outros fotógrafos durante esse período. Entretanto, os melhores já têm seus próprios compromissos. A preocupação com a contratação é que a qualidade do serviço que oferecemos pode deteriorar. Grande parte de nosso negócio diz respeito ao relacionamento com o cliente, algo que é difícil de ser replicado. Após fotografar tantos casamentos, frequentemente ofereço aos clientes orientação sobre vários aspectos de um casamento, como localização, bandas, serviço de buffet *e floricultura. Entretanto, com*

o desenvolvimento, o planejamento de casamento é, claramente, uma área que pode ser muito lucrativa para a empresa. Sem dúvida, outra opção é ir além dos casamentos e abrir novas áreas de negócio, como fotos escolares, aniversários, comemorações ou trabalho de estúdio."

Como os problemas de qualidade podem ser diagnosticados?

A Figura 17.4 também mostra como os problemas de qualidade podem ser diagnosticados. Se a lacuna da qualidade percebida for tal que as percepções do cliente em relação ao produto ou serviço deixam de igualar suas expectativas, então a razão (ou as razões) deve(m) estar em outras lacunas em qualquer lugar do modelo, como a seguir:

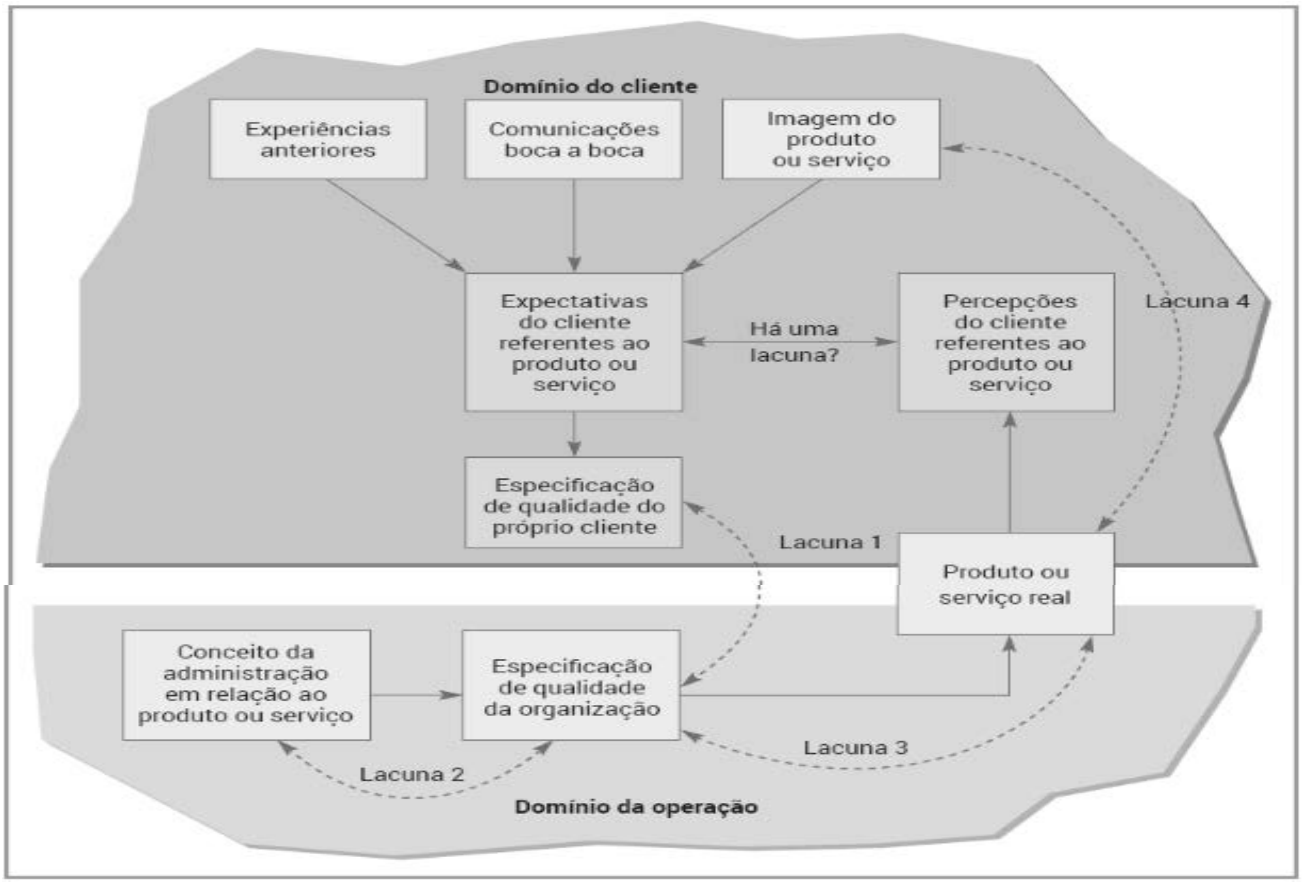


Figura 17.4 Domínio do cliente e domínio da operação na determinação da qualidade percebida, mostrando como a lacuna entre as expectativas dos clientes e suas percepções de um produto ou serviço pode ser explicada por uma ou mais lacunas em outras partes do modelo.

Fonte: Adaptado de PARASURAMAN, A. et al. A conceptual model of service quality and implications for future research, *Journal of Marketing*, v. 49, outono 1985.

Lacuna 1: A lacuna entre a especificação do cliente e a especificação da operação. A qualidade percebida pode ser ruim porque pode haver incompatibilidade entre a especificação de qualidade da própria organização e a especificação que é esperada pelo cliente. Por exemplo, um carro pode ser projetado para necessitar de assistência técnica a cada 10 mil quilômetros, mas o cliente pode ter expectativa de intervalos de assistência técnica de 15 mil quilômetros.

Lacuna 2: A lacuna entre o conceito e a especificação. A qualidade percebida pode ser ruim porque há incompatibilidade entre o conceito do produto ou serviço (*veja* o Capítulo 5) e a forma como a organização especificou internamente a qualidade do produto ou serviço. Por exemplo, o conceito de um carro pode ter sido definido como um meio de transporte barato e eficiente em consumo de combustível, mas a inclusão de um sistema de ar-condicionado pode ter aumentado seu custo e o tornado menos eficiente no consumo de combustível.

Lacuna 3: Lacuna entre a especificação da qualidade e a qualidade real. A qualidade percebida pode ser ruim porque há divergência entre a qualidade real e a especificação de qualidade interna (frequentemente denominada "conformidade à especificação"). Por exemplo, a especificação de qualidade interna para um carro pode ser que a folga entre suas portas e a lataria, quando fechadas, não deve exceder 7 milímetros. Todavia, em razão de equipamento inadequado, a folga, na verdade, é de 9 milímetros.

Lacuna 4: Lacuna entre a qualidade real e a imagem comunicada. A qualidade percebida pode ser ruim porque há uma lacuna entre as comunicações externas da organização ou imagem de mercado e a qualidade real entregue ao cliente. Isso pode ocorrer porque a função marketing criou expectativas ou operações inatingíveis e não é capaz de atingir o nível de qualidade esperado pelo cliente. Por exemplo, uma campanha de propaganda de uma linha aérea pode mostrar uma comissária oferecendo-se para substituir a camisa de um cliente na qual caiu comida ou bebida, embora esse serviço possa não estar, de fato, disponível se isso ocorrer.

Teoria do cone de areia

Um endosso para a importância da qualidade como impulsionador do melhoramento geralmente vem daquela que é conhecida como "teoria do cone de areia".[7] Ela vem da ideia de que existe uma "melhor" sequência de melhoria genérica. Ela tem esse nome porque a areia é semelhante ao esforço e aos recursos da administração. Para construir um cone de areia estável é necessária uma base estável de qualidade, sobre a qual se podem construir camadas de confiabilidade, velocidade, flexibilidade e custo (*veja* a Figura 17.5). Assim, construir melhoramento seria um processo cumulativo, não sequencial. Mover para a segunda prioridade de melhoramento não significa eliminar a primeira, e assim por diante. Conforme a teoria do cone de areia, a primeira prioridade deve ser *qualidade*, porque qualidade é precondição para o melhoramento duradouro. Apenas quando a operação tiver atingido um nível mínimo aceitável de qualidade ela deve passar para a questão seguinte, que é a *confiabilidade* interna. É importante refletir que passar a incluir a confiabilidade no processo de melhoramento exigirá mais melhoramento da qualidade. Uma vez que um nível crítico de confiabilidade tenha sido atingido, o suficiente para dar alguma estabilidade à operação, o próximo estágio é melhorar a *velocidade* do tempo de atravessamento interno, mas, novamente, apenas enquanto continua a melhorar a qualidade e a confiabilidade. Em breve se tornará evidente que a forma mais efetiva de melhorar a velocidade é mediante melhoramentos na *flexibilidade* da resposta, isto é, mudando as coisas mais rápido dentro da operação. Novamente, incluir a flexibilidade no processo de melhoramento não deve desviar a atenção de continuar trabalhando em qualidade, confiabilidade e velocidade. Apenas agora, conforme a teoria do cone de areia, o *custo* deve ser atacado de frente.

Conformidade à especificação

Conformidade à especificação significa fazer um produto ou proporcionar um serviço de acordo com as especificações do projeto. Geralmente, é vista como a contribuição mais importante que a administração da produção pode dar à percepção de qualidade do cliente. Examinaremos como ela pode ser percebida no restante deste capítulo, descrevendo a gestão da qualidade em seis etapas sequenciais.

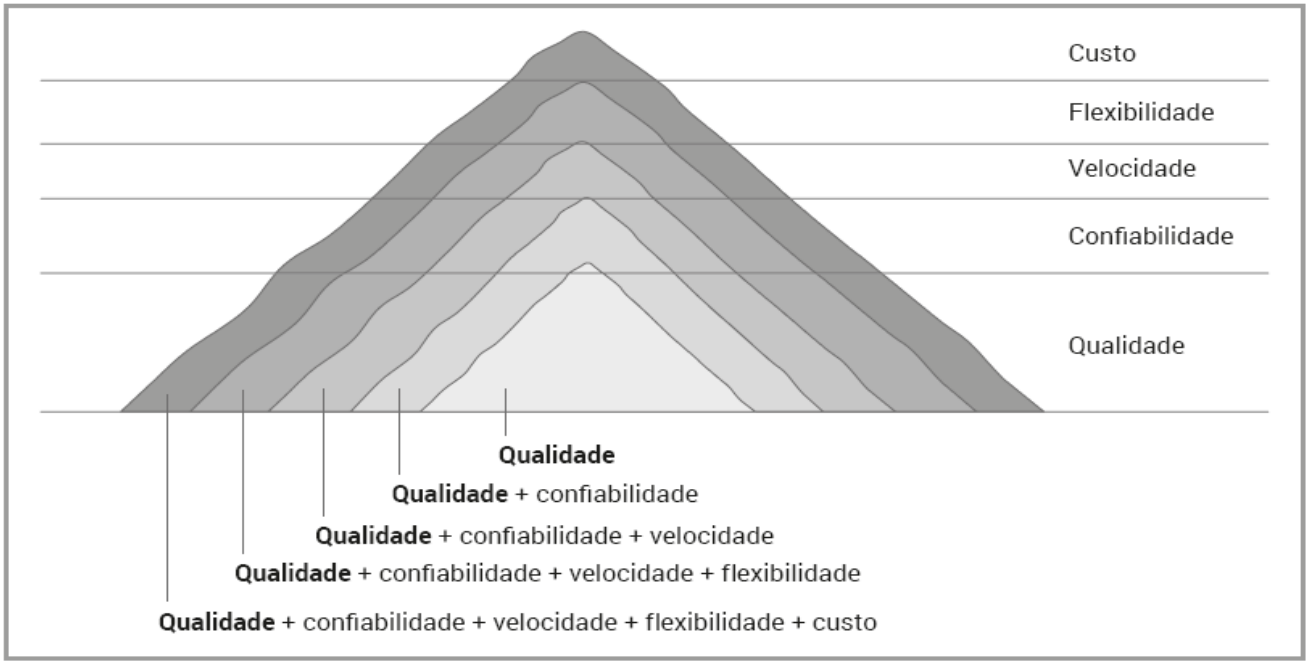


Figura 17.5 Modelo de melhoramento do cone de areia; a redução de custo fundamenta-se na base acumulada de melhoramento dos outros objetivos de desempenho.

ATINGINDO A CONFORMIDADE À ESPECIFICAÇÃO

Atingir a conformidade à especificação requer as seguintes etapas:

Etapa 1. Defina as características da qualidade do produto ou serviço.
Etapa 2. Decida como medir cada característica da qualidade.
Etapa 3. Estabeleça padrões de qualidade para cada característica de qualidade.
Etapa 4. Controle a qualidade em relação a esses padrões.
Etapa 5. Encontre e corrija as causas da má qualidade.
Etapa 6. Continue a fazer melhorias.

Etapa 1 – Defina as características da qualidade

Muito do que define a "qualidade" de um produto ou serviço terá sido especificado em seu projeto e pode ser resumido por um conjunto de características da qualidade. A Tabela 17.1 mostra uma lista de características da qualidade que são geralmente úteis. Além disso, muitos serviços têm vários elementos, cada um com suas próprias características da qualidade, e para entender as características da qualidade do serviço completo é necessário entender as características individuais dentro e entre cada elemento do

serviço completo. Por exemplo, a Figura 17.6 mostra algumas das características da qualidade para um serviço de compra de produtos alimentícios baseado na Internet.

Tabela 17.1 Características da qualidade para um carro, um empréstimo bancário e uma viagem aérea

Característica da qualidade	Carro (processo de transformação de materiais)	Empréstimo bancário (processo de transformação de informações)	Viagem aérea (processo de transformação de cliente)
Funcionalidade – quão bem o serviço ou produto efetua o que promete	Velocidade, aceleração, consumo de combustível, dirigibilidade, aderência etc.	Taxa de juros, termos e condições	Segurança e duração da jornada, refeições e bebidas, serviços de reservas de carros e hotéis
Aparência – características sensoriais do produto ou serviço: seu apelo estético, aparência, sensação etc.	Estética, forma, acabamento, folgas nas portas etc.	Estética das informações, *website* etc.	Decoração e limpeza dos aviões, das salas de espera e da tripulação
Confiabilidade – consistência do desempenho do produto ou serviço ao longo do tempo	Tempo médio entre as falhas	Cumprimento de promessas (implícitas e explícitas)	Manutenção dos horários de voos anunciados
Durabilidade – vida útil total do serviço ou produto	Vida útil (com reparo)	Estabilidade de termos e condições	Adaptar-se às tendências da indústria
Recuperação – facilidade com que os problemas com o produto ou serviço podem ser solucionado	Facilidade de reparo	Solução de falhas de serviço	Solução de falhas de serviço
Contato – natureza do contato pessoa a pessoa que pode ocorre	Conhecimento e cortesia do pessoal de vendas	Conhecimento e cortesia dos funcionários da agência e do centro de atendimento	Conhecimento, cortesia e sensibilidade do pessoal da linha aérea

Etapa 2 – Decida como medir cada característica

Essas características devem ser definidas de tal forma que possam ser mensuradas e, então, controladas. Isso envolve tomar uma característica de qualidade geral como a "aparência" de um carro e desdobrá-la o máximo possível em seus elementos constituintes. "Aparência" é de difícil mensuração, mas "correspondência de cor", "acabamento de superfície", "número de arranhões visíveis" são todos capazes de ser descritos de maneira mais objetiva. Elas podem até ser qualificadas. Outras características de qualidade são mais difíceis de ser mensuradas. "Cortesia" da tripulação da linha aérea, por exemplo, não tem nenhuma medida objetiva de quantificação. Todavia, operações de alto contato com clientes, com as companhias aéreas, dão grande importância à necessidade de assegurar a cortesia de seus funcionários. Em casos como esse, a operação terá que tentar medir as *percepções* de cortesia dos clientes.

Variáveis e atributos

As medidas usadas pelas operações para descrever características de qualidade são de dois tipos: variáveis e atributos. As variáveis são aquelas que podem ser mensuradas em uma escala continuamente variável (por exemplo, extensão, diâmetro, peso ou tempo). Atributos são aquelas que são avaliadas por julgamento e são dicotômicas, isto é, têm duas condições (certo ou errado, funciona ou não funciona, parece OK ou não OK). A Tabela 17.2 categoriza algumas das medidas que podem ser usadas para as características de qualidade do carro e da viagem aérea.

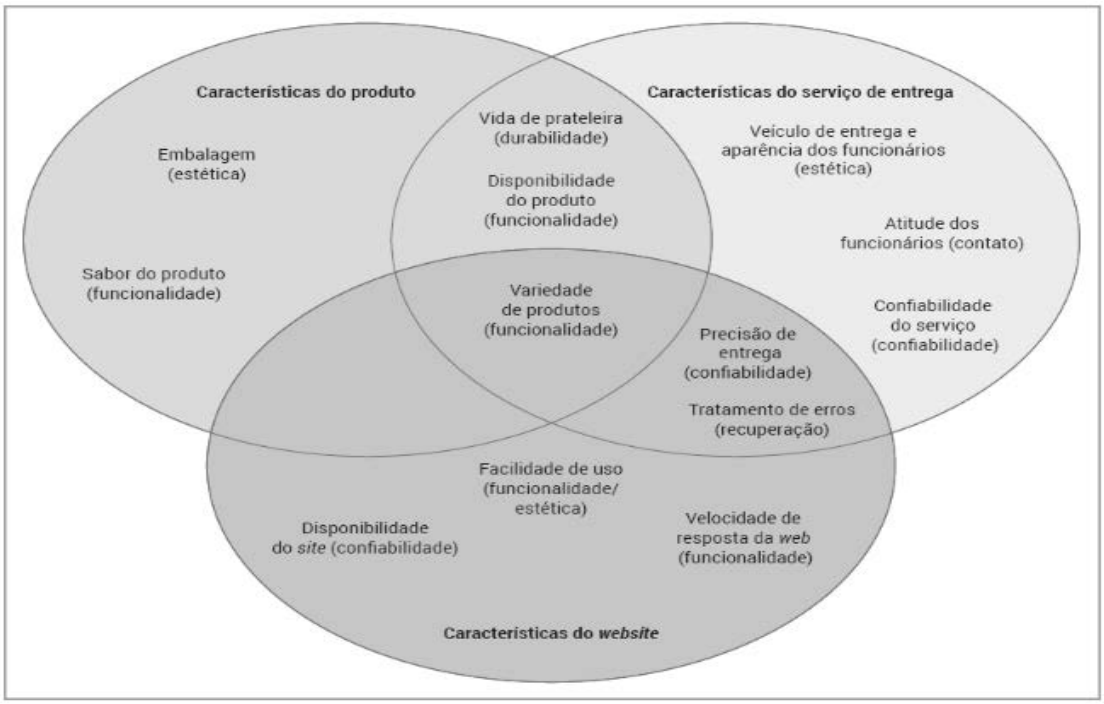


Figura 17.6 Características da qualidade de uma loja de produtos alimentícios, incluindo o *website*, através do qual os pedidos são feitos, os produtos, vendidos através do *site*, e o serviço de entrega que transporta as compras ao cliente.

Tabela 17.2 Variáveis e medidas de atributo para características da qualidade

Características da qualidade	Carro		Companhia aérea	
	Variável	Atributo	Variável	Atributo
Funcionalidade	Características de aceleração e frenagem na plataforma de testes	A qualidade de dirigibilidade é satisfatória?	Número de viagens que realmente chegou ao destino (isto é, aviões não caíram)	A comida foi aceitável?
Aparência	Número de manchas visíveis no carro	A cor corresponde à especificação?	Número de assentos não limpos de modo satisfatório	A tripulação estava bem vestida?
Confiabilidade	Tempo médio entre falhas	A confiabilidade é satisfatória?	Proporção de viagens que chegaram pontualmente	Houve alguma reclamação?
Durabilidade	Vida útil do carro	A vida útil está de acordo com o previsto?	Número de vezes que a inovação de serviços deixou os concorrentes para trás	Geralmente, a companhia aérea utiliza seus serviços de forma satisfatória?
Recuperação	Tempo entre a descoberta da falha e seu reparo	A assistência técnica é aceitável?	Proporção de falhas nos serviços solucionada de modo satisfatório	Os clientes sentem que o pessoal lida satisfatoriamente com as reclamações?
Contato	Nível de ajuda proporcionado pelo pessoal de vendas (escala de 1 a 5)	Os clientes sentiram-se bem servidos (sim ou não)?	Os clientes sentiram-se bem atendidos pelos funcionários (escala de 1 a 5)?	Os clientes sentiram que o pessoal foi útil (sim ou não)?

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Ryanair muda sua visão de qualidade de serviço[8]

A Ryanair é hoje a maior companhia aérea de baixo custo da Europa, mas não foi a primeira a focar sua estratégia de produção em custos operacionais muito baixos. A ideia surgiu quando a Southwest Airlines, nos EUA, organizou suas operações como companhia aérea implacavelmente em torno de fornecer um serviço "sem extras" de baixo custo; isso poderia aumentar sua base de clientes e fazê-lo de forma lucrativa. De outras formas, essas empresas tentaram superar os *trade-offs*, focalizando suas operações.

Assim, a Ryanair, como a Southwest, concentrou-se em uma frota padronizada de aeronaves (mantendo os custos de manutenção baixos), reduzindo o tempo de permanência das aeronaves nos solo, mantendo processos-chave (como o manuseio de passageiros) internamente e terceirizando mais processos periféricos, e vendendo diretamente aos clientes, frequentemente tornando-se pioneira em canais de baixo custo, como a Internet. Até certo ponto, a estratégia incluiu a troca de qualidade de serviço por custos reduzidos. Os serviços gratuitos de bordo foram reduzidos, sendo utilizados aeroportos secundários e, por vezes, menos convenientes, e uma classe de viagem padrão foi oferecida. Mas alguns críticos disseram que a Ryanair foi muito longe em sua atitude em relação à qualidade do serviço. O chefe da companhia aérea, Michael O'Leary, tinha uma política clara sobre atendimento ao cliente. "*Nosso serviço ao cliente"*, diz ele, *"é um dos mais bem definidos do mundo. Garantimos o menor preço em passagens aéreas. Fornecemos um voo seguro. Fornecemos, geralmente, um voo pontual. Esse é o pacote. Não oferecemos e não vamos oferecer nada mais. Vamos desculpar-nos pela falta de serviço ao cliente? Absolutamente não. Se um voo for cancelado, ofereceremos estada em hotel para o passageiro? Certamente não. Se um voo for adiado, oferecemos um vale para refeições? Com certeza, não*."

Uma tentativa da Ryanair de cortar custos provocou uma reação quando ela foi acusada de ser "pueril e infantil" pelo Office of Fair Trading (OFT) do Reino Unido. John Fingleton, o chefe da OFT, criticou a empresa pela adição de taxas extras quando os clientes usam qualquer cartão além do MasterCard pré-pago para pagar seus voos, usando, segundo ele, uma brecha legal para justificar a cobrança da taxa extra. O Sr. Fingletlen disse que "*a Ryanair tem esse jogo engraçado, onde eles encontraram algum mecanismo de pagamento usado com pouca frequência e disseram: 'Bem, porque você pode pagar com isso'. É quase como zombar dos consumidores e dizer: 'Bem, sabemos que isso está completamente fora do espírito da lei, mas pensamos que está estritamente dentro da letra da lei'*." Stephen McNamara, chefe de comunicações da Ryanair, retrucou que "*a Ryanair não é para os afortunados John Fingletons deste mundo, mas para os João da Silva normais, que optam pelas tarifas mais baixas garantidas pela Ryanair. O que o OFT deve perceber é que os passageiros preferem o modelo da Ryanair, pois permite que eles evitem os custos, como as taxas de bagagem, que ainda estão incluídos nas tarifas elevadas das companhias aéreas de alto custo*." Mas a reação contra a política da Ryanair continuou, talvez encorajada pela relutância da companhia aérea em pedir desculpas, ou às vezes até comentar. A Ryanair foi mesmo votada como a pior das 100 maiores marcas do Reino Unido pelos leitores da revista de consumo *Which?*. Então, depois de uma queda no seu crescimento de lucros até agora rápido e em relação à preocupação dos acionistas, a Ryanair anunciou que reformaria sua "cultura abrupta e tentaria eliminar coisas que incomodam desnecessariamente os clientes". Incluído nestas práticas irritantes estavam as multas por pequenas transgressões de tamanho de bagagem e uma taxa impopular de € 70 para emissão de cartões de embarque no aeroporto em vez de imprimi-los em casa (a taxa foi reduzida para € 10). No entanto, a Ryanair insistiu que tais taxas não eram esquemas para obter capital de giro, mas foram projetadas para incentivar a eficiência operacional que mantinha tarifas baixas – na verdade, menos de 10 passageiros por dia tinham que pagar por esquecer de emitir cartões de embarque antecipadamente.

Etapa 3 – Estabeleça padrões de qualidade

Quando os gerentes de produção identificam como as características da qualidade podem ser medidas, precisam de um padrão de qualidade contra o qual possam ser verificadas; de outro modo, não saberiam

se elas indicam bom ou mau desempenho. O padrão de qualidade é aquele nível de qualidade que define a fronteira entre o aceitável e o inaceitável. Tais padrões podem bem ser limitados por fatores operacionais, como o estado da tecnologia na fábrica e os limites de custo de fabricar o produto. Entretanto, ao mesmo tempo, eles precisam ser adequados às expectativas dos clientes. Todavia, os julgamentos da qualidade podem ser difíceis. Se um passageiro entre 10 mil reclamar sobre a qualidade da comida, a empresa aérea veria isso como positivo porque 9.999 passageiros entre 10 mil estão satisfeitos? Ou deveria ver isso como negativo porque, se um passageiro reclama, deve haver outros que, embora insatisfeitos, não manifestam sua opinião? Se esse nível de reclamação for semelhante ao de outras empresas aéreas, deve-se olhar isso como qualidade apenas satisfatória?

Etapa 4 – Controle a qualidade em relação a esses padrões

Após estabelecer padrões adequados, a operação precisará verificar se os produtos ou serviços estão em conformidade a esses padrões: fazer certo na primeira vez, todas as vezes. Isso envolve três decisões:

1. Onde, na operação, deve ser checado se tudo está conforme os padrões?
2. Deve-se verificar cada produto ou serviço ou usar uma amostra?
3. Como as verificações devem ser feitas?

Onde as verificações devem ocorrer?

No início do processo, os recursos que entram podem ser inspecionados para se assegurar que atendem à especificação correta. Por exemplo, uma montadora de carros constatará que os componentes seguem as especificações corretas. Durante o processo, as verificações podem ocorrer antes de um processo particularmente caro, antes de pontos de "difícil verificação", imediatamente após um processo com alta taxa de defeitos, antes que o dano potencial ou perturbação possa ocorrer e assim por diante. As verificações podem também ocorrer após o próprio processo, para assegurar que os clientes não experimentem a não conformidade.

Verificar cada produto e serviço ou usar uma amostra?

Embora possa ser visto como ideal verificar cada produto ou serviço, uma amostra pode ser mais prática por várias razões:

■ Pode ser perigoso inspecionar tudo. Por exemplo, um médico analisa apenas uma pequena amostra de sangue em vez de retirar todo o sangue do paciente! Assume-se que as características dessa amostra representam todo o sangue do paciente.

■ Verificar tudo pode destruir o produto ou interferir no serviço. Nem todas as lâmpadas incandescentes são testadas para saber sua durabilidade – isso destruiria as lâmpadas. Os garçons não verificam se os clientes estão gostando da comida a cada 30 segundos.

■ Verificar tudo pode consumir muito tempo e custar muito dinheiro. Pode não ser viável verificar diariamente toda a produção de uma máquina de alto volume ou os sentimentos de todos os passageiros de um ônibus.

Além disso, a verificação de 100% pode não garantir que todos os defeitos serão identificados. Às vezes, isso é intrinsecamente difícil. Por exemplo, embora um médico possa adotar o procedimento de teste correto, não necessariamente poderá diagnosticar uma doença (real). Também não é fácil perceber tudo. Por exemplo, tente contar o número de letras "e" desta página. Conte-as novamente e veja se obteve o mesmo resultado.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Testando carros até a (quase) destruição[9]

Longe dos olhos do público, no Millbrook Proving Ground, um dos principais centros de tecnologia independentes da Europa para o projeto, engenharia, teste e desenvolvimento de sistemas automotivos e de propulsão, o centro trata dos carros realmente muito mal. Mas tudo por uma boa causa. É onde os fabricantes de automóveis enviam seus novos veículos para serem testados, de modo que quaisquer falhas, desde barulhos irritantes até problemas de segurança mais sérios, possam ser expostos e corrigidos antes que o produto chegue ao mercado. A instalação, em Bedfordshire, no Reino Unido, está escondida atrás de cercas de segurança e aterros altos para desencorajar os *paparazzis* de automóveis tirando fotos de novos modelos à medida que são colocados em suas pistas. Os fabricantes de automóveis também testam seus novos modelos em estradas públicas, geralmente com painéis aderentes para disfarçá-los, mas, para condições repetitivas e cuidadosamente medidas, é necessária uma instalação como o Millbrook Proving Ground. O local foi chamado de "máquina do tempo automotiva", onde um novo modelo reluzente entra, e cerca de 20 semanas depois ele sai (se conseguir), tendo sido exposto ao equivalente a 10 anos de clima severo e desgastes, e comparável com o desempenho de cerca de 160 mil milhas. Durante esse tempo, ele será conduzido em estradas retas e tortuosas, montanhas para cima e para baixo, lentamente e muito rápido, através de banhos de água salgada (para acelerar a oxidação) e ao longo de estradas de cascalho que danificam sua pintura. Mas isso não é tudo. Ele será assado a altas temperaturas, congelado até condições árticas, e encharcado com água para expor quaisquer vazamentos. Além disso, será submetido ao infame "Pavê belga". Esta é uma trilha de uma milha feita de blocos de pavimentação com secções ásperas e depressões aleatórias. A suspensão leva tanto choque que, depois de cinco voltas na pista, os veículos precisam ser mergulhados em uma calha d'água para resfriar seus amortecedores. E, durante tudo isso, engenheiros examinam periodicamente os veículos para verificar sinais de desgaste ou danos que permitem aos fabricantes de automóveis refinar seus projetos ou processos de fabricação para evitar falhas que seriam caras e prejudiciais para a reputação, caso ocorressem após o lançamento do produto.

Erros tipo I e tipo II

Embora reduza o tempo de verificação, o uso de uma amostra na tomada de decisão sobre qualidade tem seus próprios problemas inerentes. Como qualquer atividade de decisão, podemos tomar a decisão errada. Tomemos o exemplo de um pedestre aguardando para atravessar uma rua. Ele se defronta com duas decisões importantes: se aguarda ou se atravessa a rua. Desde que haja uma interrupção suficiente do tráfego e ele atravesse a rua, terá tomado uma decisão correta. Da mesma forma, se continuar esperando porque o tráfego está muito pesado, também terá tomado uma decisão correta. Entretanto, há dois tipos de decisões incorretas ou erros. Uma decisão incorreta seria se ele decidisse atravessar quando

não houvesse uma interrupção suficiente do tráfego, resultando em um acidente – esse é referido como erro *tipo I*. Outra decisão incorreta ocorreria se ele decidisse não atravessar, apesar de haver uma interrupção suficiente do tráfego – esse é chamado erro *tipo II*. Assim, ao atravessar a rua, há quatro resultados que estão resumidos na Tabela 17.3.

Tabela 17.3 Erros tipo I e tipo II para um pedestre que atravessa uma rua

Decisão	Condições da rua	
	Insegura	Segura
Atravessar	Erro tipo I	Decisão correta
Esperar	Decisão correta	Erro tipo II

Os erros tipo I são os que ocorrem quando uma decisão foi tomada para fazer algo e a situação não garantia que aquilo pudesse ser feito. Erros tipo II são aqueles que ocorrem quando nada foi feito, embora uma decisão para fazer algo deveria ter sido tomada, à medida que a situação, de fato, a garantia. Por exemplo, se um professor ou avaliador confere o trabalho de uma amostra de 20 em 1.000 alunos e todos os 20 alunos da amostra são reprovados, o inspetor pode chegar à conclusão de que todos os alunos foram reprovados. De fato, a amostra ao acaso continha 20 dos 50 alunos que falharam no curso. O avaliador, assumindo uma alta taxa de falha, estaria cometendo um erro tipo I. Alternativamente, se ele verificasse 20 trabalhos, todos de alto padrão, poderia concluir que todos os trabalhos dos alunos eram bons, apesar de terem sido escolhidos apenas os trabalhos bons de toda a escola. Esse teria sido um erro tipo II. Apesar de essas situações não serem prováveis, elas são possíveis. Assim, qualquer procedimento de amostragem tem que estar alerta para esses riscos.

Como as verificações devem ser realizadas?

Na prática, a maioria das operações usará alguma forma de amostragem para verificar a qualidade de seus serviços ou produtos. O método mais comum para verificar a qualidade de um serviço ou produto por amostragem, de modo a fazer inferências sobre todo o resultado de uma operação, é chamada de controle estatístico do processo (CEP). O CEP preocupa-se com a amostragem do processo durante a produção dos bens ou a entrega do serviço. Com base nessa amostra, são tomadas decisões sobre se o processo está "sob controle": isto é, operando como deveria estar. Um aspecto básico do CEP é que ele analisa a variabilidade no desempenho de processos para verificar se o processo está funcionando como deveria (conhecido como o processo estando "sob controle"). De fato, a variabilidade (ou, mais especificamente, a redução da variabilidade) é um dos objetivos mais importantes da melhoria da qualidade. Para obter uma ilustração disso, veja o caso "Operações na Prática", "Que brinde". O CEP é explicado detalhadamente no suplemento deste capítulo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Que brinde![10]

Vá a qualquer supermercado e procure todos os produtos embalados ou engarrafados. Bebidas, detergentes, sacos de vegetais, latas de tinta: são todos colocados em suas embalagens nas operações de

fabricação que os produzem. Esse processo de enchimento ou embalamento é, na maioria dos países, fiscalizado por regulamentações governamentais restritas. Quando uma embalagem exibe em seu rótulo possuir determinado peso ou quantidade do produto, os clientes têm o direito de esperar que a embalagem realmente inclui esse peso ou quantidade; de outra forma, estarão pagando por algo que não estão recebendo. Em qualquer produto vendido que tenha um "e" após o peso anunciado impresso na embalagem, a lei declara que o peso médio deve ser maior do que o peso declarado na embalagem, com esse peso sendo determinado por amostragem. O problema é que a tecnologia usada para encher as embalagens nem sempre é totalmente consistente. Há sempre algum grau de variação no montante "dispensado". Assim, se os embaladores ou enchedores desejam atender às estipulações de pesos e medidas legais em níveis mínimos de enchimento, devem manter uma margem de segurança nos níveis de enchimento para compensar a variação da tecnologia de enchimento. Essa margem de segurança é conhecida como "brinde" ou "sobra". Os especialistas nessa tecnologia estimam que esse tipo de rotina de "sobra" pode significar que três por cento do produto de uma operação pode ser literalmente "presenteado" dessa forma. Essa ideia está ilustrada na Figura 17.7.

Típica da operação que precisa ser beneficiada da redução do nível de variação de seus processos, e, assim, do volume "presenteado", é a fabricante de alimentos Quick Food Products. Fundada em 1988 por imigrantes caribenhos, é especializada na fabricação de bolinhos jamaicanos, com uma variedade de carnes, vegetais e peixes em seu recheio. Agora, expandiu sua variedade ao incluir a produção de bolinhos para a comunidade nigeriana radicada na Inglaterra, bem como bolinhos certificados para conter o rótulo *halal*, indicando conformidade às exigências da religião muçulmana. Entretanto, a empresa tinha um problema – necessitava de capacidade extra para fabricar e rechear os novos bolinhos, mas estava relutante em gastar grandes somas que seriam necessárias para instalar novas linhas de recheio. Para ajudar a resolver o problema, a Quick Food Products contratou consultores para melhorar as operações. Logo os consultores perceberam que havia muita variação no peso do recheio dos bolinhos e que reduzir o volume de recheio poderia proporcionar economia significativa – tanto em termos de redução de custo como na capacidade de agilizar o processo de recheio. Maxine Chapman, uma das consultoras, afirma: "*Não era um grande problema técnico, mas uma questão de aceitar melhores práticas operacionais e, então, usá-las."* E esta melhoria na Quick Foods não foi isolada. *"Sucessivamente"*, ela diz, *"melhorias significativas no desempenho das linhas de recheio e embalamento podem ser atingidas ao aplicar ferramentas consistentemente simples e mediante melhor entendimento dos parâmetros do equipamento com que você está lidando."*

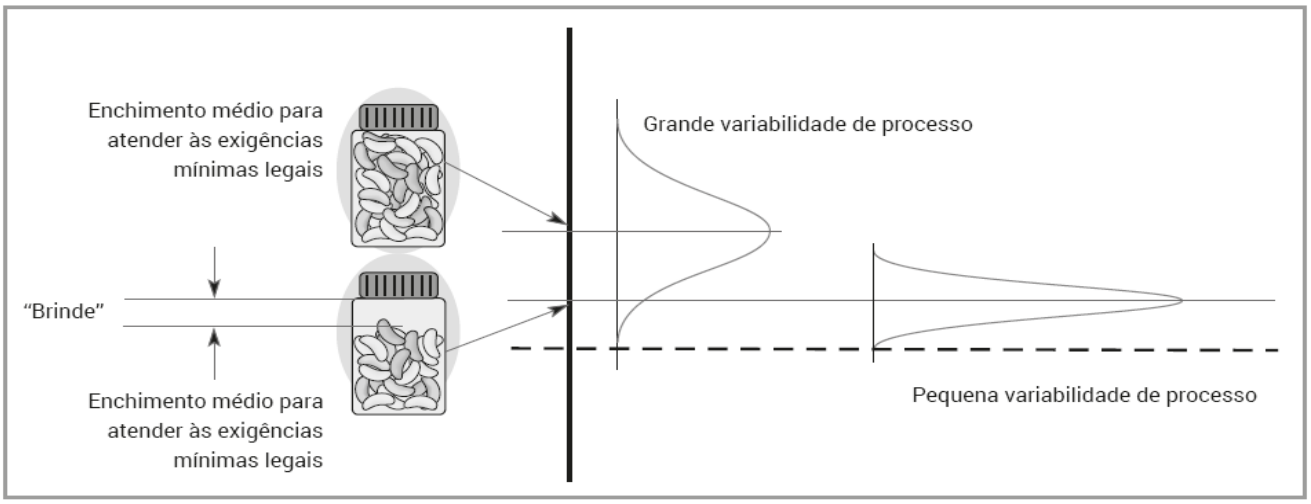


Figura 17.7 O enchimento médio para atender às exigências legais mínimas precisa ser maior quando a variabilidade do processo for grande, resultando em um "brinde".

Etapas 5 e 6 – Encontre as causas exatas da má qualidade e continue fazendo melhorias

As duas etapas finais de nossa lista de atividades de gestão da qualidade são, de algum modo, as mais importantes, embora mais difíceis. Elas também se mesclam em uma área geral de melhoria das operações. O material que vimos no Capítulo 16 tem contribuições para a adoção dessas duas etapas. Todavia, há um aspecto de gestão da qualidade que tem sido particularmente importante para moldar como a qualidade é melhorada e como a atividade de melhoria torna-se autossustentável. Isso é gestão da qualidade total (TQM). O restante deste capítulo é dedicado à TQM.

GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL (TQM)

A gestão da qualidade total (TQM – *total quality management*) foi uma das primeiras entre as atuais ondas das "modas" de administração. Seu pico de popularidade foi no final dos anos 1980 e início dos anos 1990. Como tal, vem sofrendo de algum reajustamento em anos recentes, e há pouca dúvida de que muitas empresas adotaram a TQM na crença mais simplista de que transformaria o desempenho de suas operações da noite para o dia. Todavia, as percepções e princípios gerais que constituem são ainda o modo dominante de organizar a melhoria das operações. A abordagem que adotamos aqui é reforçar a importância da palavra "total" na gestão da qualidade total e como ela pode orientar a agenda de melhoria.

TQM como extensão de prática anterior

A TQM pode ser vista como uma extensão lógica da forma pela qual a prática relacionada à qualidade progrediu (*veja* a Figura 17.8). Originalmente, a qualidade era obtida por inspeção – procurar defeitos antes que pudessem ser percebidos pelos clientes. O conceito de controle de qualidade (QC – *quality control*) desenvolveu uma abordagem mais sistemática não apenas para detectar, mas também para tratar os problemas de qualidade. A garantia de qualidade ampliou a responsabilidade da qualidade ao incluir outras funções, além das relacionadas às operações diretas. Também fez uso cada vez mais de técnicas estatísticas de qualidade mais sofisticadas. A TQM incluiu muito do que se tratava antes, mas desenvolveu seus próprios temas distintos para tornar a qualidade mais estratégia e mais generalizada na organização.

Usaremos alguns desses temas para descrever como a TQM representa uma mudança clara nas abordagens tradicionais sobre qualidade.

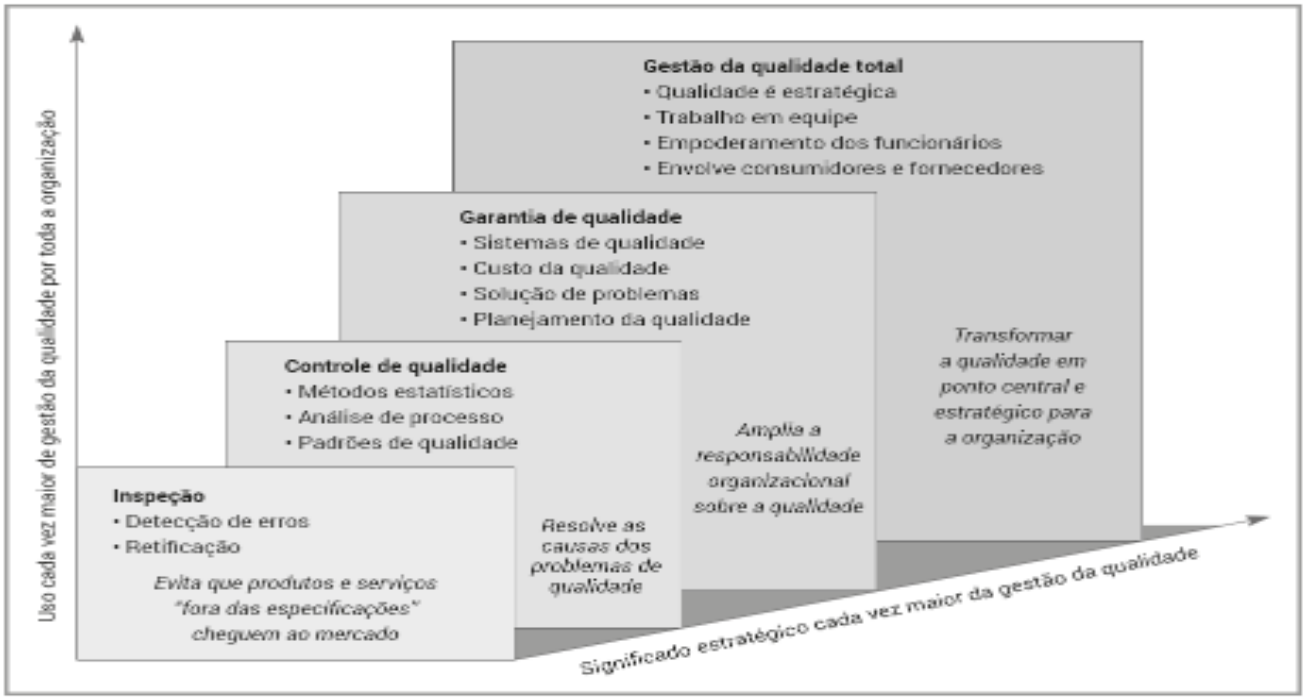


Figura 17.8 TQM como uma extensão das visões anteriores de qualidade.

O que é TQM?

A TQM é "um sistema eficaz para integrar o desenvolvimento, a manutenção e os esforços de melhoria da qualidade de vários grupos em uma organização, de modo a possibilitar a produção e o serviço em níveis mais econômicos que venham a permitir a satisfação plena do cliente".[11] Entretanto, foram os japoneses os primeiros a adotar o conceito em ampla escala e que, posteriormente, popularizaram a abordagem e o termo "TQM". Depois, foi desenvolvido por vários e assim denominados "gurus da qualidade". Cada "guru" reforçou um conjunto diferente de temas, dos quais surgiu a abordagem TQM. Ela é mais bem entendida como uma filosofia de como abordar a melhoria da qualidade. Essa filosofia, acima de tudo, reforça o "total" da TQM. É uma abordagem que coloca a qualidade no centro de tudo que é feito por uma operação e inclui todas as atividades dentro de uma operação. Essa totalidade pode ser resumida pela forma que a TQM enfatiza os seguintes assuntos:

- atendimento das necessidades e expectativas dos clientes;
- inclusão de todas as partes da organização;
- inclusão de todas as pessoas da organização;
- exame de todos os custos relacionados à qualidade, especialmente custos de falhas e fazer as coisas corretas "na primeira vez";
- desenvolvimento de sistemas e procedimentos que apoiem qualidade e melhoria;
- desenvolvimento de um processo contínuo de melhoria (isso foi tratado no Capítulo 16).

Não surpreende que vários pesquisadores tentem estabelecer o nível de envolvimento que há entre adotar a gestão da qualidade total e o desempenho da organização. Um dos estudos mais conhecidos[12] constatou que havia um relacionamento positivo entre a extensão em que as empresas implementam a TQM e seu desempenho global. Constatou também que as práticas de TQM tinham, de fato, efeito direto sobre o desempenho das operações, mas os gerentes devem implementar a TQM como um conjunto de ideias, em vez de simplesmente selecionarem algumas técnicas para implementar. O mesmo estudo também sugere que, onde a TQM não se mostra bem-sucedida na melhoria do desempenho, os problemas podem ser resultado da má implementação, em vez das próprias práticas de TQM, e que o comprometimento sério por parte da alta administração em relação à TQM é um pré-requisito para o sucesso.

TQM significa atender às necessidades e expectativas dos clientes

Anteriormente neste capítulo, definimos qualidade como "conformidade consistente com as expectativas dos clientes". Assim, qualquer técnica de gestão da qualidade deve, necessariamente, incluir a perspectiva do cliente. Em TQM, essa perspectiva do cliente é particularmente importante. Deve ser referida como "foco no cliente" (discutida brevemente no Capítulo 16) ou a "voz do cliente". Entretanto, o termo TQM reforça a importância de iniciar com um *insight* nas necessidades, desejos, percepções e preferências do cliente. Isso pode ser traduzido em objetivos de qualidade e usado para movimentar a melhoria da qualidade.

TQM significa cobrir todas as partes da organização

Para uma organização ser verdadeiramente eficaz, cada parte dela – departamento, atividade, pessoa e nível – deve trabalhar junto, porque cada pessoa e cada atividade afeta e, por sua vez, é afetada por outros. Um dos conceitos mais poderosos que emergiram de várias abordagens de melhoria é o conceito cliente/fornecedor interno. Esse é um reconhecimento de que todos são clientes dentro da organização e que consomem produtos ou serviços de fornecedores internos, e todos são também fornecedores internos de produtos e serviços para outros clientes internos. A implicação disso é que erros no serviço fornecido dentro da organização por fim afetarão o produto ou serviço que chega ao cliente externo.

Princípio de administração da produção
Uma apreciação do envolvimento e do comprometimento com a qualidade deve permear toda a organização.

Acordos de nível de serviço

Algumas organizações adotam certo grau de formalidade ao conceito de cliente interno ao encorajar (ou exigir) que as diferentes partes da operação façam acordos de nível de serviço entre si. Esses acordos são definições formais das dimensões do serviço e do relacionamento entre duas partes de uma organização. Os tipos de assuntos que seriam abordados por tal acordo podem incluir tempos de resposta, faixa de serviços, confiabilidade de fornecedor do serviço e assim por diante. Fronteiras de responsabilidade e mensurações de desempenho apropriadas podem também ser acordadas. Por exemplo, em um SLA entre uma unidade de apoio de sistemas de informação e uma unidade de pesquisa dos laboratórios de uma grande empresa podem-se definir medidas de desempenho como:

■ tipos de serviços da rede de informação que podem ser fornecidos como “padrões”;
■ variedade de serviços especiais de informação que podem estar disponíveis em diferentes períodos do dia;
■ tempo mínimo “disponível para uso”, isto é, proporção mínima de tempo, durante a qual o sistema estará disponível em diferentes períodos do dia;
■ tempo máximo de resposta do sistema em operação e tempo médio para o sistema voltar a operar caso ocorra uma falha;
■ tempo máximo de resposta para o fornecimento de serviços “especiais” e assim por diante.

Comentário crítico

Embora alguns vejam os pontos fortes dos SLAs como o grau de formalidade que trazem aos relacionamentos cliente-fornecedor, há também algumas desvantagens claras. A primeira é que a natureza “pseudocontratual” do relacionamento formal pode trabalhar contra a construção de parcerias (veja o Capítulo 12). Isso é especialmente verdadeiro se um acordo incluir penalidades pelo desvio dos padrões de serviço. De fato, o efeito pode, às vezes, inibir em vez de encorajar a melhoria conjunta. O segundo problema, também relacionado, é que os SLAs, em razão de sua natureza formal, tendem a enfatizar os aspectos “consistentes” e mensuráveis do desempenho em vez dos aspectos “mais sutis”, mas frequentemente os mais importantes. Assim, uma chamada telefônica pode ser atendida no intervalo de quatro toques, mas a forma que o chamador é tratado, em termos de “cordialidade”, pode ser bem mais importante.

TQM significa incluir todas as pessoas da organização

Qualquer pessoa na organização tem potencial para contribuir com a qualidade, e a TQM estava entre as primeiras abordagens a reforçar a centralidade de valorizar sua contribuição potencial para a qualidade. Há escopo para a criatividade e a inovação, mesmo em atividades relativamente rotineiras, dizem os proponentes da TQM. A mudança de atitude que é necessária para ver os funcionários como o recurso intelectual e criativo mais valioso da organização pode ainda ser difícil para algumas organizações. Todavia, a maioria das organizações avançadas reconhece que os problemas de qualidade quase sempre são resultado de erros humanos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Síndrome do dedo gordo[13]

Sentindo-se com sono um dia, um funcionário de um banco alemão adormeceu sobre o teclado ao processar um débito de € 64 (retirada) de uma conta de aposentadoria, pressionando repetidamente o número 2. O resultado foi que a conta do pensionista tinha retirado 222 milhões de euros dos € 64 pretendidos. Felizmente, o banco detectou o erro antes de ter causado muito dano (e antes que o titular da conta tivesse notado). Mais seriamente, o supervisor que deveria ter verificado o trabalho de seu colega foi demitido por não ter notado o erro (injustamente, conforme um tribunal trabalhista alemão decidiu mais tarde). Esta é conhecida como a “síndrome do dedo gordo” – um termo usado para descrever uma pessoa que comete erros de teclado ao conversar, se cansar ou estar sobrecarregada. E, para algumas pessoas, como os comerciantes que trabalham em mercados financeiros eletrônicos de rápida

movimentação, se pressionarem o botão errado no teclado, isso significa que uma fortuna em potencial pode ser perdida.

Os erros decorrentes do dedo gordo não são incomuns. Em 2009, o banco suíço UBS realizou por engano uma ordem de 3 trilhões de ienes (em vez de 30 milhões de ienes) de títulos em uma empresa japonesa de videogames. Em 2005, um *trader* japonês tentou vender uma ação de uma empresa de recrutamento a 610.000 ienes por ação. Mas ele vendeu acidentalmente 610.000 ações a 1 yen cada, apesar de ser 41 vezes o número de ações disponíveis. Ao contrário do exemplo alemão, o erro não foi notado e a Bolsa de Valores de Tóquio processou a ordem. Isso resultou na perda de 27 bilhões de ienes pela Mizuho Securities. O chefe da bolsa de valores, mais tarde, pediu demissão. Mas o que se acredita ser o maior erro do dedo gordo registrado ocorreu em 2014, quando os negócios com ações valendo mais do que o tamanho da economia da Suécia tiveram que ser cancelados em Tóquio. O erro rapidamente causou pânico depois que um *trader* entrou acidentalmente em uma negociação no valor de cerca de 68 trilhões de ienes em várias das empresas mais importantes do país asiático. A Japan Securities Dealers Association disse que o *trader*, por engano, juntou o volume e o preço de uma série de transações em vez do volume isolado. No entanto, as transações foram canceladas 17 minutos depois de serem feitas e nenhum dano (financeiro) permanente foi feito.

TQM significa que todos os custos de qualidade são considerados

Os custos para controlar a qualidade podem não ser pequenos se a responsabilidade estiver com cada indivíduo ou com um departamento de controle da qualidade dedicado. Assim, é necessário examinar todos os custos e benefícios associados à qualidade (de fato, os "custos da qualidade" geralmente referem-se aos custos e aos benefícios da qualidade). Esses custos da qualidade são categorizados como *custos de prevenção, custos de avaliação, custos de falhas internas* e *custos de falhas externas*.

■ **Custos de prevenção** são aqueles incorridos na prevenção de problemas, falhas e erros. Incluem atividades como as seguintes:

identificação de problemas potenciais e correção do processo antes da ocorrência de má qualidade;

projeto e melhoria do *design* de produtos, serviços e processos para reduzir os problemas de qualidade;

treinamento e desenvolvimento para o pessoal fazer o trabalho da melhor maneira;

controle do processo por meio de controle estatístico do processo (CEP).

■ **Custos de avaliação** são aqueles associados ao controle da qualidade que visam verificar se ocorreram problemas ou erros durante e após a criação do produto ou serviço. Podem incluir coisas como:

adoção de planos de amostragem estatística da aceitação;

tempo e esforço exigidos para inspecionar *inputs*, processos e *outputs;*

obtenção da inspeção do processamento e dos dados de teste;

investigação de problemas de qualidade e elaboração de relatórios de qualidade;

condução de pesquisas com clientes e auditorias da qualidade.

■ **Custos de falhas internas** estão associados aos erros tratados na operação interna. Podem incluir coisas como:

custo de peças e materiais refugados;

custos de peças e materiais retrabalhados;

tempo de produção perdido em razão do tratamento de erros;

falta de concentração decorrente de tempo gasto no diagnóstico, ao invés do melhoramento.

■ **Custos de falhas externas** são os detectados pelo cliente fora da operação. Esses custos incluem coisas como:

perda de confiança do cliente, o que afetará futuros negócios;

clientes aborrecidos que podem consumir tempo;

litígio (ou pagamento de indenização para evitá-lo);

custos de garantia;

custos para a empresa ao fornecer capacidade em excesso (café a mais em um pacote ou informação a mais para o cliente).

Relacionamento entre os custos de qualidade

Na gestão da qualidade tradicional, assumiu-se que os custos das falhas se reduzem à medida que o dinheiro gasto na avaliação e prevenção aumenta. Além disso, assumiu-se que há um valor *ideal* de esforço de qualidade a ser aplicado em qualquer situação que minimiza o custo total da qualidade. O argumento é que deve haver um ponto a partir do qual o retorno diminui; isto é, o custo de melhoria da qualidade torna-se maior que os benefícios obtidos. A Figura 17.9(a) resume essa ideia. À medida que o esforço de qualidade aumenta, os custos de fornecer o esforço – por meio de controladores de qualidade extra, procedimentos de inspeção etc. – aumentam proporcionalmente. Entretanto, ao mesmo tempo, os custos de erros, produtos defeituosos etc. diminuem porque passam a ocorrer em menor número. Entretanto, os proponentes da TQM acreditam que essa lógica é falsa. Primeiro, implica que as falhas e a má qualidade são aceitáveis. Por que, perguntam os proponentes da TQM, qualquer operação deve aceitar a *inevitabilidade* dos erros? Algumas ocupações parecem exigir um padrão de defeito zero. Ninguém aceita que os pilotos tenham permissão de destruir determinada proporção de aviões ou que as enfermeiras deixem cair determinada proporção de bebês que estiverem a seus cuidados. Segundo, assume que os custos são conhecidos e mensuráveis. De fato, atribuir dados realistas para os custos de qualidade não é assunto simples. Terceiro, argumenta-se que os custos de falha no modelo tradicional são bastante subestimados. Em particular, todo o tempo da administração desperdiçado pelas falhas e perda de

concentração que isso causa é, raramente, levado em consideração. Quarto, implica que os custos de prevenção são inevitavelmente altos porque envolvem inspeção onerosa. Entretanto, por que a qualidade não deve ser parte integral do trabalho de todos, em vez de a organização empregar pessoas extras para inspecioná-la? Finalmente, a abordagem do "nível de qualidade ideal", ao aceitar o compromisso, pouco faz para desafiar gerentes e funcionários de produção a encontrar meios de melhorar a qualidade. Coloque essas correções em um cálculo de esforço de qualidade ideal e o quadro parecerá muito diferente (*veja* a Figura 17.9(b)). Se houver um "ideal", fica um pouco mais à direita, na direção de aumentar o esforço (mas não necessariamente o custo) na qualidade.

Princípio de administração da produção

O investimento efetivo na prevenção de erros de qualidade pode reduzir significativamente os custos de avaliação e de falhas.

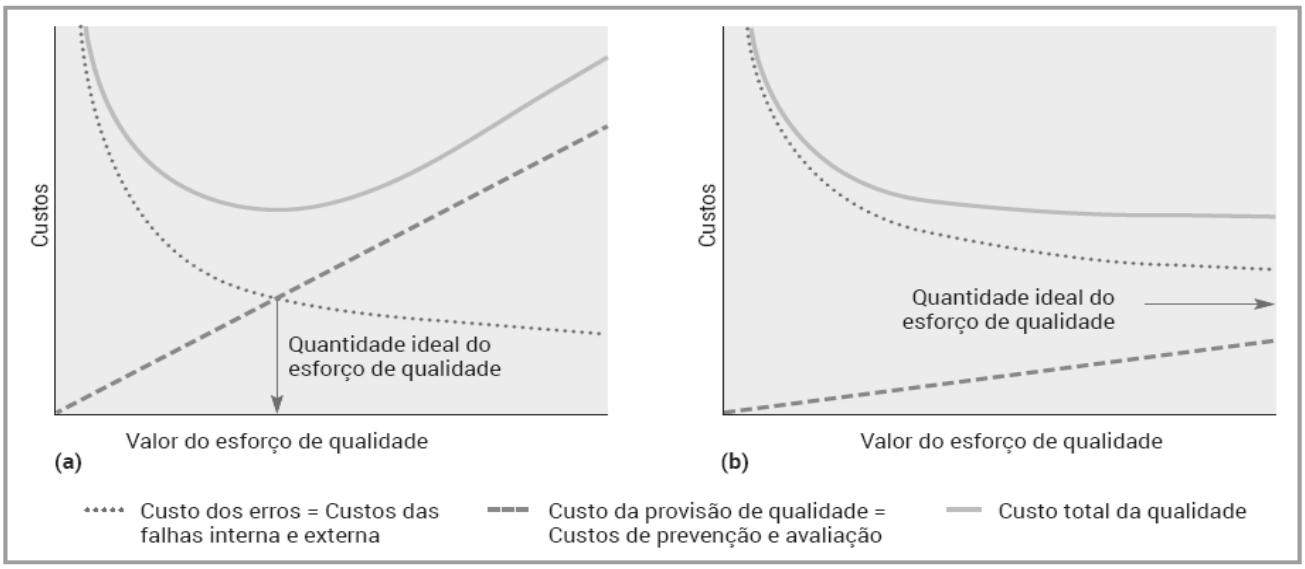


Figura 17.9 (a) Modelo tradicional do custo de qualidade e (b) modelo tradicional do custo de qualidade com ajustes para refletir as críticas da TQM.

Modelo do custo de qualidade da TQM

A TQM rejeita o conceito de nível ideal de qualidade e procura reduzir todos os custos conhecidos e desconhecidos de falhas, adotando a prevenção da ocorrência de erros. Em vez de examinar os níveis "ideais" de esforço de qualidade, a TQM destaca o equilíbrio relativo entre diferentes tipos de custos de qualidade. Das quatro categorias de custos, duas (custos de prevenção e custos de avaliação) recebem influência gerencial, enquanto as outras duas (custos de falhas internos e externos) mostram as consequências de mudanças nas duas primeiras. Portanto, em vez de enfatizar mais a avaliação (de modo que os "maus produtos e serviços não cheguem ao cliente"), a TQM enfatiza a prevenção (prevenir a ocorrência de erros em primeiro lugar). Isso ocorre porque, quanto maior o esforço colocado na prevenção de erro, mais os custos de falhas internas e externas são reduzidos. Então, uma vez a confiança ter sido firmemente estabelecida, os custos de avaliação podem ser reduzidos. Eventualmente, mesmo os custos de prevenção podem ser reduzidos em termos absolutos, embora a prevenção permaneça um custo significativo em termos relativos. A Figura 17.10 ilustra essa ideia. Inicialmente, os custos da qualidade

total podem subir à medida que o investimento em alguns aspectos da prevenção – principalmente treinamento – é aumentado. Entretanto, uma redução do custo total pode ocorrer rapidamente.

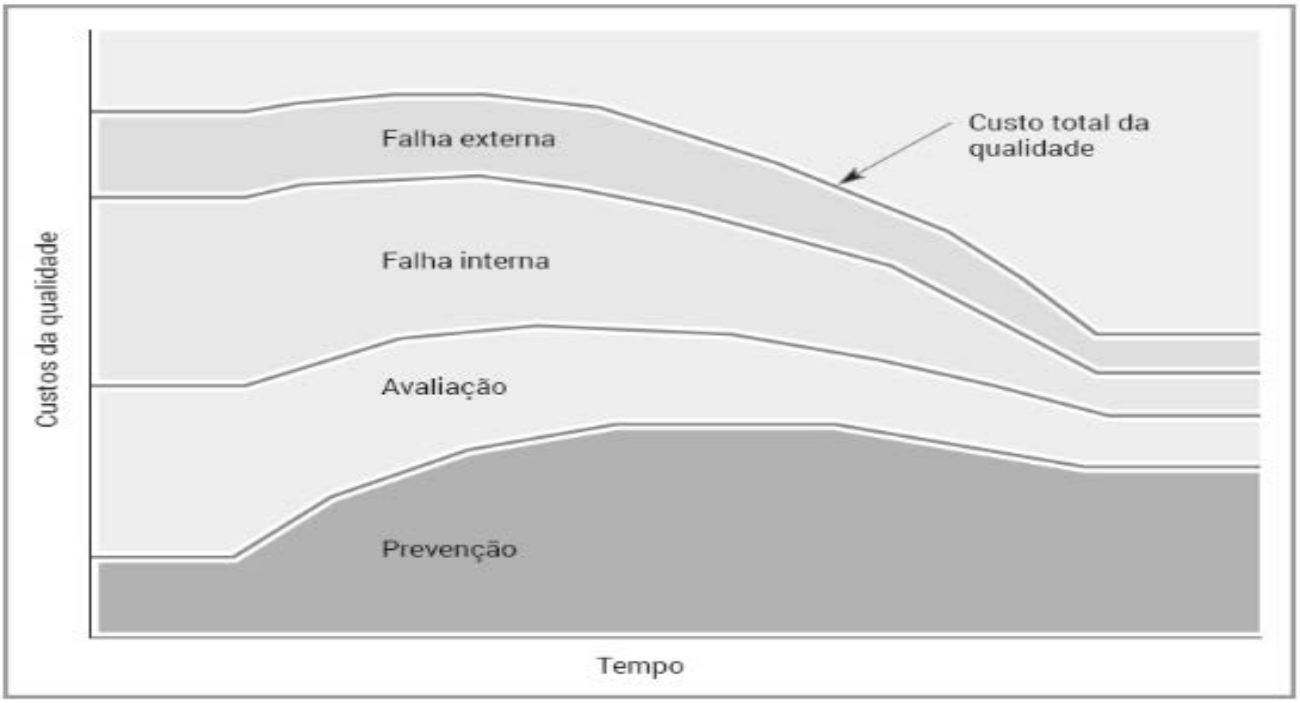


Figura 17.10 Aumentar o esforço despendido para impedir que erros sejam cometidos em primeiro lugar proporciona uma redução mais do que equivalente em outras categorias de custo.

Fazendo as coisas "certas na primeira vez"

Aceitar os relacionamentos entre as categorias dos custos da qualidade, como ilustrado na Figura 17.10, tem uma implicação particularmente importante sobre como a qualidade é gerenciada. Muda a ênfase de *reativo* (esperar por algo acontecer) para *proativo* (fazer algo antes de qualquer coisa acontecer). Essa mudança na visão dos custos da qualidade tem a ver com um movimento de uma abordagem de inspeção (orientada para a avaliação) a uma abordagem de "projetar a qualidade" no produto (faça a coisa certa na primeira vez).

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Defeitos deliberados

Uma história que ilustra a diferença de atitude entre uma empresa que adota TQM e outra que não adota tornou-se quase uma lenda entre os proponentes da TQM. Diz respeito a uma fábrica da IBM, empresa de computadores, em Ontário, Canadá. A empresa encomendou um lote de componentes de um fabricante japonês e especificou que o lote deveria ter o nível de qualidade aceitável (NQA) de três peças defeituosas em mil. Quando o pedido chegou a Ontário, estava acompanhado de uma carta que expressava espanto do fornecedor por ser solicitado a fornecer peças defeituosas junto às peças boas. A carta também explicava que haviam encontrado dificuldade de fabricar as peças com defeito, mas conseguiram. As três peças defeituosas por mil foram incluídas e embaladas separadamente para a conveniência do cliente.

Desenvolvendo os sistemas e procedimentos que apoiam a qualidade e a melhoria

A ênfase em sistemas e procedimentos altamente formalizados para apoiar a TQM vem declinando em anos recentes, embora um aspecto ainda esteja ativo para muitas empresas. Trata-se da adoção do padrão ISO 9000. Embora a ISO 9000 possa ser considerada um assunto isolado, está muito associada à TQM.

Abordagem ISO 9000

A série ISO 9000 é um conjunto de padrões mundiais compilado pela International Organization for Standardization (ISO), maior desenvolvedora e publicadora dos padrões internacionais, situada em Genebra, Suíça. De acordo com a ISO, "*os padrões representam um consenso internacional nas práticas de gestão de boa qualidade. Consiste em padrões e orientações relacionados aos sistemas de gestão da qualidade e aos padrões de apoio*". Para ser preciso, é o padrão "ISO 9001:2008" que fornece o conjunto de exigências padronizadas para um sistema de gestão da qualidade que deve se aplicar a qualquer organização, independentemente de tamanho, seja do setor público ou privado. É o único padrão da família contra a qual as organizações podem ser certificadas – embora a certificação não seja uma exigência compulsória do padrão. Seu propósito quando foi modelado era fornecer uma segurança para os compradores de produtos ou serviços de que foram produzidos de forma a atender a suas exigências. A melhor maneira de fazer isso, argumentava-se, era definir os procedimentos, padrões e características do sistema de controle gerencial que governa a operação. Tal sistema ajudaria a assegurar que a qualidade era "construída" dentro dos processos de transformação da operação. Em vez de usar padrões diferentes para diferentes funções dentro da empresa, adota uma abordagem de "processo" que foca os *outputs* de qualquer processo da operação em vez de procedimentos detalhados. Essa orientação para processo requer que as operações definam e registrem os processos essenciais e os subprocessos (de modo muito similar ao princípio da "hierarquia de processos" que foi esboçado no Capítulo 1). Além disso, os processos são documentados usando a abordagem de mapeamento de processo que foi descrita no Capítulo 4. Também reforça quatro outros princípios:

- A gestão da qualidade deve estar focada no cliente. A satisfação do cliente deve ser mensurada mediante levantamentos e pesquisas de grupos-foco e melhoria em relação aos padrões de cliente que devem ser documentados.
- O desempenho da qualidade deve ser mensurado. Em particular, as medidas devem relacionar-se aos processos que criam produtos e serviços e à satisfação do cliente com esses produtos e serviços. Além disso, os dados mensurados devem ser analisados para se entender os processos.
- A gestão da qualidade deve estar orientada para a melhoria. A melhoria deve ser demonstrada no desempenho do processo e na satisfação do cliente.
- A alta administração deve demonstrar seu comprometimento em manter e melhorar continuamente os sistemas de gestão. Esse comprometimento deve incluir comunicar a importância de atender ao cliente e a outras exigências, estabelecer uma política de qualidade e objetivos de qualidade, fazer revisões gerenciais para assegurar a aderência das políticas de qualidade e assegurar a disponibilidade dos recursos necessários para manter sistemas de qualidade.

A ISO ilustra os benefícios do padrão como a seguir: *"Sem clientes satisfeitos, uma organização está em perigo! Para manter os clientes satisfeitos, a organização precisa atender a suas exigências. O padrão ISO*

9001:2008 fornece um modelo experimentado e testado para a adoção de uma abordagem sistemática no gerenciamento dos processos da organização, de modo que produzam produtos que satisfaçam às expectativas dos clientes."[14] Além disso, é também visto como fornecedora de benefícios às organizações que a adotam (porque proporciona a elas orientação detalhada sobre como desenhar seus procedimentos de controle) e especialmente aos clientes (que têm a segurança de saber que os produtos e serviços que compram são produzidos por uma operação que trabalha de acordo com um padrão definido). Ademais, pode também fornecer uma disciplina útil a ser seguida à risca conforme os procedimentos "sensatos" orientados ao processo que levam à redução de erros, de reclamações dos clientes e de custos da qualidade reduzidos, além de ainda identificar procedimentos existentes desnecessários que podem ser eliminados. Além disso, obter o certificado demonstra que a empresa leva a qualidade a sério; e, assim, tem um benefício de marketing.

Comentário crítico

Não obstante sua ampla adoção (e sua revisão para levar em consideração algumas de suas falhas percebidas), a ISO 9000 não parece tão benéfica para todas as autoridades, e ainda está sujeita a algumas críticas específicas. Estas incluem as seguintes:

- O uso continuado de padrões e procedimentos encoraja a "gestão via manual" e a tomada de decisão supersistematizada.
- O processo total de documentar os processos, os procedimentos por escrito, o treinamento de funcionários e a condução de auditorias internas são onerosos e demorados.
- De modo semelhante, o tempo e o custo de obter e de manter o registro da ISO 9000 são excessivos.
- Há fórmulas em excesso. Isso encoraja as operações a substituir uma abordagem mais customizada e criativa de gerenciar a melhoria das operações por uma "receita".

Prêmios de qualidade

Vários órgãos buscaram estimular a melhoria através do estabelecimento de prêmios de "qualidade". Os três prêmios mais conhecidos são o Deming Prize, o Malcolm Baldrige National Quality Award e o European Quality Award.

O Deming Prize

O Deming Prize foi instituído pela União de Cientistas e Engenheiros Japoneses em 1951 e é concedido às empresas, inicialmente no Japão, mas mais recentemente aberto a empresas estrangeiras, que aplicaram com sucesso o "controle de qualidade em toda a empresa" com base no controle estatístico de qualidade. Existem 10 categorias principais de avaliação: política e objetivos, organização e sua operação, educação e sua extensão, montagem e disseminação de informações, análise, padronização, controle, garantia de qualidade, efeitos e planos futuros. Os candidatos são obrigados a apresentar uma descrição detalhada das práticas de qualidade. Esta é uma atividade significativa por si só e algumas empresas informam um grande benefício por ter feito isso.

O Malcolm Baldrige National Quality Award

No início da década de 1980, o Centro Americano de Produtividade e Qualidade recomendou que um prêmio anual, semelhante ao Prêmio Deming, fosse concedido nos EUA. O objetivo dos prêmios foi estimular as empresas dos EUA a melhorar a qualidade e a produtividade, reconhecer as conquistas, estabelecer critérios para um maior esforço de qualidade e fornecer orientação sobre a melhoria da qualidade. As principais categorias examinadas são: liderança, informação e análise, planejamento de qualidade estratégica, utilização de recursos humanos, garantia de qualidade de produtos e serviços, resultados de qualidade e satisfação do cliente. O processo, como o Deming Prize, inclui uma aplicação detalhada e visitas ao local.

O modelo de excelência EFQM

Em 1988, 14 empresas líderes da Europa Ocidental formaram a Fundação Europeia para a Gestão da Qualidade (EFQM – European Foundation for Quality Management). Um objetivo importante do EFQM é reconhecer a conquista de qualidade. Por isso, lançou o Prêmio Europeu de Qualidade (EQA – European Quality Award), concedido ao expoente da TQM mais bem-sucedido a cada ano na Europa. Para receber um prêmio, as empresas devem demonstrar que sua abordagem à TQM contribuiu significativamente para satisfazer as expectativas de clientes, funcionários e outros interessados na empresa nos últimos anos. Em 1999, o modelo em que se baseou o Prêmio Europeu de Qualidade foi modificado e renomeado como Modelo de Excelência EFQM ou Modelo de Excelência Empresarial. As mudanças realizadas não foram fundamentais, mas tentaram refletir algumas novas áreas de pensamento em gestão e qualidade (por exemplo, parcerias e inovação) e colocou mais ênfase no foco do cliente e do mercado. Baseia-se na ideia de que os resultados do gerenciamento de qualidade em termos do que ele chama de "resultados das pessoas", "resultados do cliente", "resultados da sociedade" e "resultados-chave de desempenho" são alcançados através de vários "facilitadores". Esses facilitadores são liderança e constância de propósito, política e estratégia, como a organização desenvolve seu pessoal, parcerias e recursos, e a forma como organiza seus processos. Essas ideias são incorporadas no Modelo de Excelência EFQM, conforme mostrado na Figura 17.11. Os cinco facilitadores estão preocupados com a forma como os resultados estão sendo alcançados, enquanto os quatro "resultados" estão preocupados com o que a empresa conseguiu e está alcançando.

Figura 17.11 O Modelo de Excelência EFQM.

Autoavaliação

A EFQM define a autoavaliação como "uma revisão abrangente, sistemática e regular das atividades de uma organização e resultados referenciados contra um modelo de excelência empresarial", em seu caso o modelo mostrado na Figura 17.11. A principal vantagem de usar esses modelos para o autoconhecimento parece ser que as empresas acham mais fácil entender alguns dos conceitos mais filosóficos da TQM quando são traduzidos em áreas específicas, questões e porcentagens. A autoavaliação também permite que as organizações meçam seus progressos na mudança de organização e na obtenção dos benefícios da TQM. Um aspecto importante da autoavaliação é a capacidade de uma organização julgar a importância relativa das categorias de avaliação para suas próprias circunstâncias. O Modelo de Excelência EFQM originalmente colocou a ênfase em um conjunto genérico de ponderações para cada uma das suas nove categorias. Com a crescente importância da autoavaliação, o modelo EFQM passou a encorajar as organizações que usam seu modelo para alocar suas próprias ponderações de forma racional e sistemática.

Relatório verde e ISO 14000[15]

Até recentemente, relativamente poucas empresas em todo o mundo forneceram informações sobre suas práticas e desempenho ambiental. Agora, os relatórios ambientais são cada vez mais comuns. Outra questão emergente tem sido a introdução do padrão ISO 14000. Possui um sistema de gestão ambiental de três seções que abrange o planejamento inicial, implementação e avaliação objetiva. Embora tenha tido algum impacto, é amplamente limitado à Europa.

O ISO 14000 faz uma série de requisitos específicos, incluindo os seguintes:

- um comprometimento com a gestão ambiental pela alta administração;
- o desenvolvimento e a comunicação de uma política ambiental;
- o estabelecimento de requisitos relevantes, legais e regulatórios;

■ o estabelecimento de objetivos e metas ambientais;
■ o estabelecimento e a atualização de um programa ambiental específico, ou programas voltados para alcançar os objetivos e metas;
■ a implementação de sistemas de suporte como treinamento, controle operacional e planejamento de emergência;
■ monitoramento e medição regular de todas as atividades operacionais;
■ um procedimento de auditoria completo para rever o trabalho e a adequação do sistema.

Comentário crítico

A semelhança do ISO 14000 com os procedimentos de qualidade do ISO 9000 não é uma coincidência. O ISO 14000 pode conter todos os problemas do ISO 9000 (gerenciamento manual, obsessão com procedimentos e não resultados, um grande custo para implementá-lo e, no pior dos casos, a formalização do que foi má prática em primeiro lugar). Mas o ISO 14000 também possui alguns problemas adicionais. O principal é que ele pode se tornar um "emblema para o presunçoso". Pode ser visto como "tudo o que há para fazer para ser uma boa empresa ambientalmente sensível". Pelo menos com padrões de qualidade como o ISO 9000, clientes reais estão lembrando continuamente à empresa que a qualidade é importante. As pressões para melhorar os padrões ambientais são muito mais difundidas. Os clientes não são susceptíveis de serem tão enérgicos ao forçar padrões ambientais adequados aos fornecedores, pois estão forçando os padrões de boa qualidade dos quais eles se beneficiam diretamente. Em vez desse tipo de sistema baseado em procedimentos, certamente a única maneira de influenciar uma prática que tem efeito em um nível social é através do mecanismo normal da sociedade – regulação legal. Se a qualidade sofre, os indivíduos sofrem e têm a sanção de não comprar bens e serviços novamente da empresa. Com uma má gestão ambiental, todos nós sofremos. Por isso, a única maneira viável de garantir políticas de negócios ambientalmente sensíveis é insistir para que nossos governos nos protejam. A legislação, portanto, é o único caminho seguro a seguir.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é qualidade e por que é tão importante?

■ A definição de qualidade usada neste livro a descreve como "desempenho consistente conforme as expectativas dos clientes". É importante porque tem impacto significativo na lucratividade.
■ Em nível mais amplo, qualidade é mais bem modelada como a lacuna entre as expectativas dos clientes referentes ao produto ou serviço e suas percepções em relação ao produto ou serviço.
■ Modelar a qualidade dessa maneira permitirá o desenvolvimento de uma ferramenta de diagnóstico que é baseada na lacuna entre percepção-expectativa. Tal lacuna pode ser explicada por quatro outras lacunas:

a lacuna entre a especificação de um cliente e a especificação da operação;

a lacuna entre o conceito do produto ou serviço e o modo como a organização o especificou;

a lacuna entre o modo como a qualidade foi especificada e a qualidade realmente entregue;

a lacuna entre a qualidade realmente entregue e o modo como o produto ou serviço foi descrito ao cliente.

■ A teoria do "cone de areia" para o melhoramento afirma que, geralmente, é melhor começar melhorando a qualidade, e não outros objetivos de desempenho, mas depois continuar melhorando a qualidade, mesmo quando outros objetivos de desempenho são buscados.

Que etapas levam à conformidade de acordo com as especificações?

■ Há seis etapas:

definir as características da qualidade;

decidir como mensurar cada uma das características da qualidade;

estabelecer padrões de qualidade para cada característica;

controlar a qualidade em relação a esses padrões;

encontrar e corrigir as causas da má qualidade;

continuar a fazer melhorias.

■ A maior parte do planejamento e controle da qualidade envolve amostragem do desempenho das operações de alguma maneira. A amostragem pode originar julgamentos errôneos que são classificados em erros tipo I e tipo II. Os erros tipo I envolvem fazer correções onde não são necessárias. Os erros tipo II envolvem não fazer correções onde, de fato, são necessárias.

O que é gestão da qualidade total (TQM)?

■ A TQM é "um sistema eficaz para integrar o desenvolvimento, a manutenção e os esforços de melhoria da qualidade dos diversos grupos de uma organização, de modo a fornecer produtos e serviços em níveis mais econômicos que permitam a plena satisfação do cliente".

■ É mais bem entendida como uma filosofia que reforça o "total" da TQM e coloca a qualidade no centro de tudo que é feito por uma operação.

■ "Total" em TQM significa o seguinte:

atender às necessidades e expectativas dos clientes;

cobrir todas as partes da organização;

incluir todas as pessoas da organização;

examinar todos os custos que estão relacionados à qualidade e fazer as coisas "corretas na primeira vez";

desenvolver os sistemas e procedimentos que apoiam a qualidade e a melhoria, potencialmente incluindo "prêmios de qualidade".

ESTUDO DE CASO

Reviravolta na fábrica da Preston[16]

Introdução

"Antes da crise, o monitoramento da produção era feito para agradar o cliente, não para a solução de problema. Os indicadores de dados eram apresentados nas reuniões do departamento de produção para que todos pudéssemos examiná-los, mas nenhum de nós olhava além desses dados." (diretor do departamento de produção, fábrica em Preston)

Essa fábrica estava localizada em Preston, Vancouver (Canadá). Os papéis com revestimento para impressão especializada representavam a maior parte da produção da fábrica. Eram utilizadas máquinas de tecnologia de última geração, que permitiam a aplicação de revestimentos muito precisos nas bobinas de papel. Após o revestimento, as bobinas eram cortadas em tamanhos padronizados.

O problema da ondulação

Na primavera de 2008, a Hewlett-Packard (principal cliente da fábrica) informou sobre os problemas que havia encontrado com a ondulação do papel sob condições de baixa umidade. Ainda não havia reclamações dos clientes. Os próprios funcionários da HP perceberam o problema e o levaram muito a sério. Nas oito semanas seguintes, o pessoal de produção da fábrica trabalhou para isolar a causa do problema e melhorar os sistemas que monitoravam as métricas de processamento. Em janeiro de 2009, o processo estava fabricando um produto aceitável, embora não tivesse sido um bom ano para a fábrica. Apesar de os volumes flutuarem, a fábrica trabalhava com um prejuízo em torno de $ 10 milhões por ano. Em outubro de 2008, Tom Branton foi designado o diretor de produção da fábrica.

Saindo do controle

Embora o problema da ondulação houvesse sido resolvido, a produtividade era baixa e os níveis de refugo e retrabalho mantinham-se elevados. Em resposta a isso, os gerentes de produção aumentaram a velocidade da linha para aumentar a produtividade. *"Olhando para trás, as mudanças foram feitas sem qualquer disciplina apropriada, não houve conceito real de controle e permitiram-se desvios no processo. Nossa cultura dizia: 'Se estiver dentro da especificação, está OK', e éramos muito diligentes em assegurar que o produto embarcado estivesse de acordo com a especificação. Entretanto, a Hewlett-Packard solicitava nossos 'gráficos de processo', o que permitia acompanhar exatamente o que ocorria dentro de nossa operação. Tínhamos também todos os dados, mas nenhum estava sendo internalizado. Em contraste, a HP possuía uma 'mentalidade de capacitação'. Diziam: 'você pode ser capaz de fabricar esse produto, mas estamos pensando duas a três gerações de produto adiante, e nos perguntando se desejamos investir nesse relacionamento para o futuro'."* (Tom Branton)

A crise

A primavera de 2009 foi agitada. Primeiro, a HP pediu à fábrica para desenvolver um trabalho preliminar em um novo tipo de papel para suprir sua próxima geração de impressoras, conhecido como projeto Viper. Segundo, a fábrica foi adquirida pelo Rendall Group, que não ficou impressionado com o que encontrou. A fábrica enfrentava prejuízo há dois anos e foi desaprovada pela HP pelo problema da ondulação do papel. O grupo deixou claro que, se a fábrica não conseguisse o contrato do projeto Viper, seu futuro parecia sombrio. Nesse meio tempo, na fábrica, o diretor estava preocupado com a

produtividade, mas a HP também estava passando a reclamar dos níveis de qualidade. Todavia, essa atitude da HP causou perplexidade na equipe de produção. *"Quando a HP fazia perguntas sobre nosso processo, o pessoal de produção dizia: 'Vejam que estamos fabricando bobinas após bobinas de papel, dentro das especificações, em 97% do tempo de nossa operação'. Qual o problema?"* (diretor de produção da fábrica em Preston). Apenas no verão é que a inquietação total da HP ficou clara. "*Nunca esqueceremos aquele dia de junho de 2009. Estava com o pessoal da HP em Chicago e, durante a reunião, um de seus engenheiros entregou-me um gráfico de controle que havíamos fornecido sobre cada lote de produto e me disse: 'Aqui estão seus últimos dados. Achamos que estão fora de controle e que vocês não sabem disso. Acho que nós, da HP, olhamos mais para esses dados do que vocês'. Ele estava totalmente certo."* (Tom Branton)

Tom assumiu imediatamente a tarefa de colocar a fábrica sob controle. Todos decidiram levar a fábrica de novo às condições que o sistema de monitoramento indicou que haviam prevalecido em janeiro, quando o problema da ondulação havia sido solucionado e antes que as pressões de produtividade houvessem levado ao ajustamento do processo. Ao mesmo tempo, a produção trabalhava em novas formas de implementar "regras de interrupção" não ambíguas que indicariam aos operadores quando uma linha devia ser interrompida se estivessem em dúvida sobre a qualidade da operação. *"Em um ponto de maio de 2009, precisamos descartar 64 bobinas enormes do produto, por não atenderem às especificações. Isso representou mais de $ 400.000 de produtos descartados em uma operação. Isso ocorreu porque os operadores temeram desligar a linha de produção. Ou que haviam tentado ajustar a linha enquanto tentavam consertar o defeito. O sistema de desligamento diz: 'Não iremos operar quando não estivermos em uma situação de controle'. Antes disso, nossos operadores não podiam vencer. Se deixassem o processo parar, diríamos: 'Não conseguimos manter a produtividade alta.' Se mantivessem as máquinas funcionando, mas houvesse problemas de qualidade como resultado, os criticamos por produzir lixo. Agora, um operador tem mais problemas por violar procedimentos de processo do que por não atingir metas de produtividade. Fizemos mais duas coisas. Primeiro, cada equipe de produção passou a fazer revisões diárias dos dados de procedimento e alguma análise preliminar dos dados. Segundo, um dia por mês reuníamos todo o pessoal de produção para discutir as implicações dos dados de produção. Algumas pessoas ficavam nervosas porque não estávamos produzindo nada. Porém, pela primeira vez, reunimos operadores dos três turnos, juntamente com a equipamento de produção, para falarmos sobre questões operacionais. Também convidamos a HP para participar dessas reuniões. Lembre-se que estas não eram reuniões periódicas; foi a primeira vez que eles se reuniram e houve muitas discussões acaloradas, todas elas testemunhadas por representantes da HP."* (engenheiro da fábrica em Preston)

Apesar dessas mudanças, o moral no chão da fábrica era bom. Finalmente, algo positivo estava ocorrendo. Em setembro de 2009, o processo estava ficando sob controle, a eficiência da fábrica estava melhorando, assim como seu nível crescente de qualidade, sua entrega pontual e sua responsividade aos pedidos dos clientes e a seus níveis de estoque. Todavia, a equipe da Preston não teve tempo de desfrutar seu sucesso emergente. Em setembro de 2009, a HP anunciou que a fábrica não conquistaria o projeto Viper em razão de seu desconforto com os níveis de qualidade, e a Rendall, formalmente, tomou a decisão sobre o futuro da fábrica. *"Perdemos 10 milhões de dólares em 2009. Havíamos também perdido o projeto Viper. Não foi surpresa quando tomaram a decisão de descontinuar a fábrica. Eu disse à equipe da alta administração que anunciaríamos isso em abril de 2010. A ironia foi que sabíamos que já tínhamos contornado o problema.*

Levaria, talvez, três ou quatro meses, mas estávamos convencidos de que a fábrica se tornaria mais rentável." (Tom Branton)

Convencendo o resto do mundo

Não obstante a decisão de fechar a fábrica, a equipe administrativa em Preston ficou com a tarefa de convencer a HP e a Rendall de que a fábrica podia ser viável. Imaginaram que ocorreriam três coisas. Primeiro, era vital que continuassem a melhorar a qualidade. Segundo, os custos precisavam ser reduzidos ainda mais. Terceiro, a fábrica precisava criar um portfólio de novas ideias de produto.

Melhorar ainda mais a qualidade envolvia estabelecer análise completa do processo estatístico do sistema de monitoramento do processo. Também significava estabelecer consciência de qualidade e ferramentas de solução de problemas em toda a fábrica. *"Tínhamos pessoas de fora, tecnólogos e gerentes, que se viam preocupados com projetos de investimento em vez de com os processos que eram afetados. Porém, ao reservar algum tempo para discutir o desempenho e a melhoria do processo, costumávamos discutir as capacitações básicas que precisávamos melhorar*." (Tom Branton)

Trabalhar na redução de custos ia, inevitavelmente, ser doloroso. A primeira tarefa era conseguir entender qual deveria ser o nível apropriado dos custos operacionais. *"Fizemos uma avaliação baseada em uma folha em branco para decidir com que o processo ideal se pareceria. A propósito*, a posteriori, *cortar números teve maior impacto sobre os custos do que os dados de redução da folha de pagamento pareciam sugerir. Se você realmente entende o processo, quando reduz o número de pessoas, você diminui a complexidade e torna as coisas mais claras de entender. Embora a maioria dos funcionários não soubesse da decisão de fechar a fábrica, foram deixados sem nenhuma dúvida de que a fábrica foi colocada contra a parede. Tivemos o cuidado de ser muito transparentes. Asseguramos de que todos soubessem se seriam ou não afetados. Fiz várias visitas à fábrica para explicar a posição da empresa. Houve tensões e algumas reações negativas das pessoas que seriam dispensadas. Todavia, a maioria aceitou a lógica do que a empresa estava fazendo."* (Tom Branton)

Em dezembro de 2009, havia 40% de funcionários a menos na fábrica do que dois meses antes. Todos os departamentos foram afetados. Surpreendentemente, o departamento de qualidade foi o que enxugou mais, passando de 22 para nove funcionários. *"Quando estávamos considerando fazer o* downsizing, *eles perguntaram: 'Como conseguiremos operar um laboratório com apenas seis técnicos?' 'Lembrem-se de que, no momento, estamos com 22 técnicos', eu disse. 'É fácil. Passaremos a fabricar um bom produto na primeira vez e, assim, não será necessário controlar todo o refugo."* (gerente de qualidade da fábrica em Preston)

Várias novas ideias de produto foram investigadas, incluindo algumas que foram possíveis apenas em razão de melhora da capacitação da fábrica. A mais importante delas ficou conhecida como "Ecowrap", um envoltório protetor reciclável destinado ao mercado japonês. Foi tecnicamente difícil, mas a nova capacitação da fábrica permitiu desenvolver revestimentos apropriados a um custo que tornou o produto atraente.

Fora da crise

Não obstante o trauma no outono, a equipe gerencial da fábrica enfrentou o Natal de 2009 com aumento da satisfação, se não com otimismo, com relação ao futuro. Em dezembro, a fábrica conseguiu um lucro operacional pela primeira vez em dois anos. Na primavera de 2010, mesmo a HP, em nível corporativo,

estava começando a olhar mais favoravelmente para a fábrica em Preston. O mais significativo foi que passou a pedir experiências para a fabricação de um novo produto – o papel de alta gramatura. Abril de 2010 foi um mês bom para a fábrica. Ela já acumulava três meses de rentabilidade, e a HP encomendou formalmente a fabricação do papel pesado para a impressora a jato de tinta em Preston, deixando-a mais confiante com relação ao futuro. No final de abril, a Rendall reverteu sua decisão de fechar a fábrica.

O futuro

O ano de 2010 foi lucrativo para a fábrica, quando, ao final do ano, conquistou 75% do negócio de papel de impressão da HP nos EUA e estava sendo consultada para trabalhar em vários outros grandes projetos. *"Agora, a HP parece bastante inclinada a trabalhar conosco. Isso também nos tem ajudado com nossos fornecedores. Já damos assistência considerável a nosso principal fornecedor para melhorar seus procedimentos de controle interno. Recentemente, estivemos em reunião com pessoas de vários departamentos da HP. Tratou-se de todos os tipos de informações confidenciais. Mas não se podia dizer que não éramos da HP. Estavam argumentando entre si sobre certos problemas e ninguém podia ter estado lá sem sentir que, basicamente, fazíamos parte dessa empresa. No passado, a empresa era muito fechada sobre algumas informações. Basicamente, a mudança deve-se à nova confiança depositada em nossa capacitação."* (Tom Branton)

QUESTÕES

1. Quais os eventos mais significativos na história de como a fábrica sobreviveu devido à adoção de princípios baseados na qualidade?
2. Por fim, os processos da fábrica foram postos sob controle. Quais foram os principais benefícios disso?
3. A SPC é uma técnica de nível operacional para assegurar conformidade em relação à qualidade. Quantos dos benefícios obtidos para manter a fábrica sob controle você classificaria como estratégicos?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

(Releia o suplemento sobre controle estatístico do processo, antes de responder aos problemas 3, 4, 5 e 6.)

1 Releia a seção de "Operações na Prática" do início do capítulo, que descreve a TNT, a Victorinox e o Four Seasons Hotel. Para cada organização:

(a) descreva como a qualidade é definida;

(b) identifique por que a qualidade é tão importante para eles;

(c) descreva as principais atividades que têm impacto sobre a qualidade de seus produtos/serviços.

2 O que poderia ser feito para minimizar as chances de ocorrência dos erros descritos na seção "Operações na Prática" sobre a "síndrome do dedo gordo"?

3 O *call center* de um banco responde a dúvidas de clientes sobre seus contratos de financiamento. Todas as chamadas são automaticamente cronometradas pelo sistema de informação do *call center*, e a média e o desvio-padrão da duração das chamadas são monitorados periodicamente. O banco decidiu que apenas em raras ocasiões a chamada deveria ser inferior a 0,5 minuto porque os clientes poderiam pensar que o atendimento foi indelicado, mesmo nos casos em que a pergunta era simples e pudesse ser respondida

dentro desse período de tempo. Além disso, o banco também considerava improvável que uma chamada levasse mais de 7 minutos para ser respondida satisfatoriamente. Os dados para as chamadas da semana passada ilustram que a média de todas as durações de chamada foi de 3,02 minutos, e o desvio-padrão, de 1,58 minuto. Calcule C_p e C_{pk} para o processo do *call center*.

4 No caso do *call center* anterior, se a média da duração das chamadas mudar para 3,2 minutos, e o desvio-padrão, para 0,9 minuto, como isso afetaria C_p e C_{pk}? Você acha que esse é um modo inadequado de o banco monitorar o desempenho de seu *call center*?

5 Um laboratório de produção de vacina investiu em um testador automático para monitorar os níveis de impureza em suas vacinas. Anteriormente, todos os testes eram feitos manualmente por amostragem de lotes de soro. Conforme as especificações do laboratório, todas as vacinas precisam ter níveis de impureza inferiores a 0,03 miligrama por 1.000 litros. Para testar a eficácia de seu novo equipamento de teste automático, o laboratório fabricou diversos lotes pelo processo que tinha níveis de impureza conhecidos. A tabela seguinte ilustra os níveis de impureza de cada lote, e se o novo processo adotado aceitou ou rejeitou o lote. Desses dados, estime os níveis de erro do tipo I e do tipo II para o processo.

0,035 (rejeitado)	0,028 (aceito)	0,031 (aceito)	0,029 (aceito)	0,028 (aceito)	0,034 (aceito)	0,031 (aceito)
0,040 (rejeitado)	0,011 (aceito)	0,028 (rejeitado)	0,025 (aceito)	0,019 (aceito)	0,018 (aceito)	0,033 (rejeitado)
0,022 (aceito)	0,029 (rejeitado)	0,012 (aceito)	0,034 (aceito)	0,027 (aceito)	0,017 (aceito)	0,021 (aceito)
0,031 (rejeitado)	0,015 (aceito)	0,037 (rejeitado)	0,030 (aceito)	0,025 (aceito)	0,034 (rejeitado)	0,020 (aceito)
0,035 (rejeitado)	0,028 (aceito)	0,031 (aceito)	0,029 (aceito)	0,028 (aceito)	0,034 (aceito)	0,031 (aceito)
0,040 (rejeitado)	0,011 (aceito)	0,028 (rejeitado)	0,025 (aceito)	0,019 (aceito)	0,018 (aceito)	0,033 (rejeitado)
0,022 (aceito)	0,029 (rejeitado)	0,012 (aceito)	0,034 (aceito)	0,027 (aceito)	0,017 (aceito)	0,021 (aceito)
0,031 (rejeitado)	0,015 (aceito)	0,037 (rejeitado)	0,030 (aceito)	0,025 (aceito)	0,034 (rejeitado)	0,020 (aceito)

6 Uma empresa de serviços públicos possui um departamento cuja função é alterar os endereços dos clientes em seu sistema de informação quando estes mudam de endereço. Supõe-se que o processo esteja sob controle no momento, e uma amostra ao acaso de 2 mil transações mostra que 2,5% dessas transações possuem algum tipo de erro. Se a empresa usar controle estatístico do processo para monitorar seus níveis de erro, calcule a média, o limite superior de controle (LSC) e o limite inferior de controle (LIC) para seu gráfico SPC.

7 Encontre dois produtos, um item de comida manufaturada (por exemplo, um pacote de cereais para o café da manhã, um pacote de biscoitos etc.) e um item eletrodoméstico (por exemplo, uma torradeira, uma cafeteira etc.).

(a) Identifique as características de qualidade importantes para esses dois produtos.

(b) Como cada uma dessas características de qualidade poderia ser especificada?

(c) Como cada uma dessas características de qualidade poderia ser mensurada?

8 Muitas organizações verificam seu próprio nível de qualidade usando "clientes fantasmas". Isso envolve um funcionário da empresa agindo como um cliente e registrando como é tratado durante a operação. Escolha duas ou três operações de alta visibilidade (por exemplo, um cinema, uma loja de departamentos, uma agência bancária etc.) e discuta como você poderia organizar uma abordagem de cliente fantasma para testar sua qualidade. Isso envolve determinar os tipos de características que você gostaria que fossem observadas, a forma como mediria essas características, uma taxa de amostragem apropriada e assim por diante. Teste seu plano de cliente fantasma visitando essas operações.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

ASQ QUALITY PRESS. *Seven basic quality tools*. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2010.
Um verdadeiro manual de "como fazer".

DALE, B.G.; VAN DER WIELE, T.; VAN IWAARDEN, J. *Managing quality*. 5. ed. Oxford: WileyBlackwell, 2007.
Esta é a última versão de um texto de longa reputação, abrangente e importante.

GARVIN, D.A. *Managing quality*. New York: Free Press, 1988.
Um pouco ultrapassado, mas relaciona-se à nossa discussão no início deste capítulo.

OAKLAND, J. S. *Total quality management and operational excellence*: text with cases. 4. ed. Milton: Routledge, 2014.
Um texto clássico de um dos fundadores da TQM na Europa.

WEBBER, L. *Quality control for dummies*. Hoboken: Wiley, 2007.
Não apenas para leigos (embora eles também possam gostar).

Suplemento do Capítulo 17

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)

INTRODUÇÃO

O controle estatístico do processo (CEP) preocupa-se em verificar um produto ou serviço durante sua criação. Se houver razão para acreditar que há algum problema no processo, ele pode ser interrompido e os problemas podem ser identificados e corrigidos. Por exemplo, um aeroporto internacional pode perguntar regularmente a uma amostra de clientes se a limpeza de seu restaurante está satisfatória. Se um número inaceitável de clientes em uma amostra encontra-se infeliz, a administração do aeroporto pode ter que considerar melhorar seus procedimentos. De modo similar, uma montadora de automóveis irá verificar periodicamente se uma amostra dos painéis das portas está conforme os padrões para saber se o equipamento que os produz está funcionando adequadamente.

Gráficos de controle

O valor do CEP não é apenas fazer verificações de uma amostra, mas monitorar os resultados de muitas amostras ao longo de um período de tempo. O CEP faz isso usando gráficos de controle para ver se o processo está desempenhando como deveria ou, alternativamente, se está "saindo de controle". Se o processo, de fato, parecer estar saindo do controle, providências precisam ser tomadas *antes* que haja um problema. Realmente, a maioria das operações faz gráficos de desempenho de qualidade de alguma forma. A Figura S17.1 (ou algo parecido) pode ser encontrada em quase todas as operações. Por exemplo, o gráfico pode representar a porcentagem de clientes de uma amostra de 1.000, em cada mês, insatisfeitos com a limpeza do restaurante. Enquanto o grau de insatisfação for aceitavelmente pequeno, a administração deve ficar preocupada se ele estiver aumentando continuamente ao longo do tempo e pode desejar investigar por que isso ocorre. Nesse caso, o gráfico de controle está mostrando a medida de um atributo de qualidade (satisfeito ou insatisfeito). Procurar as tendências é um uso importante dos gráficos de controle. Se a tendência sugere que o processo está ficando consistentemente pior, valerá a pena investigar o processo. Se a tendência sugere que o processo está consistentemente melhorando, pode ainda valer a pena a investigação para tentar identificar o que está ocorrendo para melhorar o processo. Essa informação pode ser compartilhada com outras partes da organização, ou, por outro lado, o processo pode ser interrompido à medida que a causa estiver acrescentando despesa desnecessária à operação.

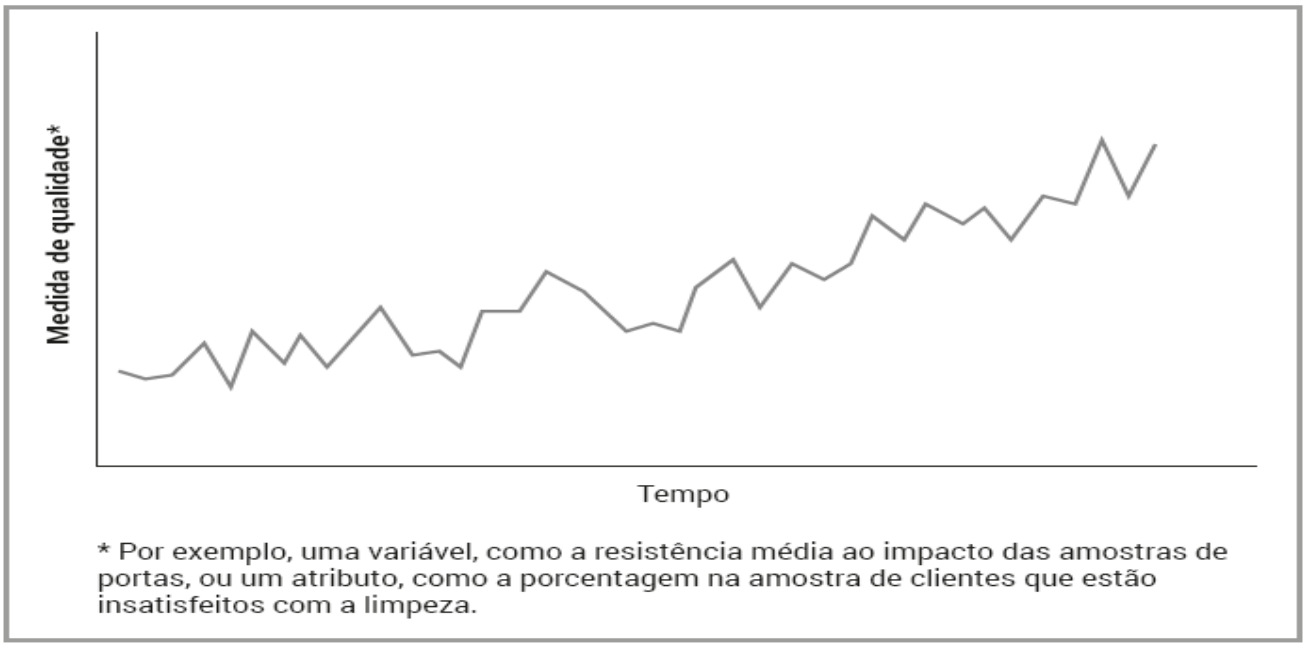


Figura S17.1 Gráfico das tendências de medidas de qualidade.

VARIAÇÃO NA QUALIDADE DO PROCESSO

Causas comuns

Os processos do gráfico da Figura S17.1 mostraram uma tendência ascendente, mas a tendência não era nem fixa nem uniforme, ela variava, às vezes para cima e, outras vezes, para baixo. Todos os processos variam de certa forma. Nenhuma máquina dará, precisamente, o mesmo resultado cada vez que for usada. As pessoas desempenham tarefas levemente diferentes em cada oportunidade. Dado isso, não é surpresa que a medida de qualidade também variará. As variações que derivam dessas *causas comuns* nunca podem ser totalmente eliminadas (embora possam ser reduzidas). Por exemplo, se uma máquina estiver enchendo pacotes de arroz, ela não colocará *exatamente* o mesmo peso de arroz em cada pacote. Quando a máquina está em condição estável (isto é, nenhum fator excepcional está influenciando seu comportamento), cada pacote pode ser pesado, e um histograma com os pesos obtidos, preparado. A Figura S17.2 mostra como o histograma pode se desenvolver. Os primeiros pacotes pesados podem ficar em alguma posição dentro da variação natural do processo, e mais provavelmente estarão em torno do peso médio (*veja* a Figura S17.2(a)). À medida que mais pacotes são pesados, eles mostram claramente a tendência de ficar próximos da média do processo (*veja* as Figuras S17.2(b) e (c)). Após muitos pacotes serem pesados, eles formam uma distribuição mais uniforme (Figura S17.2(d)), que pode ser desenhada como um histograma (Figura S17.2(e)), o qual se aproximará da distribuição da variação do processo (Figura S17.2(f)).

Geralmente, esse tipo de variação pode ser descrito por uma distribuição normal com 99,7% de variação dentro de ± 3 desvios-padrão. Neste caso, o peso do arroz dos pacotes é descrito por uma distribuição com média de 206 gramas e um desvio-padrão de 2 gramas. A questão óbvia para qualquer gerente de produção seria: “essa variação no desempenho do processo é aceitável?” A resposta dependerá da faixa aceitável de pesos que pode ser tolerada pela operação. Essa faixa é denominada *faixa de especificação*.

Se o peso do arroz no pacote for muito pequeno, a organização pode infringir regras/leis de etiquetagem; se for muito grande, a organização está "oferecendo gratuitamente" parte de seu produto.

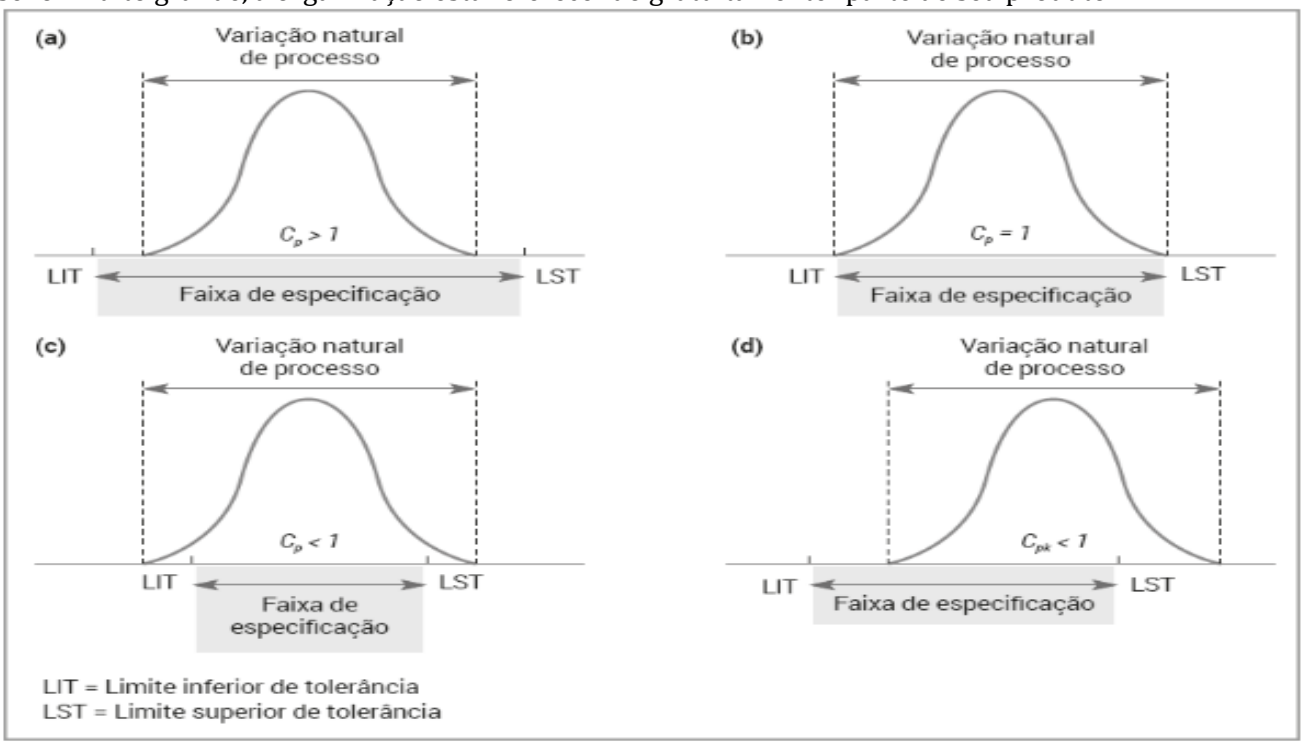


Figura S17.2 A variação natural do processo de enchimento pode ser descrita por uma distribuição normal.

Capabilidade do processo

Capabilidade do processo é a medida de aceitabilidade da variação do processo. A medida mais simples de capabilidade (C_p) é dada pela razão entre a faixa de especificação e a variação "natural" do processo (isto é, ± 3 desvios-padrão):

$$C_p = \frac{\text{LST} - \text{LIT}}{6s}$$

onde:
LST = limite superior de tolerância
LIT = limite inferior de tolerância
s = desvio-padrão da variabilidade do processo

Geralmente, se a C_p de um processo for maior do que 1, é considerado que o processo é "capaz", e uma C_p menor do que 1 indica que o processo "não é capaz", pressupondo-se uma distribuição normal (*veja* a Figura S17.3(a-c)).

A simples medida de C_p pressupõe que a média da variação do processo está no ponto médio da faixa de especificação. Frequentemente, a média do processo desvia-se da faixa de especificação (*veja* a Figura S17.3(d)). Em tais casos, índices de capacidade *unilateral* são requeridos para entender a capabilidade do processo:

$$\text{Índice unilateral superior } C_{pu} = \frac{LST - X}{3s}$$

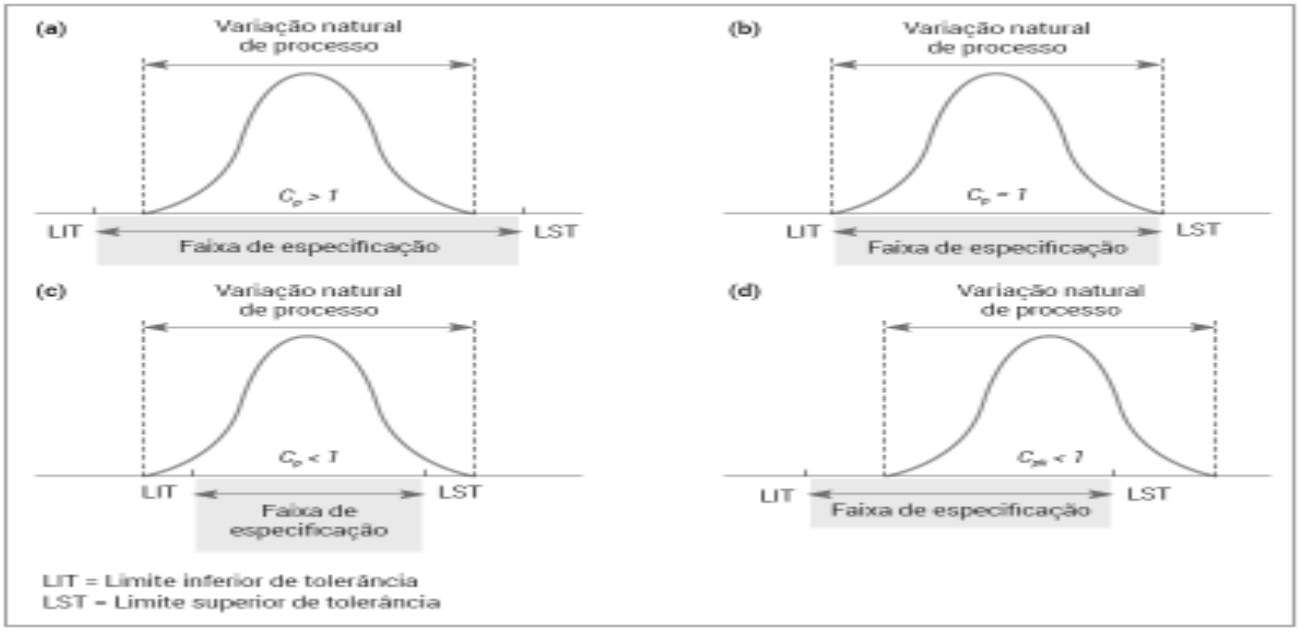


Figura S17.3 A capabilidade do processo compara a variação natural do processo com a faixa de especificação (tolerâncias) que é requerida.

$$\text{Índice unilateral superior } C_{pl} = \frac{X - LST}{3s}$$

onde X = média do processo.

Às vezes, apenas o mais baixo dos dois índices unilaterais para um processo é usado para indicar a sua capabilidade (C_{pk}).

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl})$$

Exemplo resolvido

No caso do processo de enchimento de pacotes de arroz anteriormente descrito, a capabilidade do processo pode ser calculada da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
\text{Faixa de especificação} &= 214 - 198 = 16 \text{ g} \\
\text{Variação natural do processo} &= 6 \times \text{desvio-padrão} \\
&= 6 \times 2 = 12 \text{ g} \\
C_p &= \text{capabilidade do processo} \\
&= \frac{LST - LIT}{6s} \\
&= \frac{214 - 198}{6 \times 2} = \frac{16}{12} \\
&= 1{,}333
\end{aligned}$$

Se a variação natural do processo de enchimento mudasse para ter uma média de processo de 210 gramas, mas o desvio-padrão permanecesse em 2 gramas:

$$C_{pu} = \frac{214 - 210}{3 \times 2} = \frac{4}{6} = 0{,}666$$

$$C_{pl} = \frac{210 - 198}{3 \times 2} = \frac{12}{6} = 2{,}0$$

$$C_{pk} = \min(0{,}666,\ 2{,}0) = 0{,}666$$

Causas assinaláveis da variação

Nem todas as variações dos processos resultam de causas comuns. Pode haver algo errado no processo que é atribuível ("assinalável") a uma causa particular e que pode ser evitada. O equipamento pode estar gasto ou ter sido mal preparado. Um membro da equipe mal treinado pode não estar seguindo os procedimentos prescritos para o processo. As causas dessas variações são denominadas *causas assinaláveis*. A questão é se os resultados de qualquer amostra específica, quando colocados no gráfico de controle, simplesmente representam a variação devido a causas comuns ou devido a alguma causa *assinalável* específica e corrigível. Por exemplo, a Figura S17.4 mostra o gráfico de controle para a resistência média ao impacto de amostras de portas tomadas ao longo do tempo. Como em qualquer processo, os resultados variam, mas os últimos três pontos parecem estar abaixo do normal. A questão é se essa é uma variação natural (causa comum) ou o sintoma de alguma causa mais séria (assinalável).

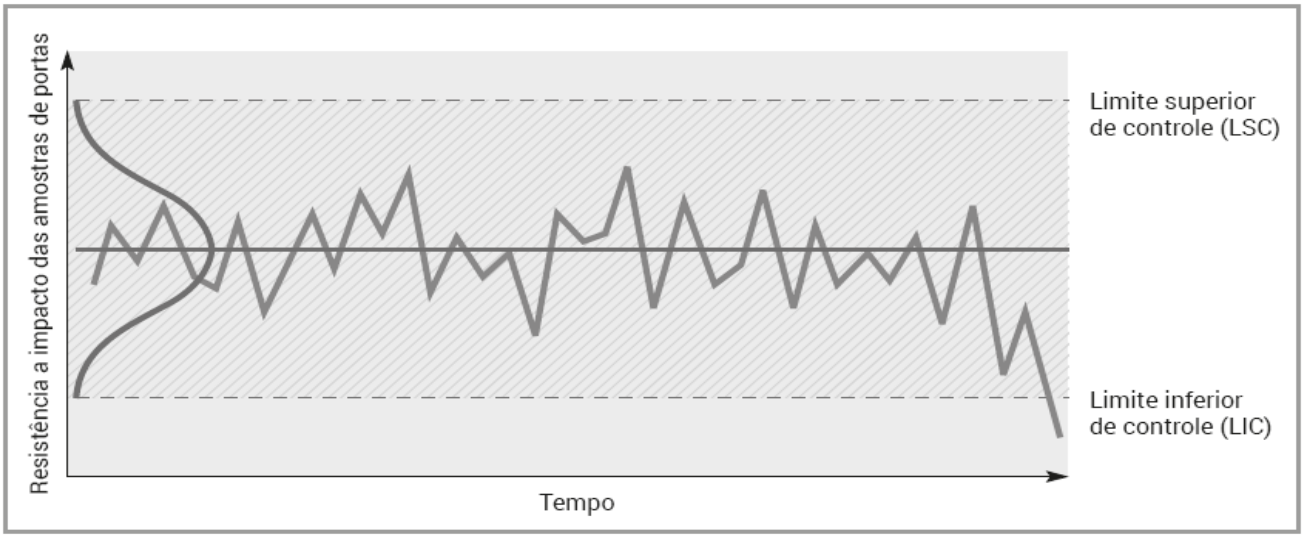


Figura S17.4 Gráfico de controle para a resistência ao impacto das portas, com limites de controle adicionados.

Para ajudar a tomar essa decisão, limites de controle podem ser adicionados ao gráfico de controle (as linhas tracejadas), indicando a extensão esperada da variação de "causas comuns". Se alguns pontos caem fora desses limites de controle (a zona sombreada), o processo pode ser considerado fora de controle, no

sentido em que a variação é provavelmente devida a causas assinaláveis. Esses limites de controle podem ser estabelecidos intuitivamente, por meio do exame da variação anterior, durante um período em que o processo foi considerado livre de qualquer variação que pudesse ser devida a causas assinaláveis. Contudo, os limites de controle podem também ser estabelecidos de maneira mais estatisticamente robusta. Por exemplo, se o processo que testa as portas precisou ser mensurado para determinar a distribuição normal que representa sua variação de causa comum, os limites de controle podem ser baseados nessa distribuição. A Figura S17.4 também mostra como os limites de controle podem ser adicionados – aqui se atribuem desvios-padrão de ±3 (da população de médias amostrais), a partir da média das médias amostrais. Ela mostra que a probabilidade de o ponto final do gráfico ser influenciado por uma causa assinalável é, de fato, muito alta. Quando o processo está exibindo um comportamento fora de sua faixa de "causa comum" normal, diz-se estar "fora de controle". Todavia, há uma chance pequena, embora finita, de que o ponto (aparentemente fora dos limites) é apenas um dos resultados raros, embora naturais, na cauda da distribuição que descreve perfeitamente o comportamento normal. Interromper o processo sob essas circunstâncias representaria um erro tipo I porque o processo está realmente sob controle. Alternativamente, ignorar um resultado que, na realidade, deve-se a uma causa atribuível é um erro tipo II (*veja* a Tabela S17.1).

Tabela S17.1 Erros tipo I e tipo II no CEP (controle estatístico do processo)

Estado real do processo		
Decisão	**Sob controle**	**Fora de controle**
Parar o processo	Erro tipo I	Decisão correta
Prosseguir	Decisão correta	Erro tipo II

Os limites de controle são geralmente estabelecidos a três desvios-padrão nos dois lados da média da população. Isso significa que há apenas 0,3% de chance de qualquer média de amostra situar-se fora desses limites por causas aleatórias (isto é, uma chance de erro do tipo I de 0,3%). Os limites de controle podem ser estabelecidos a qualquer distância da média da população, mas, quanto mais próximos os limites estiverem da população média, maior a probabilidade de investigar e tentar consertar um processo que está, realmente, livre de problema. Se os limites de controle forem estabelecidos em dois desvios-padrão, a chance de um erro tipo I aumenta cerca de 5%. Se os limites forem estabelecidos em um desvio-padrão, a chance de um erro tipo I aumenta para 32%. Quando os limites de controle são estabelecidos em ±3 desvios-padrão distantes da média da distribuição que descreve a variação "normal" do processo, eles são denominados *limite superior de controle* (LSC) e *limite inferior de controle* (LIC).

Por que a variabilidade é algo ruim?

A variação assinalável é sinal de que algo mudou no processo e, assim, deve ser investigado. Mas a variação normal é, em si, um problema porque mascara qualquer mudança no comportamento do processo. A Figura S17.5 mostra o desempenho de dois processos, ambos sujeitos a mudanças no comportamento de seus processos ao mesmo tempo. O processo à esquerda possui variação natural tão ampla que não é imediatamente aparente que tenha ocorrido qualquer mudança. Por fim, a mudança se

tornará aparente por causa do aumento na probabilidade de o desempenho do processo violar (nesse caso) o limite de controle inferior, mas isso pode levar algum tempo. Em contraste, o processo da direita possui uma banda mais estreita de variação natural. Por isso, a mesma mudança no desempenho médio é mais facilmente notada (tanto visual como estatisticamente). Assim, quanto mais estreita a variação natural de um processo, mais fácil é entender como e por que o processo se comporta de um modo particular. Aceitar qualquer variação em um processo é, de certa forma, admitir a ignorância de como o processo funciona.

Comentário crítico

Quando seus criadores descreveram o controle estatístico do processo (CEP) há mais de meio século, a questão-chave era apenas decidir se um processo estava "sob controle" ou "fora de controle". Agora, esperamos que o CEP reflita o senso comum, bem como a elegância estatística, e promova melhoria contínua das operações. É por isso que duas críticas (relacionadas) foram feitas em relação à abordagem tradicional ao CEP. A primeira é que o CEP parece assumir que quaisquer valores de desempenho do processo situados dentro dos limites de controle são igualmente aceitáveis, enquanto quaisquer valores fora dos limites não são. Entretanto, um valor próximo à média do processo ou ao valor "alvo" será certamente mais aceitável do que outro apenas ligeiramente dentro dos limites de controle. Por exemplo, um engenheiro de manutenção que chega apenas um minuto atrasado representa um "desempenho" muito melhor do que o de outro que chega 59 minutos atrasado, mesmo se os limites de controle estiverem "dentro de ± uma hora". Além do mais, chegar 59 minutos atrasado é praticamente tão ruim quanto chegar 61 minutos atrasado! Segundo, um processo sempre dentro de seus limites de controle pode não estar se deteriorando, mas estaria melhorando? Assim, em vez de ver os limites de controle como fixos, seria melhor vê-los como reflexo de como o projeto tem sido melhorado. Devemos esperar que qualquer processo de melhoria possa estreitar progressivamente os limites de controle.

Princípio de administração da produção

Altos níveis de variação reduzem a habilidade de detectar mudanças no desempenho do processo.

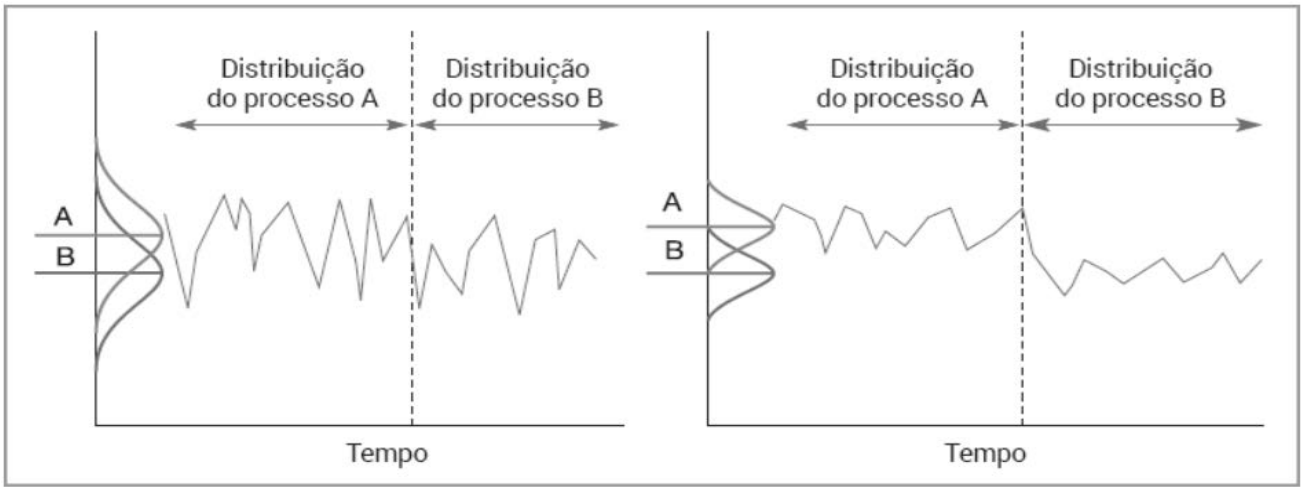


Figura S17.5 A baixa variação do processo permite que mudanças no desempenho do processo sejam prontamente detectadas.

GRÁFICOS DE CONTROLE PARA ATRIBUTOS

Os atributos têm apenas dois estados – "certo" ou "errado", por exemplo –, de modo que a estatística calculada é a proporção de "errados" (*p*) em uma amostra. (Essa estatística segue uma distribuição binomial.) Gráficos de controle usando *p* são denominados "gráficos-*p*". Ao calcular os limites, a população

média ( ) – proporção real, normal ou esperada de "defeitos" ou de erros em relação aos acertos – pode não ser conhecida. Por exemplo, quem sabe o número real de pessoas que viajam diariamente ao trabalho insatisfeitas com o tempo de percurso? Nesses casos, a população média pode ser estimada a

partir da média da proporção de "defeitos" ( ) de *m* amostras, cada uma com *n* elementos, em que *m* deveria ser pelo menos 30 e *n* deveria ser pelo menos 100:

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n}{m}$$

Um desvio-padrão pode então ser estimado por:

$$\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - p^n)}{n}}$$

Os limites de controle superior e inferior podem então ser estabelecidos como:

LSC = $\bar{p}$ + 3 desvios-padrão
LIC = $\bar{p}$ – 3 desvios-padrão

Sem dúvida, o LIC não pode ser negativo e, quando negativo, deve ser transformado em para zero.

Exemplo resolvido

Uma empresa de cartões de crédito lida com muitas centenas de milhares de transações todas as semanas. Uma de suas medidas de qualidade dos serviços que fornece a seus clientes é a confiabilidade com que envia mensalmente o extrato. O padrão de qualidade que ela estabelece para si é que os extratos devem ser enviados dois dias antes da data especificada no documento. A cada semana, a empresa faz uma amostragem de 1.000 contas e registra a porcentagem que não foi encaminhada dentro do tempo padronizado. Quando o processo está funcionando normalmente, apenas 2% das contas são enviadas fora do período especificado, isto é, são 2% de "defeitos".

Os limites de controle para o processo podem ser calculados como a seguir:

Proporção média de defeitos $\bar{p} = 0{,}02$
Tamanho da amostra $n = 1.000$

$$\text{Desvio-padrão } s = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - p^n)}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{0{,}02(0{,}98)}{1.000}}$$

$$= 0{,}0044$$

Com os limites de controle em ± 3*s*:

Limite superior de controle (LSC) = 0,02 + 3 (0,0044) = 0,0332 = 3,32%
Limite inferior de controle (LIC) = 0,02 – 3 (0,0044) = 0,0068 = 0,68%

A Figura S17.6 mostra o gráfico de controle da empresa para essa medida de qualidade nas últimas semanas, junto aos limites de controle calculados. Ela mostra também que o processo está sob controle. Às vezes, é mais conveniente plotar o número real de defeitos (*c*) em vez da proporção (ou porcentagem) de defeitos, no que é conhecido como gráfico-*c*. Isso é muito similar ao gráfico-*p*, mas o tamanho da amostra deve ser constante, e a média do processo e os limites de controle são calculados usando-se as seguintes fórmulas:

$$\text{Média do processo } \bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \ldots - c_n}{m}$$

$$\text{Limites de controle} = \bar{c} \pm 3\sqrt{c}$$

onde:

c = número de defeitos
m = número de amostras

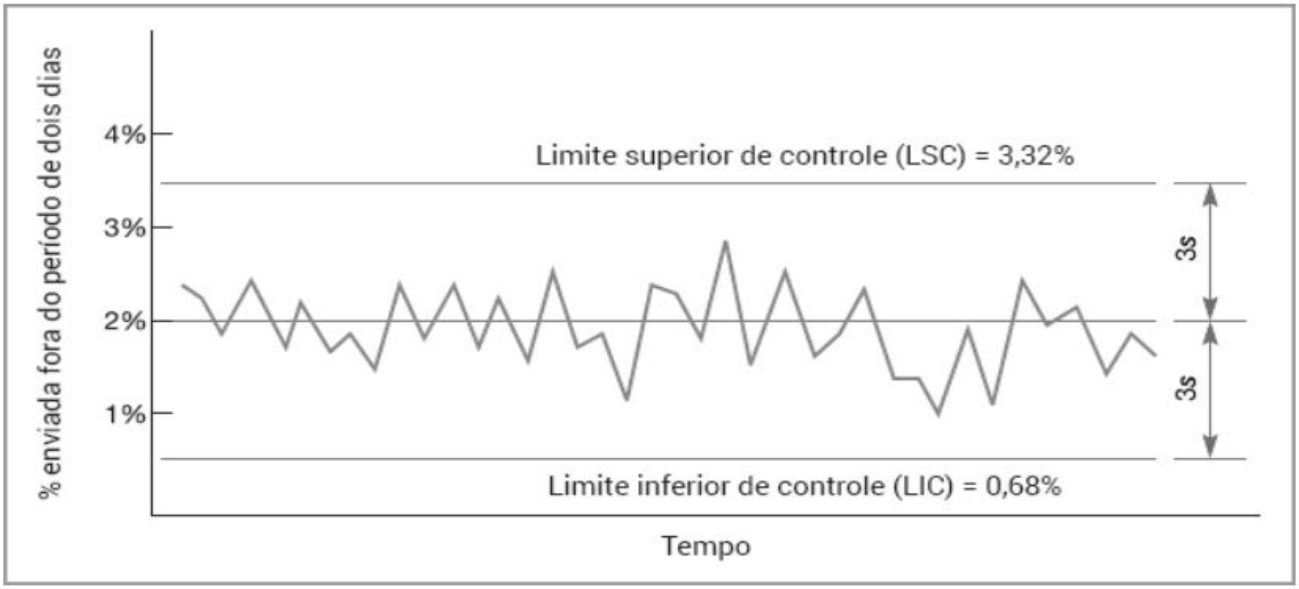


Figura S17.6 Gráfico de controle para a porcentagem de extratos de clientes entregues fora do período de dois dias.

GRÁFICOS DE CONTROLE PARA VARIÁVEIS

O tipo mais comum de gráfico de controle usado para controlar variáveis é o *gráfico* – *R*. Na verdade, são realmente dois gráficos em um. Um gráfico é usado para controlar a média da amostra ( ). O outro é usado para controlar a variação dentro da amostra pela medida da faixa (*R*). A faixa é usada porque é a mais simples de ser calculada do que o desvio-padrão da amostra.

O gráfico da média ( ) pode captar mudanças na saída média do processo que está sendo representado. As mudanças no gráfico de médias sugerem que o processo está se deslocando genericamente para fora do que deveria ser a média do processo, não obstante a variabilidade inerente ao processo não haver mudado (*veja* a Figura S17.7).

O gráfico de faixa (*R*) plota a faixa de cada amostra, que é a diferença entre a maior e a menor medida na amostra. O monitoramento da faixa da amostra dá uma indicação se a variabilidade do processo está mudando, mesmo quando a média do processo permanece constante (*veja* a Figura S17.7).

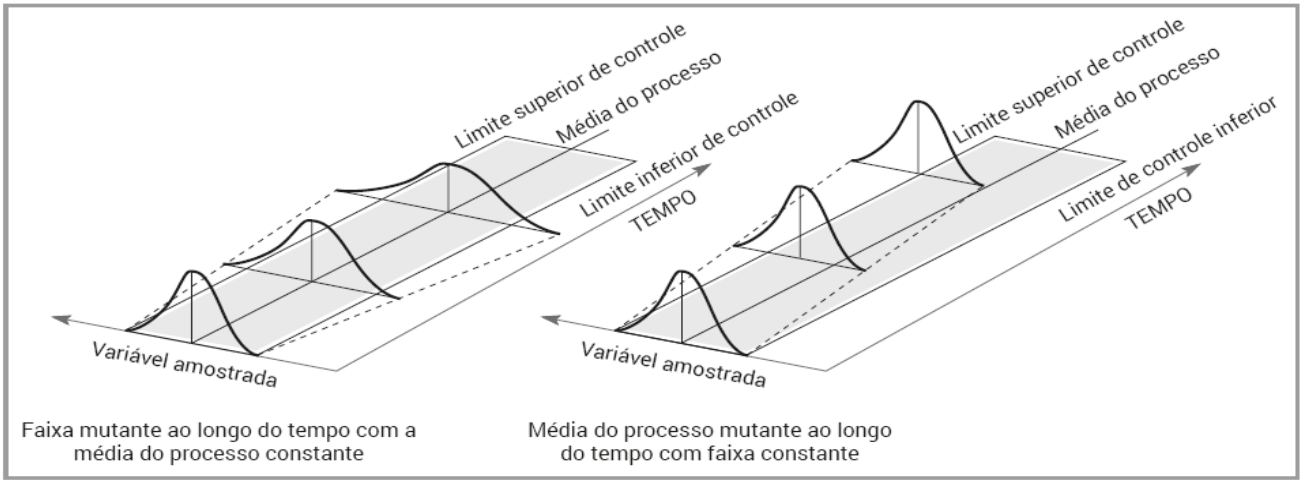


Figura S17.7 A média do processo ou a faixa do processo (ou ambos) pode(m) mudar ao longo do tempo.

Limites de controle do gráfico de controle para variáveis

Assim como os gráficos de controle, uma descrição estatística de como o processo opera sob condições normais (quando não existe causa assinalável) pode ser usada para calcular limites de controle. A primeira tarefa no cálculo dos limites de controle é estimar a média geral ou a média da população $\overline{X}$ e a faixa média ($\overline{R}$) usando *m* amostras cada do tamanho de amostra *n*.

A média da população é estimada a partir da média de um grande número (*m*) de médias das amostras:

$$\overline{X} = \frac{\overline{X}_1 + \overline{X}_2 + \ldots \overline{X}_m}{m}$$

A faixa média é estimada a partir das faixas de um grande número de médias das amostras:

$$\overline{R} = \frac{\overline{R}_1 + \overline{R}_2 + \ldots \overline{R}_m}{m}$$

Os limites de controle para o gráfico das médias das amostras são:

$$\text{Limite superior de controle (LSC)} = \overline{X} + A_2\overline{R}$$
$$\text{Limite inferior de controle (LIC)} = \overline{X} - A_2\overline{R}$$

Os limites de controle para os gráficos de faixa são:

$$\text{Limite superior de controle (LSC)} = D_4\overline{R}$$
$$\text{Limite inferior de controle (LIC)} = D_3\overline{R}$$

Os fatores A_2, D_3 e D_4 variam com o tamanho da amostra e são mostrados na Tabela S17.2.

Tabela S17.2 Fatores para o cálculo dos limites de controle

Tamanho da amostra n	A_2	D_3	D_4
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777
12	0,266	0,284	1,716
14	0,235	0,329	1,671
16	0,212	0,364	1,636
18	0,194	0,392	1,608
20	0,180	0,414	1,586
22	0,167	0,343	1,566
24	0,157	0,452	1,548

O LIC para o gráfico de médias pode ser negativo (por exemplo, temperatura ou lucro pode ser menor do que zero), mas não pode ser negativo para um gráfico de faixa (ou a menor medida na amostra seria maior do que a maior). Se o cálculo indica um LIC negativo para um gráfico de média, então o LIC deve ser estabelecido como zero.

Exemplo resolvido

A GAM (Groupe As Maquillage) é uma empresa de cosméticos sob encomenda, sediada na França, mas com instalações em toda a Europa, que fabrica e embala cosméticos e perfumes para outras empresas. Uma de suas fábricas na Irlanda opera uma linha de enchimento de envoltórios plásticos com cremes para pele e sela os recipientes com uma tampa de rosca. A força com que cada tampa é fixada é parte importante da qualidade do processo da linha de enchimento. Se a tampa for rosqueada apertada demais, há o perigo de quebra; se é rosqueada muito fracamente, pode abrir quando embalada. Qualquer resultado pode causar vazamento do produto em seu caminho entre a fábrica e o consumidor. A fábrica da Irlanda recebeu algumas reclamações de vazamento do produto que, suspeita-se, foi causado pela fixação da tampa de modo inconsistente em sua linha de enchimento. O "aperto" poderia ser medido por um simples artefato de teste que registrasse o torque requerido para desapertar as tampas. A empresa decidiu tomar amostras dos recipientes saídos do processo da linha de enchimento, testá-las quanto ao seu torque de desaperto e colocar os resultados em um gráfico de controle. Várias amostras de quatro

recipientes foram tomadas durante um período no qual o processo foi considerado sob controle. Os seguintes dados foram calculados a partir desse exercício:

A média geral de todas as amostras $\overline{X} = 812\ g/cm^3$

A média da faixa da amostra $\overline{R} = 6\ g/cm^3$

Os limites de controle para o gráfico da média ($\overline{X}$) foram calculados como segue:

$$LSC = \overline{X} + A_2\overline{R}$$
$$= 812 + (A_2 \times 6)$$

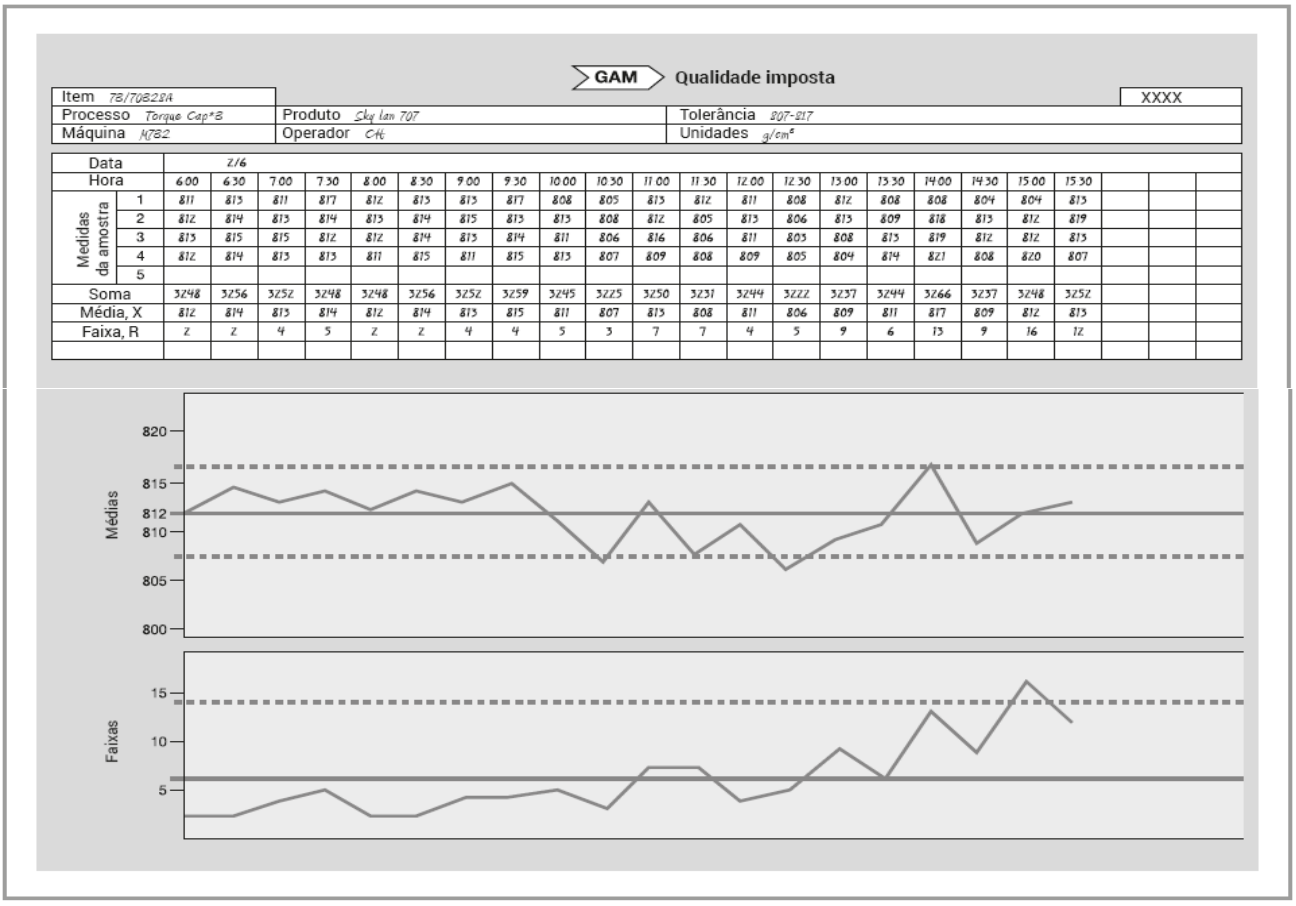
Pela Tabela S17.2, sabemos que, para uma amostra de tamanho quatro, $A_2 = 0{,}729$. Portanto:

$$LSC = 812 + (0{,}729 \times 6)$$
$$= 816{,}37$$
$$LIC = \overline{X}$$
$$= 812 - (0{,}729 \times 6)$$
$$= 807{,}63$$

Os limites de controle para o gráfico de faixa (R) foram calculados como a seguir:

$$LSC = D_4 \times \overline{R}$$
$$= 2{,}282 \times 6$$
$$= 13{,}69$$
$$LIC = D_3\overline{R}$$
$$= 0 \times 6$$
$$= 0$$

Após calcular essas médias e limites para o gráfico de controle, a empresa tomou regularmente amostras de quatro recipientes durante a produção, registrou as medidas e as colocou em um gráfico, como mostrado na Figura S17.8. O gráfico de controle revelou que apenas com dificuldade a média do processo poderia ser mantida sob controle. Foram requeridas intervenções ocasionais do operador. Além disso, a faixa do processo estava movendo-se para o limite de controle superior (tendo ultrapassado uma vez). O processo parecia estar se tornando mais variável. Após a investigação, foi descoberto que, devido à manutenção falha da linha, os cremes para pele estavam ocasionalmente contaminando a cabeça de torque (a parte da máquina que se adapta à tampa). O resultado era um aperto errático das tampas.



GAM Qualidade imposta

Item 78/708284		XXXX
Processo Torque Cap*B	Produto Sky lan 707	Tolerância 207-217
Máquina M782	Operador CH	Unidades g/cm³

Data		2/6																					
Hora		6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30			
Medidas da amostra	1	811	813	811	817	812	815	815	817	808	805	813	812	811	808	812	808	808	804	804	813			
	2	812	814	813	814	813	814	815	813	813	808	812	805	813	806	813	809	818	813	812	819			
	3	813	815	815	812	812	814	813	814	811	806	816	806	811	803	808	813	819	812	812	813			
	4	812	814	813	813	811	815	811	815	813	807	809	808	809	805	804	814	821	808	820	807			
	5																							
Soma		3248	3256	3252	3248	3248	3256	3252	3259	3245	3225	3250	3231	3244	3222	3237	3244	3266	3237	3248	3252			
Média, X		812	814	813	814	812	814	813	815	811	807	813	808	811	806	809	811	817	809	812	813			
Faixa, R		2	2	4	5	2	2	4	4	5	3	7	7	4	5	9	6	13	9	16	12			

Figura S17.8 Formulário de controle da máquina de torque da GAM que mostra os gráficos da média ( ) e da faixa ( ).

Interpretando os gráficos de controle

Pontos em um gráfico de controle situados fora dos limites de controle são razão óbvia para se acreditar que o processo pode estar fora de controle e, portanto, para investigar o processo. Entretanto, essa não é a única pista que pode ser revelada por um gráfico de controle. A Figura S17.9 mostra alguns outros padrões que podem ser interpretados como comportamento suficientemente não usual para garantir a investigação.

Controle do processo, aprendizagem e conhecimento

Em anos recentes, o papel do controle do processo e do CEP, em particular, mudou. Cada vez mais, o controle do processo é visto não apenas como um método conveniente para manter o processo sob controle, mas como uma atividade que é fundamental para se obter vantagem competitiva. Essa é uma mudança importante no *status* do CEP. Tradicionalmente, o CEP era visto como uma das técnicas de administração da produção mais práticas, imediatas e *operacionais*. Todavia, agora está sendo associada às capacidades *estratégicas* da produção. A lógica do argumento é a seguinte:

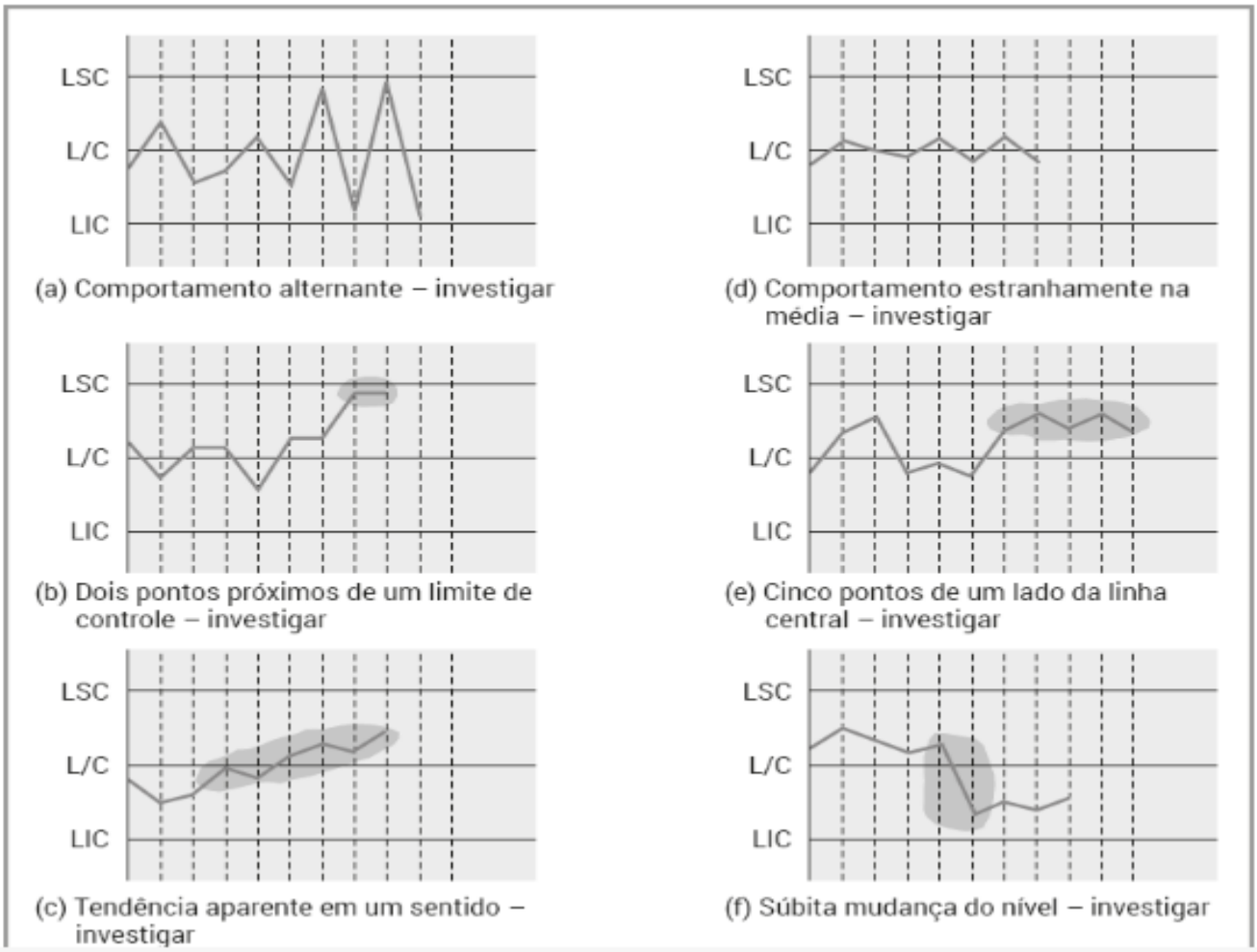


Figura S17.9 Além dos pontos que caem fora dos limites de controle, outras sequências improváveis de pontos deveriam ser investigadas.

1. O CEP é baseado na ideia de que a variabilidade do processo indica se um processo está ou não controlado.
2. Os processos são colocados sob *controle* e melhorados pela redução gradual da variabilidade do processo. Isso envolve a eliminação das causas de variação.
3. Não se pode eliminar as causas da variação sem entender melhor o funcionamento do processo. Isso envolve um *aprendizado* do processo no qual a sua natureza é revelada de forma cada vez mais detalhada.
4. Esse aprendizado significa que o *conhecimento do processo* é enriquecido, o que, por sua vez, significa que os gerentes de produção serão capazes de prever como o processo irá se comportar sob diferentes circunstâncias. Significa também que o processo tem maior capabilidade de executar suas tarefas a um nível de desempenho mais elevado.
5. Essa *capacidade do processo* aumentada é particularmente difícil para os concorrentes copiarem. Ela não pode ser "comprada pronta". Apenas ocorre quando tempo e esforço estão sendo investidos no controle dos processos de produção. Assim, a capacitação do processo leva à vantagem estratégica.

Desse modo, o controle do processo leva à aprendizagem que enriquece o conhecimento do processo e constrói competência de processo difícil de imitar.

RESUMO DO SUPLEMENTO

■ O controle estatístico do processo (CEP) envolve usar gráficos de controle para traçar o desempenho de uma ou mais características de qualidade da operação. O poder do gráfico de controle está em sua habilidade de estabelecer limites de controle derivados da estatística da variação natural dos processos. Esses limites de controle são frequentemente estabelecidos em ± 3 desvios-padrão da variação natural de amostras do processo.

■ Os gráficos de controle podem ser usados para atributos ou variáveis. Um atributo é uma característica da qualidade que possui dois estados (por exemplo, certo ou errado). Variável é aquela que pode ser mensurada em uma escala continuamente variável.

■ Os gráficos de controle do processo permitem aos gerentes de produção distinguir entre a variação "normal", inerente a qualquer processo, e as variações que podem ser causadas por um processo fora de controle.

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

WOODALL, W.H. Controversies and contradictions in statistical process control. *Journal of Quality Technology Session*, 44º Annual Fall Technical Conference da Chemical and Process Industries Section e Statistics Division da American Society for Quality e a Section on Physical & Engineering Sciences, American Statistical Association, Minneapolis, 12-13 out. 2000.

Material acadêmico, embora interessante.

18

GESTÃO DE RISCO E RECUPERAÇÃO

INTRODUÇÃO

Não importa quanto esforço for colocado no melhoramento, toda a produção enfrentará risco e, ocasionalmente, terá falhas. Alguns riscos surgem de dentro da operação, às vezes por práticas incorretas na gestão da produção, como um controle de qualidade insuficiente. Alguns riscos vêm da rede de suprimento da operação, por exemplo, contar com fornecedores demasiadamente poderosos ou não confiáveis. Outros riscos vêm de forças ambientais mais generalizadas (também chamadas institucionais), como instabilidade política, e desastres ambientais. Em face de tais riscos, uma operação "resiliente" é aquela que pode identificar prováveis fontes de risco, impedir que ocorram falhas, minimizar seus efeitos e aprender a recuperar-se delas. Em um mundo onde as fontes de risco e as consequências do risco estão tornando-se mais difíceis de lidar, a gestão do risco é uma tarefa vital. Desde mudanças repentinas na demanda à falência de um fornecedor importante, de ataques terroristas a crimes cibernéticos, as ameaças à condução normal das operações estão aumentando. E as consequências desses eventos estão se tornando mais sérias. A aceleração do corte dos custos, a redução dos estoques e o aumento da utilização da capacidade podem resultar em maior vulnerabilidade. Ao mesmo tempo, mais regulamentação e atenção da mídia podem tornar a falha nas operações ainda mais prejudiciais. Neste capítulo, examinamos os riscos radicais e os mais rotineiros que podem impedir que as operações funcionem como deveriam. A Figura 18.1 mostra como este capítulo se ajusta às atividades de melhoramento da operação.

Questões-chave

- O que é gestão de risco?
- Como a administração da produção pode avaliar as causas potenciais e as consequências da falha?
- Como as falhas podem ser evitadas?
- Como a administração da produção pode atenuar os efeitos da falha?
- Como a administração da produção pode recuperar-se dos efeitos da falha?

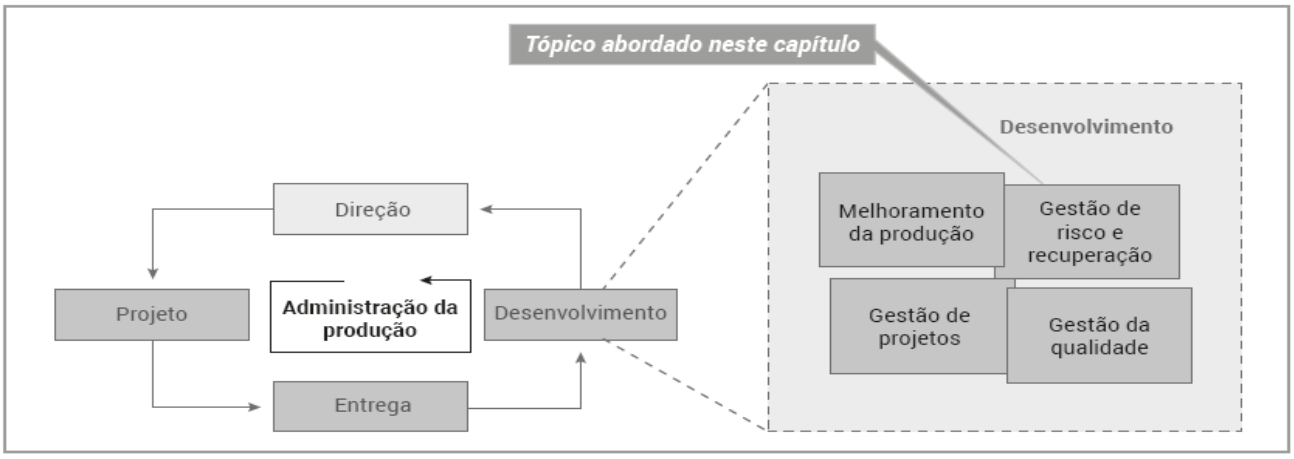


Figura 18.1 Este capítulo examina a gestão de risco e recuperação.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Tesco, Findus e o escândalo da carne de cavalo[1]

Em 15 de janeiro de 2013, várias agências de notícias informaram que DNA de cavalo havia sido descoberto em hambúrgueres congelados que estavam disponíveis em geral para venda em supermercados britânicos e irlandeses. Apesar do fato de que a carne de cavalo não prejudicar a saúde (é comida em muitos países), os consumidores do Reino Unido e da Irlanda geralmente não a consideram aceitável. Outras investigações a nível europeu revelaram níveis elevados de carne de cavalo em produtos de "carne bovina" e, em alguns casos, DNA de porco, um alimento tabu para pessoas nas comunidades muçulmana e judaica. No Reino Unido, duas empresas foram alvo de muita atenção da imprensa: a Tesco, a maior rede de supermercados do Reino Unido, que vendeu alguns dos produtos ofensivos, e a Findus, uma marca de alimentos congelados que produzia um produto de "lasanha" de carne bovina, descoberto pela agência de padrões de alimentos do Reino Unido como tendo 100% de carne de cavalo. Uma investigação subsequente pela Media Perception Insight (MPI), uma firma de consultoria, usou um painel de jornalistas de negócios para pesquisar o impacto comparativo da reputação da Tesco e da Findus. A investigação revelou que Tesco e Findus sofreram em termos de sua reputação de responsabilidade social corporativa, mas houve uma diferença significativa na forma como a resposta das duas empresas à crise afetou sua marca e seu marketing.

O painel de jornalistas julgou a resposta da Tesco como particularmente bem-sucedida, com uma pontuação de "proteção da marca" de 77,6 por cento. Ao contrário, a Findus obteve apenas 46,6 por cento. George Robinson, presidente da MPI, comentou que, apesar da publicidade negativa, a abordagem proativa das comunicações da Tesco permitiu preservar seu posicionamento entre o público-alvo da mídia comercial. "*Enquanto muitos especialistas comentaram que a Findus tendia a ficar em silêncio enquanto o escândalo se desenrolava, a Tesco foi elogiado por enfrentar a crise de frente na mídia – e isso ficou claramente refletido nos resultados da pesquisa. Podemos ver o impacto da estratégia de marketing da Tesco sobre sua reputaç*ão, mesmo em momentos em que *sua responsabilidade perante o público está sendo questionada*." Em particular, foi a velocidade de resposta da Tesco, mensagens diretas e claras, e sua vontade de enfrentar o problema que protegeu sua reputação. Outra autoridade em assuntos de risco comentou que "*adotar a abordagem 'ativa' permite que as grandes empresas respondam rapidamente a uma crise, incutindo os valores de clareza, simplicidade e humanidade. As marcas precisam ser definidas em termos claros e simples, que todos dentro de uma organização podem se lembrar e agir. Isso permite que uma equipe de relações públicas adote uma posição prontamente identificável como uma resposta significativa e decisiva, e não uma evasão ou uma discussão sobre responsabilidades que podem ser interpretadas como 'ganhar tempo'*."

O QUE É GESTÃO DE RISCO?

Gestão de risco diz respeito a identificar as coisas que podem dar errado, não deixá-las dar errado, reduzir as consequências quando isso ocorre e se recuperar após as coisas darem errado. Acontecem coisas na produção, ou para a produção, que possuem consequências negativas – isso é uma falha. Mas aceitar que a falha ocorre não é a mesma coisa que tolerá-la ou ignorá-la. Embora os gerentes de produção geralmente tentem minimizar a probabilidade da falha e de seu efeito, o método de lidar com a falha dependerá da

seriedade de suas consequências e da chance de ela ocorrer. Na parte inferior da escala, a área total de gestão da qualidade está preocupada em identificar e reduzir cada pequeno erro na criação e na entrega de produtos e serviços. Outras falhas terão maior impacto sobre a operação, mesmo se não ocorrerem muito frequentemente. Por exemplo, a falha de um servidor pode afetar seriamente o serviço e, em decorrência, os clientes. É por isso que a confiabilidade no sistema é uma medida de desempenho tão importante para os provedores de serviços de TI. Algumas falhas, embora muito menos prováveis, são tão sérias em termos das consequências negativas que as classificamos como desastres. Alguns exemplos são grandes inundações, terremotos, furacões, guerras e atos de terrorismo, e colapsos financeiros, como uma queda brusca no mercado de ações.

Princípio de administração da produção

A falha sempre ocorrerá nas operações; reconhecer isso não implica aceitá-la ou ignorá-la.

Neste capítulo, estamos preocupados com todos os tipos de falha que não sejam aquelas de consequências relativamente menores. Isso está ilustrado na Figura 18.2. Algumas dessas falhas são irritantes, mas relativamente sem importância, especialmente aquelas próximas à base do lado esquerdo da matriz, na Figura 18.2. Outras falhas, especialmente aquelas próximas ao topo do lado direito da matriz, são normalmente evitadas por todas as empresas porque a exposição a esses riscos seria claramente tola. Entre esses dois extremos está a maioria dos riscos de falha relacionados à produção. Aqui, trataremos vários aspectos desses tipos de falha e, em particular, como eles podem ser movidos na direção das setas da Figura 18.2.

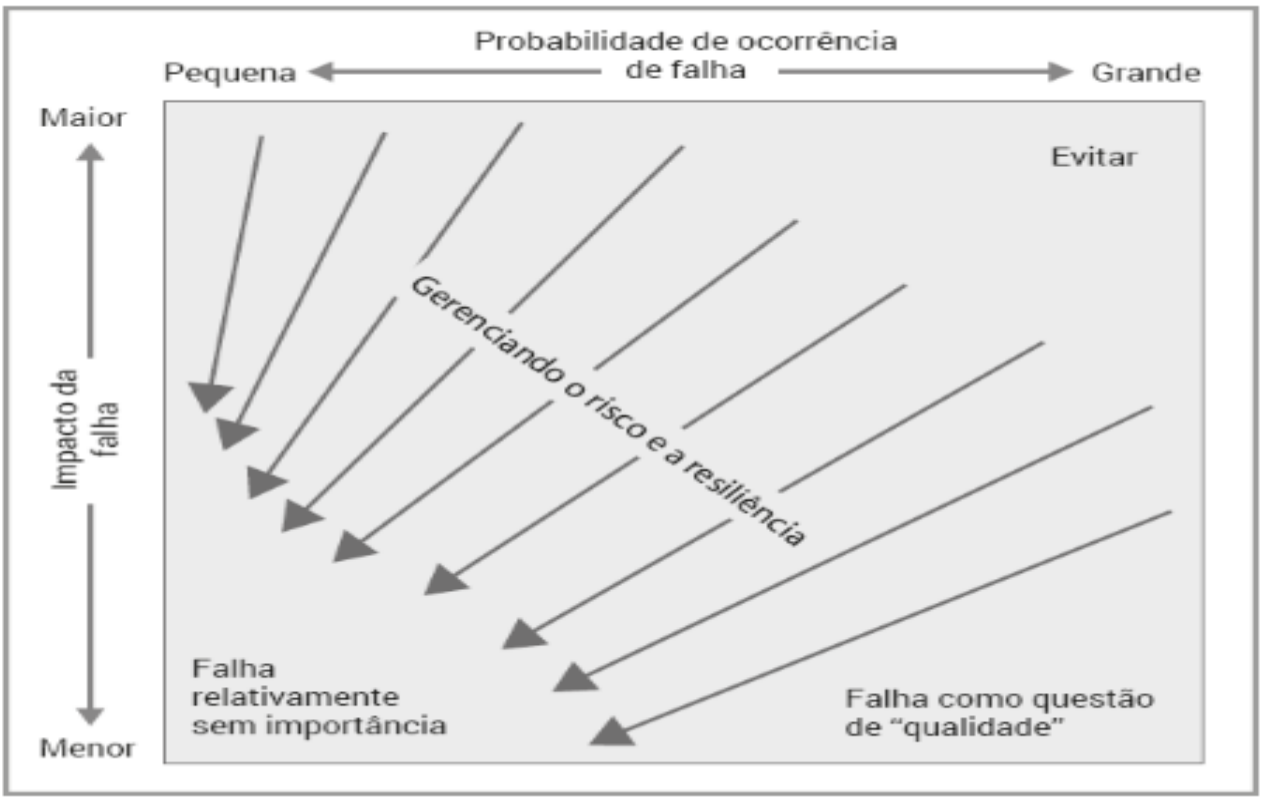


Figura 18.2 Como a falha é gerenciada depende de sua probabilidade de ocorrência e de sua consequência negativa.

Obviamente, algumas operações precisam funcionar em um ambiente mais arriscado do que outras. Essas operações, com uma alta probabilidade de falhas e/ou consequências sérias derivadas dessa falha, precisarão receber mais atenção. Mas a gestão de risco e recuperação é relevante para todas as organizações e comumente envolve quatro grupos de atividades. O primeiro preocupa-se em entender que falhas podem potencialmente ocorrer na operação e, assim, avaliar sua seriedade. O segundo grupo examina as formas de evitar que as falhas ocorram. O terceiro grupo cuida de minimizar as consequências negativas da falha (denominado "mitigação" da falha ou do risco). O último grupo envolve a elaboração de planos e procedimentos que ajudarão a operação a recuperar-se das falhas quando elas ocorrerem. O restante deste capítulo lida com esses quatro grupos de tarefas (*veja* a Figura 18.3).

Princípio de administração da produção

A resiliência é governada pela eficácia da prevenção, mitigação e recuperação da falha.

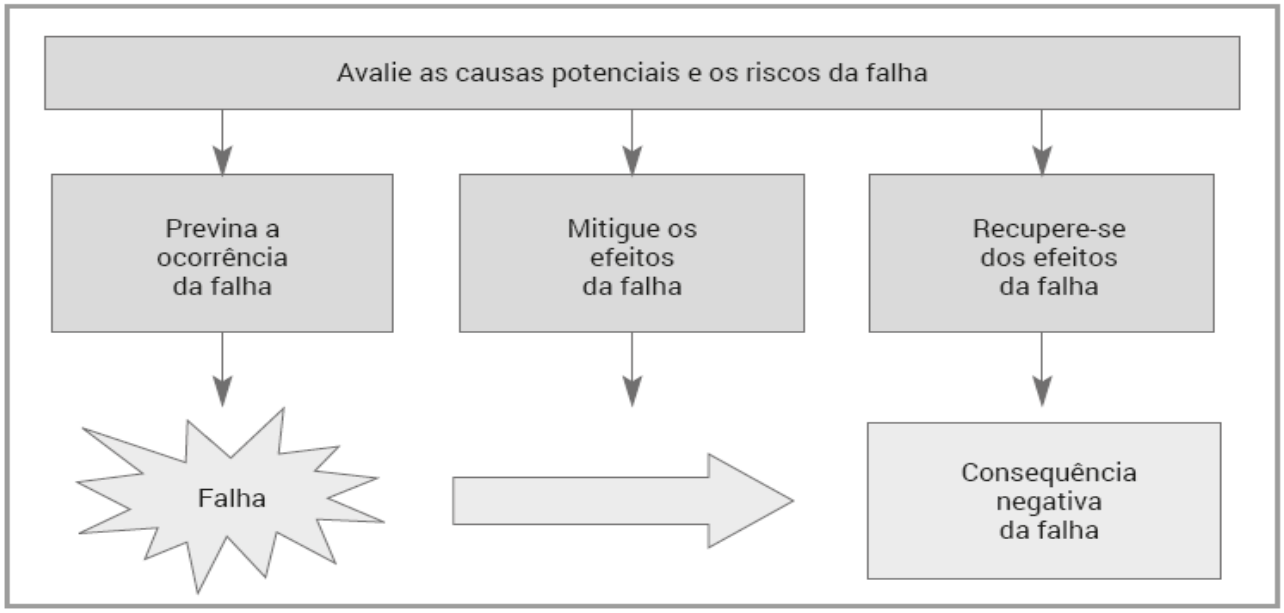


Figura 18.3 A gestão de risco envolve a prevenção, a mitigação das consequências negativas e a recuperação da falha.

AVALIANDO AS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS POTENCIAIS DA FALHA

O primeiro estágio da gestão de risco é entender as fontes potenciais de risco. Isso significa avaliar onde a falha pode ocorrer e quais podem ser suas consequências. Frequentemente, ocorre "uma falha para entender a falha" que resulta em risco inaceitável. Cada causa potencial de falha precisa ser avaliada em termos de sua probabilidade de ocorrência e de seu impacto. Apenas, então, é que medidas podem ser tomadas para evitar ou minimizar o efeito das falhas potenciais mais importantes. A abordagem clássica para avaliar as falhas potenciais é inspecionar e auditar as atividades da produção. Infelizmente, inspeção e auditoria não podem, por si só, fornecer segurança completa de que eventos indesejáveis serão evitados. O conteúdo de qualquer auditoria precisa ser apropriado, o processo de verificação precisa ser suficientemente frequente e abrangente, e os inspetores precisam ter conhecimento e experiência

suficientes. Porém, qualquer que seja a abordagem ao risco adotada, pode apenas ser eficaz se a cultura organizacional que for estabelecida apoiar totalmente uma atitude "consciente do risco".

Identifique as causas potenciais da falha

As causas de algumas falhas são totalmente aleatórias, como descargas atmosféricas, e difíceis, se não impossíveis, de prever. Entretanto, a grande maioria das falhas é causada por algo que poderia ter sido evitado. Assim, como ponto de partida mínimo, um simples *checklist* das causas da falha é útil. A Figura 18.4 ilustra como isso pode ser feito. Aqui, as fontes das falhas são classificadas como: (1) falhas de suprimento; (2) falhas internas, como as derivadas de fontes humanas, organizacionais e tecnológicas; (3) falhas derivadas do projeto de produtos e serviços; (4) falhas derivadas das falhas de clientes; e (5) falhas ambientais (ou institucionais) gerais.

Princípio de administração da produção
Uma "falha de entender a falha" é a causa-raiz da falta de resiliência.

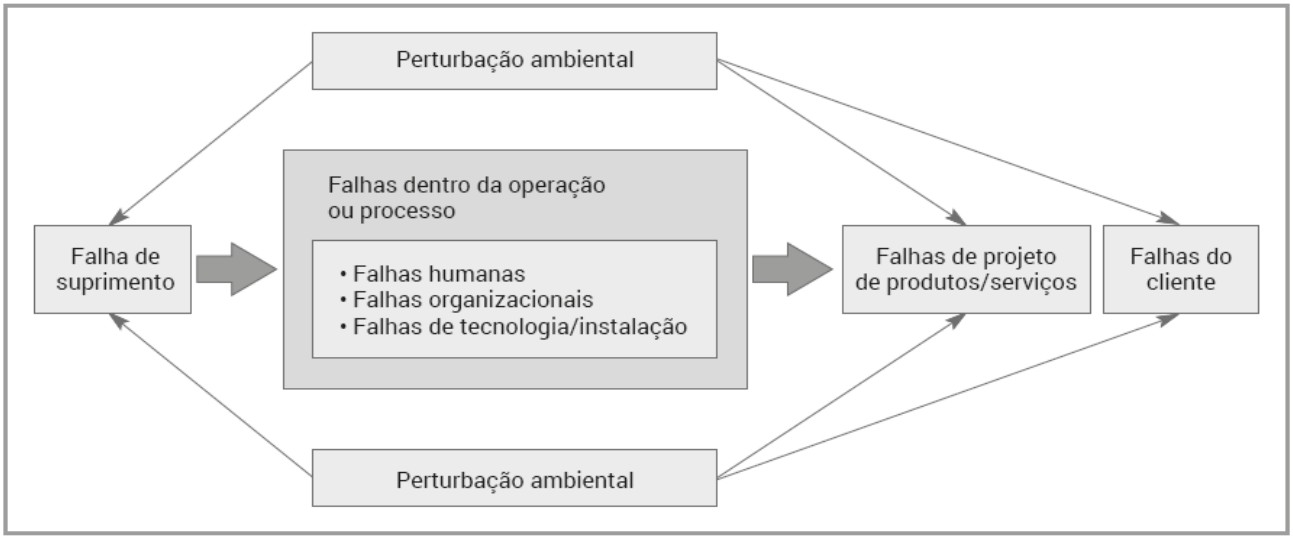


Figura 18.4 As fontes potenciais de falha na produção.

Falhas de suprimento

Falha de suprimento significa qualquer falha no *timing* ou na qualidade dos bens e serviços entregues em uma operação. Por exemplo, fornecedores que entregam componentes errados ou defeituosos, *call centers* terceirizados que sofrem falhas nas telecomunicações, interrupção dos fornecedores de energia elétrica e assim por diante. O suprimento pode ser uma fonte importante de falha em razão da crescente dependência de atividades terceirizadas na maioria dos setores e a ênfase em manter as cadeias de suprimento "enxutas", a fim de reduzir os custos. Outros fatores também têm aumentado a exposição a falhas de suprimento nos últimos anos. Por exemplo, o aumento do fornecimento global normalmente significa que os itens são enviados do mundo inteiro em sua jornada através da cadeia de suprimento. *Microchips* fabricados em Taiwan podem ser montados em placas de circuito impresso em Shangai, que

são montadas em computadores na Irlanda, que finalmente são vendidos nos EUA. Ao mesmo tempo, muitos setores estão sofrendo de crescente volatilidade na demanda. Isso pode ser resultado da fragmentação do mercado, onde pequenos segmentos de clientes precisam ser acomodados. Ou então pode ser resultado de mudanças mais rápidas nos produtos, serviços ou na base de suprimento. Mas o resultado é que a previsão da demanda se torna extremamente desafiadora. Talvez, mais significantemente, há tendências de haver menos estoque nas cadeias de suprimento para suavizar as interrupções do suprimento. Conforme uma autoridade em gestão da cadeia de suprimento disse: *"Potencialmente, o risco de interrupção tem aumentado fortemente como resultado de um foco bastante estreito na eficiência da rede de suprimento* às custas *de sua eficácia*."[2]

Falhas humanas

Há dois tipos gerais de falha humana. O primeiro é quando o pessoal-chave sai da empresa, fica doente, morre ou não pode, de alguma forma, exercer sua função. O segundo é quando as pessoas estão fazendo seu trabalho, mas estão cometendo erros. Entender o risco no primeiro tipo de falha envolve identificar o pessoal-chave, sem os quais as operações lutariam para operar de modo eficaz. Esses nem sempre são os indivíduos mais antigos, mas os que exercem papéis cruciais e que requerem habilidades especiais ou conhecimento tácito. A falha humana através de "enganos" também ocorre em dois tipos: erros e violações. "Erros" são enganos de julgamento, em que uma pessoa deveria ter feito algo diferente. Por exemplo, se o gerente de um estádio esportivo falha ao prever que haverá uma multidão perigosa durante um campeonato. "Violações" são atos claramente contrários ao procedimento operacional definido. Por exemplo, se um engenheiro de manutenção deixa de limpar um filtro conforme a prescrição, isso provavelmente causará uma falha. As falhas catastróficas são frequentemente causadas por uma combinação de erros e violações. Por exemplo, um tipo de acidente, em que um avião parece estar sob controle, e, apesar disso, voa em direção ao solo, é muito raro (um acidente a cada dois milhões de voos). Para esse tipo de falha ocorrer, primeiro, o piloto precisaria estar voando na altitude errada (erro). Segundo, o copiloto teria falhado ao não verificar a altitude (violação). Terceiro, os controladores de tráfego aéreo teriam falhado ao não advertir que o avião estava na altitude errada (erro). Finalmente, o piloto teria que ignorar o alarme de proximidade do avião com o solo, que é passível de emitir alarmes falsos (violação).

Falha organizacional

Geralmente, falhas organizacionais significam falhas de procedimentos e processos e falhas que derivam da estrutura e da cultura organizacional de uma empresa. Essa é uma imensa fonte potencial de falha e inclui quase toda a administração da produção e dos processos. Em particular, a falha no projeto de processos (como os gargalos que causam sobrecarga do sistema) e as falhas de suprimento de recursos nos processos (como capacidade insuficiente de fornecimento nos momentos de pico) precisam ser investigadas. Mas há também muitos outros procedimentos e processos dentro de uma organização que podem mais provavelmente cometer falha. Por exemplo, a política de remuneração pode motivar os funcionários a trabalhar de modo que, embora aumente o desempenho financeiro da organização, também aumenta o risco de falha. Exemplos disso podem variar desde o pessoal de vendas sendo tão

incentivado que fazem promessas aos clientes que não podem ser cumpridas, até banqueiros de investimento que estão mais preocupados com o lucro do que com os riscos da superexposição financeira. Esse tipo de risco pode derivar de uma cultura organizacional que minimiza a consideração do risco ou pode ocorrer pela falta de clareza em relatar os relacionamentos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Fiasco na segurança olímpica[3]

Em 21 de maio de 2013, Nick Buckles anunciou que ele seria demitido como diretor executivo da G4S, uma das principais empresas de segurança global. Apesar de compartilhar o crescimento e a expansão das operações, para muitos, a liderança do Sr. Buckles será sempre lembrada pelo incumprimento das suas obrigações de segurança nos Jogos Olímpicos de Londres em 2012. Um ano antes, a G4S recebeu o contrato de provisão de segurança para fornecer treinamento e gerenciamento dos 10.000 funcionários de segurança que seriam necessários para os jogos. Em dezembro do mesmo ano, os organizadores das Olimpíadas anunciaram que o número de funcionários de segurança que seria necessário para os jogos deveria ser aumentado dramaticamente para 23.700, com a equipe de segurança inicial de 2.000 da G4S aumentando para 10.400. O preço para este aumento do serviço também aumentou – de £ 7,3 milhões para cerca de £ 60 milhões. No entanto, embora uma grande parcela do aumento de fundos (£ 34 milhões) fosse para o "departamento de gestão de programas" da G4S supervisionar a operação de segurança, apenas £ 2,8 milhões foram adicionados aos gastos de recrutamento da empresa.

Em julho de 2012, os relatórios da mídia sugeriam que a G4S estava lutando para recrutar e treinar pessoal. Pior ainda, um "delator" afirmou que os procedimentos de controle de segurança estavam sendo negligenciados e alguns funcionários estavam se "autocertificando". Embora inicialmente negando essas alegações, a G4S foi forçada a admitir que não seria capaz de entregar o número de funcionários de segurança que havia prometido. Os atrasos em admitir que houve um problema só serviram para alimentar a mídia quanto a uma ocultação, e o preço das ações da empresa despencou (mais embaraçosamente, mais tarde foi descoberto que o problema havia sido levantado internamente, meses antes do ocorrido).

Quando a escala do problema tornou-se clara, o governo do Reino Unido anunciou que teria que convocar mais 3.500 soldados, que seriam usados para tarefas de segurança. Depois das Olimpíadas (que foram bem-sucedidas e sem incidentes de segurança), o Sr. Buckles foi intimado a testemunhar diante de um comitê da Câmara dos Comuns (parlamento inglês). Seu desempenho foi visto como desconfortável e foi amplamente ridicularizado. Um comentarista da mídia disse: "*O desempenho me fez contorcer. Mostrou pouco preparo e a abordagem da empresa era fundamentalmente errada. A equipe de gestão de crises* [de qualquer empresa] *deve ser sênior, gerenciada de perto e capacitada para tomar decisões estratégicas sérias; os eventos podem se desenvolver muito rapidamente para que as decisões sejam tomadas por um comitê. Com a G4S, como muitas empresas, pareceu que poucas horas foram gastas considerando o risco à reputação de ganhar um contrato olímpico. No entanto, esse planejamento poderia ter sido inestimável e deveria ser uma lição para qualquer executivo-chefe*."

Mais tarde, no mesmo ano, a G4S descartou os contratos de segurança nos Jogos Olímpicos de 2016 no Brasil por causa do "*dano de reputação que seria feito à empresa se o fiasco do contrato de Londres fosse*

repetido". Mais tarde, em 2012, a empresa aceitou as demissões de seu chefe no Reino Unido e seu diretor de eventos globais. Em fevereiro de 2013, a G4S anunciou que suas perdas seriam ainda maiores do que o esperado, em torno de £ 70 milhões.

Falhas de tecnologia/instalações

Por "tecnologia e instalações" incluímos todos os sistemas de TI, máquinas, equipamentos e prédios de uma operação. Todos estão sujeitos a falhas ou quebras. A falha pode ser apenas parcial; por exemplo, uma máquina que tem um defeito intermitente. Como alternativa, pode ser o que normalmente consideramos uma "quebra" – interrupção total e repentina da operação. Por exemplo, uma falha de computador em uma rede de supermercados poderia paralisar várias lojas grandes até que seja consertada. Essas falhas de TI têm ocorrido em vários dos principais bancos nos últimos anos. A causa raiz dessas falhas normalmente pode ser a manutenção inadequada de sistemas de informação excepcionalmente complexos. Em outros casos, ataques cibernéticos aos sistemas de informação corporativos criam uma nova (ou, pelo menos, maior) ameaça às operações.

Falhas no projeto de produtos/serviços

Em seu estágio de projeto, um produto ou serviço pode parecer muito bom no papel; somente quando precisa lidar com circunstâncias reais é que as inadequações podem tornar-se evidentes. Um exemplo recente disso é o Terminal 5 do aeroporto de Heathrow, que relatou que não conseguiu trocar uma única lâmpada em cinco anos desde a sua abertura. O motivo é que, quando foi feito o projeto dessa estrutura icônica, ninguém pensou em examinar como seus muitos pontos de iluminação seriam mantidos quando chegassem ao final de sua vida útil. Depois de várias tentativas fracassadas para achar uma solução, a administração do aeroporto de Heathrow anunciou que estaria contratando os serviços de uma empresa de alto nível, especializada em trabalho em altura, para executar o trabalho – eles não informaram qual seria o custo desses operadores habilitados! Sem dúvida, durante o processo de projeto, o risco potencial de falha deve ser identificado e corrigido. Basta apenas verificar o número de "*recalls* de produtos" ou falhas de serviço para entender que as falhas de projeto não são tão incomuns. Às vezes, isso é o resultado de uma escolha entre o desenvolvimento rápido e o risco de o produto ou serviço falhar na operação. Embora nenhuma empresa de boa reputação tenha vendido deliberadamente produtos ou serviços defeituosos, igualmente, a maioria das empresas não pode retardar definitivamente o lançamento de um produto ou serviço para eliminar qualquer pequeno risco de falha.

Falhas dos clientes

Nem todas as falhas são (diretamente) causadas pela operação ou por seus fornecedores. Os clientes podem "falhar" ao fazer mau uso de produtos e serviços. Por exemplo, um sistema de TI pode ter sido bem projetado, embora o usuário possa tratá-lo de modo a levá-lo à falha. Os clientes nem "sempre têm a razão"; podem ser desatentos e incompetentes. Entretanto, reclamar meramente dos clientes é improvável que venha a reduzir as chances de ocorrência desse tipo de falha. A maioria das organizações aceitará que tem responsabilidade por educar e treinar os clientes, projetando seus produtos e serviços de modo a minimizar as chances de falha.

Perturbação ambiental

A perturbação ambiental inclui todas as causas de falha que estão fora da influência direta da operação. Entre elas estão os alvoroços políticos, furacões, inundações, terremotos, extremos de temperatura, incêndio, crime corporativo, roubo, fraude, sabotagem, terrorismo, outros ataques à segurança e a contaminação de produtos ou processos. Essa fonte de falha potencial tem surgido próximo ao topo da agenda de muitas empresas devido a uma série de eventos importantes nos últimos anos. À medida que as operações tornaram-se cada vez mais integradas (e cada vez mais dependentes de tecnologias integradas, como as tecnologias de informação), as empresas estão mais conscientes dos eventos críticos e das avarias que têm o potencial de interromper a atividade comercial normal e até de parar toda a empresa.

E-segurança[4]

Qualquer avanço nos processos ou na tecnologia cria riscos. Nenhum avanço real ocorre sem risco, ameaças e mesmo perigo. Isso se aplica parcialmente ao *e-business*. Em quase todas as empresas, a informação tornou-se crítica. Assim, a gestão de segurança da informação tornou-se uma prioridade particularmente alta. Porém, aqui se encontra o problema. A Internet, que é a principal mídia para conduzir o *e-business*, é, por projeto, uma mídia aberta e insegura. Uma vez que o propósito inicial da Internet não era para fins comerciais, ela não foi projetada para lidar com transações seguras. Assim, há *trade-offs* entre fornecer acesso mais amplo pela Internet e as preocupações de segurança que isso gera. Três desenvolvimentos têm ampliado as preocupações com e-segurança. Primeiro, o crescimento da conectividade (quem não depende de sistemas baseados na Internet?) significa que todos têm, pelo menos, o potencial de "ver" tudo o que acontece. As organizações desejam tornar sistemas e informações corporativas mais disponíveis aos funcionários internos, parceiros comerciais e clientes (*veja* no Capítulo 14 sobre sistemas de planejamento e controle). Segundo, tem havido uma perda de segurança do "perímetro", à medida que maior número de pessoas trabalha em casa ou através de comunicações móveis. Por exemplo, alguns bancos vêm sendo visados por criminosos que procuram explorar o *home office* como um meio de penetrar nos *firewalls* de segurança corporativa. Os *hackers* têm a esperança de explorar níveis menores de segurança das redes domésticas para penetrar nas redes corporativas. Terceiro, para algumas novas tecnologias, às vezes ainda sem regulamentação, como redes móveis, leva tempo descobrir todas as fontes possíveis de risco. A Internet, afinal, é um sistema aberto, e a taxa rápida de desenvolvimento de novos *softwares* e sistemas geralmente significa que os usuários não têm conhecimento adequado sobre a arquitetura dos *softwares* e sistemas. Isso torna os usuários inconscientes às vulnerabilidades potenciais que podem levar a sérias violações da segurança.

Análise pós-falha

Embora as fontes de falha muitas vezes possam ser identificadas antes de sua ocorrência, também é importante usar as falhas anteriores para compreender as potenciais fontes de risco. Essa atividade, denominada análise pós-falha, é usada para identificar a causa raiz das falhas. Isso inclui as seguintes atividades:

■ **Investigação de acidentes**, em que desastres nacionais de larga escala, como vazamentos de tanques de petróleo e acidentes de avião, são investigados com o uso de funcionários especificamente treinados. Em muitos sentidos, o motivo para haver tanta atenção ao exame desses tipos de falhas após o evento não é apenas devido às consequências danosas da falha, mas também porque sua pouca frequência torna relativamente difícil identificar novas fontes de riscos antes que ocorra um evento.

■ **Rastreabilidade da falha**, em que algumas empresas (ou por opção ou devido a uma exigência legal) adotam procedimentos assegurando que as falhas podem ser rastreadas até suas origens (como produtos alimentícios contaminados). Quaisquer falhas podem ser rastreadas ao processo que as produziu, aos componentes dos quais elas foram produzidas ou aos fornecedores que a supriram. A biomarcação nos produtos farmacêuticos é um exemplo dessa técnica. Se um produto médico for descoberto ou suspeito de ter um problema, todos os outros produtos no lote podem sofrer um *recall*.

■ **Análise de reclamações**, em que as reclamações são usadas como fonte valiosa para detectar as causas da origem das falhas no serviço ao cliente. A função principal da análise de reclamações envolve analisar a quantidade e o "conteúdo" das reclamações com o tempo, a fim de entender melhor a natureza da falha, conforme percebida pelo cliente. Duas vantagens-chave das reclamações são que elas não são solicitadas e, quase sempre, são informações bastante oportunas, que localizam problemas rapidamente. Porém, os gestores deverão estar cientes de que, para cada cliente que reclama, pode haver muitos que não o fazem!

■ **Análise de árvore de falhas**, em que um procedimento lógico começa com uma falha ou uma falha potencial e funciona em retrocesso para identificar todas as causas possíveis e, assim, as origens dessa falha. A análise de árvore de falhas é constituída de ramos conectados por dois tipos de nós: os nós E e os nós OU. Os galhos ramos de um nó E precisam ocorrer para o evento acima do nó também ocorrer. Por outro lado, apenas um dos ramos abaixo de um nó OU precisa ocorrer para o evento acima do nó ocorrer. A Figura 18.5 mostra uma árvore simples identificando as razões possíveis para um filtro de um sistema de aquecimento não ser substituído quando deveria ter sido.

Probabilidade de falha

A dificuldade de estimar a chance de ocorrência de uma falha varia bastante. Algumas falhas são bem entendidas mediante uma combinação da análise causal racional e o desempenho histórico. Por exemplo, um componente mecânico pode falhar entre 10 a 17 meses a partir de sua instalação em 99% dos casos. Outros tipos de falha são bem mais difíceis de prever. As chances de incêndio na fábrica de um fornecedor são (espera-se) baixas, mas em que nível? Haverá alguns dados concernentes aos perigos de incêndio nesse tipo de fábrica, mas a probabilidade estimada da falha será subjetiva.

Estimativas "objetivas"

As estimativas da falha baseadas em desempenho histórico podem ser mensuradas de três principais maneiras:

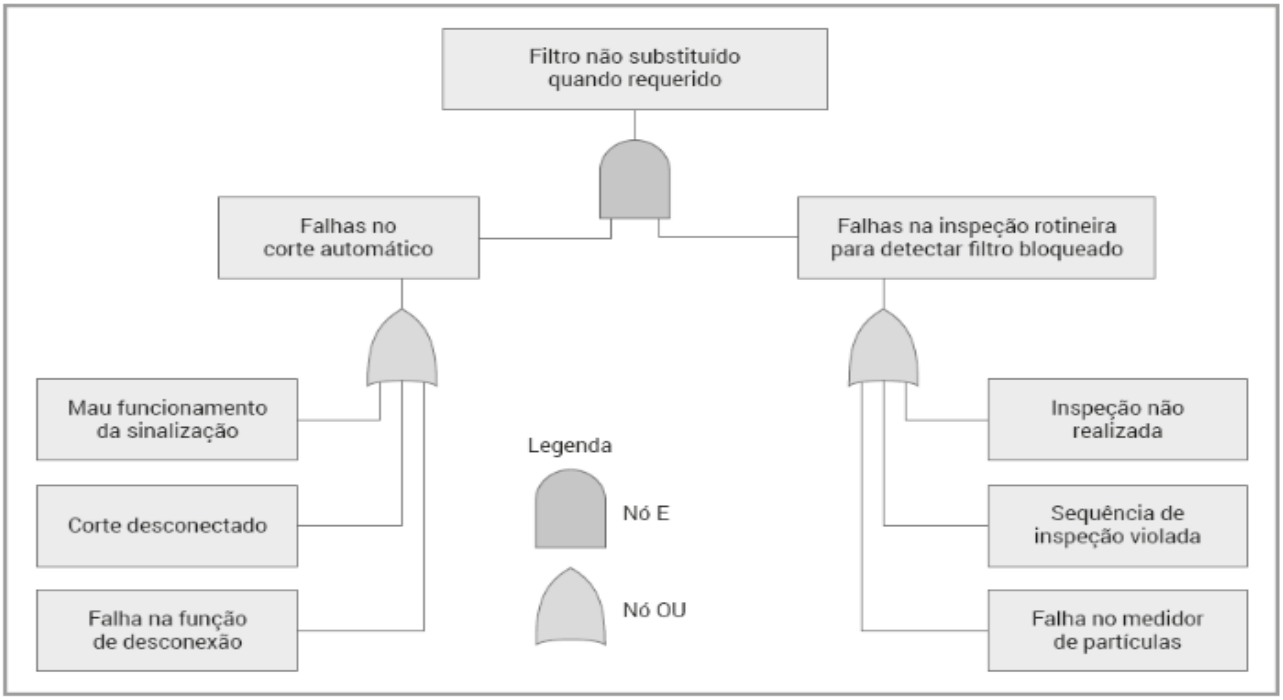


Figura 18.5 Análise de árvore de falhas para a não substituição do filtro quando requerido.

- **taxa de falha** – quão frequentemente uma falha ocorre;
- **confiabilidade** – as chances de uma falha ocorrer;
- **disponibilidade** – a quantidade de tempo operacional útil disponível.

Taxa de falha

A taxa de falha (TF) é calculada como o número de falhas em determinado período de tempo. Por exemplo, a segurança de um aeroporto pode ser mensurada pelo número de violações de segurança por ano, e a taxa de falha de um motor pode ser mensurada em termos do número de falhas dividido por seu tempo de operação. Ela pode ser calculada como uma porcentagem do número total de produtos testados ou como o número de falhas no período:

$$\text{TF} = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número total de produtos testados}} \times 100$$

$$\text{TF} = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Tempo da operação}} \times 100$$

Exemplo resolvido

Um lote de 50 componentes eletrônicos é testado por 2.000 horas. Quatro dos componentes falham durante o teste, como a seguir:

Falha 1 ocorreu em 1.200 horas

Falha 2 ocorreu em 1.450 horas

Falha 3 ocorreu em 1.720 horas

Falha 4 ocorreu em 1.950 horas

$$\text{Taxa de falha (em porcentagem)} = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número de peças testadas}} \times 100 = \frac{4}{50} \times 10 = 8\%$$

Tempo total do teste = 50 × 2.000 = 100.000 horas/ componente

Mas:

um componente não estava operando 2.000 – 1.200 = 800 horas

um componente não estava operando 2.000 – 1.450 = 550 horas

um componente não estava operando 2.000 – 1.720 = 280 horas

um componente não estava operando 2.000 – 1.905 = 95 horas

Assim:

$$\begin{aligned} \text{Total de tempo não operacional} &= 1.725 \text{ horas} \\ \text{Tempo operacional} &= \text{tempo total} - \text{tempo não operacional} \\ &= 100.000 - 1.725 = 98.275 \text{ horas} \\ \text{Taxa de falha (em tempo)} &= \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Tempo operacional}} = \frac{4}{98.275} \\ &= 0{,}000041 \end{aligned}$$

Curvas da “banheira”

Às vezes, a falha é uma função do tempo. Por exemplo, a probabilidade de uma lâmpada elétrica falhar é relativamente alta em seu primeiro uso, mas, se sobreviver nesse estágio inicial, pode ainda falhar em qualquer ponto e, quanto mais tempo sobreviver, a falha se torna mais provável. A curva que descreve a probabilidade de falha desse tipo é denominada curva da “banheira”. Compreende três estágios distintos: o estágio da “mortalidade infantil” ou do “início da vida”, em que falhas iniciais ocorrem, causadas por partes defeituosas ou pelo uso inadequado; o estágio de “vida normal”, quando a taxa de falha é geralmente baixa e razoavelmente constante, causada por fatores aleatórios normais; o estágio de “desgaste”, quando a taxa de falha aumenta quando se aproxima o fim de sua vida útil e a falha é causada pelo envelhecimento e deterioração das partes. A Figura 18.6 ilustra três curvas da “banheira” com características um pouco diferentes. A curva A mostra uma parte da operação que tem alta falha inicial de mortalidade infantil, mas, depois, uma vida normal longa e com baixa incidência de falha, acompanhada por crescente probabilidade de falha à medida que se aproxima do desgaste. A curva B é menos previsível.

A distinção entre os três estágios é menos clara, com a falha de mortalidade infantil caindo apenas lentamente e uma chance gradualmente crescente de falha por desgaste. A falha do tipo mostrado na curva B é bem mais difícil de gerenciar de modo planejado. A falha das operações que confiam mais em recursos humanos do que em tecnologia, como em alguns serviços, pode estar mais próxima da curva C. Essas operações podem estar menos suscetíveis ao desgaste de componentes, porém mais suscetíveis à complacência dos funcionários à medida que o serviço torna-se tedioso e repetitivo.

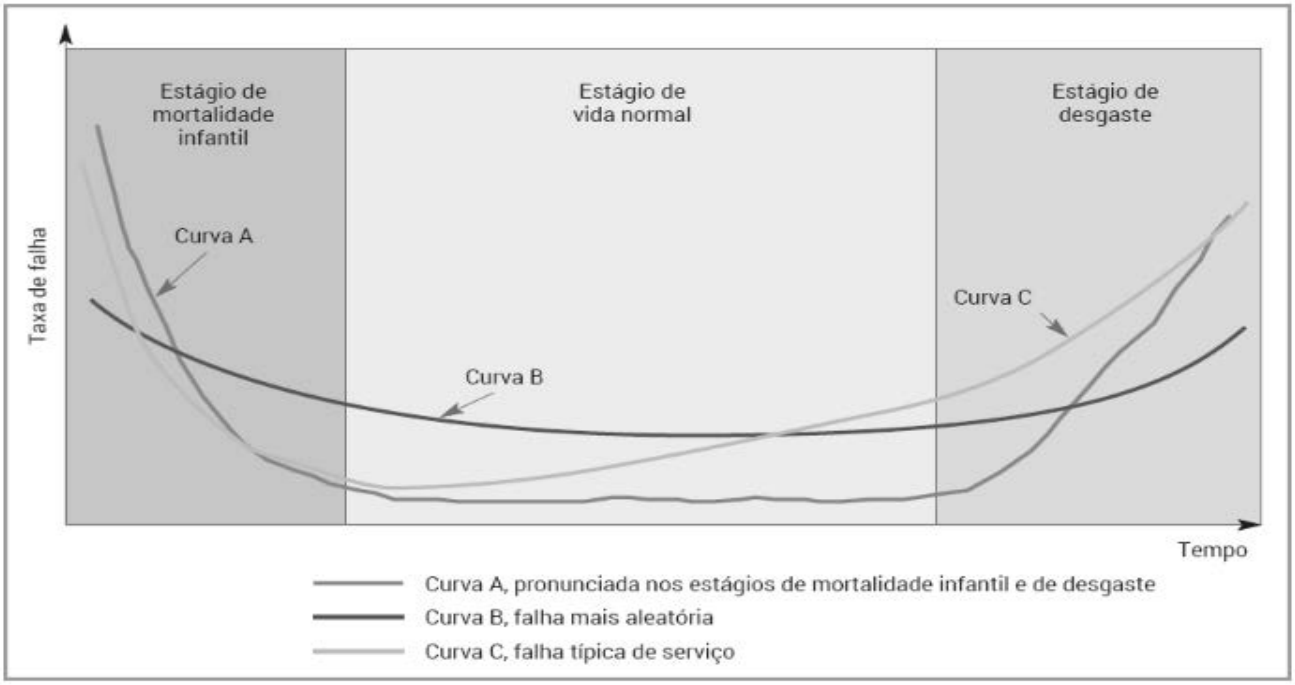


Figura 18.6 Curvas da "banheira" para três tipos de processos.

Confiabilidade

A confiabilidade mede a habilidade de desempenho conforme o esperado no decorrer do tempo. Geralmente, a importância de qualquer falha particular é determinada parcialmente em como interdependentes estão as outras partes do sistema. Com interdependência, uma falha em um componente levará todo o sistema a falhar. Assim, se um sistema interdependente possui *n* componentes, cada um com sua própria confiabilidade, R_1, R_2, ... R_n, a confiabilidade do sistema total, R_s, é dada por:

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \ldots \times R_n$$

onde:
R_1 = confiabilidade do componente 1
R_2 = confiabilidade do componente 2
etc.

Exemplo resolvido

Uma máquina automática de fazer *pizza* de uma fábrica de alimentos possui cinco grandes componentes, com confiabilidades individuais (probabilidade de o componente não falhar), como a seguir:

Misturador de massa	Confiabilidade = 0,95
Enrolador e cortador de massa	Confiabilidade = 0,99
Aplicador de molho de tomate	Confiabilidade = 0,97
Aplicador de queijo	Confiabilidade = 0,90
Forno	Confiabilidade = 0,98

Se uma dessas partes do sistema de produção falhar, o sistema inteiro deixará de funcionar. Assim, a confiabilidade do sistema total é a seguinte:

$$= 0{,}95 \times 0{,}99 \times 0{,}97 \times 0{,}90 \times 0{,}98$$

$$= 0{,}805$$

Número de componentes

No exemplo, a confiabilidade do sistema total foi de apenas 0,8, muito embora a confiabilidade dos componentes individuais tenha sido significativamente maior. Se o sistema fosse constituído de maior número de componentes, sua confiabilidade teria sido ainda menor. Quanto mais interdependentes forem os componentes de uma operação ou processo, menor será sua confiabilidade. Para um grupo de componentes em que cada componente possui uma confiabilidade de 0,99, com 10 componentes, a confiabilidade do sistema reduzirá para 0,9, com 50 componentes, ficará abaixo de 0,8, com 100 componentes, abaixo de 0,4, e com 400 componentes, ficará abaixo de 0,05. Em outras palavras, com um processo de 400 componentes (não incomum em uma grande operação automatizada), mesmo se a confiabilidade de cada componente for de 99%, o sistema inteiro estará funcionando em menos de 5% de seu tempo.

Tempo médio entre falhas

Uma medida alternativa (e comum) da falha é o tempo médio entre as falhas (TMEF) de um componente ou sistema. TMEF é o recíproco da taxa de falha (em tempo). Assim:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Horas em operação}}{\text{Número de falhas}}$$

No exemplo anterior que tratou de componentes eletrônicos, a taxa de falha (em tempo) dos componentes eletrônicos foi de 0,000041. Para esse componente:

$$\text{TMEF} = \frac{1}{0.000041} = 24.390{,}24 \text{ horas}$$

Isto é, uma falha pode ser esperada uma vez em cada 24.390,24 horas, em média.

Disponibilidade

Disponibilidade é o grau pelo qual a operação está preparada para funcionar. Uma operação não está disponível se falhou ou se está sendo reparada após uma falha. Há várias formas diferentes de mensurar isso, dependendo do número de razões para não operar que estejam incluídas. Por exemplo, a falta de disponibilidade em razão de manutenção planejada ou de trocas de equipamento podem estar incluídas. Entretanto, quando a "disponibilidade" está sendo usada para indicar o tempo da operação, excluindo a consequência de falha, ela é calculada da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade } (D) = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Onde:
TMEF = tempo médio entre as falhas da operação;
TMDR = tempo médio de reparo, que é o tempo médio para reparar a operação, desde o momento de sua falha, até o momento em que se torna novamente operacional.

Exemplo resolvido

Uma empresa que projeta e produz pôsteres para feiras e eventos de promoção de vendas compete principalmente com base na sua velocidade de entrega. Um tipo específico de impressora que a empresa usa está causando alguns problemas. Trata-se de sua grande impressora colorida a *laser*. Atualmente, o tempo médio entre as falhas da impressora é de 70 horas e seu tempo médio de reparo é de 6 horas. Assim:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{70}{70 + 6} = 0{,}92$$

A empresa discutiu seu problema com o fornecedor da impressora, que lhe ofereceu duas opções de serviço. Uma opção seria contratar uma manutenção preventiva (veja, mais adiante, uma descrição completa sobre manutenção preventiva) que seria feita todos os fins de semana. Isso aumentaria o TMEF da impressora para 90 horas. A outra opção seria contratar um serviço de reparo mais rápido, que reduziria o TMDR para quatro horas. Ambas as opções teriam o mesmo custo. Qual opção proporcionaria a maior disponibilidade para a empresa?

Com o TMEF aumentado para 90 horas:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{90}{90 + 6} = 0{,}938$$

Com o TMDR reduzido para quatro horas:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{70}{70 + 4} = 0{,}946$$

A disponibilidade seria maior se a empresa contratasse a empresa de manutenção que ofereceu o menor tempo de reparo.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

A ascensão da MicroMort[5]

O cálculo do risco está longe de ser fácil. No entanto, duas autoridades em risco, Michael Blastand e David Spiegelhalter, tentam desvendar a natureza do risco e da probabilidade através do conceito de "MicroMort". MicroMort é definido como uma oportunidade de morte em um milhão e a sua utilização permite que sejam feitas algumas comparações interessantes. Por exemplo, a chance de morrer em uma viagem de moto de volta de Edimburgo a Londres, no Reino Unido, é de cerca de 120 MicroMorts (ou seja, uma chance de 120 em um milhão). Isso é comparável com o risco enfrentado pelas mães que dão à luz no Reino Unido ou um soldado que passa 2,5 dias no período mais perigoso do conflito no Afeganistão. O conceito também nos permite examinar como os riscos mudaram ao longo do tempo. Por exemplo, as tripulações aéreas envolvidas em incursões de bombardeio durante a Segunda Guerra Mundial foram "expostas" a 25.000 MicroMorts – uma deprimente chance de 2,5% de morte – por missão. Os soldados no Afeganistão, no conflito recente, enfrentaram (apenas) 47 Micromorts – ou 0,0047 por cento de chance de morte – por dia em terra. O que talvez seja mais interessante sobre o trabalho é que ele explora o quão irracional é o homem ao tentar calcular o risco. Normalmente, o risco de alto impacto e baixa probabilidade é enfatizado demais, enquanto o risco de baixo impacto e alta probabilidade é subestimado. Para as organizações, apreciar a irracionalidade inata e os vícios de cognição da maioria de seus gerentes e funcionários pode ser um passo importante para o desenvolvimento de melhores avaliações de várias fontes potenciais de falha.

Estimativas "subjetivas"

A avaliação da falha, mesmo para riscos subjetivos, é cada vez mais um exercício formal conduzido usando-se modelos padronizados, frequentemente disponíveis para saúde e segurança, meio ambiente ou por outros motivos de regulamentação. Esses modelos são semelhantes aos métodos de inspeção de qualidade formal associados aos padrões de qualidade como ISO 9000 (veja no Capítulo 17) que, frequentemente, assumem implicitamente objetividade imparcial. Entretanto, as atitudes dos indivíduos ao risco são complexas e sujeitas a uma grande variedade de influências. De fato, muitos estudos

demonstram que as pessoas são geralmente muito limitadas ao fazer julgamentos relacionados ao risco. Consideremos o sucesso das loterias estadual e federal. As chances de ganhar, em quase todas as situações, são tão baixas que é o mesmo que tornar o valor de um investimento totalmente negativo. Se um jogador precisa conduzir seu carro para comprar um bilhete, há maior chance de ele morrer ou de ficar seriamente ferido do que de ganhar o prêmio principal. Porém, embora nem sempre as pessoas tomam decisões racionais com relação às chances de falha, isso não significa abandonar a tentativa. Significa que alguém deve entender os limites que excedem as abordagens racionais para estimar a falha; por exemplo, nas situações em que as pessoas tendem a prestar muita atenção aos eventos de probabilidade excessivamente baixa e a negligenciar eventos rotineiros. Mesmo quando se usam avaliações "objetivas" de riscos, elas podem ainda causar consequências negativas. Por exemplo, quando a gigante petrolífera Royal Dutch Shell tomou a decisão de empregar a evacuação em águas profundas no Mar do Norte, em sua plataforma de petróleo Brent Spar, considerou estar tomando uma decisão operacional racional, baseada em evidência científica disponível a respeito do risco ambiental. Infelizmente, o Greenpeace discordou e providenciou uma "análise objetiva" alternativa, mostrando o risco significativo dessas evacuações. Por fim, o Greenpeace admitiu que sua evidência estava errada, mas, naquele momento, a Shell já havia perdido a batalha de relações públicas e alterado seus planos.

Princípio de administração da produção

As estimativas subjetivas da probabilidade de falha são melhores do que nenhuma estimativa.

Estimativa de falha não evidente

Nem todas as falhas são imediatamente evidentes. Pequenas falhas podem estar se acumulando por um tempo antes de se tornarem evidentes, tornando difícil a estimativa objetiva e subjetiva. Por exemplo, os gerentes de compras que enfrentam dificuldades em usar um sistema de compras eletrônicas (*e-procurement*) podem simplesmente contornar o sistema e os pontos de falha só podem se tornar evidentes quando os níveis de não conformidade atingem níveis suficientes para a alta administração notar. Da mesma forma, dentro de uma linha de produção automatizada, os detritos podem se acumular. Isso pode não causar uma falha imediata, mas pode levar a uma falha súbita e de grandes consequências. Mesmo quando tais falhas são detectadas, podem nem sempre receber a atenção apropriada, seja porque existem sistemas inadequados de identificação de falhas, ou porque não há suporte gerencial suficiente ou interesse em fazer melhorias. Os mecanismos disponíveis para buscar falhas de forma proativa incluem verificações de diagnóstico de máquina, verificações em processo, ponto de partida e entrevistas telefônicas e grupos de foco de clientes.

Comentário crítico

A ideia de que a falha pode ser detectada mediante um processo de inspeção é vista cada vez mais como apenas parcialmente verdadeira. Embora inspecionar as falhas seja uma primeira etapa óbvia para detectá-las, nem assim está próxima de ser 100% confiável. A evidência acumulada da pesquisa e dos exemplos práticos indicam consistentemente que as pessoas, mesmo quando assistidas por tecnologia, não são boas na detecção de falhas e erros. Isso se aplica mesmo quando atenção especial está sendo dedicada à inspeção. Por exemplo, a segurança dos aeroportos foi significativamente reforçada após 11

de setembro de 2001. Todavia, uma em dez armas letais que passaram pelos sistemas de segurança dos aeroportos (para testá-los) não foi detectada. *"Não há isso de 100% de segurança porque somos todos seres humanos"*, afirma Ian Hutcheson, diretor de segurança da operadora de aeroportos BAA. Ninguém está defendendo o abandono da inspeção como mecanismo de detecção de falha. Ao contrário, ela é vista como um dos vários métodos de prevenir a falha.

Análise do efeito e do modo da falha

Tendo identificado as fontes potenciais de falha (seja antes da ocorrência de um evento ou por meio da análise pós-falhas) e tendo depois examinado a probabilidade de ocorrência dessas falhas através de alguma combinação de análise objetiva e subjetiva, os gerentes podem passar para atribuir prioridades relativas ao risco. A abordagem mais conhecida para fazer isso é a análise do efeito e do modo da falha (AEMF, ou *FMEA* em língua inglesa). Seu objetivo é identificar os fatores que são críticos para vários tipos de falha como um meio de identificar as falhas antes que ocorram. A análise faz isso ao fornecer um procedimento de *checklist* construído em torno de três questões-chave para cada causa possível de falha:

- Qual a probabilidade de que a falha ocorrerá?
- Qual seria a consequência da falha?
- Qual a probabilidade de uma falha ser detectada antes que afete o cliente?

Com base em uma avaliação quantitativa dessas três questões, um número de prioridade de risco (NPR) é calculado para cada causa potencial de falha. Ações corretivas, destinadas a prevenir a falha, são depois aplicadas às causas cujo NPR indica que deveriam ter prioridade (*veja* a Figura 18.7).

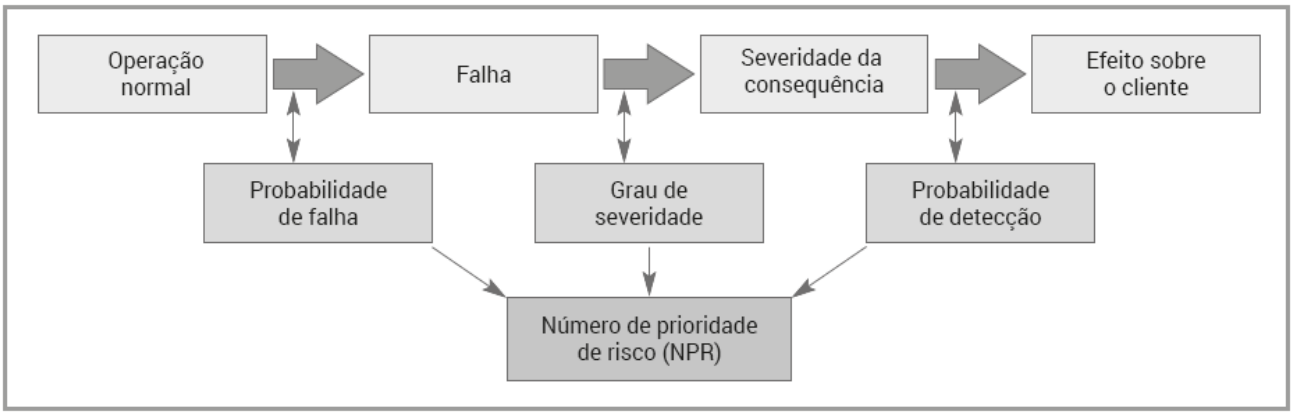


Figura 18.7 Procedimento de análise dos efeitos e do modo da falha (AEMF).

Exemplo resolvido

Parte de um exercício de AEMF (FMEA) em uma empresa transportadora identificou três modos de falha associados com a falha de "bens chegarem avariados" ao ponto de entrega:

- Bens não amarrados (falha modo 1).
- Bens incorretamente amarrados (falha modo 2).
- Bens incorretamente carregados (falha modo 3).

O grupo de melhoramento que está investigando as falhas aloca escores para a probabilidade do modo de falha ocorrer, a severidade de cada modo de falha e a probabilidade de que elas serão detectadas usando as escalas de classificação mostradas na Tabela 18.1, como a seguir:

Probabilidade de ocorrência

Modo de falha 1

Modo de falha 2

Modo de falha 3

Severidade da falha

Modo de falha 1

Modo de falha 2

Modo de falha 3

Probabilidade de detecção

Modo de falha 1

Modo de falha 2

Modo de falha 3

O NPR de cada modo de falha é calculado:

Modo de falha 1 (bens não amarrados)	5 × 6 × 2 = 60
Modo de falha 2 (bens incorretamente amarrados)	8 × 4 × 5 = 160
Modo de falha 3 (bens incorretamente carregados)	7 × 4 × 7 = 196

Assim, a prioridade é dada ao modo de falha 3 (bens incorretamente carregados) para tentar eliminar a falha.

Tabela 18.1 Escalas de classificação para AEMF (FMEA)

A. Ocorrência da falha Descrição	Classificação	Possível ocorrência de falha
Probabilidade remota de ocorrência	1	0
Não seria razoável esperar que a falha ocorra	2	1:20.000
Baixa probabilidade de ocorrência		
Geralmente associada às atividades similares anteriores, com número relativamente baixo de falhas	3	1:10.000
Probabilidade moderada de ocorrência	4	1:2.000
Geralmente associada às atividades similares anteriores que resultaram em falhas ocasionais	5	1:1.000
	6	1:200
Alta probabilidade de ocorrência	7	1:100
Geralmente associada às atividades similares anteriores que já causaram problemas	8	1:20
Probabilidade muito alta de ocorrência	9	1:10
É quase certo que grandes falhas ocorrerão	10	1:2

B. Severidade da falha Descrição	Classificação	
Menor severidade	1	
Uma falha muito menor que não teria efeito perceptível no desempenho do sistema	2	
Baixa severidade		
Uma falha menor que causa apenas leve incômodo do cliente	3	
Severidade moderada	4	
Uma falha que causaria alguma insatisfação, desconforto ou aborrecimento do cliente	5	
	6	
Severidade alta	7	
Uma falha que geraria alto grau de insatisfação do cliente	8	
Severidade muito alta	9	
Uma falha que afetaria a segurança	10	
Catastrófica		
Uma falha que pode causar danos à propriedade, ferimento sério ou morte		

C. Detecção da falha Descrição	Classificação	Probabilidade de detecção
Probabilidade remota de que o defeito atingirá o cliente	1	0 a 5%
(É improvável que tal defeito passaria pela inspeção, teste ou montagem)	2	6 a 15%
Baixa probabilidade de que o defeito atingirá o cliente	3	16 a 25%
	4	26 a 35%
Probabilidade moderada de que o defeito atingirá o cliente	5	36 a 45%
	6	46 a 55%
	7	56 a 65%
Probabilidade alta de que o defeito atingirá o cliente	8	66 a 75%
	9	76 a 85%
Probabilidade muito alta de que o defeito atingirá o cliente	10	86 a 100%

PREVENÇÃO DA FALHA

"Prevenir", como dizem, "é melhor do que remediar", motivo pelo qual a prevenção é uma responsabilidade tão importante para os gerentes de produção. O jeito óbvio de fazer isso é examinar sistematicamente quaisquer processos envolvidos e identificar quaisquer pontos de falha. Muitas das abordagens usadas no Capítulo 4 sobre inovação de produto/serviço, no Capítulo 6 sobre projeto de processo e no Capítulo 17 sobre gestão da qualidade podem ser adotadas para fazer isso. Nesta seção, examinaremos as três abordagens para reduzir risco ao tentar evitar a falha: construir redundância em um processo no caso de falha; "proteger" algumas das atividades do processo; e realizar a manutenção das instalações físicas do processo.

Redundância

Construir redundância para uma operação significa ter sistemas ou componentes de *backup* no caso de falha. Pode custar caro e é geralmente usada quando a quebra pode ter um impacto crítico. Redundância significa duplicar ou mesmo triplicar algumas partes de um processo ou sistema no caso de um componente falhar. As usinas nucleares, ônibus espaciais e hospitais têm sistemas auxiliares no caso de uma emergência. Algumas organizações também têm funcionários "de reserva" no caso de alguém não

comparecer ao trabalho. Ônibus espaciais têm diversos computadores de reserva a bordo, que não apenas monitorarão o computador principal, mas também atuarão como reserva em caso de falha.
Uma resposta à ameaça de grandes falhas, como atividades terroristas, foi um aumento no número de empresas (conhecidas como provedores de "continuidade de negócios") oferecendo operações de "escritório substituto", totalmente equipadas com *links* de comunicação por Internet e telefone, e geralmente com acesso à informação de gestão atual da empresa. Se a operação principal de um cliente for afetada por um desastre, a empresa poderá continuar na instalação substituta dentro de alguns dias ou mesmo horas.
O efeito da redundância pode ser calculado pela soma da confiabilidade do componente original e a probabilidade de que o componente *backup* será necessário e estará funcionando.:

$$R_{a+b} = R_a + (R_b * P(\text{falha}))$$

onde:
R_{a+b} = confiabilidade do componente *a* com seu componente de *backup b*
R_a = confiabilidade de *a* isolado
R_b = confiabilidade do componente de *backup b*
P(falha) = probabilidade de que o componente *a* falhará e, assim, o componente *b* será necessário

Exemplo resolvido

Um provedor de leilão eletrônico tem dois servidores, um deles estando *online* somente se o primeiro servidor falhar. Se cada servidor tem uma confiabilidade de 90%, os dois, trabalhando juntos, terão uma confiabilidade de:

$$0{,}9 + [0{,}9 \times (1 - 0{,}09)] = 0{,}99$$

A redundância é frequentemente usada para os servidores, onde a disponibilidade do sistema é particularmente importante. Nesse contexto, o setor usa três tipos principais de redundância:
■ ***Hot standby*** – onde os sistemas de *backup* primário e secundário rodam simultaneamente. Os dados são copiados no servidor secundário em tempo real, de modo que ambos os sistemas contenham informações idênticas.
■ ***Warm standby*** – onde o sistema secundário roda por trás do sistema primário. Os dados são copiados para o servidor secundário em intervalos regulares, de modo que há momentos em que ambos os servidores não contêm exatamente os mesmos dados.
■ ***Cold standby*** – onde o sistema secundário é apenas exigido quando o sistema primário falha. O sistema secundário recebe *backups* dos dados, mas com menor frequência do que um *warm standby*, de modo que o *cold standby* é usado principalmente para aplicações não críticas.

À prova de falha

O conceito de "à prova de falha" surgiu desde a introdução dos métodos japoneses de melhoramento da produção. Denominado *poka-yoke* no Japão (de *yokeru*, evitar, e *poka*, erros involuntários), a ideia é

baseada no princípio de que os erros humanos, em alguma extensão, são inevitáveis. O que é importante é evitar que se tornem defeitos. Os *poka-yokes* são dispositivos ou sistemas simples (preferivelmente baratos) que são incorporados em um processo para evitar erros inadvertidos por aqueles que oferecem um serviço, bem como clientes que recebem um serviço. Alguns exemplos de *poka-yokes* são:

■ bandejas usadas em hospitais com locais na forma de cada item necessário para um procedimento cirúrgico – qualquer item que não esteja de volta ao lugar ao final do procedimento pode ter sido deixado no paciente;

■ listas de verificação que precisam ser preenchidas, em preparo ou no término de uma atividade, como um *checklist* de manutenção para uma aeronave durante a troca de turno;

■ medidores colocados nas máquinas através dos quais uma peça precisa passar para ser posicionada ou retirada – um tamanho ou uma orientação incorreta interrompe o processo;

■ as travas nas portas de lavatórios de aviões, que precisam ser acionadas para que a luz se acenda;

■ dispositivos de som nas máquinas de caixa eletrônico, para garantir que os clientes removam seus cartões, ou em carros, para lembrar os motoristas de tirar a chave da ignição;

■ chaves de limite em máquinas, para que as máquinas operem somente se a peça estiver posicionada corretamente;

■ barras de altura em parques de diversão, para garantir que os clientes não ultrapassem os limites de tamanho.

Princípio de administração da produção

Os métodos simples "à prova de falha" podem frequentemente ser os melhores em termos de custo-benefício.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

A falha foi projetada nas operações aéreas?[6]

Dentro da indústria aérea, é uma prática comum realizar o *overbooking* dos assentos em aeronaves – no qual mais assentos são reservados para os clientes do que tecnicamente existe em determinado voo. A gestão de rendimento, algo que examinamos no Capítulo 11, ajuda a explicar essa abordagem para a capacidade de gestão. O raciocínio é que, muitas vezes, alguns passageiros não irão aparecer para o voo e, dessa forma, o excesso de estoque ajuda a maximizar a capacidade finita (e não reutilizável) em aeronaves. Então, de uma perspectiva de utilização, o excesso de estoque faz muito sentido. No entanto, as companhias aéreas são culpadas pela falha de projetar a menos em vez de projetar a mais ao tomar essa abordagem? Veja o que uma cliente recente, passando por Schiphol, o quarto aeroporto mais movimentado da Europa, disse: "*Eu estive recentemente em Amsterdã participando de uma conferência de trabalho. Cansada, após 3 dias de apresentações e discussões intensas, cheguei com bastante tempo de antecedência e fui informada pela máquina automatizada de que meu marido e eu estávamos em* standby *e não necessariamente poderíamos ter um assento em nosso voo. No* check-in, *nos disseram que era um sistema aleatório que não poderíamos ter evitado, e que só saberíamos se estaríamos prontos para partir, quando estivéssemos no portão de embarque. Isso nos causou mais de uma hora de incerteza. Fiquei furiosa! Acontece que conseguimos embarcar no voo, mas isso de modo algum nos fez sentir satisfeitos. Embora a equipe nos tivesse tratado bem, isso não mudou o fato de que tínhamos nos sentido estressados e ansiosos*

enquanto não sabíamos o que estava acontecendo. Também nos sentimos enganados – nós pagamos por uma passagem, então por que uma companhia aérea não nos permitiria viajar?"

Isso levanta uma série de questões importantes. Os clientes têm *direito* a um assento em um avião? Se for adotado o *overbooking*, qual é a melhor maneira de implementá-lo – atribuir aleatoriamente os passageiros à falta de assento em potencial ou excluir a última pessoa a chegar, excluir passageiros solteiros *versus* grupos, considerar a importância de diferentes passageiros para a companhia aérea, ou algum outro método? Quais são os efeitos sobre os funcionários de ter que lidar com clientes irritados, que são informados de (potencialmente) serem excluídos de um voo que eles reservaram? E, em última análise, o risco de *overbooking* supera o risco da falta de passageiros?

Manutenção

Embora os gerentes possam tentar remover as falhas e usar mecanismos à prova de falhas (*poka-yoke*) para reduzir a probabilidade de falhas, a produção também precisa de manutenção. Manutenção é como as organizações tentam evitar a falha ao cuidar de suas instalações físicas. É parte importante da maioria das atividades de produção, particularmente nas operações dominadas por suas instalações físicas, como centrais elétricas, hotéis, companhias aéreas e refinarias petroquímicas. Os benefícios da manutenção eficaz incluem maior segurança, maior confiabilidade, melhor qualidade (equipamento mal conservado é mais provável de causar erros), custos operacionais menores (porque a tecnologia de processo regularmente mantida é mais eficiente), maior vida útil da tecnologia de processo e "valor final" maior (porque instalações bem conservadas são, geralmente, mais fáceis de ser vendidas no mercado de segunda mão).

Três abordagens básicas para manutenção

Na prática, as atividades de manutenção de uma organização consistirão em alguma combinação de três abordagens básicas para cuidar de suas instalações físicas. São elas: a manutenção apenas se houver falha nas instalações (corretiva), a manutenção preventiva e a manutenção baseada nas condições das instalações (também chamadas preditivas).

■ **Manutenção apenas se houver falha nas instalações.** Como seu nome implica, isso envolve permitir que as instalações continuem operando até ocorrer alguma falha. O trabalho de manutenção é feito apenas após isso acontecer. Por exemplo, aparelhos de TV, equipamentos de banheiro e telefones dos quartos de hotéis, provavelmente, serão reparados apenas quando falharem. O hotel manterá algumas peças sobressalentes e funcionários disponíveis para fazer quaisquer reparos quando necessários. A falha nessas circunstâncias não é catastrófica (embora, talvez, irritante para o hóspede) ou tão frequente para necessitar de verificação regular das instalações apropriadas.

■ **Manutenção preventiva.** Essa abordagem tenta eliminar ou reduzir as chances de falha pela manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos previamente planejados. Por exemplo, os motores dos aviões de passageiros são verificados, limpos e calibrados conforme uma programação regular após determinado número de horas de voo. Tirar um avião de seus voos regulares para fazer manutenção preventiva é claramente uma opção onerosa para qualquer companhia aérea. Entretanto, as consequências da falha quando em serviço são consideravelmente mais

sérias. O princípio é também aplicado às instalações com menos consequências catastróficas de falha. A limpeza e a lubrificação regular de máquinas, até a pintura periódica de um prédio, podem ser consideradas manutenção preventiva.

■ **Manutenção baseada nas condições das instalações.** Essa abordagem tenta desempenhar a manutenção apenas quando as instalações a exigirem. Por exemplo, o equipamento de processo contínuo, como o usado no revestimento de papel fotográfico, funciona por longos períodos de tempo para atingir a alta utilização necessária na produção de custo-benefício. Parar a máquina para trocar, por exemplo, um rolamento, quando não é estritamente necessário, a deixaria fora de ação por longos períodos e reduziria sua utilização. Aqui, a manutenção baseada nas condições das instalações ou dos equipamentos pode envolver monitoramento contínuo das vibrações, por exemplo, ou de alguma outra característica da linha.

Quanta manutenção?

O balanço entre a manutenção preventiva e a manutenção apenas se houver falha é geralmente estabelecido para minimizar o custo total da interrupção por falha. A manutenção preventiva infrequente custará pouco, mas resultará em alta probabilidade (e assim, custo) de manutenção por falha. Inversamente, a manutenção preventiva muito frequente custará caro, mas reduzirá o custo de ter que fornecer manutenção por falha (*veja* a Figura 18.8(a)). O custo total de manutenção parece diminuir em um nível "ideal" de manutenção preventiva. Porém, o custo de fornecer manutenção preventiva pode não aumentar de forma íngreme, como indicado na Figura 18.8(a). A curva assume que a manutenção está sendo feita por um conjunto de pessoas (funcionários de manutenção especializados) separado dos "operadores" das instalações. Além disso, cada vez que a manutenção preventiva ocorrer, as instalações não podem ser usadas produtivamente. É por isso que a inclinação da curva aumenta, uma vez que o trabalho de manutenção começa a interferir no trabalho normal da operação. Porém, em muitas operações, alguma manutenção preventiva pode ser feita pelos próprios operadores (o que reduz seu custo) e nos momentos que são convenientes para a operação (o que minimiza a interrupção da operação). O custo da manutenção por interrupção pode também ser mais alto do que o indicado na Figura 18.8(a). As interrupções não planejadas podem ir além da necessidade de um reparo e interrupção da operação; elas podem tirar a estabilidade da operação, que passa a não ter condições de melhorar por si só. Reúna essas duas ideias, e a minimização da curva total e da curva do custo de manutenção parecerá mais como na Figura 18.8(b). A ênfase é alterada em direção ao uso da manutenção preventiva, e não da manutenção por falha nas instalações.

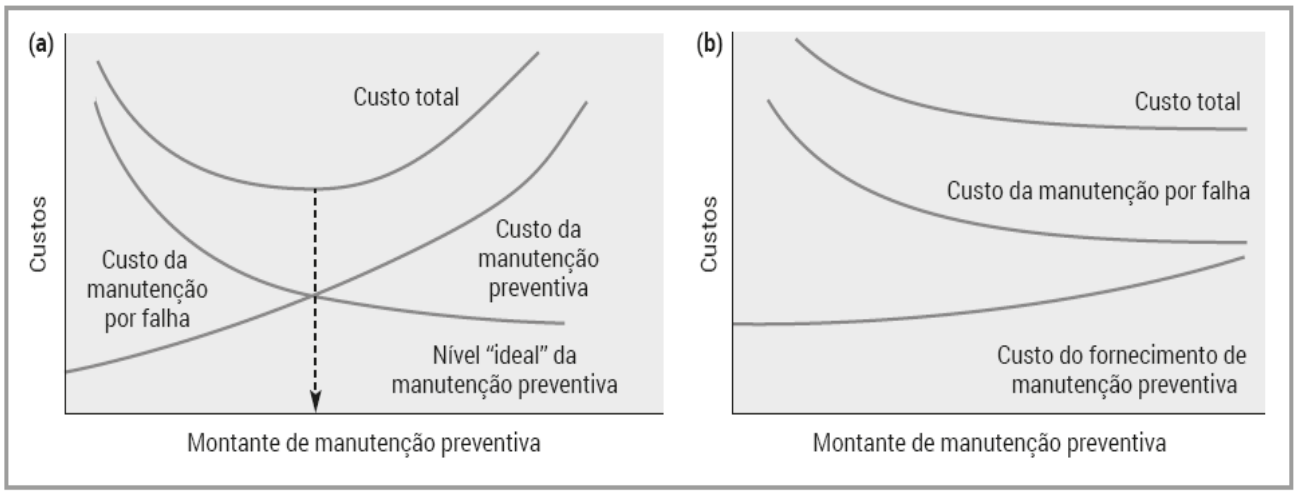


Figura 18.8 Duas visões dos custos de manutenção. (a) Um modelo de custos associados à manutenção preventiva mostra um nível ideal de esforço de manutenção. (b) Se as tarefas de manutenção preventiva rotineira foram feitas por operadores e se o custo real da quebra for considerado, o nível "ideal" da manutenção preventiva passa para os níveis mais elevados.

Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva total (MPT) é "feita por todos os funcionários mediante atividades em pequenos grupos", em que a manutenção produtiva é a "gestão de manutenção que reconhece a importância da confiabilidade, manutenção e eficiência econômica do projeto da fábrica".[7] No Japão, onde a MPT se originou, ela é vista como uma extensão natural da evolução da manutenção por falha para a manutenção preventiva. A MPT adota alguns dos princípios do trabalho em equipe e do empoderamento (*empowerment*) anteriormente discutidos no Capítulo 9, bem como uma abordagem de melhoramento contínuo para a prevenção das falhas (como discutido no Capítulo 16). Também vê a manutenção como uma questão ampla da organização para a qual os funcionários podem contribuir de alguma forma. É semelhante à abordagem de gestão da qualidade total (discutida no Capítulo 17).

As cinco metas da MPT

A MPT visa estabelecer a boa prática de manutenção das operações, mediante a busca das "cinco metas da MPT":

1. Melhorar a eficácia do equipamento ao examinar todas as perdas que ocorrem.
2. Atingir manutenção autônoma ao permitir que os funcionários assumam responsabilidade por algumas tarefas de manutenção e pelo melhoramento de seu desempenho.
3. Planejar a manutenção com uma abordagem plenamente elaborada para todas as atividades de manutenção.
4. Treinar todos os funcionários em habilidades de manutenção relevantes de modo que todos eles (de manutenção e de operações) tenham todas as habilidades para exercer seus papéis.
5. Antecipar a gestão de equipamento pela "prevenção de manutenção" (PM), que envolve considerar as causas das falhas e a capacidade de manutenção do equipamento durante seu projeto, fabricação, instalação e comissionamento.

Comentário crítico

Grande parte da discussão anterior em torno da prevenção da falha assumiu uma abordagem "racional". Em outras palavras, assumiu que os gerentes de produção e os clientes, igualmente, colocarão maior esforço na prevenção das falhas que são mais prováveis de ocorrer ou que trazem consequências mais sérias. Todavia, essa suposição está baseada em uma resposta racional ao risco. De fato, sendo humanos, os gerentes frequentemente respondem à percepção do risco em vez de sua realidade. Por exemplo, a Tabela 18.2 mostra o custo de cada vida salva pelo investimento em várias rodovias e na segurança do transporte ferroviário (em outras palavras, na prevenção de falha). A tabela mostra que investir no melhoramento da segurança rodoviária é muito mais eficaz do que investir na segurança ferroviária. Embora ninguém esteja argumentando em favor de abandonar os esforços na segurança ferroviária, é observado por algumas autoridades de transporte que o investimento real reflete mais a percepção pública das mortes em ferrovias (baixa) em comparação às mortes em rodovias (muito alta).

Tabela 18.2 Escalas de classificação para AEMF

Investimento em segurança	Custo por vida ($ mil)
Sistema avançado de proteção de trem	30
Sistemas de advertência de proteção de trem	7,5
Implementação de orientações sobre segurança ferroviária	4,7
Implementação de orientações sobre segurança rodoviária	1,6
Gasto da autoridade local em segurança rodoviária	0,15

COMO AS OPERAÇÕES PODEM ATENUAR OS EFEITOS DA FALHA?

Mesmo quando tiver ocorrido uma falha, seu impacto sobre o cliente pode, em muitos casos, ser reduzido através de ações de atenuação. Atenuação da falha (ou risco) significa isolá-la de suas consequências negativas. Admite-se que nem todas as falhas podem ser evitadas. Entretanto, em algumas áreas de administração da produção, é antiquado confiar na atenuação, em vez de na prevenção. Por exemplo, as práticas de "inspeção" na gestão da qualidade foram baseadas na suposição de que as falhas eram inevitáveis e precisavam ser detectadas antes que pudessem causar algum dano. A moderna gestão da qualidade total coloca muita ênfase na prevenção. Todavia, nas operações e na resiliência do processo, a atenuação pode ser vital quando usada em conjunto com a prevenção na redução do risco global. Uma maneira de pensar sobre a atenuação é como uma série de decisões em condições de incerteza. Isso permite o uso de técnicas formais de análise de decisão, como árvores de decisão, por exemplo, aquela ilustrada na Figura 18.9. Aqui, foi detectada uma anomalia de algum tipo, que pode ou não indicar que ocorreu uma falha. A primeira decisão é se agir para tentar atenuar a suposta falha ou, como alternativa, esperar até obter mais informações. Mesmo que a atenuação seja tentada, pode ou não conter a falha. Se não, serão necessárias novas ações, que podem ou não evidenciar a falha, e assim por diante. Se mais informações forem obtidas antes de decretar a atenuação, a falha pode ou não ser confirmada. Se a atenuação for tentada, pode ou não funcionar, e assim por diante. Embora os detalhes das ações

específicas de atenuação dependam das circunstâncias, o que é importante em termos práticos é que, para todas as falhas significativas, foi estabelecido algum tipo de regras de decisão e planejamento de atenuação.

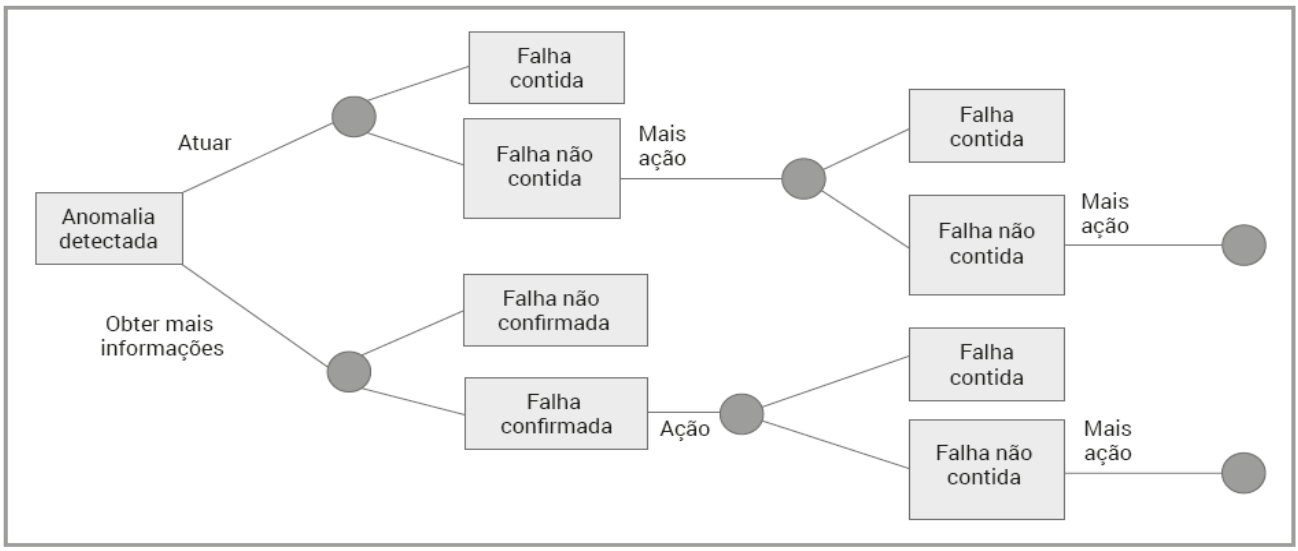


Figura 18.9 Uma árvore de decisão para atenuação quando a falha não é imediatamente óbvia.

Ações para atenuação da falha

A natureza da ação adotada para atenuar a falha dependerá, obviamente, da natureza do risco. Na maioria dos setores, técnicos especializados estabeleceram uma classificação das ações para atenuação da falha que são apropriadas para os tipos de falha que provavelmente ocorrerão. Por exemplo, na agricultura, os órgãos governamentais e as associações da indústria publicam estratégias de atenuação para riscos como o surto de doenças nas colheitas, infecções de animais contagiosas e assim por diante. De modo semelhante, os governos possuem diferentes planos de contingência estabelecidos para lidar com a disseminação dos principais riscos à saúde, como os vírus H1N1 e influenza, ou um surto de Ebola na África Ocidental. Tais documentos delinearão as várias ações de atenuação que podem ser adotadas sob circunstâncias diferentes e detalham exatamente quem é responsável em cada ação. Embora essas classificações tendem a ser específicas por setor, a categorização genérica a seguir dá uma ideia dos tipos de ações de atenuação que podem ser geralmente aplicáveis.

■ **Planejamento da atenuação** é a atividade de assegurar que todas as circunstâncias de falha possíveis são apontadas, com a identificação das ações de atenuação apropriadas. É a atividade abrangente que envolve todas as ações de mitigação subsequentes e pode ser descrita na forma de uma árvore de decisão ou de normas orientadoras. Vale ressaltar que o planejamento de atenuação, bem como uma ação abrangente, também fornece ação de atenuação por si só. Por exemplo, se o planejamento de atenuação identificou treinamento apropriado, projeto de trabalho, procedimentos de emergência e assim por diante, a responsabilidade financeira de uma empresa por quaisquer perdas, caso ocorra uma falha, será reduzida. Certamente, as empresas que não planejaram adequadamente as falhas serão mais responsabilizadas judicialmente por todo o prejuízo subsequente.

■ **Atenuação econômica** inclui ações como seguro contra prejuízo decorrente da falha, diluição das consequências financeiras da falha e "cobertura" contra a falha. O seguro é a mais conhecida dessas ações, e é amplamente adotado, embora contratar o seguro apropriado e a gestão efetiva de reclamações seja, por si só, uma habilidade especializada. Frequentemente, a proteção toma a forma de instrumentos financeiros; por exemplo, uma empresa pode comprar uma cobertura (*hedge*) contra o risco do preço de uma matéria-prima vital desviar significativamente de um preço estabelecido.

■ **Contenção (espacial)** significa interromper a difusão física da falha para evitar que afete outras partes de uma cadeia de suprimento interna ou externa. Por exemplo, evitar que um alimento contaminado se difunda em uma cadeia de suprimento dependerá de sistemas de informação em tempo real que forneçam dados de rastreabilidade.

■ **Contenção (temporal)** significa interromper a difusão de uma falha ao longo do tempo. Particularmente, aplica-se quando a informação sobre uma falha ou falha potencial precisa ser transmitida sem demora. Por exemplo, sistemas que antecipam avisos de perigo de condições meteorológicas perigosas, como tempestades de neve, devem transmitir tais informações aos órgãos públicos locais, como a polícia e os departamentos de conservação de rodovias, em tempo para evitar que o problema cause perturbação excessiva.

■ A **redução de prejuízo** cobre qualquer ação que reduz as consequências catastróficas da falha ao remover os recursos que, provavelmente, sofrerão essas consequências. Por exemplo, a sinalização rodoviária que indica rotas de evacuação no evento de condições meteorológicas severas ou os exercícios de simulação de incêndio que treinam os funcionários em como escapar no evento de uma emergência podem não reduzir todas as consequências da falha, mas podem ajudar a reduzir a perda de vidas ou do número de feridos.

■ **Substituição** significa compensar a falha ao fornecer outros recursos que podem substituir aqueles considerados menos efetivos para a falha. É parecido com o conceito de redundância anteriormente descrito, mas nem sempre implica recursos em excesso se uma falha não tivesse ocorrido. Por exemplo, em um projeto de construção, o risco de encontrar problemas geológicos inesperados pode ser atenuado pela existência de um plano de trabalho separado, que é utilizado apenas se tais problemas forem encontrados.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Recalls pequenos e não tão pequenos para a General Motors[3]

De acordo com à empresa de análise de dados Teradata Corp., *recalls* de carro custam à indústria automobilística algo entre $ 45 e $ 50 bilhões por ano. É por isso que os gigantes automotivos, incluindo a General Motors, a Nissan e a Toyota, procuraram construir operações sofisticadas de *data mining* para que possam avançar para o que os especialistas do setor chamam de "pequenos *recalls*". Quando confrontados com um potencial problema mecânico emergencial, os fabricantes de automóveis têm tradicionalmente duas escolhas. A primeira opção é emitir um *recall* geral para o modelo em questão. Mas há um grande custo financeiro e de reputação para isso, além de inconvenientes significativos para os clientes, muitos dos quais não terão uma falha no carro. A segunda opção é ignorar a falha e, ao fazê-lo, aceitar o risco de que um número muito pequeno de clientes possa ter problemas (mesmo acidentes graves). Embora isso possa ser justificado em termos financeiros de curto prazo (se não éticos), as

consequências a longo prazo podem ser desastrosas, especialmente se a mídia expuser o fato. Agora, existe uma terceira opção disponível. O aumento da codificação de barras, identificação por radiofrequência (RFID) e sistemas de informação mais avançados permitiu que as montadoras rastreassem os componentes em detalhes muito maiores. O resultado é que as falhas podem, muitas vezes, ser isoladas não apenas a uma gama de modelos, mas a um conjunto específico de componentes, fabricados em períodos de tempo específicos, mesmo por uma mudança particular na fábrica. Isso, então, permite um *recall* muito mais focado de apenas os carros que são mais propensos a ter um defeito. Por exemplo, quando uma falha do sistema de frenagem foi identificada no Chevrolet Volt, a General Motors (GM) conseguiu identificar todos os carros "em risco" por meio de seu rastreamento avançado de peças e emitir um "pequeno *recall*" (neste caso, apenas quatro carros nos Estados Unidos inteiro). No entanto, prevenir é melhor do que remediar. Muitos fabricantes de automóveis, ao mesmo tempo em que buscam *recalls* direcionados, ainda enfrentam grandes *recalls* provocadas por problemas de qualidade. Por exemplo, durante o ano de 2014, a GM anunciou o recall de impressionantes 29 milhões de carros e vans na América do Norte, um número maior do que o total de vendas nos EUA entre 2005 e 2013. Um dos maiores *recalls* foi para defeitos de ignição, que incluíam modelos desde 1997.

COMO AS OPERAÇÕES PODEM RECUPERAR-SE DOS EFEITOS DA FALHA?

Recuperação da falha é o conjunto de ações tomadas para reduzir o impacto da falha uma vez que o cliente tenha experimentado seus efeitos negativos. A recuperação precisa ser planejada e os procedimentos estabelecidos para descobrir quando as falhas ocorreram, orientar a ação apropriada para que todos sejam informados, capturar as lições aprendidas com a falha e planejar para absorver as lições em qualquer recuperação futura. Todos os tipos de operações podem beneficiar-se da recuperação bem planejada. Por exemplo, uma construtora cujas escavadoras mecânicas quebram pode ter estabelecido planos para substituir os equipamentos pela contratação de uma empresa especializada. A quebra pode ser perturbadora, mas não tanto quanto poderia ter sido se o gerente de produção não houvesse procurado uma solução sobre o que fazer. Os procedimentos de recuperação também moldarão as percepções da falha pelos clientes.

Mesmo quando o cliente vê uma falha, isso pode não necessariamente levar à insatisfação. De fato, em muitas situações, os clientes podem aceitar bem que as coisas darão errado. Se houver um metro de neve nas linhas dos trens ou se o restaurante for particularmente popular, podemos aceitar que o produto ou serviço não funcione de acordo com o previsto. Não necessariamente a falha leva à insatisfação, mas, frequentemente, a resposta da organização à falha, sim. Enquanto erros podem ser inevitáveis, clientes insatisfeitos não podem. Uma falha pode ainda ser transformada em experiência positiva. Uma boa recuperação pode transformar clientes irritados e frustrados em clientes leais.

Princípio de administração da produção

A recuperação bem-sucedida da falha pode produzir mais benefícios do que se a falha não houvesse ocorrido.

A cadeia de valor da reclamação

A cadeia de valor da reclamação, mostrada na Figura 18.10, nos ajuda a visualizar o valor potencial de uma boa recuperação em diferentes estágios. Na Figura 18.10(a), uma operação presta serviço para 5.000

clientes, mas 20 por cento deles experimentam alguma forma de falha. Desses 1.000 clientes, 40 por cento decidem não reclamar, talvez porque os processos de reclamação são muito complicados. A evidência sugere que cerca de 80 por cento desses não reclamantes mudarão para um provedor de serviços alternativo (é claro que a porcentagem precisa de troca dependerá do número de alternativas no mercado e da facilidade de troca). Outro grupo dos 1.000 clientes que sofreram uma falha decide reclamar, neste caso, 60 por cento. Alguns ficarão satisfeitos (neste caso, 75 por cento) e outros não ficarão (neste caso, 25 por cento). Os reclamantes insatisfeitos geralmente abandonam a companhia (neste caso, 80 por cento), enquanto os reclamantes satisfeitos tendem a permanecer leais (neste caso, 20 por cento). Portanto, assumindo que essas porcentagens estão corretas, para cada 5.000 clientes processados por esta operação de serviço em particular, 530 mudarão.

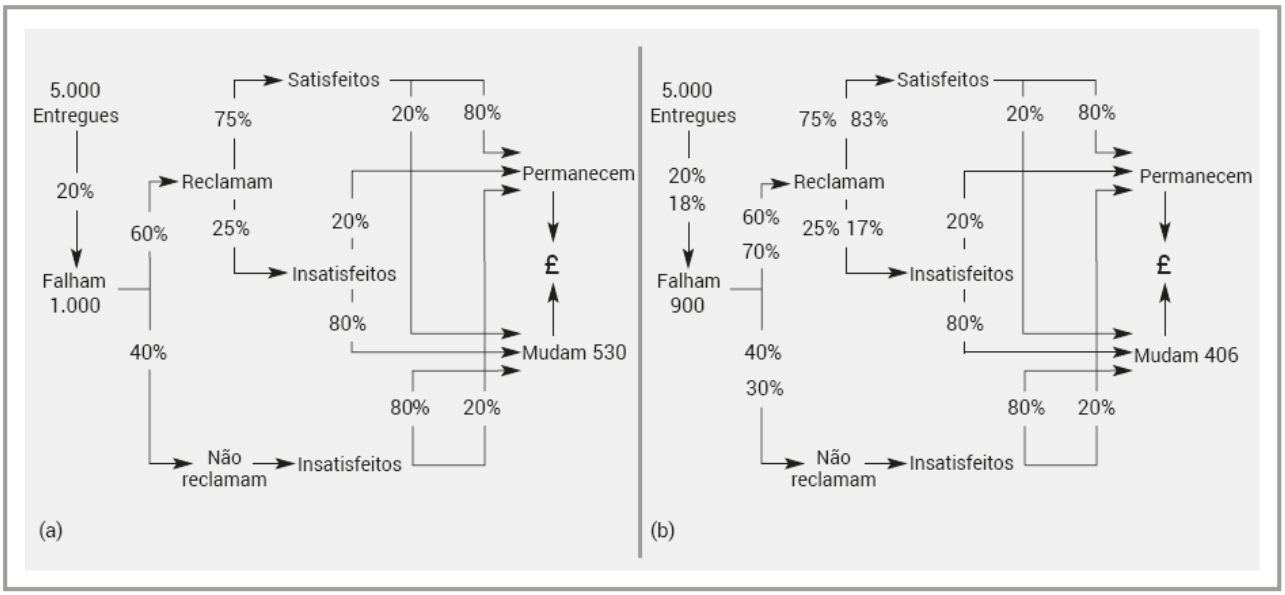


Figura 18.10 Cadeia de valor da reclamação: (a) cadeia de valor inicial e (b) com pequenas melhorias em cada etapa.

Agora, suponha que o gerente de produção decida investir em pequenas melhorias em todas as etapas da cadeia de valor da reclamação. Na Figura 18.10(b), a empresa reduziu suas falhas de 20 para 18 por cento (ainda é muito ruim, é claro!) e incentivou mais clientes que experimentaram uma falha para que reclamem. Assim, a percentagem de reclamação aumentou de 60 para 70 por cento. Também se assegurou de que uma maior proporção (neste caso, de 75 para 83 por cento) daqueles que se esforçam para reclamar fiquem satisfeitos. O resultado final é que o número de clientes perdidos cai de 530 para 406. Supondo que os 124 clientes extras conservados tenham um valor igual ou superior aos custos das melhorias, a organização está fazendo um bom investimento em seus esforços de recuperação e prevenção. O que é importante entender aqui é como uma melhoria relativamente pequena em relação ao processo de falha e reclamação pode ter um impacto tão significativo na fidelização de clientes e troca de prestador de serviço.

Planejamento da falha

Identificar como as organizações podem recuperar-se da falha é de particular interesse para as operações de serviço porque elas podem transformar as falhas para minimizar os efeitos sobre os clientes ou mesmo para transformá-las em experiência positiva. Entretanto, é também de interesse para outros setores, especialmente aqueles em que as consequências da falha são particularmente severas. Por exemplo, os fabricantes de produtos químicos a granel e os processadores nucleares gastam recursos consideráveis para decidir como lidarão com as falhas. A atividade de elaboração dos procedimentos que permitem que a operação se recupere da falha é denominada planejamento da falha. É frequentemente representada pelos modelos de estágio, um deles representado na Figura 18.10. Nós o seguiremos a partir do ponto em que a falha é reconhecida.

As organizações precisam projetar respostas adequadas à falha, que estejam devidamente alinhadas com o custo e a inconveniência causados pela falha aos seus clientes. Esses processos de recuperação precisam ser executados pelo empoderamento do pessoal da linha de frente ou por pessoal treinado, que esteja disponível para lidar com a recuperação de um modo que não interfira com as atividades do serviço cotidiano. A Figura 18.11 ilustra uma sequência típica de recuperação. Vamos acompanhá-la a partir do ponto onde a falha é reconhecida:

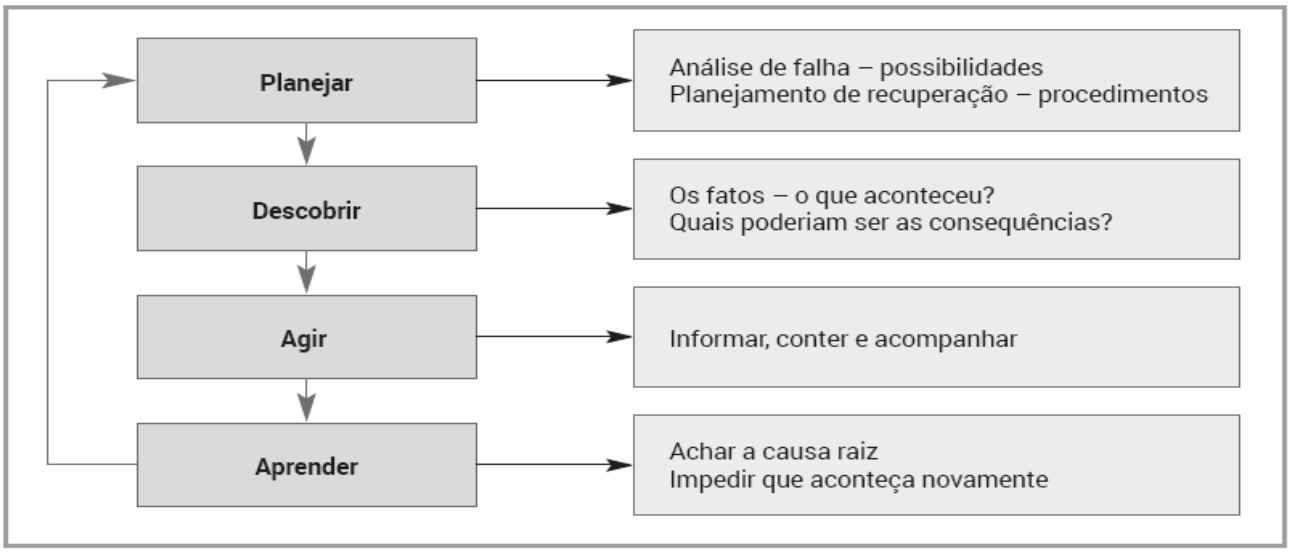


Figura 18.11 Sequência de recuperação para atenuar o impacto da falha.

■ **Descoberta.** A primeira coisa que qualquer gerente precisa fazer ao enfrentar uma falha é descobrir sua natureza exata. Três tipos importantes de informação são necessários: primeiro, o que exatamente ocorreu; segundo, quem será afetado pela falha; e, terceiro, por que a falha ocorreu. Esse último ponto não tem por finalidade ser um inquérito detalhado sobre as causas da falha (isso virá depois), mas é frequentemente necessário para saber algo sobre as causas da falha no caso de ser necessário determinar qual ação adotar.

■ **Ação.** O estágio de descoberta pode levar apenas minutos ou mesmo segundos, dependendo da severidade da falha. Se a falha for severa, com consequências importantes, precisamos seguir em frente para fazer algo rapidamente. Isso significa conduzir três ações; as duas primeiras podem ser conduzidas

em ordem inversa, dependendo da urgência da situação. Primeiro, diga às principais pessoas envolvidas o que está propondo fazer sobre a falha. Nas operações de serviço, isso é especialmente importante quando os clientes precisam ser mantidos informados, para sua tranquilidade e para demonstrar que algo está sendo feito. Segundo, os efeitos da falha precisam ser contidos para interromper as consequências de sua difusão e de causar mais falhas. As ações de contenção exatas dependerão da natureza da falha. Terceiro, é necessário algum tipo de acompanhamento para assegurar que as ações de contenção realmente isolaram a falha.

■ **Aprendizagem.** Como anteriormente discutido neste capítulo, os benefícios da falha ao fornecer oportunidades de aprendizagem não devem ser subestimados. No planejamento da falha, a aprendizagem envolve revisitar a falha para descobrir sua origem e, depois, eliminar as causas da falha de modo que não venha a ocorrer novamente. Esse é o estágio-chave para grande parte do planejamento da falha.

■ **Planejamento.** Aprender as lições de uma falha não é o final do procedimento. Os gerentes de produção precisam, formalmente, incorporar as lições em suas reações futuras às falhas. Isso é feito frequentemente ao trabalhar "em teoria" como eles reagiriam às falhas no futuro. Especificamente, isso envolve, primeiro, identificar todas as falhas possíveis que podem ocorrer (de modo similar à abordagem AEMF). Segundo, significa definir formalmente os procedimentos que a organização deve seguir no caso de cada tipo de falha identificada.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é gestão de risco?

■ A gestão de risco diz respeito às coisas que dão errado e o que as operações podem fazer para evitar que as coisas deem errado. Ou, mais formalmente, "o processo que visa ajudar as organizações a entender, avaliar e agir sobre todos seus riscos com uma visão de aumentar a probabilidade de seu sucesso e de reduzir a probabilidade de falha".

■ Consiste em quatro atividades amplas:

entender que falhas podem ocorrer;

prevenir a ocorrência de falhas;

minimizar as consequências negativas da falha (denominada "atenuação do risco");

recuperação das falhas quando elas ocorrem.

Como a administração da produção pode avaliar as causas potenciais e as consequências da falha?

■ Há várias causas da falha das operações, incluindo falhas de projeto, falha de instalações, falha de funcionários, falha de fornecedores, falha de clientes e perturbação ambiental.

■ Há três modos de mensurar a falha. As "taxas de falha" indicam a frequência com que ocorre uma falha. A "confiabilidade" mede as chances de ocorrência de uma falha. "Disponibilidade" é o tempo operacional disponível e útil deixado após levar em consideração as falhas.

■ A falha ao longo do tempo é frequentemente representada como uma curva da falha. A forma mais comum disso é a denominada "curva da banheira", que mostra as chances de a falha ser maior no início e no fim de um sistema ou parte de um sistema.
■ Os mecanismos de análise da falha incluem investigação do acidente, confiabilidade no produto, análise das reclamações, análise crítica do incidente e análise do efeito e modo da falha (AEMF).

Como as falhas podem ser evitadas?

■ Há quatro métodos importantes para melhorar a confiabilidade: projetar os pontos de falha da operação; construir redundância na operação; colocar mecanismos "à prova de falha" em algumas das atividades da operação; e manter as instalações físicas da operação.
■ Manutenção é o modo mais comum adotado pelas operações para tentar melhorar sua confiabilidade, com três abordagens amplas. A primeira é não fazer nada e aguardar até que haja quebra para fazer o reparo, a segunda é manter regularmente as instalações, mesmo se não houver falha, e a terceira é monitorar atentamente as operações para tentar prever quando a quebra poderá ocorrer.
■ A manutenção preventiva total, onde todos os funcionários executam manutenção em pequenos grupos, é uma técnica particularmente útil para administrar a manutenção.

Como a administração da produção pode atenuar os efeitos da falha?

■ A atenuação do risco ou da falha significa isolar uma falha de suas consequências negativas.
■ As ações de atenuação do risco incluem:

planejamento da atenuação;

atenuação econômica;

contenção (espacial e temporal);

redução do prejuízo;

substituição.

Como a administração da produção pode recuperar-se dos efeitos da falha?

A recuperação pode ser melhorada por uma abordagem sistemática para descobrir o que levou à ocorrência da falha, agir para informar, conter e acompanhar as consequências da falha, aprender a encontrar a causa da origem da falha e evitar que ocorra novamente, bem como planejar para evitar que a falha ocorra no futuro.

ESTUDO DE CASO

Slagelse Industrial Services (SIS)

A Slagelse Industrial Services (SIS) tornou-se uma das mais respeitadas estamparias de peças de zinco, alumínio e magnésio da Europa e fornecedora para centenas de empresas em muitos setores industriais, especialmente o automotivo e o de defesa. A empresa funde e fabrica componentes de precisão pela

combinação das tecnologias de produção mais modernas com usinagem de precisão. A SIS iniciou-se como um negócio familiar clássico, fundado por Erik Paulsen, que abriu uma pequena empresa de fabricação e usinagem em sua cidade natal de Slagelse, na parte leste da Dinamarca, distante cerca de 100 km a sudoeste de Copenhague. Foi bem-sucedido em alavancar suas habilidades e paixão artesanal ao longo de muitos anos, enquanto atendia a uma variedade de clientes industriais e agricultores. Seu filho, Anders, passou aproximadamente 10 anos trabalhando como engenheiro de produção para um grande fornecedor de peças automotivas no Reino Unido, mas, por fim, retornou a Slagelse para assumir o controle da empresa da família. Explorando sua experiência de fabricação em massa, Anders levou anos para transformar a empresa em fabricante de componentes industriais em maior escala, mas manteve o compromisso de seu pai com qualidade e serviço aos clientes. Após 20 anos, vendeu a empresa a um conglomerado industrial do Reino Unido e, em dez anos, a empresa havia duplicado novamente de tamanho e passou a empregar 600 pessoas da região, com faturamento em torno de £ 200 milhões. No decorrer desse período, a empresa continuou direcionando seus produtos a mercados industriais de nicho, onde sua ênfase em qualidade e confiabilidade significava que estava menos vulnerável às pressões de preço e de custo. Entretanto, em 2009, frente às dificuldades econômicas e à ampla reestruturação industrial, a empresa foi encorajada a ampliar o volume de produção com margens menores. Esse processo não foi muito bem-sucedido, mas culminou com uma proposta para o projeto e a produção de um elemento metálico essencial de um brinquedo de criança (um robô *transformer*).

O interessante é que a empresa-cliente, a Alden Toys, era também grande cliente de outras empresas que faziam parte do grupo industrial que adquiriu a SIS. Estava adotando uma política de fornecedores preferenciais e pretendia ter apenas um ou dois pontos de aquisição de elementos específicos de seu negócio global de brinquedos. Tinha alto grau de confiança no grupo industrial e, ao visitar a fábrica da SIS, seus diretores ficaram impressionados com a profundidade da experiência e do compromisso da empresa com a qualidade. Em 2010, selecionaram a SIS para concluir o projeto e iniciar a produção experimental.

"*Alguns de nós estavam realmente motivados pela possibilidade... mas você precisa ficar um pouco preocupado quando os volumes são muito maiores do que algo que já tenha feito. Acho que o risco parecia sob controle porque as etapas do processo básico, do tipo de produto que você gosta, era da fabricação de algo que parecia muito similar ao que fabricávamos há muitos anos.*" (gerente de produção da SIS)

"*Bem, obviamente não conhecíamos o mercado de brinquedos, mas, novamente, não sabíamos realmente tudo sobre a indústria automotiva ou o setor de defesa ou qualquer um de nossos clientes tradicionais antes de começarmos a atendê-los. Nossa principal vantagem competitiva, nossas capacitações, como queira chamar, dizem respeito a manter o cliente feliz, sobre o atendimento e, às vezes, exceder a especificação.*" (diretor de marketing da SIS)

Os projetistas haviam recebido um esboço da especificação do produto da Alden Toys durante o processo de licitação e mais algum detalhe técnico posteriormente. Ao receber as instruções finais, uma equipe de engenheiros e gerentes confirmou que o produto poderia e seria fabricado usando uma versão em escala maior dos processos de produção atuais. O principal desafio operacional parecia ser obter capacidade de produção suficiente (mas não exagerada). Felizmente, por várias razões, a empresa mãe da SIS estava apoiando muito o projeto e prometeu atender a quaisquer planos de investimento de capital. Embora essa

opinião sobre a natureza do desafio de produção fosse amplamente aceita em toda a empresa (e compartilhada pela Alden Toys e a empresa mãe da SIS), foi deixada para um engenheiro sênior experiente a assinatura da proposta final e da documentação técnica. No início de 2011, a empresa havia iniciado um período experimental de produção em plena capacidade. Infelizmente, como se tornaria mais claro posteriormente, durante esse processo de validação do projeto, a SIS havia sancionado efetivamente um método de produção que mostraria ser totalmente inadequado para o mercado de brinquedos; mas até 12 meses, não houve qualquer indicação dos problemas que começariam a surgir.

Em toda a América do Norte e Europa, os clientes passaram a reclamar que seus filhos haviam sido "envenenados" enquanto brincavam com o robô. A ameaça de ação judicial foi rapidamente detonada na Alden Toys e o problema tornou-se rapidamente uma verdadeira ameaça para a saúde infantil. Embora acusações semelhantes haviam sido feitas antes, os litigantes e seus apoiadores focavam as mudanças recentes feitas pelo processo de produção da SIS e, em particular, o papel da Alden Toys no gerenciamento de seus fornecedores. *"É certo que você confia em seus fornecedores, mas não pode, simplesmente, ter o mesmo nível de controle sobre outra empresa fora do país. Temo que isso tudo se reduza a um simples problema econômico, o de que a Alden Toys colocou seus lucros na frente da saúde das crianças. Falemos sobre confiança... os pais confiaram nessa empresa para cuidar de seus filhos e de suas famílias e têm o direito de ficar irritados com o fato de que a ganância de seus diretores foi mais importante!*" (porta-voz dos litigantes norte-americanos quando foi entrevistado no programa sobre direitos do consumidor em uma emissora de TV do Reino Unido).

Sob intensa pressão da mídia, a Alden Toys, rapidamente, convocou uma investigação rigorosa na fonte de contaminação. Revelou rapidamente que um produto químico "não autorizado" foi empregado na limpeza rotineira do metal e do elemento de preparação do processo de produção da SIS. No entanto, ao ser entrevistado pela mídia norte-americana, o diretor jurídico da empresa mãe enfatizou que não houve *"um vínculo causal comprovado ou qualquer admissão de responsabilidade por nenhuma das partes"*. Imediatamente, a Alden Toys cancelou seus pedidos e ameaçou processar juridicamente a SIS e a empresa mãe. Essa ação provocou uma interrupção imediata da produção nessa parte da operação; a inspeção e as visitas oficiais e legais subsequentes tiveram um impacto terrível na produtividade de toda a fábrica. O impacto competitivo da falha foi extremamente significativo. Após um ano de produção, o novo produto representava mais de um terço (39%) da produção da fábrica. Além das principais implicações no fluxo de caixa, as várias investigações ocuparam grande parte do tempo dos gerentes e a reputação da empresa ficou seriamente afetada. Como o gerente de produção da fábrica explicou, até os clientes tradicionais expressaram suas preocupações. *"É surpreendente, mas as pessoas às quais estávamos fornecendo há 30 ou 40 anos me pediam explicações e perguntavam: 'o que está acontecendo?' Estavam preocupadas com o que tudo isso podia representar para elas... embora fossem mercados totalmente diferentes!*"

QUESTÕES

1. Que riscos operacionais a SIS enfrentou ao decidir tornar-se fornecedora estratégica da Alden Toys?
2. Que problemas de controle encontrou para implementar essa estratégia (pré e pós-investigação)?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 Faça um levantamento entre colegas, amigos e vizinhos sobre como eles lidam com a possibilidade de seus computadores "falharem", em termos da interrupção total da operação ou da perda de dados. Discuta como o conceito de redundância aplica-se em tal falha.

2 *"Temos um banco de teste onde testamos 100 de nossos produtos por sete dias e noites. Esta semana, apenas três falharam, o primeiro após 10 horas, o segundo após 72 horas e o terceiro após 1.020 horas."* Qual a taxa de falha em termos percentuais e em termos de tempo para esse produto?

3 Um processo de teste automático retira amostras de minério de ferro de empresas de mineração e os sujeita a quatro testes sequenciais. A confiabilidade das quatro diferentes máquinas de teste que desempenham as tarefas é diferente. A primeira máquina de teste tem confiabilidade de 0,99, a segunda, de 0,92, a terceira, de 0,98, e a quarta, de 0,95. Se uma das máquinas para de funcionar, o processo total é interrompido. Qual a confiabilidade do processo inteiro?

4 Para o exemplo de teste de produto do Problema 2, qual o tempo médio entre as falhas (TMEF) para os produtos?

5 Em termos de sua eficácia em gerenciar o processo de aprendizagem, como uma universidade detecta falhas? O que ela pode fazer para melhorar seus processos de detecção de falha?

6 Reveja a sua própria técnica (e a de seus amigos) para se proteger contra roubo de dados para fins maliciosos. Qual é o maior risco que você e eles enfrentam?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

BREAKWELL, G.M. *The psychology of risk*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

Um livro interessante, voltado para os aspectos psicológicos mais amplos do risco.

MELNYK, S.; CLOSS, D.; GRIFFIS, S.; ZOBEL, C.; MACDONALD, J. Understanding supply chain resilience. *Supply Chain Management Review*, jan./fev., p. 34-41, 2014.

Um belo artigo esboçando os principais aspectos da falha, prevenção e resiliência na produção e nas redes de suprimento.

REGESTER, M.; LARKIN, J. *Risk issues and crisis management*: a casebook of best practice. London: Kogan Page, 2008.

Destinado a gerentes praticantes, com muito aconselhamento. Bom para se experimentar como a teoria funciona na prática.

SIMCHI-LEVI, D.; SCHMIDT, W.; WEI, Y. From superstorms to factory fires: managing unpredictable supply-chain disruptions. *Harvard Business Review*, v. 92, n. 1-2, p. 97-101, 2014.

Outro artigo voltado para praticantes, examinando o extremo de baixa probabilidade e alto impacto do espectro de falhas.

19

GESTÃO DE PROJETOS

INTRODUÇÃO

Neste capítulo, tratamos da gestão de "projetos". Os projetos ocupam o extremo do espectro de baixo volume e alta variedade que introduzimos no Capítulo 6. Então eles são típicos do tipo de iniciativas de melhoramento que muitas vezes fazem parte das atividades de desenvolvimento de uma operação. Esses processos de "projeto" vêm em todas as formas e tamanhos, com diferenças de escala, incerteza, complexidade, novidade, tecnologia e ritmo. No entanto, em muitos aspectos, os projetos compartilham características-chave que tornam suas tarefas de gerenciamento amplamente universais. Primeiro, os gerentes devem entender as características fundamentais de um projeto e as prováveis implicações dessas características para a gestão. Em segundo lugar, eles devem ser capazes de entender o ambiente do projeto e gerenciar as principais partes interessadas no projeto. Em terceiro lugar, eles devem ser capazes de definir, planejar e controlar projetos através do seu ciclo de vida, ao mesmo tempo em que equilibram os objetivos de desempenho concorrentes e os requisitos competitivos das partes interessadas (internas e externas). A Figura 19.1 mostra onde este capítulo se encaixa nas atividades gerais de administração da produção. Colocamos o tópico dentro da atividade de "desenvolvimento" porque é uma parte vital da forma como as operações são alteradas e (espera-se) melhoradas.

Questões-chave

- O que é gestão de projetos?
- Como os projetos são planejados?
- Como os projetos são controlados?

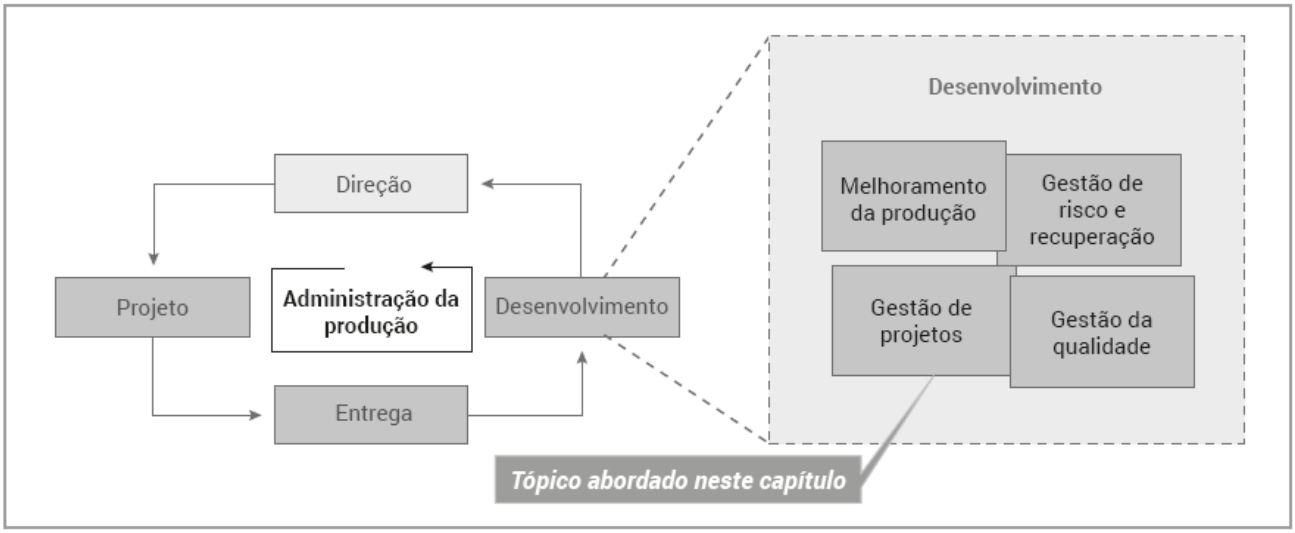


Figura 19.1 Este capítulo examina a gestão de projetos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Projetos de *imagineering* na Disney[1]

Desde a criação dos famosos personagens Mickey Mouse e Branca de Neve, a Disney Corporation tem sido sinônimo de entretenimento inovador e de qualidade. Nos estúdios e parques Walt Disney, histórias ganham vida, e, da mesma forma, tecnologia e trabalho artístico caminham juntos para encantar visitantes e audiências. Em lugar nenhum isso é mais verdadeiro do que na operação *"Imagineering"* da Walt Disney (*"imagineering"* é uma palavra que combina "imaginação" e "engenharia"), que, com efeito, é o braço de pesquisa e desenvolvimento dos parques e *resorts* Disney. Essa organização é responsável pela criação de muitas das atrações, *shows*, queima de fogos e paradas mais significativas de seus parques temáticos. Suas atrações complexas e frequentemente inovadoras são rigorosamente avaliadas por milhares ou milhões de "convidados" da Disney, de modo que é vital prestar atenção aos detalhes. Um comentário famoso de Walt Disney é que um convidado pode não perceber um detalhe específico (às vezes, minúsculo), mas ele perceberá quando o detalhe não estiver lá. Isso significa que eles precisam ser criados com habilidade, criatividade e, igualmente importante, gestão profissional de projetos. Os gerentes de projeto do departamento *Imagineering* da Disney trabalham com tecnologias interativas, funcionários do parque, magos em efeitos especiais, *designers* digitais e outros para criar uma experiência interativa com os convidados. Embora muitos dos projetos sejam de natureza técnica, os gerentes de projeto trabalham com ampla variedade de disciplinas diferentes, da construção ao marketing.

David Van Wyk é vice-presidente de gestão de projetos da Walt Disney Imagineering e entende plenamente a importância da gestão efetiva de projetos. *"Sem isso*", diz, *"como poderemos ser relevantes amanhã como somos hoje? Como poderemos atender e exceder às expectativas dos convidados em um mundo mutante? Temos algo entre 140 e 150 conjuntos de habilidades diferentes em* Imagineering, *incluindo engenheiros, pessoal criativo, artistas, arquitetos, contadores, redatores, especialistas temáticos e de novas mídias e muito mais. Uma cultura de coordenação interdisciplinar com* stakeholders *diversos visa interagir e socializar para entender questões e problemas. Desenvolvemos e trabalhamos em uma cultura colaborativa. Não temos uma cultura 'isso não foi inventado aqui'."* O grupo *Imagineering* é muito consciente das implicações da Curva de MacLeamy (veja mais adiante), que destaca a ideia de que o custo aumenta enquanto a habilidade de mudança diminui ao longo da vida de um projeto. Assim, é importante resolver os problemas cedo no processo de projeto, quando é mais econômico fazer mudanças, especialmente as que envolvem equipamentos. É por isso que, diz David Van Wyk, *"procuramos incorporar mais revisão dos colegas antes do processo de projeto de engenharia. Também procuramos pontualidade na entrega, fazendo certo antes de apresentá-lo ao público, com forte início, forte final e alocação cuidadosa dos recursos"*. Tudo isso torna importante desenvolver relacionamentos excelentes com parceiros e assegurar que eles e os *stakeholders* atendam plenamente aos objetivos de previsibilidade, colaboração, coordenação impecável, tomada de decisão rápida, qualidade coletiva e entrega na hora exata.

O QUE É GESTÃO DE PROJETOS?

Primeiro, o que é um projeto? Projeto é um conjunto de atividades que tem ponto de partida e estado final definidos, que persegue uma meta definida e usa um conjunto definido de recursos. Tecnicamente,

muitas iniciativas de administração da produção de pequena escala, que demoram minutos ou horas, conformam-se a essa definição de um projeto. Entretanto, neste capítulo examinaremos a gestão de projetos de larga escala que demoram dias, meses ou anos. Embora todos os projetos tenham um objetivo definido, alguns deles serão parte de um propósito maior. Assim, o melhoramento da maioria das operações (mesmo o melhoramento contínuo) pode ser visto como uma série de "miniprojetos" sobrepostos que contribuem de forma cumulativa para um esforço de desenvolvimento sem fim. Do mesmo modo, os projetos de mudança organizacional geralmente contribuem para uma finalidade maior. Os projetos de pesquisa e desenvolvimento às vezes têm uma aplicação ou um produto específico em mente, mas muitas vezes, se a pesquisa for mais "fundamental", não os terá. Os projetos de bens de capital e infraestrutura, como novos prédios, vias férreas, estádios esportivos e aeroportos, contribuem para uma finalidade social maior (como "melhorar as comunicações"), mas podem ser tão grandes que parecem estar sozinhos. Em contrapartida, alguns projetos são relativamente autônomos no sentido de que possuem uma finalidade "única". Estes são, muitas vezes, projetos que estão focados na entrega de um evento específico, como as Olimpíadas ou uma Copa do Mundo de futebol. Naturalmente, esses tipos de projetos se baseiam em outros projetos, como bens de capital e infraestrutura, e mudanças organizacionais.

O que os projetos têm em comum?

Embora os projetos variem bastante, todos eles compartilham diversos elementos comuns. Todos os projetos são focados na missão – isto é, eles se dedicam a alcançar um objetivo específico que deve ser entregue dentro de um prazo estabelecido, de acordo com determinadas especificações, usando um grupo definido de recursos. A consequência disso é que os resultados do projeto são únicos ou, pelo menos, altamente específicos, envolvem muitas tarefas não rotineiras e complexas e, portanto, enfrentam níveis relativamente altos de risco e incerteza quando comparados com operações de maior volume e menor variedade. E são esses recursos que talvez expliquem por que tantos projetos falham de alguma maneira, com especificações alteradas (qualidade), grandes atrasos (*timing*), escalada de custos (custos) e grandes disputas entre as principais partes interessadas sejam comuns. No entanto, não é apenas a complexidade inata dos projetos que leva a muitas falhas, mas também a falta de gestão eficaz desses projetos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Primeira viagem do *Vasa*[2]

Não pense que os projetos que saem errado são um fenômeno recente! As mudanças na especificação do projeto, a má comunicação, os atrasos na programação e a pura má sorte não são novidade e sempre conseguiram afundar os projetos mais importantes. Em 1628, o *Vasa*, o mais magnífico navio de guerra já construído para a Marinha real sueca, foi lançado na frente de uma multidão entusiasmada. Navegou menos de alguns milhares de metros durante sua viagem inaugural nas águas do porto de Estocolmo quando, de repente, depois que uma saudação de canhão na celebração, o Vasa tombou e, quando a água brotou através dos portões dos canhões, desapareceu da superfície matando 53 dos 150 passageiros a bordo. Os oficiais chocados ficaram questionando como tal desastre poderia ter acontecido.

No entanto, como um projeto, a história do Vasa apresentou muitos dos sinais de falha em potencial. Quando a construção começou em 1625, o Vasa foi projetado como um pequeno navio de guerra tradicional, semelhante a muitos outros construídos anteriormente pelo experiente construtor de navios Henrik Hybertsson. Logo depois, o rei sueco Gustav II Adolphus, naquela época lutando contra a marinha polonesa no Mar Báltico, começou a encomendar uma série de mudanças na forma e tamanho do navio de guerra, tornando seu *design* muito mais longo e maior do que o previsto originalmente. Além disso, seus espiões o informaram que os dinamarqueses começaram a construir navios de guerra com dois *decks* de canhões, em vez do *deck* único habitual. Isso daria aos dinamarqueses uma grande vantagem em termos de poder de fogo superior a uma distância mais longa. Do fronte de batalha, o rei enviou seu pedido para adicionar um segundo *deck* de canhões ao Vasa. A mensagem causou consternação quando chegou ao construtor naval, vários meses depois, mas ele tentou realizar a mudança, mesmo causando retrabalhos e mudanças complexas, já que ninguém jamais havia visto ou iniciado um projeto tão revolucionário antes. Houve ainda mais pressão no projeto quando uma tempestade catastrófica no Mar Báltico destruiu 10 dos navios do rei, tornando a encomenda do Vasa ainda mais urgente. Então, como um desfecho de má sorte (especialmente para ele), o construtor de navios, Hybertsson, morreu. No entanto, logo antes da conclusão do navio, um representante da Marinha, o Almirante Fleming, realizou um teste de estabilidade para avaliar a navegabilidade do navio. Não obstante os fortes sinais de instabilidade durante o teste, o Vasa foi lançado em sua viagem inaugural – com resultados desastrosos para o rei, para a Marinha sueca e para os passageiros do navio.

O que é gestão de projetos?

A gestão de projetos é a atividade de definir, planejar e controlar, e aprender a partir de projetos de qualquer tipo. Indo além desta perspectiva do ciclo de vida, a gestão de projetos também está preocupada com o equilíbrio efetivo dos objetivos de qualidade/entregáveis, tempo e custo dentro do chamado "triângulo de ferro". Finalmente, de um ponto de vista organizacional, a gestão de projetos envolve a administração desses ciclos de vida e objetivos de desempenho em múltiplas funções dentro de uma organização. A atividade de gestão de projetos é muito ampla na medida em que poderia abranger quase todas as tarefas de administração da produção descritas neste livro. Em parte devido a isso, ela poderia ter sido tratada em praticamente qualquer lugar dentro de estrutura de direção, projeto, entrega e desenvolvimento do livro. Optamos por colocá-la no contexto do desenvolvimento da produção porque a maioria dos projetos em que os gerentes se comprometem são essencialmente projetos de melhoramento. É claro que muitos projetos são vastas empresas com níveis muito altos de recursos, complexidade e incerteza, que se estenderão ao longo de muitos anos. Olhe ao seu redor para os sucessos (e fracassos) da engenharia civil, empreendimentos sociais, políticos e ambientais para ver a evidência de grandes projetos. Tais projetos exigem gestão profissional, envolvendo *expertise* técnica de alto nível e habilidades gerenciais. Mas isso também acontece com projetos menores, ainda que importantes, que implementam as muitas e contínuas melhorias que determinarão o impacto estratégico do desenvolvimento das operações. É por isso que é igualmente importante adoptar uma abordagem rigorosa e sistemática para o gerenciamento de projetos, independentemente do tamanho e do tipo.

Neste ponto, vale a pena ressaltar a distinção entre "projetos" e "programas". Um programa, como um programa de melhoramento contínuo, não possui um ponto final definido. Pelo contrário, é um

processo contínuo de mudança. Projetos individuais podem ser subsecções individuais de um programa geral, mas a "gestão de programas" irá sobrepor e integrar os projetos individuais. Geralmente, é uma tarefa mais difícil no sentido de que requer coordenação de recursos, particularmente quando vários projetos compartilham recursos comuns.

A fim de coordenar os esforços de muitas pessoas em diferentes partes da organização (e muitas vezes fora dela também), todos os projetos precisam de um gerente de projeto. Muitas das atividades de um gerente de projeto estão relacionadas à gestão de recursos humanos. As pessoas que trabalham na equipe do projeto precisam de uma compreensão clara de seus papéis (geralmente temporários) na organização. O controle de um ambiente de projeto incerto requer a troca rápida de informações relevantes com os *stakeholders* do projeto, tanto dentro como fora da organização. Pessoas, equipamentos e outros recursos devem ser identificados e alocados para as várias tarefas. Realizar essas tarefas com sucesso faz da gestão de um projeto uma atividade particularmente desafiadora na produção. Na última década, houve movimentos significativos para profissionalizar a gestão de projetos. Mais daqueles que lideram projetos possuem qualificações profissionais e muitas organizações agora tratam a atividade como uma função crítica para o sucesso.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

Interrompendo o crescimento da malária[3]

No ano 2000, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu um objetivo desafiador: interromper o crescimento da malária. Na época, havia uma estimativa de 300-500 milhões de casos de malária por ano, com 1,1 a 2,7 milhões de óbitos, com a maior proporção sendo de crianças com menos de 5 anos de idade. A OMS enfrentou um clima, na gestão desse projeto, extremamente complexo, com importantes impedimentos políticos, econômicos, climáticos e culturais para o sucesso. No entanto, até 2013 o número relatado de casos de malária caiu para 198 milhões e o número de mortes caiu para 580 mil. No centro de seu sucesso, havia uma visão clara e primordial que foi "comprada" pelo conjunto diversificado de *stakeholders* do projeto. Com base nisso, a OMS passou muito tempo estudando o ambiente do projeto – os fatores internos e externos que poderiam influenciar o sucesso ou o fracasso de seus vários projetos de combate à malária em todo o mundo. Também comprometeu recursos significativos para definição, escopo e planejamento objetivos de seus projetos. Finalmente, na execução tecnológica de diferentes projetos relacionados à malária, focados tanto na prevenção de incidência da malária quanto na cura dos infectados, a OMS e seus parceiros dependeram fortemente do monitoramento cuidadoso dos projetos, dos marcos e do envolvimento contínuo dos *stakeholders* para garantir que ela estava no caminho certo. A luta contra a malária está longe de terminar, mas pelo menos essa doença evitável e curável está em declínio.

Diferenciação entre projetos

A gestão de qualquer projeto deve começar pela compreensão de suas características globais. Até agora, mostramos o que os projetos têm em comum – atividades temporárias, com metas específicas e altamente específicas, dentro dos requisitos de tempo, custo e qualidade, envolvendo muitas tarefas não rotineiras e complexas. No entanto, também é fundamental entender as *diferenças* entre os projetos. As

principais coisas para um gerente de projeto considerar são características de volume e variedade, sua escala, sua complexidade, o grau de incerteza no projeto, quanta novidade está envolvida, a natureza da tecnologia (se houver) e o "ritmo" do projeto.

Diferenciando por características de volume e variedade dos projetos

Em um nível simples, podemos usar a matriz "produto-processo", já explorada no Capítulo 6 deste livro, para distinguir entre projetos com base em suas características de volume e de variedade. Isso é mostrado na Figura 19.2. Logicamente, todos os processos do projeto estão, por definição, no canto superior esquerdo da matriz. Mas, dentro desse extremo da "diagonal natural", os projetos variam. Na parte superior esquerda da matriz estão os projetos que são verdadeiramente de "*primeira vez*", com um grau muito alto de singularidade, um volume de um e variedade infinita. Com menos singularidade, maior volume e menos variedade, projetos "*como antes, mas...*" podem, em muitos aspectos, compartilhar alguns dos atributos de projetos anteriores, mas podem ter novos recursos nos quais os gerentes de projetos têm pouca ou nenhuma experiência anterior para ajudar a orientá-los. Com maior volume (portanto, maior grau de repetição) e menor variedade, os chamados projetos "*rotineiros*" são relativamente rotineiros e previsíveis e, portanto (geralmente), mais simples de gerenciar.

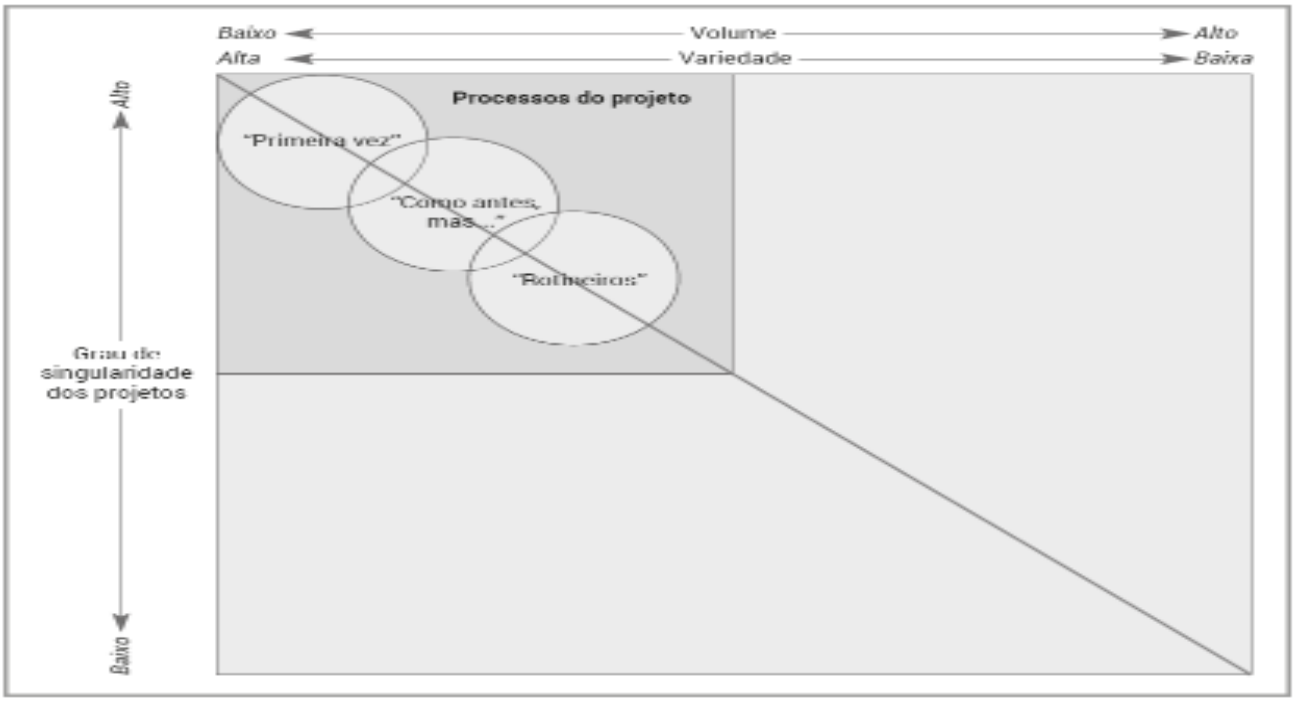


Figura 19.2 Diferenciando projetos com o uso de suas características de volume e variedade.

Diferenciando por características de escala, complexidade e incerteza dos projetos

Uma abordagem alternativa para distinguir entre projetos é considerando sua escala, complexidade e incerteza. Isso é mostrado na Figura 19.3. Por exemplo, um projeto de planejamento de casamento tem (relativamente) baixos níveis de escala, complexidade e incerteza. O efeito é que os desafios na gestão de tal projeto são significativamente diferentes, por exemplo, do desenvolvimento do Airbus A380, que apresenta níveis muito mais elevados de todas as três dimensões. A escala, a complexidade e a incerteza

de tais projetos "inovadores" exigem um planejamento muito mais sofisticado, mais e mais flexíveis recursos e um controle cuidadoso para serem bem-sucedidos.

Princípio de administração da produção

A dificuldade para gerenciar um projeto é função de sua escala, complexidade e incerteza.

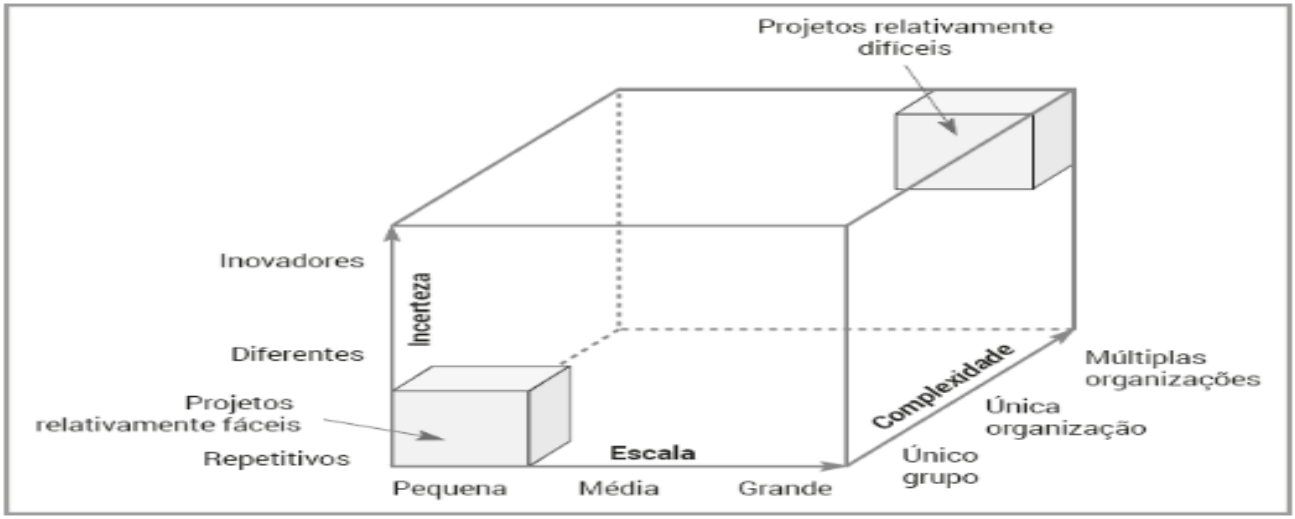


Figura 19.3 Diferenciando projetos por escala, complexidade e incerteza.

Diferenciando usando novidade, tecnologia, complexidade e ritmo – o modelo de "diamante"

Outra maneira alternativa (e muito útil) de distinguir entre projetos é considerar sua relativa novidade, tecnologia, complexidade e ritmo. Com base no trabalho de Aaron Shenhar e Dov Dvir,[4] a Figura 19.4 ilustra a forma do "diamante", neste caso para o projeto de desenvolvimento do Airbus A380.

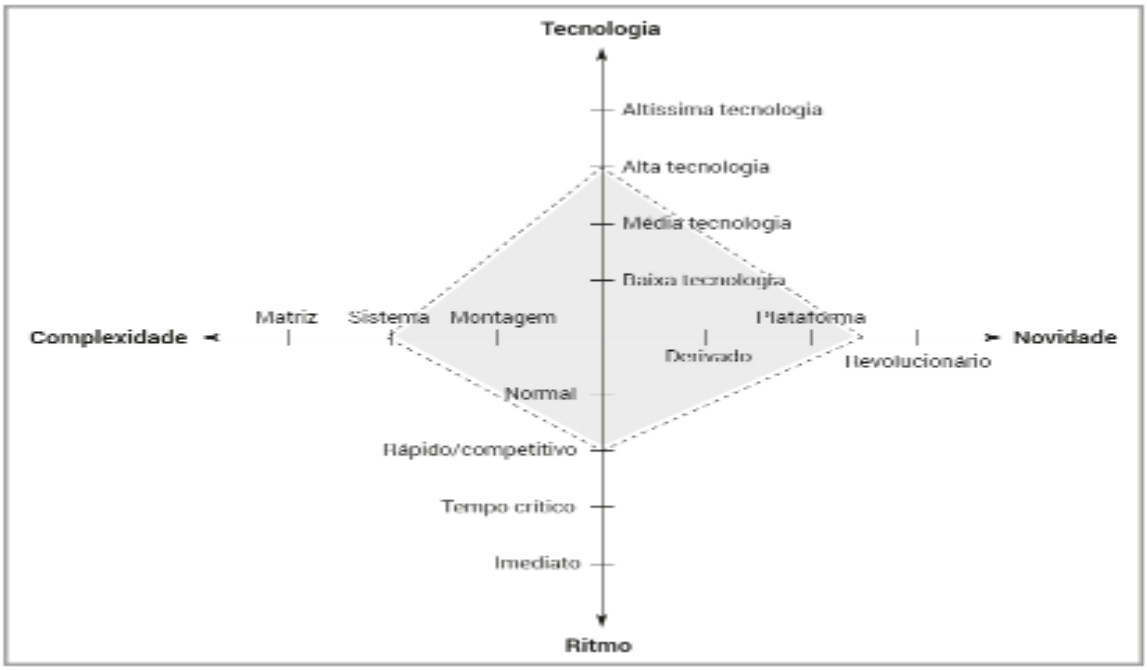


Figura 19.4 Diferenciando projetos por meio do modelo de "diamante".

Fonte: Extraído de *Reinventing Project Management:* The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation, Harvard Business School Press (Shenhar, A.J.; Dvir, D. 2007) Reimpresso com permissão de *Harvard Business Review Press*. Copyright © 2007 by the Harvard Business Publishing Corporation; todos os direitos reservados.

■ *A dimensão da novidade* – está preocupada com o quão novo o resultado do projeto é para os clientes ou usuários (ou seja, o mercado). A Tabela 19.1 mostra os três níveis de novidade – derivado, plataforma e revolucionário – com exemplos de cada tipo.

■ *A dimensão da tecnologia* – está preocupada com a quantidade de tecnologia nova que está sendo usada dentro do projeto. Os projetos de baixa tecnologia quase não possuem tecnologia nova, então os *designs* podem ser "congelados" (isto é, fixados) no início do projeto. Os projetos de média tecnologia geralmente envolvem a integração de uma única tecnologia nova, por exemplo, a melhoria de um produto existente. Isso permite o congelamento inicial do projeto, mas alguns testes, avaliações e correções podem ser necessários à medida que o projeto avança. Os projetos de alta tecnologia envolvem a integração de várias novas tecnologias e, portanto, devem ser flexíveis por um longo período de tempo, a fim de permitir a integração e otimização. Finalmente, projetos de altíssima tecnologia envolvem a integração de várias tecnologias inexistentes. Isso exige períodos prolongados para desenvolver e testar novas tecnologias, portanto, o congelamento do *design* geralmente ocorre bem mais tarde no projeto.

Tabela 19.1 Os três níveis de novidade do projeto

Nível de novidade do projeto	Definição	Exemplos
Projeto derivado	Estender ou aprimorar produtos ou serviços já existentes	Desenvolver uma nova versão de um *laptop* Atualizar uma linha de produção
Projeto de plataforma	Desenvolver e produzir novas gerações de produtos existentes ou novos tipos de serviços para mercados já existentes	Montar uma nova geração de carro Criar uma nova geração de sistemas móveis
Projeto revolucionário	Introduzir um novo produto, nova ideia ou novo uso de um produto, que os clientes nunca viram antes	Primeira máquina fotocopiadora Primeiro iPod Primeiro pouso na lua

■ *A dimensão da complexidade* – está preocupada com a complexidade do sistema e dos seus subsistemas. No nível mais baixo, existem projetos de "montagem", com componentes autônomos que executam uma função dentro de um sistema maior. Exemplos podem incluir o desenvolvimento de um novo iPod, a criação de um novo módulo de graduação em administração de produção e processos, ou a inclusão de uma nova peça em um teatro. Os projetos do "sistema" envolvem uma coleção de elementos e subelementos interativos. Alguns exemplos são o desenvolvimento de uma nova aeronave, a construção de uma nova instalação de P&D ou o desenvolvimento de um novo programa de educação pós-experiência dentro de uma universidade. Embora os subelementos do projeto tenham um objetivo comum, a complexidade adicionada cria problemas de coordenação e integração significativamente maiores. Finalmente, os projetos de "matriz" são "sistemas de sistemas", com cada sistema com uma função independente, mas cada um com um objetivo comum. O projeto do Terminal 5 de Heathrow, com seus 16

projetos principais e 147 subprojetos, é um bom exemplo de um projeto de matriz. Outro é o projeto de desvio de água do Sul para o Norte na China, um megaprojeto de infraestrutura de várias décadas, que deverá ser concluído em 2050, ao custo de US$ 62 bilhões.

■ *A dimensão do ritmo* – está preocupada com a criticidade do cronograma do projeto. O ritmo não trata simplesmente da velocidade – alguns projetos têm urgência, mas duram por muitos anos, outros não são urgentes, mas duram poucas semanas. Por exemplo, em maio de 1961, o presidente John F. Kennedy pronunciou um discurso no Congresso dos EUA, no qual afirmou: "*Eu acredito que essa nação deve comprometer-se a atingir o objetivo, antes do final desta década, de levar um homem à Lua e retorná-lo com segurança para a Terra*." Ao fazer isso, o presidente estabeleceu um período de tempo que deveria ser crítico para as ambições do projeto de pouso na Lua. Alguns projetos têm um ritmo normal, na medida em que não são críticos em relação ao tempo. Muitas obras públicas e projetos internos se encaixam nesta categoria. Outros são rápidos/competitivos, no sentido de que a conclusão em tempo é importante para vantagem competitiva e liderança. Muitos projetos relacionados a negócios, como novos lançamentos de produtos/serviços e desenvolvimento de novas capacidades em face do crescimento do mercado, se encaixam nesta categoria. Os projetos de tempo crítico têm uma janela de oportunidade específica e os atrasos significam falha do projeto. O lançamento de uma nave espacial ou as Olimpíadas são exemplos desse tipo de projeto. Finalmente, os projetos imediatos têm a maior urgência e muitas vezes ocorrem através de crises como a guerra, a resposta a desastres naturais e a resposta rápida às surpresas nos negócios.

COMO OS PROJETOS SÃO PLANEJADOS?

A Figura 19.5 mostra os estágios da gestão de projetos:

Estágio 1	Entendimento do ambiente do projeto – fatores internos e externos que podem influenciá-lo.
Estágio 2	Definição do projeto – estabelecimento dos objetivos, do escopo e da estratégia para o projeto.
Estágio 3	Planejamento do projeto – decisão de como o projeto será executado.
Estágio 4	Execução técnica – desempenho dos aspectos técnicos do projeto.
Estágio 5	Controle do projeto – garantia de que o projeto está sendo executado de acordo com os planos.

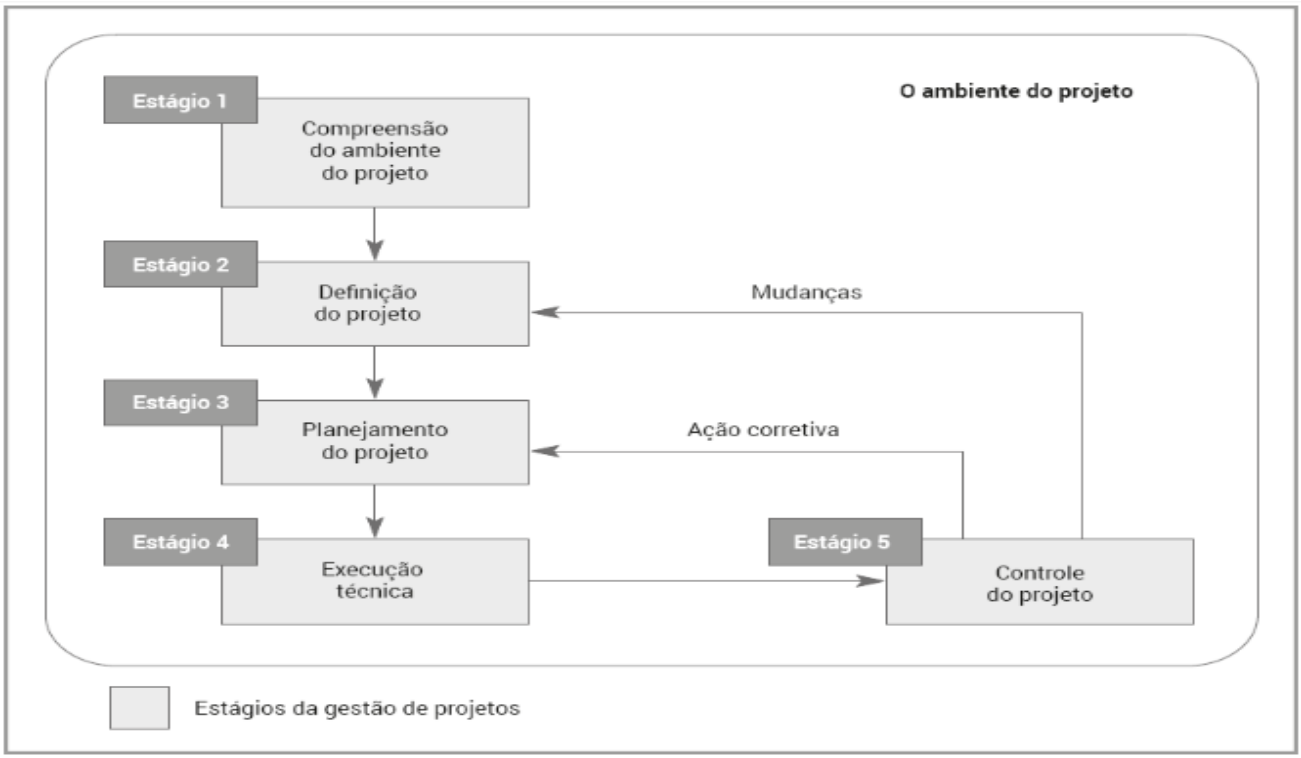


Figura 19.5 Modelo de gerenciamento de projeto.

Examinaremos os três primeiros estágios nesta seção, pois relacionam-se de forma geral às atividades que os gerentes de projeto executam antecipadamente no projeto. O estágio 4, a execução técnica do projeto, é determinado pelas tecnicidades específicas do projeto em particular, de modo que não o examinaremos neste livro. O estágio 5 focaliza o controle contínuo dos projetos, uma vez em andamento, de modo que lidamos com isso na próxima seção. Entretanto, é importante entender que os estágios não são uma simples cadeia sequencial de etapas. A gestão de projetos é um processo essencialmente *iterativo*. Os problemas ou mudanças que se tornam evidentes no estágio de controle podem requerer replanejamento e até causar modificações na definição original do projeto.

Estágio 1 – Entendimento do ambiente do projeto

O ambiente do projeto compreende todos os fatores que podem afetar o projeto durante sua vida. Ele determina o contexto e as circunstâncias nas quais o projeto é executado. Entender o ambiente do projeto é importante porque ele afeta a forma como o projeto precisará ser gerenciado (igualmente importante) e os possíveis perigos que podem levá-lo ao fracasso. Os fatores ambientais podem ser considerados sob os quatro seguintes títulos:

- *Ambiente geossocial* – fatores geográficos, climáticos e culturais que podem afetar o projeto.
- *Ambiente político-econômico* – fatores econômicos, governamentais e regulatórios em torno dos quais o projeto ocorre.
- *Ambiente empresarial* – fatores industriais, competitivos, de rede de suprimento e sobre a expectativa dos clientes que moldam os prováveis objetivos do projeto.
- *Ambiente interno* – a estratégia e a cultura da própria empresa ou do grupo, a disponibilidade de recursos e a interação com outros projetos que influenciarão determinado projeto.

O papel dos stakeholders nos projetos

Uma forma de operacionalizar a importância de entender o ambiente de um projeto é considerar os vários *stakeholders* (também chamados "agentes", "grupos de interesse" ou "partes interessadas") que possuem algum tipo de interesse no projeto. Os *stakeholders* do projeto são indivíduos, grupos ou entidades que têm interesse no processo ou no resultado do projeto. Em outras palavras, eles afetam ou são afetados pelo projeto. Os *stakeholders* internos incluem o cliente, o patrocinador do projeto, a equipe de projeto, gerentes funcionais, contratados e apoio do projeto. Os *stakeholders* externos (ou seja, aqueles fora do projeto, e não fora da organização) incluem usuários finais, fornecedores, concorrentes, grupos de *lobby*, acionistas, agências do governo e funcionários.

Todos os projetos possuem *stakeholders*, e projetos complexos possuem vários. Provavelmente, eles têm visões diferentes a respeito dos objetivos do projeto que podem conflitar entre si. No mínimo, *stakeholders* diferentes darão ênfase a diferentes aspectos do projeto. Assim, do ponto de vista ético, não apenas é importante incluir o maior número possível de pessoas no projeto desde o estágio inicial, como também será útil para a prevenção de objeções e problemas em estágios mais avançados do projeto. Além disso, pode haver benefícios diretos significativos em adotar uma abordagem que leve os *stakeholders* em consideração. Os gerentes de projetos podem usar suas opiniões influentes para moldar o projeto em um estágio inicial. Isso torna mais provável que eles venham a apoiar o projeto, assim como podem ajudar a aprimorar a qualidade do projeto. Comunicar-se com os *stakeholders* nos estágios iniciais de maneira frequente pode assegurar que eles entendam inteiramente o projeto e seus benefícios potenciais. O apoio de *stakeholders* pode ainda ajudar a captar mais recursos, aumentando as chances de projetos bem-sucedidos. Talvez o mais importante seja que, com isso, pode-se antecipar a reação de um *stakeholder* a vários aspectos do projeto e planejar as ações que possam prevenir oposição e obter o apoio.

Princípio de administração da produção
Todos os projetos têm *stakeholders* com interesses e prioridades diferentes.

Alguns gerentes de projetos (mesmo os relativamente experientes) são relutantes em incluir *stakeholders* no processo de gestão do projeto, preferindo "gerenciá-los a distância" em vez de permitir que interfiram no projeto. Outros argumentam que os benefícios da gestão de *stakeholders* são muito grandes para serem ignorados. Muitos dos riscos do envolvimento dos *stakeholders* podem ser minimizados ao enfatizar suas responsabilidades, bem como seus direitos no projeto. Por exemplo, uma empresa de tecnologia de informação (TI) identifica formalmente os direitos e responsabilidades dos *stakeholders* do projeto, como ilustrado na Tabela 19.2.

Princípio de administração da produção
Os *stakeholders* do projeto têm responsabilidades, bem como direitos.

Tabela 19.2 Direitos e responsabilidades dos *stakeholders* em uma empresa de TI

Direitos dos *stakeholders*	Responsabilidades dos *stakeholders* do projeto
1 Esperar que os desenvolvedores aprendam e falem sua língua.	1 Proporcionar recursos (tempo, dinheiro etc.) para a equipe de projeto.
2 Esperar que os desenvolvedores identifiquem e entendam seus requisitos.	2 Explicar aos desenvolvedores sobre seu negócio.
3 Receber explicações sobre os artefatos que os desenvolvedores usam como parte do trabalho junto aos *stakeholders* do projeto, tais como os modelos criados em conjunto (por exemplo, histórias do usuário ou protótipos essenciais da interface com o usuário) ou os artefatos apresentados a eles (por exemplo, diagramas UML de implantação).	3 Dedicar tempo para fornecer e esclarecer os requisitos.
4 Esperar que os desenvolvedores os tratem com respeito.	4 Ser específico e preciso sobre os requisitos.
5 Ouvir ideias e alternativas para atendimento dos requisitos.	5 Tomar as decisões em tempo.
6 Descrever as características que facilitem o uso do produto.	6 Respeitar a avaliação do desenvolvedor sobre custo e viabilidade.
7 Apresentar oportunidades para ajustar os requisitos, de modo a permitir o reuso, reduzir o tempo de desenvolvimento ou reduzir os custos de desenvolvimento.	7 Estabelecer prioridades para os requisitos.
8 Receber estimativas realistas.	8 Analisar e dar *feedback* em tempo, a respeito dos artefatos de trabalho dos desenvolvedores.
9 Receber um sistema que atenda às necessidades funcionais e de qualidade.	9 Comunicar prontamente mudanças nos requisitos.
	10 Possuir os processos de *software* da organização: tanto para acompanhá-los como para ajudar ativamente a corrigi-los quando necessário.

Gerenciamento de stakeholders

O gerenciamento de *stakeholders* pode ser uma tarefa sutil e delicada, requerendo habilidades sociais e, às vezes, políticas significativas. Mas ele está baseado em três atividades básicas: identificar *stakeholders*, determinar a natureza dos diferentes *stakeholders* e priorizar e gerenciar o grupo de *stakeholders*.

Identificando *stakeholders*

Pense em todas as pessoas que são afetadas por seu trabalho, que exercem influência ou poder sobre ele ou têm algum interesse em um resultado bem-sucedido ou não. Embora os *stakeholders* possam ser tanto organizações como pessoas, no final você terá que lidar com pessoas; portanto, assegure-se de identificar os principais *stakeholders* dentro de uma organização interessada. Além disso, mesmo que se decida não tentar gerenciar cada *stakeholder* identificado, o processo de mapeamento ainda é útil, pois faz com que aqueles que trabalham em um projeto vejam a variedade de forças competitivas que atuam em muitos projetos complexos.

Determinando a natureza de diferentes *stakeholders*

Uma vez que todos os *stakeholders* foram identificados, é importante entender como é provável que eles se sintam e reajam no projeto e a melhor forma de se comunicar com eles. Um método é posicionar os principais *stakeholders* em relação à sua "energia" positiva e negativa em relação a um projeto (também chamado de nível de sinergia e antagonismo), a fim de compreender prováveis atitudes e comportamentos em relação aos projetos. A Figura 19.6 ilustra esta perspectiva "sociodinâmica", iniciada por Jean-Christian Fauvet.[5] Os *zelotes* têm altos níveis de energia positiva em relação ao projeto e quase sempre estão de acordo com o líder do projeto. Muitas vezes, eles não conseguem entender a falta de comprometimento dos outros e, portanto, podem ser difíceis de compromissar. Os *Triângulos Dourados* também têm níveis relativamente altos de energia positiva em relação ao projeto, mas seu ligeiro antagonismo (ou energia negativa) pode ser útil para fornecer uma perspectiva crítica em um projeto e

torna mais fácil para tais *stakeholders* entender qualquer oposição a alguns ou a todos os componentes do projeto. *Indecisos* ("*waverers*") são *stakeholders* que têm um equilíbrio de energia positiva e negativa em relação a um projeto. Embora às vezes sejam consideradas como perdedores de tempo ou hesitantes, suas dúvidas geralmente refletem a "maioria passiva" e podem ser importantes para influenciar outros *stakeholders*.

Os *stakeholders* passivos são aquelas que não possuem fortes atitudes positivas ou negativas em relação ao projeto, mas gostam de ser mantidos informados e ratificar a mudança. Os zelotes muitas vezes não gostam de *stakeholders* passivos por causa de sua falta de "energia", seja positiva ou negativa! *Murmuradores* mantêm baixos níveis de energia positiva em direção a um projeto, mas são mais negativos do que os interessados passivos. Esses *stakeholders* são geralmente mais ativos e muitas vezes podem agir como um alerta precoce das opiniões dos *stakeholders* oponentes. Os *oponentes*, como se poderia esperar, são fortemente opostos ao projeto e procurarão garantir que ele falhe. Ao contrário dos *stakeholders* com níveis mais altos de energia positiva (por exemplo, os zelotes) ou níveis mais baixos de energia negativa (por exemplo, os passivos ou queixosos), as mentes dos *stakeholders* oponentes são muito difíceis de mudar e, portanto, os métodos de superação da oposição são críticos. *Rebeldes* são *stakeholders* que se opõem fervorosamente ao projeto. Eles representam uma pequena minoria de todos os *stakeholders*, mas são extremamente ativos em sua oposição. Finalmente, os *stakeholders* cismáticos são raros, pois possuem níveis muito altos de energia positiva e negativa para um projeto. Um exemplo pode ser um empreendedor que construiu um negócio, mas agora está aposentado e está no conselho de administração. Ele ou ela pode ser fortemente a favor da organização e seus objetivos gerais do projeto, mas acham que as decisões que estão sendo tomadas são completamente erradas (acadêmicos são frequentemente considerados participantes cismáticos nas universidades).

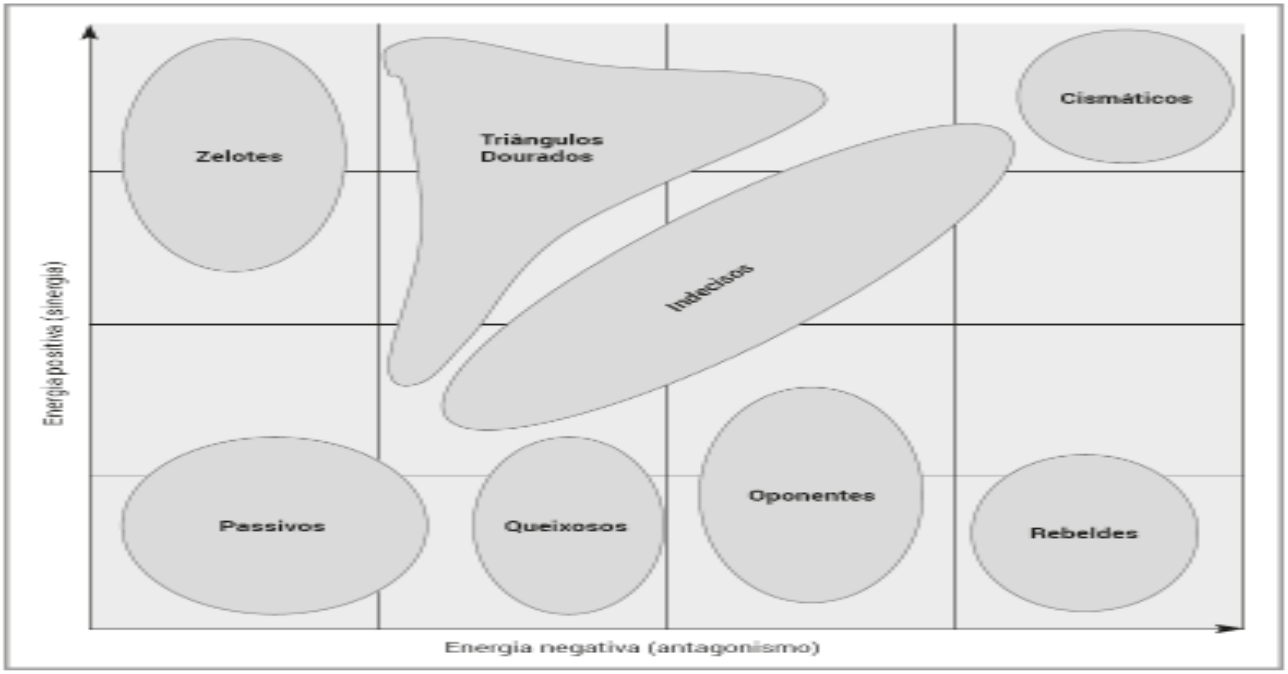


Figura 19.6 Diferentes tipos de *stakeholders* com base na energia positiva ou negativa.

Fonte: Adaptado de D. HERBEMONT, O.; CÉSAR, B. *Managing sensitive projects:* A lateral approach, versão em inglês por CUTRIN, T.; ETCHEBER, P. Routledge, New York.

Priorizando e gerenciando *stakeholders*

Uma vez determinada a natureza dos principais *stakeholders*, em termos de energia positiva e negativa para um projeto, os gerentes devem priorizar os diferentes *stakeholders* e identificar métodos adequados de engajamento destes. Uma abordagem para distinguir diferentes *stakeholders* e, mais importante, como devem ser gerenciados, é distinguir entre seu poder de influenciar o projeto e seu interesse em participar do projeto. Os *stakeholders* que têm o poder de exercer influência sobre o projeto nunca devem ser ignorados. No mínimo, a natureza de seu interesse e de sua motivação deve ser entendida. Mas nem todos os *stakeholders* que têm o poder de exercer influência sobre um projeto estarão interessados em usar essa influência, nem todos os interessados em influenciar o projeto têm poder para isso. A matriz poder-interesse ilustrada na Figura 19.7 classifica os *stakeholders* simplesmente em termos dessas duas dimensões. Embora haja graduações entre elas, as duas dimensões são úteis para dar uma indicação de como os *stakeholders* podem ser gerenciados em termos de quatro categorias.

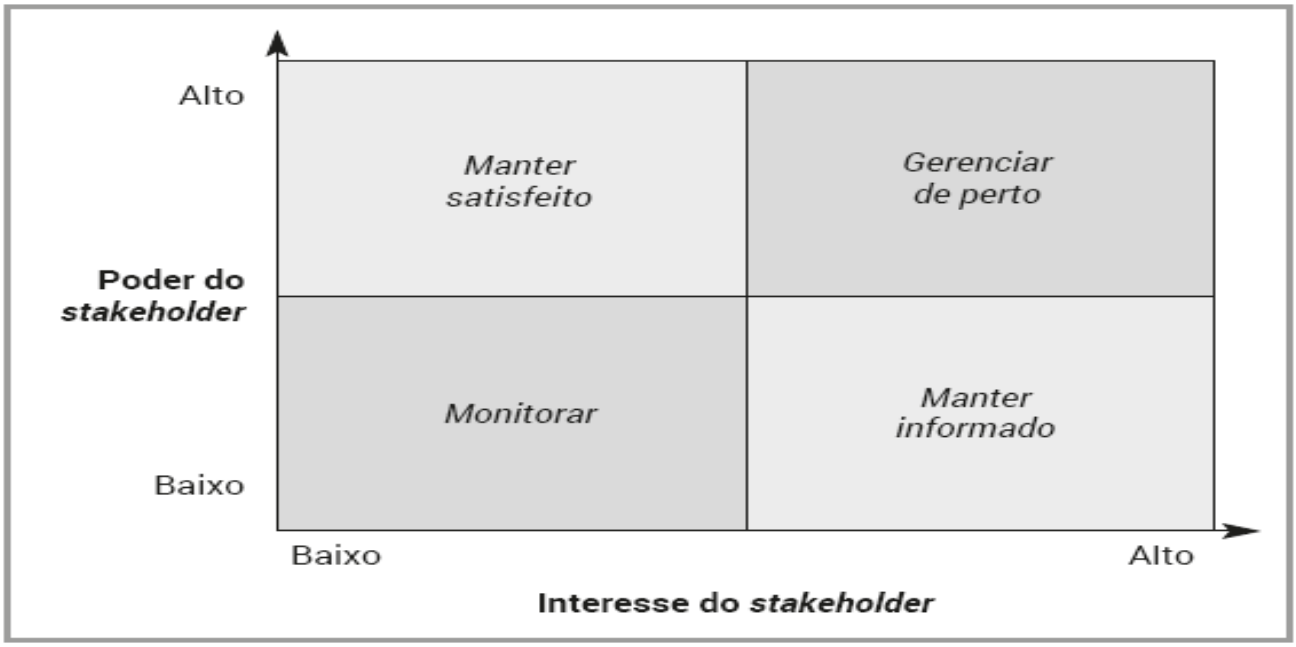


Figura 19.7 Grade de poder-interesse do *stakeholder*.

Grupos de alto interesse e alto poder precisam estar totalmente engajados, com os maiores esforços despendidos para satisfazê-los. Grupos de alto poder e menor interesse exigem algum esforço suficiente para mantê-los satisfeitos, mas não muito esforço, caso contrário, podem ficar entediados ou irritados com a mensagem. Grupos de baixo poder e alto interesse precisam ser mantidos adequadamente informados, com verificações para assegurar que nenhuma questão maior esteja sendo levantada; esses grupos podem ser muito úteis no detalhamento do projeto. Grupos de baixo poder e baixo interesse necessitam de monitoramento, sem excessiva comunicação. Algumas questões-chave que podem ajudar a entender os *stakeholders* de alta prioridade incluem as seguintes:

- Que interesse financeiro ou emocional possuem no resultado do projeto? É positivo ou negativo?
- O que os motiva acima de tudo?
- De que informações necessitam?

■ Qual a melhor forma de comunicar-se com eles?
■ Qual a opinião atual sobre o projeto?
■ Quem influencia suas opiniões? Esses influenciadores podem também se tornar *stakeholders* importantes, por direito próprio?
■ Se não forem provavelmente positivos, o que poderá atraí-los a apoiar o projeto?
■ Se não for possível atraí-los para o projeto, como será possível administrar sua oposição?

Princípio de administração da produção
Grupos diferentes de *stakeholders* precisam ser gerenciados de forma diferente.

Estágio 2 – Definição do projeto

Antes de iniciar uma tarefa completa de planejamento e execução de um projeto, é necessário ser o mais claro possível sobre o que é o projeto – sua definição. Isso não é sempre fácil de entender, especialmente em projetos com muitos *stakeholders*. Três elementos diferentes definem um projeto:
■ *seus objetivos*: o estado final que o gerenciamento do projeto está tentando atingir;
■ *seu escopo*: a exata faixa de responsabilidades assumidas pela gestão do projeto;
■ *sua estratégia*: como a gestão do projeto irá atingir seus objetivos.

Objetivos do projeto

Os objetivos ajudam a fornecer uma definição do ponto final que pode ser usado para monitorar o progresso e identificar quando o sucesso é atingido. Podem ser julgados em termos de cinco objetivos de desempenho – qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Entretanto, a flexibilidade é vista como um item "dado" na maioria dos projetos que, por definição, até certo ponto, é isolado, e velocidade e confiabilidade estão compreendidas em um objetivo composto – tempo. Isso resulta no que é conhecido como o "triângulo de ferro da gestão de projetos" – custo, tempo e qualidade. A Figura 19.8 mostra o "triângulo dos objetivos do projeto" com esses três tipos de projetos marcados.

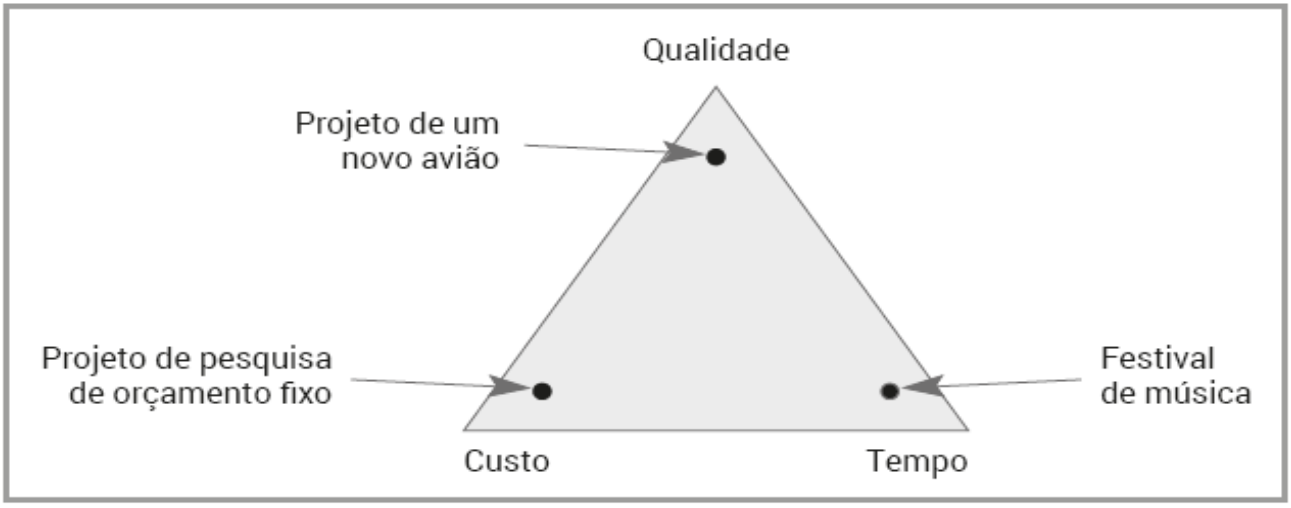


Figura 19.8 Triângulo dos objetivos do projeto.

A importância relativa de cada objetivo irá variar para diferentes projetos. Alguns projetos aeroespaciais, como o desenvolvimento de um novo avião, que tem impacto sobre a segurança dos passageiros, colocará muita ênfase nos objetivos de qualidade. Com outros projetos, por exemplo, um projeto de pesquisa financiado por verba governamental, os custos podem ser predominantes. Outros projetos enfatizam tempo, por exemplo, a organização de um festival de música ao ar livre, que precisa ocorrer em uma data específica para que o projeto cumpra seus objetivos. Em cada um desses projetos, embora um objetivo possa ser particularmente importante, os outros nunca podem ser totalmente esquecidos.

Bons objetivos são claros, mensuráveis e, de preferência, quantificáveis. Esclarecer objetivos envolve desmembrar os objetivos do projeto em três categorias – o propósito, os resultados finais e os critérios de sucesso. Por exemplo, um projeto que é expresso em termos gerais, como "melhorar o processo orçamentário", poderia ser desmembrado em:

■ *Propósito* – permitir que os orçamentos sejam aprovados e confirmados antes da reunião financeira anual.

■ *Resultado final* – um relatório que identifica as causas de atrasos em orçamento e que recomende novos processos e sistemas orçamentários.

■ *Critérios de sucesso* – o relatório a ser concluído em 30 de junho deve atender a todas as exigências do departamento e possibilitar a entrega confiável e integrada de demonstrativos dos orçamentos aprovados. O custo das recomendações não deve exceder $ 200.000.

Escopo do projeto

O escopo de um projeto identifica seu conteúdo de trabalho e seus produtos ou resultados. É um exercício de demarcação de fronteiras que tenta definir a linha divisória entre o que cada parte do projeto fará e o que não fará. Definir o escopo é crítico, e deixar de definir o escopo de forma adequada ou mudar de escopo constantemente são razões-chave para o fracasso dos projetos. Definir o escopo é particularmente importante quando parte de um projeto está sendo terceirizada. O escopo de um fornecedor de suprimento identificará os limites legais dentro dos quais o projeto será realizado. Às vezes, o escopo do projeto está articulado em uma "especificação de projeto" formal. Essa é a informação escrita, ilustrada e gráfica usada para definir o resultado, os termos e as condições que a acompanha. O escopo do projeto também esboçará os limites ou exclusões do projeto. Isso é muito importante, pois as percepções de sucesso ou fracasso do projeto muitas vezes devem-se à extensão à qual os entregáveis, limites e exclusões foram claramente indicados e compreendidos por todas as partes durante a fase de escopo.

Estratégia do projeto

A terceira parte da definição de um projeto é sua estratégia, que estabelece de modo geral, e não específico, como o projeto irá atender a seus objetivos. Faz isso de duas maneiras: definindo as fases do projeto e estabelecendo marcos e/ou "pontos de controle". Marcos são eventos importantes durante a vida do projeto. Pontos de controle são momentos de decisão que permitem que o projeto siga para a próxima fase. Um ponto de controle geralmente dispara atividades futuras e por isso compromete o projeto em custos adicionais etc. "Marco" é um termo passivo que pode sinalizar a revisão de uma parte

do projeto ou marcar a finalização de um estágio, mas não possui necessariamente significância maior do que a simples medição do cumprimento ou finalização de algo. Nesse estágio, as datas reais de cada marco são necessariamente determinadas. Entretanto, é importante identificar ao menos os marcos e os pontos de controle significativos, seja para definir os limites entre as fases, seja para ajudar na discussão com o cliente do projeto.

Estágio 3 – Planejamento do projeto

Todos os projetos, até mesmo os menores, precisam de algum grau de planejamento. O processo de planejamento atende a quatro propósitos distintos:

- Determina o custo e a duração do projeto. Possibilita a tomada de grandes decisões – como a decisão inicial de seguir em frente com o projeto.
- Determina o nível de recursos que será necessário.
- Ajuda a alocar trabalho e a monitorar o progresso. O planejamento deve incluir a identificação de quem é responsável pelo quê.
- Ajuda a avaliar o impacto de quaisquer mudanças no projeto.

O planejamento não é um processo único. Pode ser repetido várias vezes durante a vida do projeto à medida que as circunstâncias mudam; replanejar não é um sinal de falha do projeto ou de mau gerenciamento. Como já dissemos, os projetos podem e devem ser diferenciados com base em suas características – em nosso caso, examinamos três abordagens alternativas de volume-variedade, incerteza-complexidade-escala e novidade-tecnologia-complexidade-ritmo. E ao gerenciar projetos particularmente difíceis, é normal repetir o planejamento no decorrer do ciclo de vida do projeto. O processo de planejamento do projeto envolve cinco etapas (*veja* a Figura 19.9).

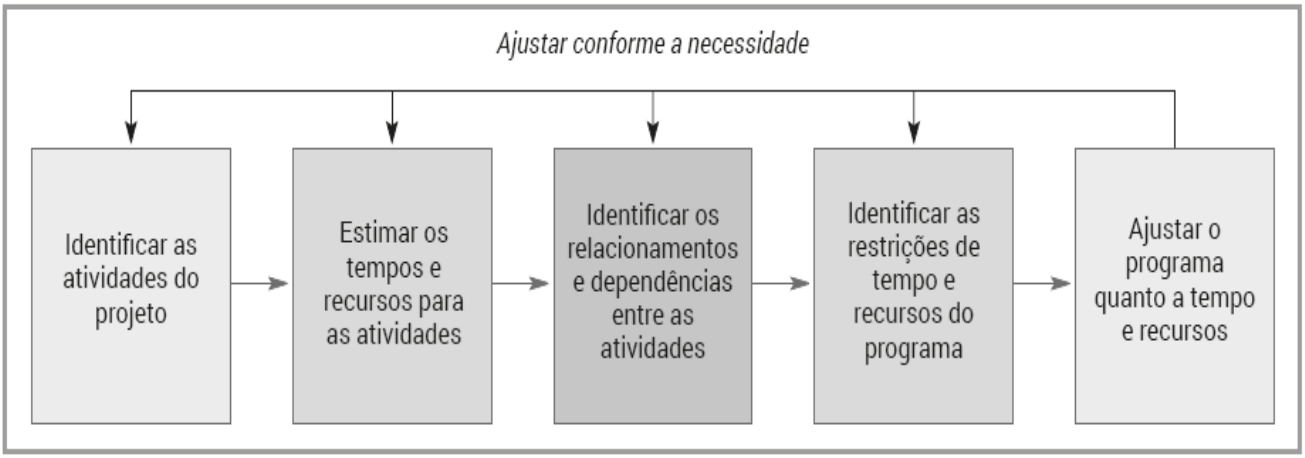


Figura 19.9 Estágios do processo de planejamento.

Identificação das atividades – a estrutura de desmembramento do projeto

A maioria dos projetos é muito complexa para ser planejada e controlada efetivamente, a menos que sejam, primeiramente, desmembrados em partes gerenciáveis. Isso é obtido pela estruturação do projeto em uma "árvore genealógica" que especifica as tarefas e os subprojetos principais. Estes, por sua vez, são

subdivididos em tarefas menores até se identificar uma série de tarefas definidas e gerenciáveis, denominadas "*pacotes de trabalho*". A cada pacote de trabalho são alocados seus próprios objetivos em termos de tempo, custo e qualidade. Normalmente, os pacotes de trabalho não ultrapassam dez dias, devem ser independentes um do outro, devem pertencer a um subentregável e devem ser constantemente monitorados. O resultado disso é denominado "estrutura de desmembramento do trabalho" (WBS – *work breakdown structure*). A WBS traz clareza e definição ao processo de planejamento do projeto. Mostra como "o quebra-cabeça se encaixa". Também fornece uma estrutura para construir as informações para fins de relatório.

Exemplo de projeto

Como um exemplo simples para ilustrar a aplicação de cada estágio do processo de planejamento, vamos examinar o seguinte projeto doméstico. A definição do projeto é:

- *propósito*: servir o café da manhã na cama;
- *resultado final*: café da manhã na cama com ovos quentes, torradas e suco de laranja;
- *critério de sucesso*: o plano usa o mínimo de recursos de pessoal e tempo e produz alta qualidade (ovos recentemente fervidos, torradas quentes etc.);
- *escopo*: o projeto começa na cozinha às 6 h e termina no quarto; precisa de um operador e utensílios normais de cozinha.

A estrutura de desmembramento do trabalho é baseada nessa definição e pode ser construída como mostrado na Figura 19.10.

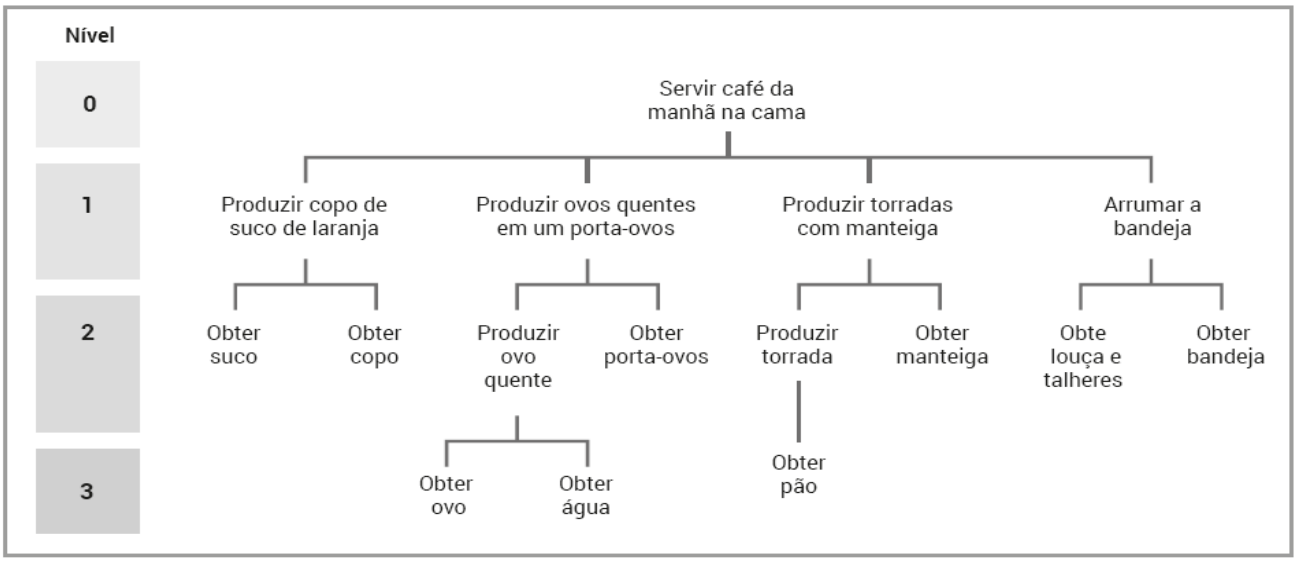


Figura 19.10 Estrutura de desmembramento do trabalho (WBS) para um projeto doméstico simples.

Estimativa de tempo e recursos

O estágio seguinte do planejamento é identificar os requisitos de tempo e recursos dos pacotes de trabalho. Sem uma ideia de quanto durará cada parte de um projeto e do número de recursos que serão necessários, é impossível definir o que deve ocorrer em qualquer momento durante a execução do

projeto. Entretanto, as estimativas são apenas isso – a melhor avaliação feita de forma sistemática, não uma previsão perfeita da realidade. As estimativas podem não ser perfeitas, mas elas devem ser feitas tendo alguma ideia de sua precisão.

Exemplo de projeto

Retornando a nosso exemplo muito simples do projeto "café da manhã na cama", as atividades foram identificadas, e os tempos, estimados, como ilustrado na Tabela 19.3. Embora algumas estimativas possam parecer generosas, elas levam em consideração o momento do dia e o estado do operador.

Estimativas probabilísticas

O nível de incerteza de um projeto relaciona-se fortemente com o nível de confiança que pode ser atribuído a uma estimativa. O impacto da incerteza na estimativa dos tempos leva alguns gerentes de projeto a usar uma curva de probabilidade para descrever a estimativa. Na prática, geralmente se trata de uma distribuição com um viés à direita, como ilustrado na Figura 19.11. Quanto maior o risco, maior a faixa de distribuição. A tendência natural de algumas pessoas é produzir estimativas *otimistas*, mas isso terá probabilidade relativamente baixa de estar correto, porque representa o tempo que seria despendido se *tudo* corresse bem. As estimativas *mais prováveis* têm maior probabilidade de comprovar-se. Finalmente, as estimativas *pessimistas* pressupõem que quase tudo que pode dar errado dará errado. Por causa da natureza enviesada da distribuição, o tempo esperado para a atividade não será o mesmo que o tempo mais provável.

Tabela 19.3 Estimativas de tempo e recursos para o projeto "café da manhã na cama"

Atividade	Esforço (pessoa-min)	Duração (min)
Passar manteiga na torrada	1	1
Encher copo com suco de laranja	1	1
Ferver o ovo	0	4
Fatiar o pão	1	1
Encher a vasilha com água	1	1
Ferver a água	0	3
Tostar o pão	0	2
Levar a bandeja ao quarto	1	1
Buscar bandeja, pratos e talheres	1	1

Princípio de administração da produção

As estimativas de tempo da atividade probabilística facilitam a avaliação de um projeto a ser concluído em tempo.

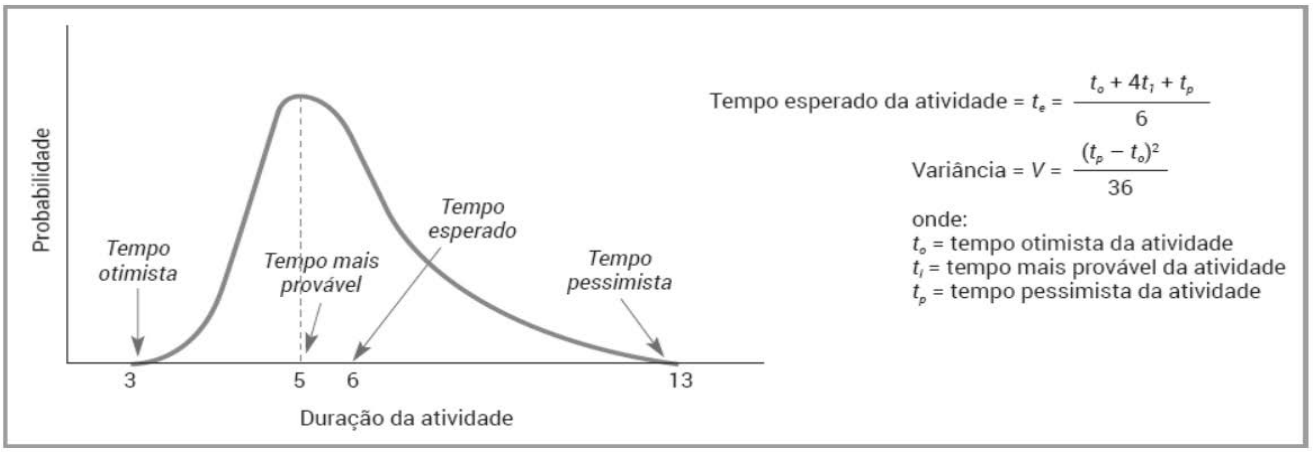


Figura 19.11 Distribuição de probabilidade das estimativas de tempo.

Comentário crítico

Quando gerentes de projeto comentam sobre "estimativas de tempo", estão realmente falando de suposições. Por definição, o planejamento de um projeto ocorre anteriormente ao próprio projeto. Dessa forma, ninguém realmente sabe quanto tempo cada atividade levará. Sem dúvida, algum tipo de conjectura é necessário para fins de planejamento. Entretanto, alguns gerentes de projeto acreditam que muita fé é depositada sobre as estimativas de tempo. Argumentam que a questão realmente importante não é quanto tempo alguma atividade *irá demorar*, mas quanto tempo essa atividade *poderia demorar* sem atrasar todo o projeto. (Trataremos parcialmente dessa questão quando discutirmos mais adiante o conceito de folga.) Além disso, se uma única estimativa mais provável do tempo for difícil de calcular, usar três estimativas, como é feito para estimativas probabilísticas, é meramente superanalisar dados que são, em primeiro lugar, altamente duvidosos.

OPERAÇÕES NA PRÁTICA

O edifício do Parlamento escocês[6]

O edifício do Parlamento escocês, inaugurado em 2004, divide opiniões como poucos outros projetos no mundo. Para alguns, é um golpe de mestre arquitetônico sem paralelo em 100 anos, descrito por um crítico como "*Um coquetel celta-espanhol para estourar as mentes e os orçamentos* [...] *garimpando energicamente um novo filão de Romantismo Nacional, refinado e reinterpretado para o século vinte e um*". Para outros, é um exemplo de estimativa de custo terrível e falta de controle assustadora. A linha de tempo do projeto é uma leitura interessante:

- Julho de 1997: Foi estabelecida uma faixa de orçamento de £ 10–40 milhões.
- Setembro de 1997: As estimativas indicaram algo entre £ 54 e £ 71 milhões.
- Junho de 1998: Cinco arquitetos submeteram propostas variando de £ 58 a £ 90 milhões.
- Julho de 1998: A proposta de Enric Miralles, arquiteto espanhol, foi escolhida a um custo na faixa de £ 50 a £ 55 milhões, não incluindo IVA e custos de aquisição do local.

■ Junho de 1999: O custo de provisão é estimado em £ 109 milhões, incluindo taxas de consultoria, custos da instalação, demolição, IVA, trabalho arqueológico, risco e contingências.
■ Novembro de 2001: As estimativas de custo sobem para £ 241 milhões, devido ao aumento no espaço e mudanças importantes no projeto.
■ Dezembro de 2002: As estimativas de custo sobem para £ 295 milhões devido à maior necessidade de segurança e "despesas extras" no processo de construção.
■ Junho de 2003: As estimativas de custo sobem para £ 374 milhões devido a taxas de consultoria maiores que as esperadas, que agora atingem £ 50 milhões.
■ Fevereiro de 2004: As estimativas de custo sobem para £ 430 milhões devido a problemas na construção.

De certa forma, o Parlamento escocês ainda é uma história de sucesso, com cerca de 400 mil visitantes todos os anos chegando a um prédio que empurrou os limites da arquitetura. No entanto, a partir de uma perspectiva de gestão de projetos, ele deve ser visto como um fracasso. Em última análise, o projeto foi entregue no custo de £ 414,6 milhões, 10 a 40 vezes o orçamento original de £ 10 a £ 40 milhões, e em vez de ser concluído em 2001, não foi aberto antes de 2004. Várias causas foram identificadas para o fracasso do projeto, incluindo: o desenho aprovado foi mais complexo do que o previsto na fase de viabilidade; aumentos nas estimativas de custos de construção, quase metade dos quais foi atribuído a um aumento de 47% na área total do edifício; custos adicionais para paisagismo e trabalho de realinhamento de estradas; mau relatório de custos; e permissão de risco inadequada. No entanto, o projeto do Parlamento escocês não é o único a não conseguir prever com precisão ou gerir os custos de modo eficaz. O Projeto do Estádio de Wembley custou £ 900 milhões em comparação com a previsão original de £ 757 milhões, e foi entregue um ano atrasado, enquanto a Copa do Mundo de 2014, no Brasil, foi originalmente estimada em US$ 2,05 bilhões e teve um custo aproximado final de US$ 4,24 bilhões.

Identificação de relacionamentos e dependências

O terceiro estágio do planejamento é compreender as interações entre diferentes pacotes de trabalho do projeto. Todos os pacotes de trabalho (ou atividades) que são identificados terão algum relacionamento com os demais e dependerão da lógica do projeto. Algumas atividades precisarão, por necessidade, ser executadas em uma ordem particular. Por exemplo, na construção de uma casa, as fundações precisam estar preparadas antes que as paredes sejam construídas, as quais, por sua vez, precisam estar concluídas antes de o telhado ser colocado. Essas atividades têm um relacionamento *dependente* ou *em série*. Outras atividades não têm esse tipo de dependência das demais. O jardim localizado no quintal da casa provavelmente poderia ser preparado, independentemente de a garagem estar pronta. Essas duas atividades têm relacionamento *independente* ou *paralelo*.

O planejamento do projeto é grandemente auxiliado pelo uso de técnicas que ajudam a lidar com a complexidade de tempo, recurso e relacionamento. A mais simples dessas técnicas é o gráfico de Gantt (ou gráfico de barras), que introduzimos no Capítulo 10. Os gráficos de Gantt são a maneira mais simples de exibir um plano de projeto geral, porque eles têm um excelente impacto visual e são fáceis de entender. Também são úteis para comunicar planos de projetos e *status* para a alta gerência, bem como para o controle de projeto do dia a dia.

Exemplo de projeto

A Tabela 19.3 identificou as atividades para o projeto de preparação do café da manhã. A lista mostra que algumas atividades precisam necessariamente seguir outras. Por exemplo, "ferver o ovo" não pode ser levado avante até que as atividades "encher a panela com água" e "ferver a água" já estejam concluídas. Uma análise lógica posterior das atividades da lista mostra que há duas "cadeias" principais, onde as atividades precisam ser executadas em uma sequência definida:

Fatiar o pão – Tostar o pão – Passar manteiga na torrada
Encher a vasilha com água – Ferver a água – Ferver o ovo

Ambas as sequências precisam estar concluídas antes da atividade "levar a bandeja para o quarto". As atividades restantes ("encher o copo com suco de laranja" e "buscar bandeja, pratos e talheres") podem ser feitas a qualquer momento, desde que sejam concluídas antes de "levar a bandeja para o quarto". Um plano de projeto inicial pode ser como o ilustrado na Figura 19.12. Aqui, as atividades foram representadas como blocos de tempo proporcionais a sua duração estimada. Com isso, podemos ver que o "projeto" pode ser concluído em nove minutos. Algumas das atividades têm tempo extra (chamado de "folga"). A sequência "Encher a panela – Ferver água – Ferver ovo – Quarto" não tem folga e é denominada *caminho crítico* do projeto. Por conseguinte, qualquer atividade que se atrase nessa sequência acarretará atraso de todo o projeto.

Identificação das restrições de programação

Uma vez que as estimativas de tempo e esforço envolvidos em cada atividade tenham sido feitas, e suas dependências, identificadas, é possível comparar os requisitos do projeto com os recursos disponíveis. A natureza finita dos recursos críticos – como habilidades especiais – significa que eles devem ser levados em consideração no processo de planejamento. Isso quase sempre tem o efeito de destacar a necessidade de replanejamento mais detalhado. Há essencialmente duas abordagens fundamentais:

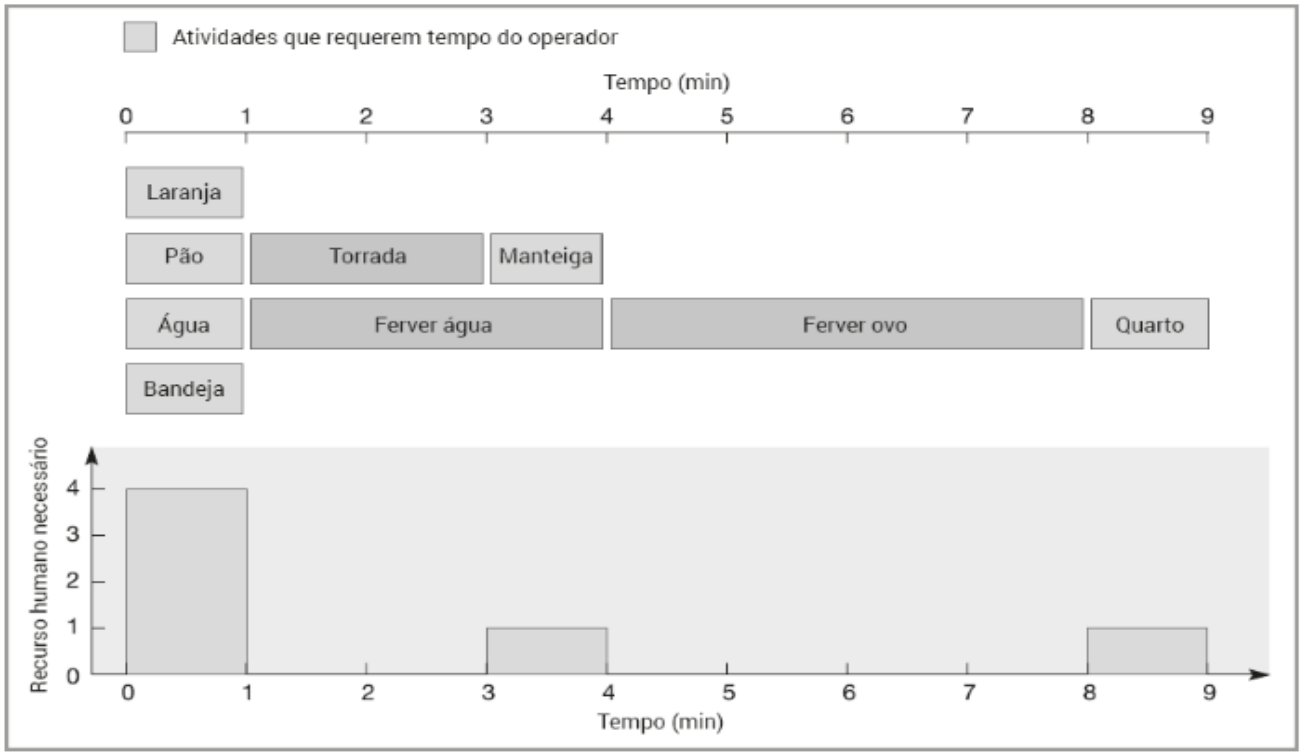


Figura 19.12 Plano de projeto inicial para um projeto simples, com recursos.

■ *Restrição de recursos*. Apenas os níveis de recursos disponíveis são usados na programação de recursos e nunca são excedidos. Como resultado, a finalização do projeto pode deslizar no tempo. Por exemplo, a programação com recursos limitados é usada quando uma empresa de projeto tem suas próprias instalações de montagem e testes altamente especializadas.

■ *Restrição de tempo*. A prioridade dominante é concluir o projeto dentro de determinado prazo. Uma vez que os recursos normalmente disponíveis tenham sido estabelecidos, recursos alternativos ("*threshold*") são programados.

Exemplo de projeto

Retornando ao projeto do café da manhã na cama, podemos agora considerar as implicações de recursos do plano da Figura 19.13. Cada uma das quatro atividades programadas no início (encher o copo com suco, cortar o pão, encher a vasilha e buscar a bandeja) consome recursos. Há claramente um problema de carga de recursos porque a definição do projeto estabelece que há apenas uma pessoa disponível. Entretanto, essa não é uma dificuldade insuperável porque há folga suficiente para mover algumas das atividades. Um plano com recursos nivelados pode ser produzido, o que é mostrado na Figura 19.13. É necessário apenas atrasar a preparação da torrada em um minuto e usar o tempo do processo de tostagem e de fervura da água para encher o copo com suco de laranja e buscar a bandeja.

Ajustamento da programação

Os planejadores de projeto deveriam idealmente ter algumas alternativas para escolher. A que melhor se ajusta ao projeto pode então ser escolhida e desenvolvida. Embora possa ser desafiador examinar diversas alternativas de programação, especialmente em projetos muito grandes ou muito

incertos, pacotes de *software* computadorizados, como Bitrix24, Trello, 2-Plan PMS, Asana, MS Project e Producteev, tornam mais viável a otimização do caminho crítico.

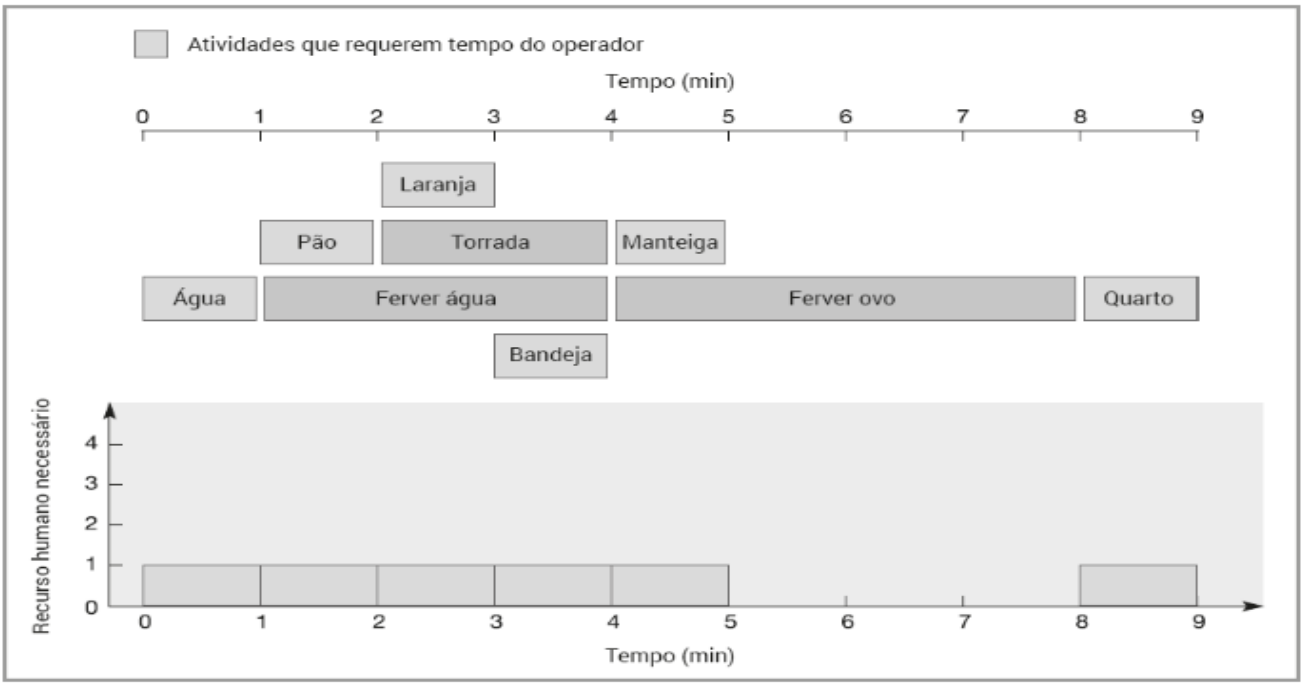


Figura 19.13 Plano revisado com recursos nivelados.

Princípio de administração da produção

Um pré-requisito para o planejamento de projetos é ter algum conhecimento acerca de tempos, recursos e relacionamentos entre atividades.

Exemplo de projeto

Podemos fazer um melhoramento adicional ao plano. Ao examinar novamente a definição do projeto, o critério de sucesso estabelece que o produto deve ser de "alta qualidade". No plano mostrado na Figura 19.13, enquanto o ovo ainda não está pronto, a torrada já pode estar fria. Um plano "otimizado" que proporcionaria torrada quente seria prepará-la durante a atividade de fervura do ovo. Esse plano é mostrado na Figura 19.14.

Análise de rede

À medida que a complexidade de um projeto aumenta, torna-se necessário identificar claramente o relacionamento entre as atividades e mostrar a sequência lógica na qual as atividades devem acontecer. Isso normalmente é feito através do *método do caminho crítico* (CPM – *critical path method*), esclarecendo o relacionamento entre as atividades em forma de diagrama. Embora haja métodos alternativos para executar a análise do caminho crítico, o mais comum (e também aquele usado na maioria dos pacotes de *software* de gestão de projetos) é o método da "atividade no nó" (AoN – *activity on node*). Por exemplo, a Tabela 19.4 mostra as atividades, estimativas de tempo, relações de precedência e recursos necessários (em termos do número de desenvolvedores de TI) para uma fase de um novo sistema de gestão de conhecimento de vendas, que está sendo instalado em uma companhia de seguros. O projeto é feito em cooperação entre o departamento de sistemas de TI da empresa e seu setor de vendas.

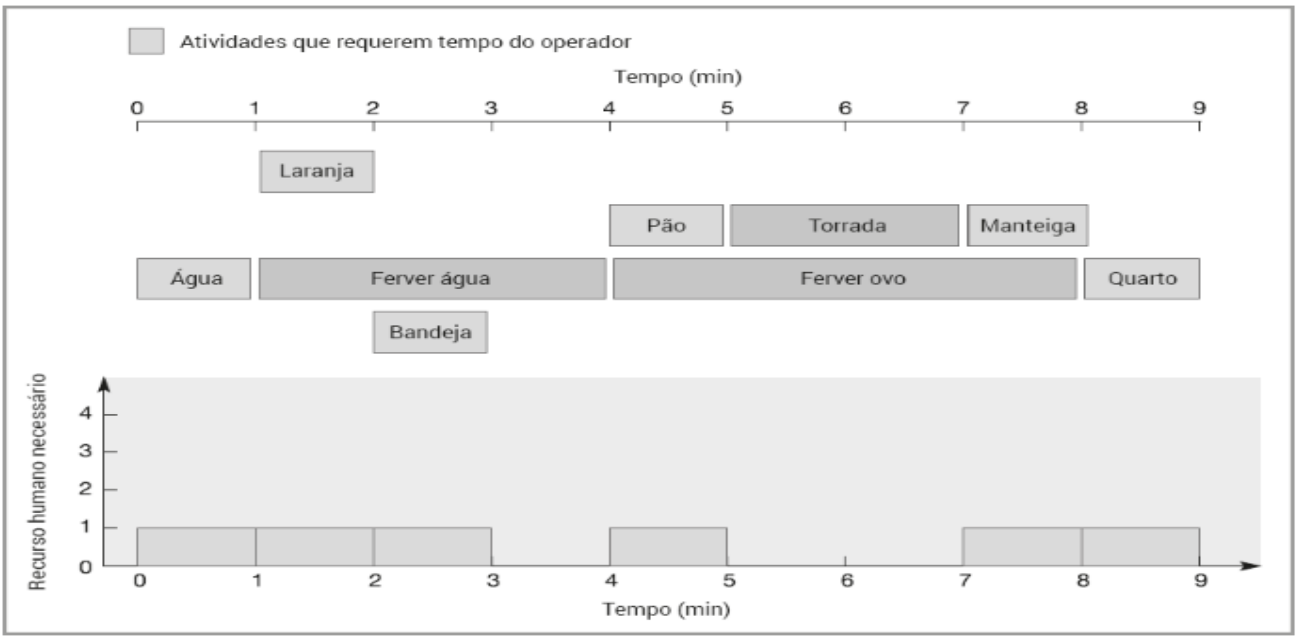


Figura 19.14 Plano revisado com recursos nivelados e torrada quente.

Tabela 19.4 Tempo, recurso e relacionamentos para o projeto de *design* da interface do sistema de vendas

Código	Atividade	Prececessor(es) imediato(s)	Duração (dias)	Recursos (desenvolvedores)
a	Formar e treinar grupo de usuários	Nenhum	10	3
b	Instalar sistemas	Nenhum	17	5
c	Especificar treinamento de vendas	a	5	2
d	Projetar interface da tela inicial	a	5	3
e	Testar interface na área piloto	b, d	25	2
f	Modificar a interface	c, e	15	3

A Figura 19.15 mostra a análise do caminho crítico para o novo sistema de gestão de conhecimento de vendas. Algumas das convenções da representação AoN da rede de projeto merecem explicação. As atividades são desenhadas como caixas, e setas são usadas para definir os relacionamentos entre elas. No centro de cada caixa está a descrição da atividade (neste caso, “Atividade a”, “Atividade b” etc.). Acima da descrição está a duração (D) da atividade (ou pacote de trabalho), o tempo de início mais cedo (EST) e o tempo de término mais cedo (EFT). Abaixo da descrição está o tempo de início mais tarde (LST), o tempo de término mais tarde (LFT) e a “folga” (F) (o número de dias extras que a atividade deverá ocupar sem atrasar o projeto global). O diagrama mostra que existem diversas cadeias de eventos que precisam ser concluídas antes que o projeto possa ser considerado concluído (evento 5). Neste caso, as cadeias de atividades a-c-f, a-d-e-f e b-e-f precisam estar todas concluídas antes que o projeto possa ser considerado concluído. A mais longa (em duração) dessas cadeias de atividades é considerada o “caminho crítico”, pois representa o menor tempo possível que o projeto

poderá ser concluído e, portanto, controla o *timing* do projeto. Neste caso, b-e-f é o caminho mais longo e o menor tempo que o projeto poderá levar para sua conclusão é 57 dias.

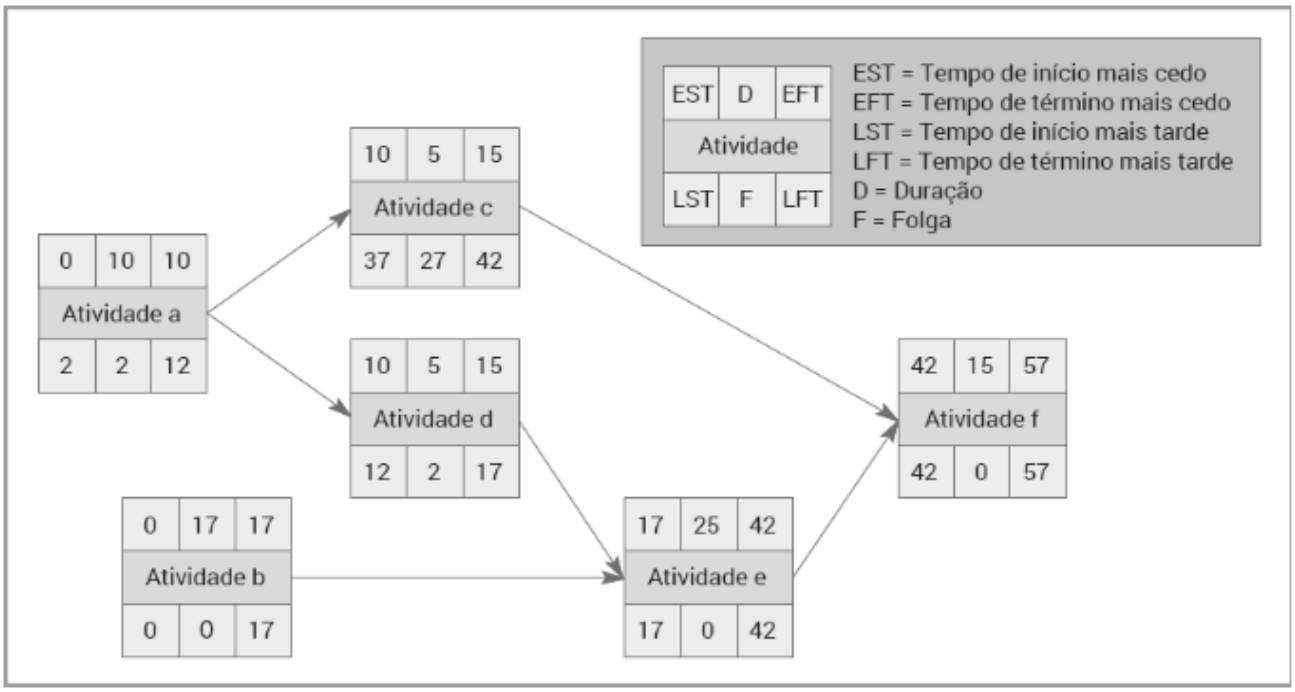


Figura 19.15 Análise do caminho crítico (método AoN) para o projeto de *design* de uma interface de informações para um novo sistema de gestão de conhecimento de vendas em uma companhia de seguros.

As atividades que se encontram no caminho crítico terão os mesmos tempos de início e término mais cedo e os mesmos tempos de início e término mais tarde. É por isso que essas atividades são críticas. Porém, as atividades não críticas têm alguma flexibilidade sobre quando iniciar e terminar. Essa flexibilidade é quantificada em uma figura que é conhecida como "folga" ou "flutuação". Portanto, a atividade c, por exemplo, é de apenas 5 dias de duração e pode começar a qualquer momento após o dia 10 (quando a atividade a estiver concluída) e deve terminar a qualquer momento antes do dia 42 (quando as atividades a, b, c e d estiverem concluídas). Sua "folga" é, portanto, (42 – 10) – 5 = 27 dias (ou seja, o tempo de término mais tarde menos o tempo de início mais cedo menos a duração da atividade). Obviamente, as atividades no caminho crítico não possuem folga; qualquer alteração ou atraso nessas atividades afetaria imediatamente todo o projeto.

O cálculo bastante tedioso necessário no planejamento de rede pode ser executado de forma relativamente fácil por sistemas de planejamento de projetos. Tudo o que eles precisam são as relações básicas entre atividades, juntamente com os requisitos de tempo e recursos para cada atividade. Os tempos de eventos mais cedo e mais tarde, as folgas e outras características de uma rede podem ser apresentadas, muitas vezes sob a forma de um gráfico de Gantt (*ver* Capítulo 10). Mais significativamente, a velocidade do cálculo permite atualizações frequentes aos planos do projeto. Da mesma forma, se informações atualizadas são precisas e frequentes, esses sistemas computadorizados também podem fornecer dados efetivos de controle de projeto.

Comentário crítico

A ideia de que todas as atividades de projeto podem ser identificadas como entidades com um início e ponto final claros, e que essas entidades podem ser descritas em termos de seu relacionamento com outras atividades, é uma simplificação óbvia. Algumas atividades são mais ou menos contínuas e progridem ao longo do tempo. Por exemplo, consideremos um simples projeto como abrir uma vala para instalar um cabo de comunicação. A atividade "abrir vala" não precisa ser concluída antes que a atividade "instalar o cabo" seja iniciada. Apenas dois ou três metros de vala precisam ser abertos para que a atividade de instalar o cabo comece – um relacionamento simples, mas que é difícil de ser ilustrado em um diagrama de rede. Além disso, se a vala estiver sendo aberta em um terreno difícil, o tempo que a atividade levará para ser finalizada ou mesmo a atividade em si pode variar, para incluir atividades como, por exemplo, perfurar rochas. Entretanto, se a vala não puder ser aberta por conta da existência de formações rochosas, pode ser possível abrir a vala em outro lugar, uma contingência não prevista no plano original. Assim, mesmo para esse projeto simples, o diagrama de rede original pode não refletir o que *irá* ocorrer ou o que *poderia* ocorrer.

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

A técnica de revisão e avaliação do programa, ou PERT, como é universalmente conhecida, reconhece que a duração das atividades e os custos em gerenciamento de projeto não podem ser previstos com perfeição, de modo que a teoria da probabilidade deverá ser usada. Nesse tipo de rede, a duração de cada atividade é estimada de forma otimista, provável e pessimista, como ilustrado na Figura 19.16. Se for presumido que esses tempos estimados estão consistentes com a distribuição de probabilidade beta, isso significa que a variância e a média da distribuição podem ser estimadas como segue:

$$t_e = \frac{t_o + 4t_1 + t_p}{6}$$

onde:

t_e = tempo esperado para a atividade
t_o = tempo otimista para a atividade
t_1 = tempo mais provável para a atividade
t_p = tempo pessimista para a atividade

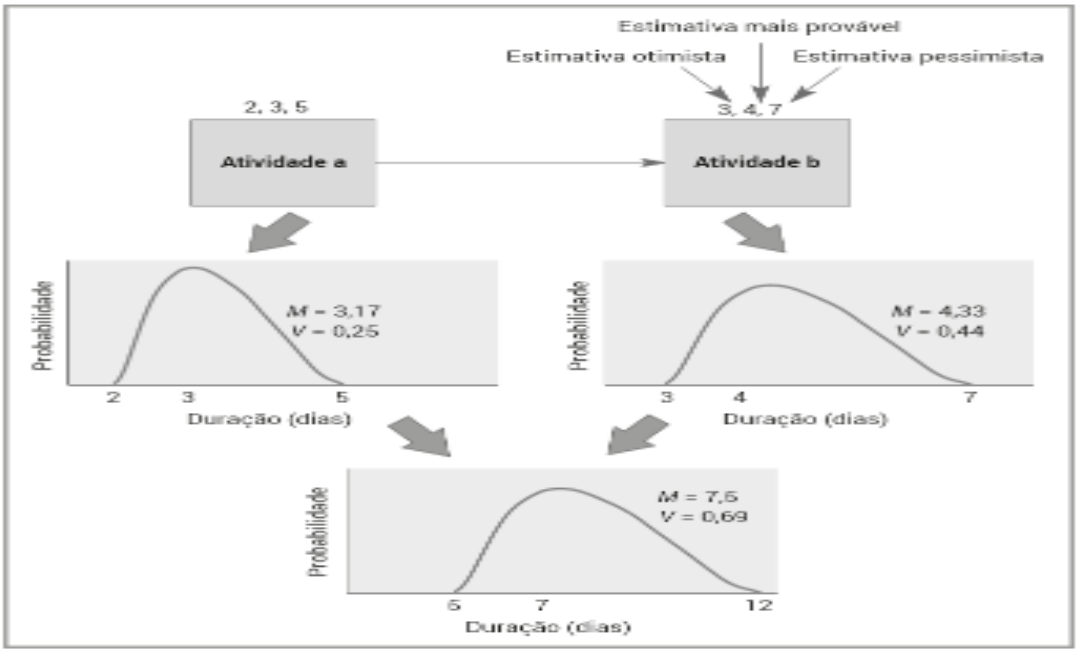


Figura 19.16 Estimativas probabilísticas de tempo podem ser somadas para se obter uma estimativa probabilística para todo o projeto.

A variância da distribuição (V) pode ser calculada como segue:

$$V = \frac{(t_p - t_o)^2}{6^2} = \frac{(t_p - t_o)^2}{36}$$

A distribuição do tempo de qualquer caminho ao longo da rede terá uma média que é a soma das médias das atividades que compõem o caminho, e uma variância, que é a soma de suas variâncias. Na Figura 19.16:

$$\text{Média da primeira atividade (a)} = \frac{2 + 4 \times 3 + 5}{6} = 3{,}17$$

$$\text{Variância da primeira atividade (a)} = \frac{(5 - 2)^2}{36} = 0{,}25$$

$$\text{Média da segunda atividade (b)} = \frac{3 + 4 \times 4 + 7}{6} = 4{,}33$$

$$\text{Variância da segunda atividade (b)} = \frac{(7 - 3)^2}{36} = 0{,}44$$

Média da distribuição da rede = 3,17 + 4,33 = 7,5
Variância da distribuição da rede = 0,25 + 0,44 = 0,69

Geralmente pressupõe-se que o caminho inteiro será distribuído de forma normal. A vantagem dessa informação extra é que podemos examinar o "grau de risco" de cada caminho ao longo de uma rede, bem como sua duração. Por exemplo, a Figura 19.17 mostra uma rede simples de dois caminhos. O caminho superior é o caminho crítico; a distribuição de sua duração tem uma média de 14,5 com uma variância de 0,22. A distribuição do caminho não crítico tem uma média inferior de 12,66, mas uma variância muito mais alta de 2,11. A implicação disso é que há uma chance de que o caminho não crítico poderia, realmente, ser o crítico. Embora não discutiremos aqui os cálculos de probabilidade, é possível determinar a probabilidade de qualquer caminho subcrítico tornar-se crítico quando o projeto realmente for executado. Entretanto, em um nível prático, mesmo que não se considere valer a pena realizar cálculos de probabilidade devido ao esforço envolvido, é útil possibilitar uma avaliação aproximada do risco de cada parte de uma rede.

COMO OS PROJETOS SÃO CONTROLADOS?

Os estágios de entendimento do ambiente do projeto, definição do projeto e planejamento do projeto aconteceram em grande parte antes que o projeto real começasse. O controle do projeto, por outro lado, lida com as atividades de gestão que ocorrem durante a execução do projeto. Assim, o controle do projeto é o elo essencial entre o planejar e o fazer, que envolve quatro desafios principais:

- como *monitorar* o projeto para verificar seu progresso;
- como *avaliar o desempenho* do projeto por meio da comparação das observações monitoradas do projeto com seu plano;
- como *intervir* no projeto para fazer as mudanças que o trarão de volta ao plano;
- Como *gerenciar tensões na matriz* do projeto a fim de conciliar os interesses tanto do projeto quanto das diferentes funções da organização.

Monitoramento do projeto

Os gerentes de projeto precisam primeiro decidir o que devem verificar à medida que o projeto progride. Geralmente, várias medidas são monitoradas. Até certo ponto, as medidas usadas dependerão da natureza do projeto. Entretanto, medidas comuns incluem gastos correntes até o presente, mudanças de preço de fornecedor, quantidade de horas extras autorizada, mudanças técnicas no projeto, falhas de inspeção, número e duração de atrasos, atividades que não foram iniciadas em tempo, marcos perdidos etc. Algumas dessas medidas monitoradas afetam principalmente custos, algumas afetam o tempo. Entretanto, quando algo afeta a qualidade do projeto, também há implicações de tempo e custo. Isso ocorre porque os problemas de qualidade em planejamento e controle do projeto geralmente precisam ser resolvidos em tempo limitado.

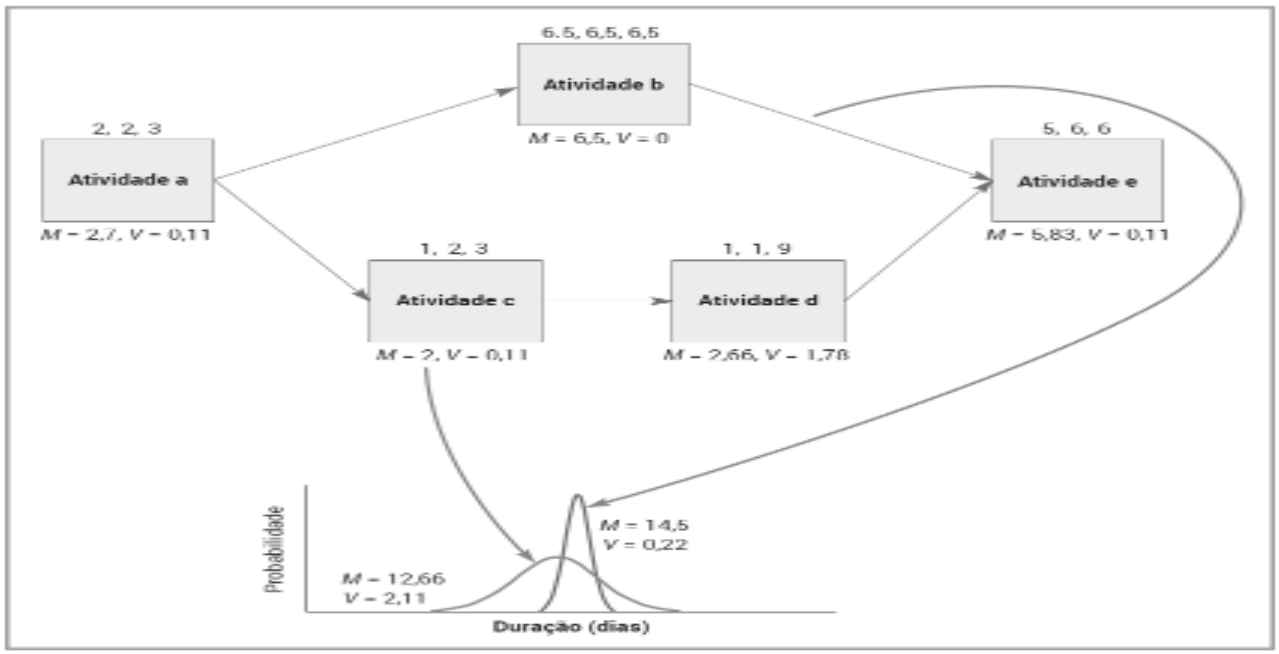


Figura 19.17 Um caminho na rede pode ter a duração esperada mais longa, enquanto outro caminho tem a maior variância.

Avaliação de desempenho do projeto

As medidas monitoradas de desempenho de projeto precisam ser avaliadas de modo que a gestão do projeto possa, a qualquer momento, julgar o desempenho global. Um perfil típico de custos planejados de um projeto ao longo de sua vida é mostrado na Figura 19.18. No início de um projeto, algumas atividades podem começar independentemente de qualquer outra, mas a maioria das atividades será dependente do término de outras. No fim, apenas algumas atividades permanecem por ser concluídas. Esse padrão de início lento seguido por um passo rápido com eventual cauda de atividades é verdadeiro para quase todos os projetos, sendo a razão de a taxa de gastos totais seguir o padrão em forma de curva S, mesmo quando as curvas de custos para atividades individuais são lineares. É com essa curva que os custos reais podem ser comparados para verificar se os custos do projeto estão sendo incorridos como planejado. A Figura 19.18 mostra números de custos planejados e reais, comparados dessa forma. A figura também mostra que o projeto está incorrendo em custos, cumulativamente, além do que foi planejado.

Intervenção para mudar o projeto

Se o projeto estiver obviamente fora de controle, no sentido em que seus custos, níveis de qualidade ou tempos são significativamente diferentes dos planejados, algum tipo de intervenção pode ser necessário. A natureza exata da intervenção dependerá das características técnicas do projeto, mas é provável que precise da participação de todas as pessoas que seriam afetadas. Dada a natureza interconectada dos projetos – uma mudança em uma parte do projeto surtirá efeitos em outras –, isso significa que as intervenções, frequentemente, exigem uma ampla consulta. Às vezes, a intervenção é necessária mesmo se o projeto parecer estar procedendo conforme o plano. Por exemplo, a programação e o custo de um projeto parecem estar "dentro do planejado", mas, quando os gerentes do projeto olham

para frente e projetam atividades e custo no futuro, podem ver que os problemas são prováveis de ocorrer. Nesse caso, é a *tendência* do desempenho que está sendo usada para acionar a intervenção.

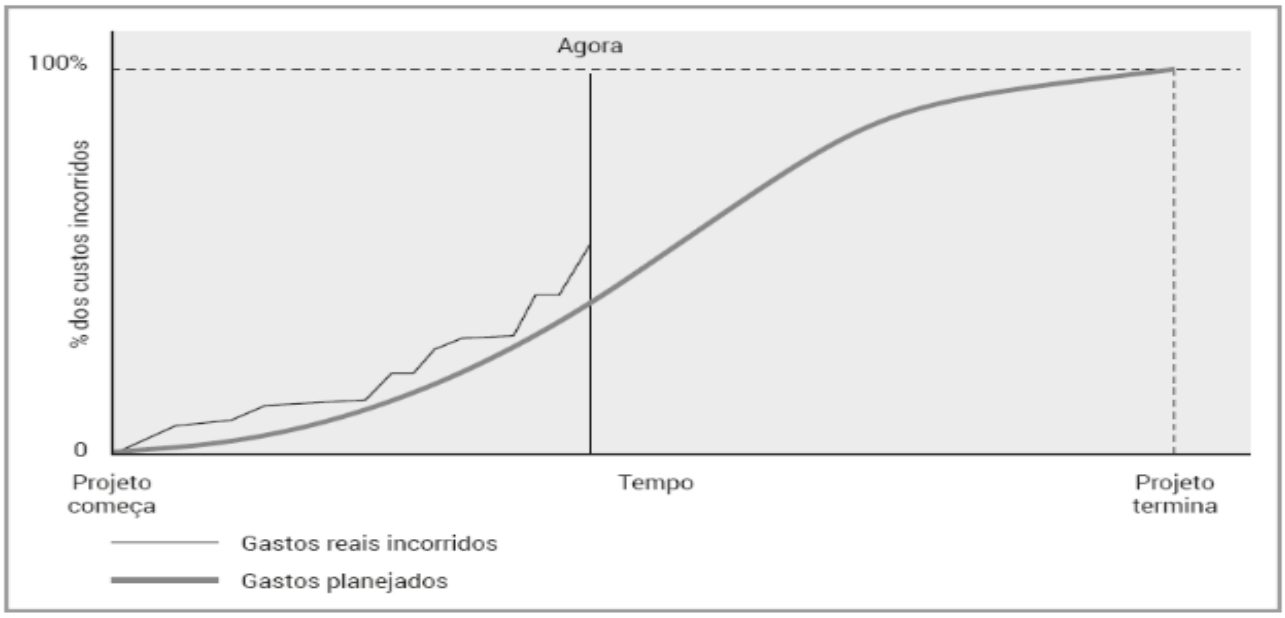


Figura 19.18 Comparando gastos planejados e reais.

Curva de MacLeamy[7]

Tem sido aceito por muitos anos pelos gerentes de projetos profissionais que um projeto torna-se mais difícil de mudar à medida que progride no tempo. Quanto mais desenvolvido se torna, mais um projeto desenvolve conexões internas e complexidades; assim, mudar parte de um projeto é mais provável que tenha implicações nas outras partes. Patrick MacLeamy, dono do escritório de arquitetura HOK, desenhou um conjunto de curvas baseado nessa observação (embora, anteriormente, outros autores também tenham proposto curvas parecidas). A ideia é que, à medida que o projeto evolui, o custo para fazer mudanças ao plano do projeto original aumenta, mas a habilidade de os gerentes de projeto influenciarem o projeto diminui. O ponto-chave destacado por MacLeamy é que os gerentes de projeto focam seus esforços muito tarde, no momento em que as mudanças no projeto são relativamente onerosas. Ao contrário, devem mover seus esforços mais para o início do projeto, antecipando-o, para reduzir o custo de quaisquer mudanças em sua especificação (*veja* a Figura 19.19).

Atividades de *crashing* ou aceleração

Atividades de *crashing* (aceleração) nas redes é o processo de reduzir os períodos de tempo em atividades do caminho crítico, de modo que o projeto seja concluído em menos tempo. Normalmente, as atividades de *crashing* incorrem em custos extras. Isso pode ser resultado de ações como o trabalho em horas extras, aquisição de recursos adicionais, como pessoal, ou uso de subcontratados. A Figura 19.20 mostra um exemplo de *crashing* de uma rede simples. Para cada atividade, a duração e o custo normal são especificados, juntamente com a duração (reduzida) e o custo (aumentado) de acelerá-los. Nem todas as atividades podem ser aceleradas; aqui, a atividade *e* não pode ser acelerada. O caminho crítico é a

sequência das atividades a, b, c, e. Se o tempo total do projeto for reduzido, uma das atividades no caminho crítico deve ser acelerada. Para decidir qual atividade acelerar, a "inclinação de custo" de cada uma é calculada. Este é o custo por período de tempo para reduzir as durações. A maneira mais econômica de reduzir todo o projeto é, então, acelerar a atividade no caminho crítico que possui a inclinação de menor custo. Esta é a atividade a, cuja aceleração custará mais € 2.000 e encurtará o projeto em uma semana. Depois disso, a atividade c pode ser acelerada, economizando mais duas semanas e custando mais € 5.000. Neste ponto, todas as atividades tornaram-se críticas e outras economias de tempo só podem ser alcançadas acelerando duas atividades em paralelo.

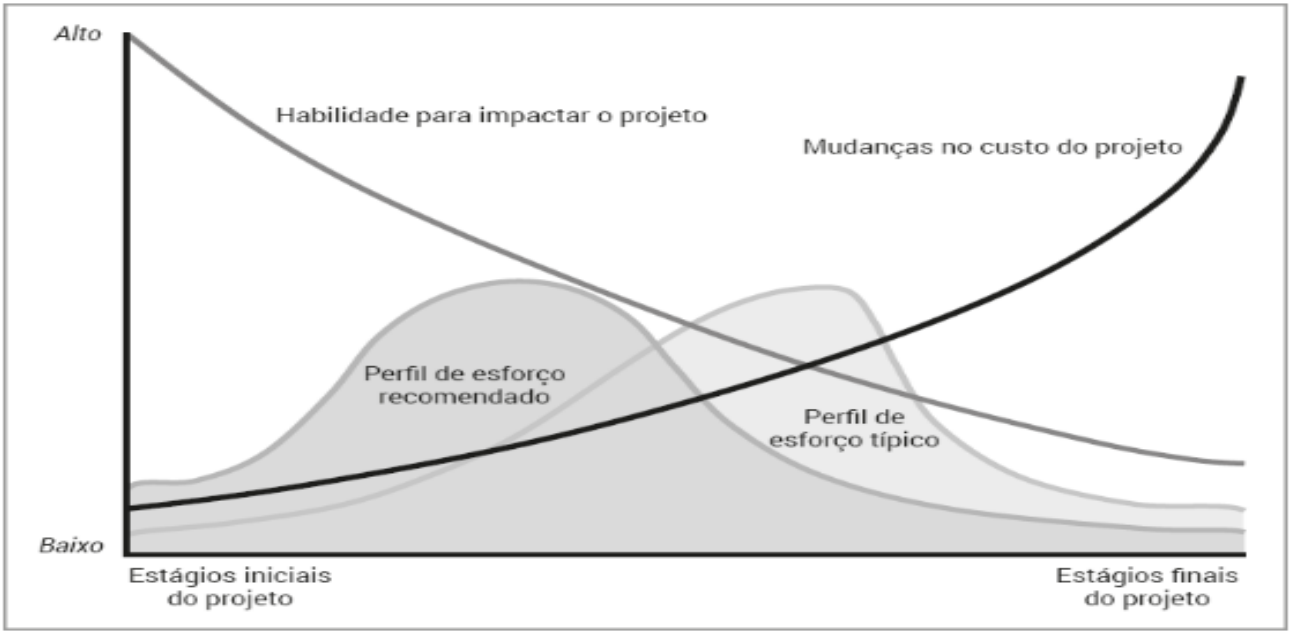
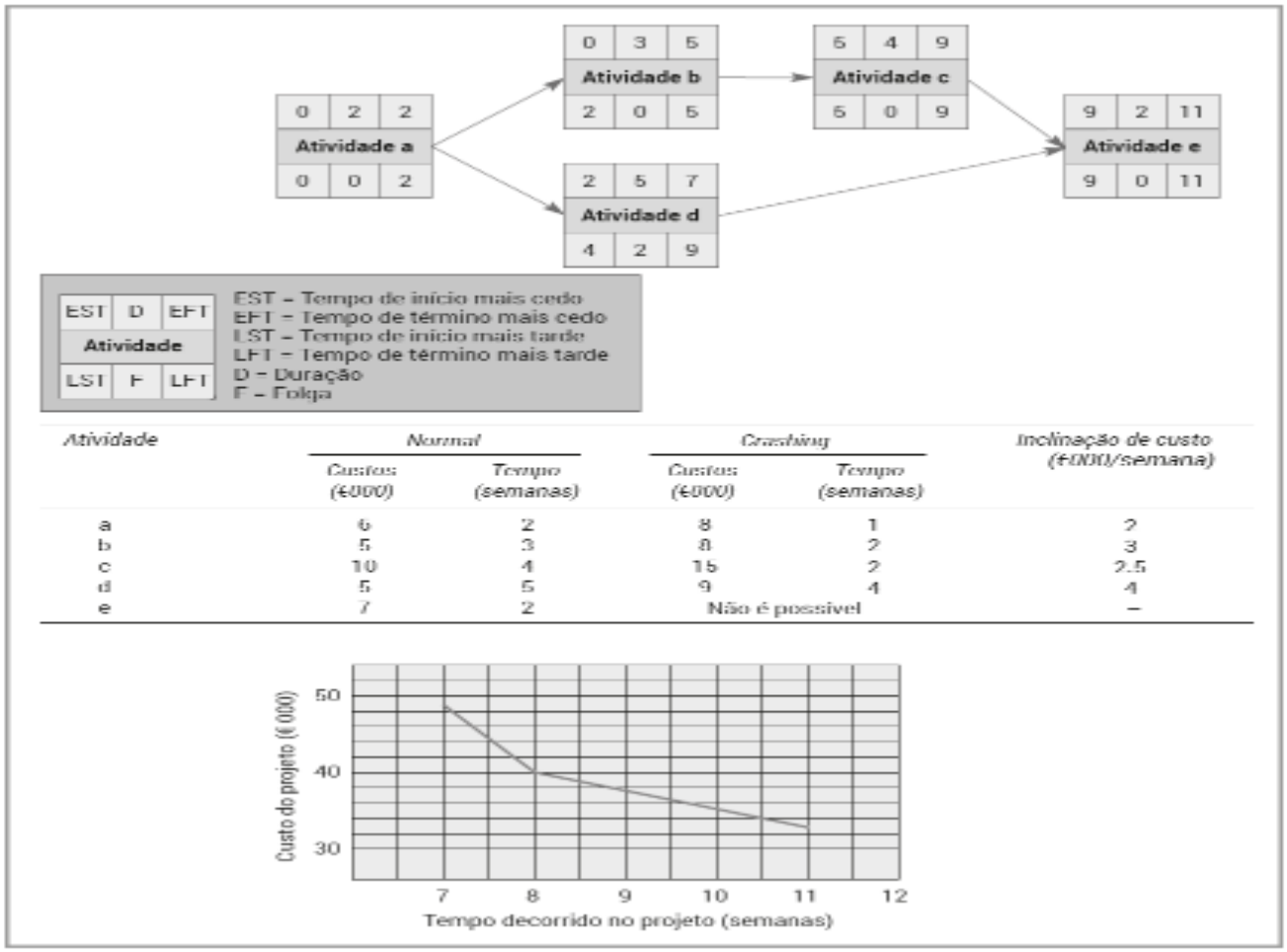


Figura 19.19 Curva de MacLeamy.

Princípio de administração da produção

Somente com a aceleração das atividades no(s) caminho(s) crítico(s) é que o projeto inteiro será acelerado.

O formato da curva de tempo-custo da Figura 19.20 é totalmente típico. As economias iniciais são relativamente pouco dispendiosas se as atividades com a inclinação de menor custo forem escolhidas. Mais adiante na sequência de *crashing*, as atividades mais dispendiosas precisam ser aceleradas e, por fim, dois ou mais caminhos tornam-se juntamente críticos. Inevitavelmente nesse ponto, as economias de tempo só poderão vir se houver aceleração de duas ou mais atividades em caminhos paralelos.



Atividade	Normal		Crashing		Inclinação de custo (€000/semana)
	Custos (€000)	Tempo (semanas)	Custos (€000)	Tempo (semanas)	
a	6	2	8	1	2
b	5	3	8	2	3
c	10	4	15	2	2.5
d	5	5	9	4	4
e	7	2	Não é possível		–

Figura 19.20 O *crashing* das atividades para encurtar o tempo de projeto torna-se cada vez mais dispendioso.

Gerenciando tensões na matriz

Em todo o projeto, exceto o mais simples, os gerentes de projeto geralmente precisam conciliar os interesses do próprio projeto e dos departamentos que contribuem com recursos para o projeto. Ao convocar uma série de recursos de vários departamentos, os projetos estão operando em um ambiente de "gerenciamento da matriz", onde os projetos atravessam limites organizacionais e envolvem pessoal que é obrigado a reportar-se ao próprio gerente de linha, bem como ao gerente de projeto. A Figura 19.21 ilustra o tipo de relação de comunicação que geralmente ocorre em estruturas de gerenciamento da matriz executando vários projetos. Uma pessoa no Departamento 1, atribuída em tempo parcial aos projetos A e B, reportará a três gerentes diferentes, todos os quais terão algum grau de autoridade sobre suas atividades. É por isso que o gerenciamento da matriz requer um alto grau de cooperação e comunicação entre todos os indivíduos e departamentos. Embora a autoridade de tomada de decisão recaia formalmente sobre o gerente de projeto ou do departamento, a maioria das principais decisões precisará de algum grau de consenso. Devem ser feitos arranjos que conciliem as diferenças potenciais entre os gerentes de projeto e os gerentes de departamento. Para funcionar de modo eficaz, as estruturas de gerenciamento de matriz devem ter as seguintes características:

■ Deve haver canais de comunicação eficazes entre todos os gerentes envolvidos, com os gerentes de departamento relevantes contribuindo nas decisões de planejamento e aquisição de recursos para o projeto.

■ Deve haver procedimentos formais para resolver os conflitos de gerenciamento que surgirem.

■ A equipe do projeto deverá ser encorajada a se sentir comprometida com seus projetos, além do seu próprio departamento.

■ A gestão de projetos deverá ser vista como a função de coordenação central, com tempo suficiente dedicado ao planejamento do projeto, garantindo a concordância dos gerentes de linha em oferecer tempo e orçamento.

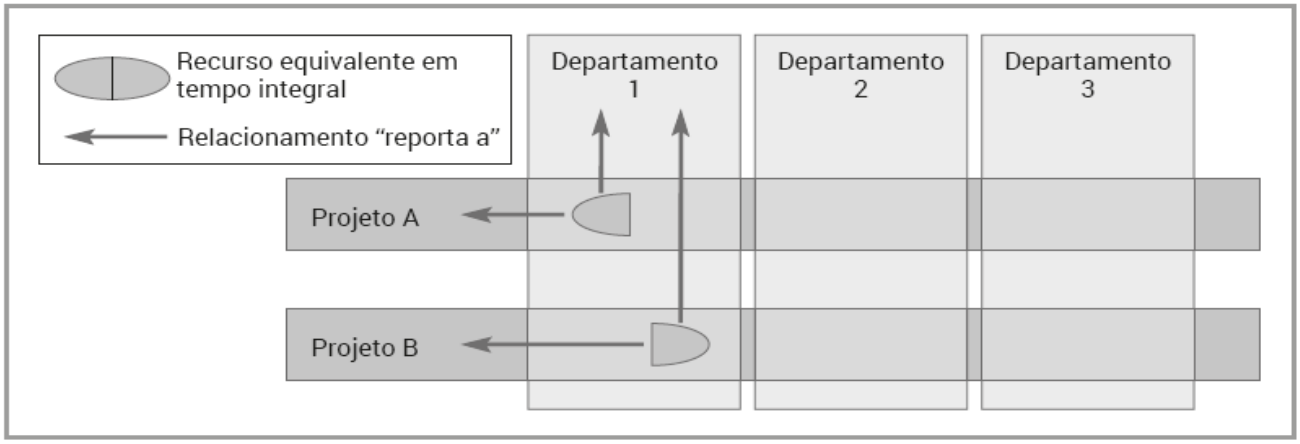


Figura 19.21 Estruturas de gerenciamento da matriz quase sempre resultam no pessoal reportando a mais de um gerente de projeto, além do gerente do seu próprio departamento.

RESPOSTAS RESUMIDAS ÀS QUESTÕES-CHAVE

O que é gestão de projetos?

■ Projeto é um conjunto de atividades que tem um ponto inicial definido e um ponto final definido, que persegue uma meta definida e que usa um conjunto definido de recursos.

■ Embora os projetos compartilhem semelhanças, eles também podem ser diferenciados por características de volume e variedade, sua escala, complexidade, o grau de incerteza no projeto, quanta novidade está envolvida, a quantidade de tecnologia (se houver) e o "ritmo" do projeto.

■ A gestão de projetos é a atividade de definir, planejar e controlar e aprender com projetos de qualquer tipo.

Como os projetos são planejados?

■ O planejamento de projeto envolve três atividades-chave: entendimento do ambiente do projeto, definição do projeto e planejamento do projeto. É importante entender o ambiente em que um projeto ocorre por dois motivos. Primeiro, o ambiente influencia o modo como um projeto é executado, geralmente através da atividade do *stakeholder*. Segundo, a natureza do ambiente em que um projeto ocorre é o principal determinante da incerteza em torno dele.

■ A definição do projeto envolve (1) determinar objetivos (o estado final que a gestão do projeto está tentando alcançar), (2) escopo (a faixa exata de responsabilidades assumidas pelo gerente do projeto) e (3) estratégia (como o gerente de projeto irá cumprir os objetivos do projeto).
O planejamento de projeto envolve cinco estágios:

identificar as atividades dentro de um projeto;

estimar tempos e recursos para as atividades;

identificar os relacionamentos e as dependências entre as atividades;

identificar as restrições de programação;

determinar a programação.

■ Os gráficos de Gantt e o planejamento de rede são as técnicas mais comuns de gestão de projetos. O planejamento de rede, normalmente usando a "atividade no nó", é um método útil para avaliar a duração total de um projeto e o grau de flexibilidade ou de folga das atividades individuais dentro do projeto.

Como os projetos são controlados?

■ O controle do projeto trata das atividades de gerenciamento que ocorrem durante a execução do projeto e envolve quatro desafios principais:

como *monitorar* o projeto para verificar seu progresso;

como *avaliar o desempenho* do projeto, comparando as observações monitoradas com o plano do projeto;

como *intervir* no projeto para fazer as mudanças que possam trazê-lo de volta ao plano, incluindo atividades de *crashing* ou aceleração;

como *gerenciar tensões na matriz* do projeto, a fim de conciliar os interesses do projeto e das diferentes funções na organização.

ESTUDO DE CASO

United Photonics Malaysia Sdn Bhd

Introdução

Anuar Kamaruddin, COO (*chief operations officer*) da United Photonics Malaysia (UPM), estava consciente de que o projeto a sua frente era o mais importante com o qual havia lidado em muitos anos. O número e a variedade de projetos de desenvolvimento em curso dentro da empresa tinham aumentado significativamente nos últimos anos e, embora todos parecessem importantes em alguns momentos, este projeto – o "Laz-skan" – justificava claramente a descrição dada pelo presidente da matriz da empresa, situada nos Estados Unidos: "*a oportunidade 'pegar ou largar' de assegurar a posição a longo prazo da divisão no setor de instrumentação global*".

United Photonics Group

A United Photonics Corporation foi fundada há mais de 70 anos (com o nome de Detroit Gauge Company), um fabricante geral de instrumentos de medição para o setor de engenharia. Ao expandir sua gama de atuação para instrumentos óticos, a empresa migrou para a fabricação de lentes especiais de alta precisão, principalmente destinadas à indústria fotográfica. Sua reputação como fabricante especializado em lentes levou a tal aumento de vendas que logo a divisão ótica da empresa era responsável por cerca de 60% dos negócios e foi classificada como uma das duas ou três maiores empresas óticas desse tipo no mundo. Embora sua reputação por fabricar lentes de precisão tenha diminuído desde então, a divisão de instrumentos da empresa voltou a dominar as vendas à medida que o mercado de equipamentos de fabricação de *microchips* se expandia.

Gama de produtos da UPM

A gama de produtos da UPM no setor ótico incluía lentes para sistemas de inspeção que eram usadas principalmente na fabricação de *microchips*. Essas lentes eram vendidas tanto para os fabricantes de sistema de inspeção como para os próprios fabricantes de *chips*. Eram lentes de alta precisão; entretanto, a maior parte dos produtos óticos da empresa eram lentes fotográficas e cinematográficas especializadas. Além disso, cerca de 15% do trabalho ótico da empresa referia-se ao desenvolvimento e à fabricação de lotes de "uma ou duas" lentes de altíssima precisão para contratos de defesa, instrumentação científica especializada e outras empresas óticas. A variedade de produtos de instrumentação da empresa consistia largamente em montagens eletromecânicas, com aumento da ênfase em gravação baseada em *software*, habilidades de diagnóstico e exibição. Essa mudança em direção aos produtos baseados em *software* levou à divisão dos instrumentação da empresa a aceitar alguns pedidos customizados. O aumento dessa parte da instrumentação resultou no estabelecimento da unidade de desenvolvimento especial, a Customer Services Unit (CSU), que modificava, customizava e adaptava produtos para os clientes que exigiam aplicações incomuns. Frequentemente, o trabalho da CSU envolvia incorporar os produtos da empresa em sistemas mais amplos para um cliente.

Alguns anos antes, a United Photonics Corporation estabeleceu sua primeira instalação fora da América do Norte, nos arredores de Kuala Lumpur, na Malásia. A UPM iniciou suas atividades com a fabricação de submontagens para os produtos de instrumentação Photonics, mas logo acabou por desenvolver um laboratório para modificação dos produtos United Photonics para clientes de toda a região asiática. Essa parte dos negócios malaios foi liderada por T. S. Lim, engenheiro malaio pós-graduado em Stanford que três anos antes havia retornado a Kuala Lumpur para assumir a presidência da CSU Malásia, reportando-se diretamente a Bob Brierly, vice-presidente de desenvolvimento, que dirigia a principal divisão da CSU em Detroit. Ao longo dos últimos três anos, T. S. Lim e sua pequena equipe de engenheiros obtiveram reputação significativa por desenvolvimento inovador. Bob Brierly estava encantado com o entusiasmo da equipe. *"Aquele pessoal sabe realmente fazer as coisas acontecerem. Estão fazendo valer o que custam."*

Projeto Laz-skan

A ideia para o Laz-skan originou-se de um projeto em que T. S. Lim, da CSU, esteve envolvido. Naquele momento, a CSU havia instalado com sucesso lentes Photonics de alta precisão em um sistema de reconhecimento de caracteres para um grande banco de compensação. O aumento da capacidade que as lentes e as modificações do *software* possuíam possibilitou ao banco escanear documentos mesmo

quando estes não estavam corretamente alinhados. Isso levou a CSU a propor o desenvolvimento de um dispositivo de "metrologia de visão" que pudesse escanear oticamente um produto em algum momento do processo de manufatura e verificar a precisão de até 20 dimensões individuais. A geometria do produto a ser escaneado, as dimensões a serem medidas e as tolerâncias permitidas poderiam, todas, ser programadas nas lógicas de controle do dispositivo. A equipe de T. S. Lim estava convencida de que a ideia poderia ter potencial considerável. A proposta, que a equipe CSU havia denominado Projeto Laz-skan, foi apresentada a Bob Brierly, que tanto percebeu o valor potencial da ideia como estava mais uma vez impressionado com o entusiasmo da equipe CSU. *"Para ser franco, foi o evidente entusiasmo da equipe que me influenciou mais do que qualquer outra coisa. Pensar que a CSU Malásia existia havia apenas dois anos naquele momento – eles eram um grupo de engenheiros jovens com muita dedicação. Ainda assim, a proposta deles era bem pensada e, refletindo, parecia ter potencial considerável."*

No mês de novembro seguinte à sua proposta a Brierly, Lim e sua equipe receberam fundos (fora do ciclo normal do orçamento) para investigar a viabilidade da ideia do Laz-skan. Lim recebeu mais um engenheiro e um técnico, e foi estabelecido um prazo de três meses para desenvolvimento de um relatório destinado à direção da empresa. Nesse momento, ele esperava superar qualquer problema técnico fundamental, avaliar a viabilidade de desenvolver com sucesso o conceito em um protótipo de trabalho e planejar a tarefa de desenvolvimento que levaria ao estágio de prototipagem.

Investigação de Lim

Lim, mesmo no início de sua investigação, já possuía visões claras a respeito da "arquitetura" apropriada para o projeto Laz-skan. Por "arquitetura" ele entendia os elementos principais do sistema, suas funções e como elas se relacionariam entre si. A arquitetura do sistema Laz-skan consideraria cinco subsistemas principais: as lentes e a montagem das lentes, o sistema de apoio da visão, o sistema de *display*, o *software* lógico de controle e a documentação.

A primeira tarefa de Lim, uma vez que a arquitetura estivesse estabelecida, era decidir se os vários componentes nos principais sistemas poderiam ser feitos "em casa", desenvolvidos por empresas especialistas externas a partir de especificações da UPM ou compradas como unidades padronizadas e, caso necessário, modificadas internamente. Lim e seus colegas tomaram essa decisão eles mesmos, embora reconhecessem que um processo mais consultivo, talvez, tivesse sido preferível. *"Estava completamente consciente de que, de forma ideal, deveríamos ter usado a* expertise *da própria empresa para decidir que unidades deveriam ser desenvolvidas, mas dentro do prazo disponível, simplesmente, não tínhamos tempo suficiente para explicar o conceito do projeto, explicar as escolhas e esperar que outras pessoas, já suficientemente ocupadas, pudessem vir com uma recomendação. Além disso, havia o aspecto de segurança a considerar. Tenho certeza de que nossos funcionários são confiáveis, mas, quanto mais pessoas soubessem do projeto, mais chances havia de vazamento de informação. De qualquer forma, não vimos nossas decisões como definitivas. Por exemplo, se decidíssemos que um componente precisasse ser comprado e modificado para o estágio de prototipagem, isso não significava que não pudéssemos mudar nossa decisão e desenvolver um componente melhor na própria empresa, em um estágio posterior."* Em fevereiro, a pequena equipe de Lim havia concluído que o sistema poderia ser construído para alcançar as metas técnicas de desempenho originais. Sua tarefa final antes de reportar-se a Brierly seria estabelecer um plano de desenvolvimento viável.

Planejando o desenvolvimento do Laz-skan

Como instrumento de ajuda, a equipe desenhou um diagrama de rede para todas as principais atividades do projeto, desde o início até a finalização, quando o projeto seria transferido às operações de manufatura. Uma rede de atividades nos nós (AoN) pode ser vista na Figura 19.22, e a lista completa de todos os eventos do diagrama é mostrada na Tabela 19.5. A duração de todas as atividades do projeto foi estimada por T. S. Lim ou (com mais frequência) por seu consultor, um engenheiro mais experiente em Detroit. Ao mesmo tempo em que se encontrava razoavelmente confiante em suas estimativas, Lim sempre enfatizava que elas eram apenas isso – estimativas.

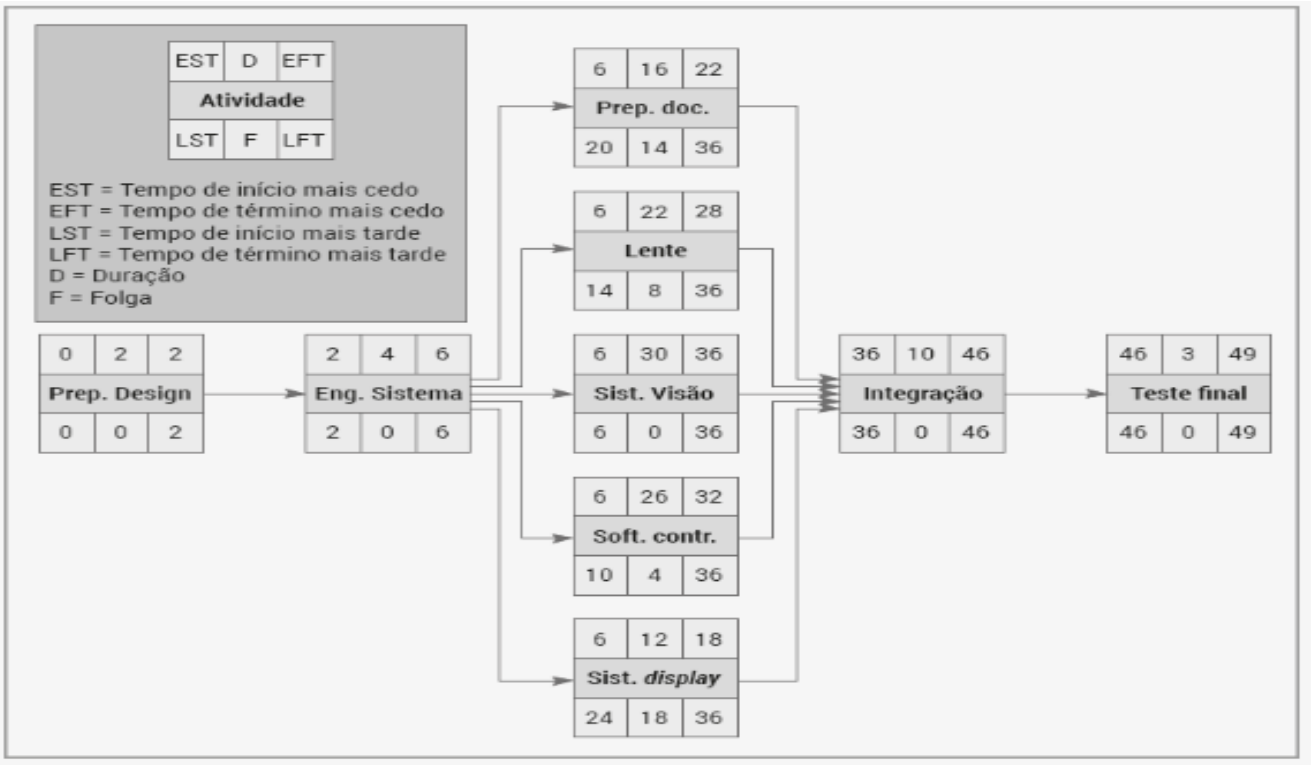


Figura 19.22 Diagrama de rede para o desenvolvimento do Laz-skan.

Tabela 19.5 Lista de eventos para o projeto Laz-skan

Número do evento	Descrição do evento
1	Iniciar os sistemas de engenharia
2	Completar testes transientes de interface
3	Concluir testes de compatibilidade
4	Concluir o bloco de arquitetura e simulação
5	Concluir o planejamento do custo e da licitação de compra
6	Concluir o projeto do sistema de alinhamento
7	Receber S/T/G, iniciar os modelos de sincronização
8	Receber Triscan/G, iniciar os modelos de sincronização
9	Completar os modelos B/A
10	Completar os modelos S/T/G
11	Completar os modelos Triscan/G

12	Iniciar os testes de compatibilidade do subsistema *laser*
13	Completar o projeto ótico e especificação, iniciar a fabricação da lente
14	Completar a fabricação da lente, iniciar a colocação da lente S/A
15	Lente S/A completa, iniciar testes
16	Iniciar especificações técnicas
17	Iniciar projeto de roteiro de ajuda
18	Atualizar os modelos de engenharia
19	Completar a sequência de documentos
20	Iniciar as rotinas de visão
21	Iniciar testes de interface
22	Iniciar rotinas de compatibilidade de integração de sistema
23	Coordenar testes *trinsic*
24	Finalizar o desenvolvimento de interface
25	Completar a rotina de integração de alinhamento
26	Consolidar os dados de integração de alinhamento final
27	Iniciar programação de interface
28	Completar as rotinas de sistema de alinhamento
29	Iniciar as rotinas do comparador *trinsic*
30	Completar a codificação *trinsic*
31	Iniciar todos os testes de sistema lógico
32	Iniciar testes de ciclo
33	Lentes S/A completas
34	Iniciar a montagem do sistema total
35	Completar a montagem do sistema total
36	Completar os testes finais e despachar

1 *As lentes*

As lentes são particularmente críticas porque o formato era complexo, e a precisão, vital, para que o sistema pudesse funcionar de acordo com as especificações pretendidas no projeto. T. S. Lim contava fortemente com a habilidade dos especialistas óticos do grupo em Pittsburgh para produzir as lentes de acordo com a apertada tolerância requerida. Embora, de fato, houvesse uma abordagem de tentativa e erro na fabricação do produto, o tempo de fabricação ainda era incerto. Lim percebeu isso. *"As lentes serão um problema real. Simplesmente não sabemos se será fácil alcançar a geometria particular e a precisão necessária. Os especialistas em ótica não irão se comprometer, embora sejam considerados os melhores técnicos em ótica no mundo. É um alívio que o desenvolvimento das lentes não esteja entre as atividades do 'caminho crítico'."*

2 Sistema de apoio de visão

O sistema de apoio de visão incluía muitos componentes que estavam comercialmente disponíveis, mas um esforço de engenharia considerável seria necessário para modificá-los. Embora o projeto de desenvolvimento e teste do sistema de apoio de visão fosse complicado, não havia grande incerteza em suas atividades individuais e, dessa forma, na programação de sua finalização. Se mais fundos fossem alocados a seu desenvolvimento, algumas tarefas poderiam até ser finalizadas antes do tempo.

3 Software *de controle*

O *software* de controle representava a tarefa mais complexa e a mais difícil de planejar e estimar. De fato, a unidade de desenvolvimento de *software* possuía pouca experiência nesse tipo de trabalho, mas (parcialmente em antecipação a esse tipo de desenvolvimento) havia recentemente recrutado um jovem engenheiro de *software* que possuía alguma experiência no tipo de trabalho que seria necessário para o projeto Laz-skan. Ele estava confiante que qualquer problema técnico poderia ser resolvido, mesmo considerando que as necessidades do sistema eram novidade, mas sabia que os tempos de finalização seriam difíceis de prever com segurança.

4 Documentação

Um subsistema relativamente simples, a "documentação", incluía especificar e redigir manuais técnicos, rotinas de manutenção, diagnóstico *online* e informação para o *help-desk*. Era uma atividade relativamente previsível, parte da qual era subcontratada a redatores técnicos e a empresas de tradução em Kuala Lumpur.

5 Sistema de display

O subsistema mais simples de planejar, o sistema de *display*, deveria ser totalmente fabricado fora da empresa, testado e calibrado no recebimento.

Perspectiva de mercado

Paralelamente às investigações técnicas de Lim, o departamento de vendas e marketing passou a estimar o potencial de mercado do Laz-skan. Em curto espaço de tempo, o projeto Laz-skan despertou considerável entusiasmo dentro da função, a ponto de Halim Ramli, vice-presidente de marketing da Ásia, levar adiante o estudo de mercado pessoalmente. As principais conclusões dessa investigação foram:

(a) Era improvável que o mercado global para os sistemas tipo Laz-skan fosse inferior a 50 sistemas por ano para 2008, aumentando para mais de 200 ao ano após cinco anos.

(b) O volume do mercado em termos financeiros era mais difícil de prever, mas, provavelmente, cada sistema representasse em torno de US$ 300.000 de faturamento.

(c) Alguma customização do sistema seria necessária para a maior parte dos clientes. Isso significava que seria necessária maior ênfase no comissionamento e na pós-instalação do serviço do que nos produtos existentes da UPM.

(d) Encontrar o *timing* de lançamento do Laz-skan seria importante. Duas "janelas de oportunidade" eram críticas. A primeira e mais importante era a grande feira de comércio internacional, que ocorreria em Genebra quase exatamente um ano depois (em abril do ano seguinte). Essa feira, organizada a cada dois anos, era a maior vitrine do mundo de produtos emergentes como o Laz-skan. A segunda relacionava-se aos ciclos de desenvolvimento dos fabricantes de equipamento original, que seriam os maiores compradores do Laz-skan. Decisões críticas deveriam ser tomadas no outono. Se o Laz-skan fosse incorporado aos produtos dessas empresas, ele deveria estar disponível dentro de 18 meses (em setembro do ano seguinte).

O projeto Laz-skan segue adiante

No final de fevereiro, a UPM considerou tanto o relatório de Lim como o de Ramli. Além disso, estimativas de custos de produção do Laz-skan haviam sido desenvolvidas por George Hudson, chefe do desenvolvimento de instrumentos. Suas estimativas indicaram que a contribuição da produção do Laz-skan seria muito mais alta do que a dos produtos existentes na empresa. A diretoria aprovou o início imediato do desenvolvimento do Laz-skan por meio do estágio de prototipagem, com uma verba de desenvolvimento inicial de US$ 4,5 milhões. O objetivo do projeto era *"construir três protótipos de sistemas Laz-skan que estariam "prontos e funcionando" em abril de 2006"*.

A decisão de seguir adiante foi unânime. Exatamente como o projeto era para ser gerenciado provocou bem mais discussão. O projeto Laz-skan apresentou vários problemas. Primeiro, os engenheiros tinham pouca experiência em trabalhar com projetos de tal magnitude. Segundo, o prazo crucial para o primeiro lote de protótipos significava que algumas atividades deveriam ser aceleradas, um processo oneroso que necessitaria de julgamento cuidadoso. Uma rápida investigação de que atividades deveriam ser aceleradas identificou aquelas cuja aceleração definitivamente seria possível e seu provável custo (*veja* a Tabela 19.6). Finalmente, ninguém conseguia concordar se deveria haver um único líder de projeto, de qual função ele deveria originar-se e de que posição da hierarquia. Anuar Kamaruddin sabia que essas decisões poderiam afetar o sucesso do projeto e, possivelmente, o sucesso da empresa pelos próximos anos.

Tabela 19.6 Oportunidades de aceleração para o projeto Laz-skan

Atividade	Custo de aceleração (US$/ semana)	Tempo máximo provável da atividade com aceleração (semanas)	Tempo normal mais provável (semanas)
5-6	23.400	3	6
5-9	10.500	2	5
5-13	25.000	8	10
20-24	5.000	2	3
24-28	11.700	3	5
33-34	19.500	1	2

QUESTÕES

1. Quem você acha que deve gerenciar o projeto de desenvolvimento Laz-skan?
2. Quais os maiores perigos e dificuldades que a equipe de desenvolvimento irá enfrentar à medida que o projeto se aproxima do final?
3. O que a equipe pode fazer em relação a esses perigos e dificuldades?

PROBLEMAS E APLICAÇÕES

1 As atividades, sua duração e precedências para projetar, escrever e instalar um banco de dados de computador sob encomenda são mostradas na Tabela 19.7. Desenhe um gráfico de Gantt e um diagrama de rede para o projeto e calcule o menor tempo no qual a operação pode ser concluída.

Tabela 19.7 Atividades para um banco de dados computadorizado sob encomenda

Atividade		Duração (semanas)	Atividades que devem ser concluídas antes do início da atividade
4	Revisão dos sistemas atuais	6	2
5	Análise de sistemas (a)	4	3,4
6	Análise de sistemas (b)	7	5
7	Programação	12	5
8	Testes (preliminares)	2	7
9	Relatório de revisão do sistema existente	1	3,4
10	Relatório de proposta do sistema	2	5,9
11	Preparação da documentação	19	5,8
12	Implementação	7	7,11
13	Teste de sistema	3	12
14	Depuração	4	12
15	Preparação do manual	5	11

2 Uma empresa está lançando um novo produto. O lançamento exigirá várias atividades relacionadas, como as seguintes: contratar um gerente de vendas (5 semanas), requisitar ao gerente de vendas que recrute vendedores (4 semanas), treinar os vendedores (7 semanas), selecionar uma agência de propaganda (2 semanas), planejar uma campanha de propaganda com a agência (4 semanas), conduzir a campanha (10 semanas), projetar a embalagem do produto (4 semanas), preparar a operação de embalagem do produto (12 semanas), embalar produtos suficientes para o estoque de lançamento (8 semanas), fazer o pedido da quantidade do produto ao fabricante (13 semanas), selecionar distribuidores do produto (9 semanas), receber os pedidos iniciais dos distribuidores (3 semanas), despachar os pedidos aos distribuidores (2 semanas).

(a) Qual a data mais cedo em que o novo produto pode ser lançado no mercado?

(b) Se a empresa contratar vendedores que não precisem de treinamento adicional, o produto pode ser apresentado 7 semanas mais cedo?

(c) Por quanto tempo pode ser retardada a escolha da agência de propaganda?

3 No exemplo anterior, se o gerente de vendas não puder ser contratado em 3 semanas, como isso afetará o projeto total?

4 No exemplo anterior, se a operação de lançamento do projeto tiver que ser finalizada o mais rápido possível, que atividades necessitam estar concluídas no final da semana 16?

5 Identifique um projeto do qual você tenha participado (por exemplo, mudança de apartamento, um feriado, produção teatral, revisão para uma prova etc.).

(a) Quem eram os *stakeholders* desse projeto?

(b) Qual era o objetivo geral do projeto (especialmente em termos da importância relativa de custo, qualidade e tempo)?

(c) Havia alguma restrição de recurso?

(d) Olhando para trás, como você poderia ter gerenciado melhor o projeto?

6 Identifique seu time de futebol favorito (se não torcer por algum time, escolha algum com que tenha alguma afinidade ou simpatia). Que tipos de projeto você acha que esse time precisa gerencia? (Por exemplo, *merchandising*, patrocínio etc.). Quais, em sua opinião, são as questões-chave para o time ser bem-sucedido na gestão de cada um desses diferentes tipos de projetos?

LEITURA COMPLEMENTAR SELECIONADA

Há centenas de livros sobre gestão de projeto. Eles cobrem desde abordagens introdutórias a abordagens bastante detalhadas, desde perspectivas gerenciais até altamente matemáticas. Seguem aqui quatro sugestões de livros de interesse geral (não matemático) que valem a pena ser lidos.

MAYLOR, H. *Project management*. 4. ed. Harlow: Financial Times Prentice Hall, 2010.

MEREDITH, J.R.; MANTEL, S. *Project management*: a managerial approach. Hoboken: Wiley, 2009.

PINTO, J.K. *Project management*: achieving competitive advantage. 4. ed. Harlow: Pearson, 2015.

Texto longo, com cobertura abrangente.

SHENHAR, A.J.; DVIR, D. *Reinventing project management*: the diamond approach to successful growth and innovation. Boston: Harvard Business School Press, 2007.

NOTAS

Capítulo 1

1. Fontes incluem: TRANGBAEK, R.R. Lego group among five most reputable companies in the world. *LEGO Group Press Office*, 21 abr. 2015; DIAZ, J. Exclusive look inside the Lego factory. 2014. Disponível em: <http://lego.gizmodo.com/exclusive-look-inside-the-lego-factory-5022769>; TERDIMAN, D. Watching Lego make its world-famous bricks. 15 jun. 2011. Disponível em: <http://www.cnet.com/uk/news/watching-lego-make-its-world-famous-bricks/>; UNPACKING Lego: how the Danish firm became the world's hottest toy company. *The Economist*, 8 mar. 2014.

2. Fontes incluem discussões com Tom Dyson e Olly Willans, da Torchbox, a quem somos gratos por sua orientação e assistência.

3. Fontes incluem: MSF. 2015. Disponível em: <http://www.msf.org.uk>; BEAUMONT, P. Médecins sans Frontières book reveals aid agencies' ugly compromises, *The Guardian*, 20 nov. 2011.

4. Fontes incluem: GOODMAN, M. Pret smile, it will pay for everyone. *Sunday Times*. 6 mar. 2011. Disponível em: <http://www.pret.com/>.

5. Fontes incluem: HP. 2015. Disponível em: <http://www8.hp.com/us/en/hp-information/environment/product-recycling.html>.

6. Fontes incluem: JOHNSTON, R.; STAUGHTON, R. Establishing and developing strategic relationships: the role of operations managers, *International Journal of Operations and Production Management*, v. 29, n. 6, 564-590, 2009; WYGANOWSKA, J. The top 10 skills of effective operations managers. *Recreation Management*. 2008. Disponível em: <http://www.recmanagement.com/200802gc04.php>; OPERATIONSMANAGERS.COM. *The 5 key personality traits of operations managers*. 2011. Disponível em: <http://careers-in-business.com/omskill.htm>.

Capítulo 2

1. Fonte: *Novozymes annual report*, 2014.

2. O termo "triple bottom line" foi usado inicialmente em 1994 por John Elkington, fundador de uma empresa de consultoria britânica chamada SustainAbility. J. ELKINGTON, Leia. *Cannibals with forks*: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone, 1997. *Veja também:* SAVITZ, A.W.; WEBER, K. *The triple bottom line*: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success: and how you can too. San Francisco: Jossey-Bass, 2006.

3. Fontes incluem: FIRMS WITH benefits: a new sort of caring, sharing company gathers momentum. *The Economist*, 7 jan. 2012. <http://www.patagonia.com/>.

4. Fontes: Comunicados de imprensa da Holcim Press. (Observe que, desde que foi escrito, a Holcim foi fundida a outra empresa semelhante, a Lafarge.)

5. JENSEN, M.C. Value maximization, stakeholder theory, and the corporate objective function, *Journal of Applied Corporate Finance*, v. 14, n. 3, 7-21, 2001.

6. Fontes incluem: Comunicado de imprensa da NESTLÉ. *Expect the unexpected*: why food safety depends on staying one step ahead, 30 mar. 2015. Disponível em: <http://www.nestle.com/media/newsandfeatures/>; STEWART, E. Quality Street chocolates ranked from worst to best, *Metro*, 24 dez. 2014. <metro.co.uk>; *website* corporativo da Nestlé, Nestlé quality policy, mar. 2014.

7. Fontes incluem: KELLY, S. Technology speeds up the air ambulance, *BBC News*, 28 abr. 2015. <http://www.bbc.co.uk/news/technology-32484151>; LONDON'S AIR AMBULANCE SERVICE. *Our services*. 2015. Disponível em: <https://Londonsairambulance.co.uk>; MARLINSON, C. The golden hour, *Sunday Times*, 21 set. 2006.

8. Fontes incluem: LEVITZ, J. Inside UPS's weather machine, *Wall Street Journal*, 23 dez. 2011.

9. Fontes incluem: mymuesli. Disponível em: <http://uk.mymuesli.com/muesli/>.

10. Fonte: John Hendry-Pickup, da Aldi.

11. Fontes incluem: MOORE, M. "Mass suicide" protest at Apple manufacturer Foxconn factory, *Daily Telegraph*, 12 jan. 2012; Suicides at Foxconn. *The Economist*, 27 maio 2010.

12. Fonte: MILES, A.; BALDWIN, T. Spidergram to check on police forces, *The Times*, 10 jul. 2002.

13. KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. *The Balanced Scorecard*, Boston: Harvard Business School Press, 1993.

14. SKINNER, W. *Manufacturing*: the formidable competitive weapon. Chichester: Wiley, 1985.

15. Somos gratos à administração da Penang Mutiara pela permissão para usar este exemplo.

Capítulo 3

1. Fontes incluem: COOKSON, C. Guildford's SSTL leads world in small satellite supply. *Financial Times*, 12 jun. 2015; THE PIONEER of small satellites is laying plans for the infrastructure and services needed for travel to other planets. *The Economist*, 30 maio 2015; SSTL. *Corporate brochure*: changing the economics of space: SSTL is the world's premier provider of small satellite missions and services. 2015.

2. HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C. *Restoring our competitive edge*. Chichester: Wiley, 1984.

3. Para obter uma explicação mais abrangente, *veja* SLACK, N.; LEWIS, M. *Operations strategy*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2015.

4. MINTZBERG, H.; WATERS, J.A. Of strategies: deliberate and emergent. *Strategic Management Journal*, jul./set. 1995.

5. Fontes incluem: POETER, D. Apple Stores' secret sauce spilled. 15 jun. 2011. Disponível em: <https://www.pcmag.com/>; LIPSCHUTZ, K. Apple's retail philosophy: employees reveal calculated culture, *Adweek*, 15 jun. 2011; JOHNSON, R. What I learned building the Apple Store, HBR Blog network, 21 nov. 2011.

6. HILL, A.; HILL, T. *Manufacturing operations strategy*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2009.

7. Há uma vasta literatura descrevendo a visão baseada em recurso da empresa. Por exemplo, veja BARNEY, J. The resource-based model of the firm: origins, implications and prospect, *Journal of Management*, v. 17, n. 1, 97-98, 1991; ou TEECE, D.J.; PISANO, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction, *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 3, 537-556, 1994.

8. BARNEY, J. The resource-based model of the firm: origins, implications and prospect, *Journal of Management*, v. 17, n. 1, 97-98, 1991.

9. Fontes incluem: SATARIANO, A.; BURROWS, P. Apple's supply-chain secret? Hoard lasers, *Bloomberg Business week*, 3 nov. 2011; ELMER-DeWITT, P. How Apple became a monopsonist, *CNN News*, 5 jul. 2011; LARIVIERE, M. Operations: Apple's secret sauce? *The Operations Room*, 4 nov. 2011.

10. Adaptado de SLACK, N.; LEWIS, M. A. *Operations strategy*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2015.

11. Fontes incluem: BIRKINSHAW, J. Why corporate giants fail to change. *CNN Money*, 8 maio 2013; MAGAZINE, A. Two lessons learned from Nokia's downfall. 24 out. 2013. Disponível em: <https://www.techwell.com>; HESSMAN, T. The road to failure: Nokia, Blackberry and… Apple. *Industry Week*, 6 set. 2013.

12. WEICK, K. E. Cartographic myths in organizations. In: HUFF, A. (Ed.). *Managing strategic thought*. Chichester: Wiley, 1990.

13. Fontes incluem: WHIPP, L. McDonald's to slim down in home market. *Financial Times*, 18 jun. 2015: SMITH, T. Where's the beef? *Financial Times*, 22 maio 2015; WHIPP, L. McDonald's may struggle to replicate British success. *Financial Times*, 5 maio 2015; KROC, R. A. *Grinding it out*: the making of McDonald's. Londres: St. Martin's Press, 1977; LOVE, J. McDonald's Annual Report, 1995; UPTON, D. McDonald's corporation: case study. Harvard Business School, 1992; COOPER, L. At McDonald's the burgers have been left on the griddle far too long. *The Times*, 24 ago. 2015.

Capítulo 4

1. TROTT, P. *Innovation management and new product development*, Harlow: Pearson, 2011.

2. Fontes incluem: HEISLER, Y. Apple's iPhone: the untold story. *Network World*, 1 set. 2013; VOGELSTEIN, F. And then Steve said, "Let There Be an iPhone", *New York Times Magazine*, 4 out. 2013; AHMED, M. Apple nearly ditched the iPhone, designer admits. *The Times*, 31 jul. 2012; BREILLATT, A. You can't innovate like Apple. 2012. Disponível em: <http://www.pragmaticmarketing.com>.

3. HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms, *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, 9-22, 1990.

4. Estes benefícios do projeto são baseados em: MICHELI, Pietro. *Leading business by design*: why and how business leaders invest in design. The design council, 2015. Relatório de Pietro Micheli, da Warwick Business School, e The Design Council, UK.

5. REPORT ON the benefits of good design. UK: The Design Council, 2012.

6. Fontes incluem: THE LAST Kodak moment? *The Economist*, 14 jan. 2012; WRIGHT, M. Kodak develops: a film giant's self-reinvention, *Wired Magazine*, 15 fev. 2010.

7. Fontes: Nossos agradecimentos a Mark Taber por seu conselho; OPEN, BUT not as usual. *The Economist*, 16 mar. 2006; KISIEL, R. BMW wants joint effort to develop open-source in-vehicle platform. *Automotive News Europe*, 23 out. 2008.

8. Fontes incluem: A PEOPLE business print edition. *The Economist*, 25 set. 2008; CASTELLA, T. Should we trust the wisdom of crowds?, *BBC News Magazine*, 5 jul. 2010.

9. Por exemplo, veja LEIPONEN, A.; HEFALT, C.E. Innovation objectives, knowledge sources, and the benefits of breadth, *Strategic Management Journal*, v. 31, n. 22, 224-236, 2006.

10. Fontes incluem: BBC Square fruit stuns Japanese shoppers. 15 jun. 2001. Disponível em: <http://www.bbc.com/>; POULTER, S. Square melons on the way. *Daily Mail*, 3 ago. 2006.

11. Fontes incluem: MARSH, P. Dyson heater seen as the key to tech refocus. *Financial Times*, 15 set. 2011. Disponível em: <www.dyson.co.uk>.

12. GOODWIN, L. How to bust the biggest myths about the circular economy. *The Guardian*, 12 mar. 2015; CLEGG, A. Sustainable innovation: shaped for the circular economy, *Financial Times*, 26 ago. 2015. Disponível em: <http://www.newlifepaints.com>.

13. Fontes incluem: JERVELL, E. The long, slow process of IKEA design. *Wall Street Journal*, 14 out. 2013.

14. BENNIS, W.; BIEDERMAN, P.W. *Organizing genius*: the secrets of creative collaboration. New York; London: Basic Books/Nicholas Brealey, 1997-1998.

Capítulo 5

1. CHRISTOPHER, M. *Logistics and supply chain managemen.* London: Financial Times, 2011.

2. Fontes incluem: BURTON, G. ARM vs Intel: a battle of business models. *Computing*, 29 maio 2013; TURLEY, J. Intel vs. ARM: two titans' tangled fate, 27 fev. 2014. Disponível em: <InfoWorld.com>.

3. Para obter mais detalhes sobre a origem desse conceito, *veja* MOORE, J.F. Predators and prey: a new ecology of competition, *Harvard Business Review*, maio–jun. 1993.

4. Ibid.

5. Fontes incluem: BLAKELY, R. Britain can learn from India's assembly-line heart operations, says doctor. *The Times*, 14 maio 2010; ECONOMIES OF scale made steel: the economics of very big ships, *The Economist*, 12 nov. 2011.

6. Fontes incluem: CLUSTERS flustered: global competition seems to be weakening the benefits of being in a cluster. *The Economist*, 14 abr. 2011; DEUTSCHE BANK RESEARCH. Global financial centres after the crisis. 2 ago. 2010; BRITAIN AND Formula 1: cluster champs. *The Economist*, 22 out. 2009; WENDLING, M. Can "Silicon Roundabout" challenge Silicon Valley? 8 set. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>.

7. Fontes incluem: CLOVER, C. HTC shares tumble after slashed sales forecast. *Financial Times*, 9 jun. 2015; HTC: upwardly mobile, *The Economist*, 9 jul. 2009.

8. Definição de: <http://searchcio.techtarget.com/definition/outsourcing>.

Suplemento do Capítulo 5

1. LINSTONE, H.A.; TUROOF, M. *The Delphi method*: techniques and applications. Reading: Addison-Wesley, 1975.

2. HOGARTH, R. M.; MAKRIDAKIS, S. Forecasting and planning: an evaluation. *Management Science*, v. 27, 115-138, 1981.

3. Ibid.

4. ARMSTRONG, J.S.; GROHMAN, M.C. A comparative study of methods for long-range market forecasting. *Management Science*, v. 19, n. 2, 211-221, 1972.

Capítulo 6

1. Fontes incluem: BOARD, J.; LOKE KOK FAI. More airlines, facial recognition technology planned for Changi's Terminal 4, 9 jul. 2015. Disponível em: <channelnewsasia.com>; AIRPORT Technology. Terminal 4, Changi International Airport, Singapore. 2014. Disponível em: <airporttechnology.com>; SAA ARCHITECTS. South East Asia aviation hub development: design led Changi Airport Terminal 4, Singapore. 6 nov. 2013. Disponível em: <http://www.saaarchitects.com.sg>.; DRIVER, C. And the winners are… Singapore crowned the best airport in the world (and Heathrow scoops top terminal), *Mail online*, 28 mar. 2014; TALWAR, R. Airport 2025: rethinking the customer experience, 24 nov. 2012. Disponível em: <futuretravelexperience.com>.

2. Tempo do ciclo (ou *takt time*) foi originado pela Toyota, a fabricante de automóveis. É uma adaptação da palavra alemã *taktzeit*, originalmente significando "ciclo de relógio".

3. Fontes incluem: OCHES, S. The drive-thru performance study, *QSR magazine*, out. 2015; HOROVITZ, A. Fast food world says drive-through is the way to go, *USA Today*, 3 abr. 2002.

4. ASSOCIATED PRESS. Standardised bed chart "could prevent hundreds of hospital deaths". *The Guardian*, 27 jul. 2012

5. Fontes incluem: *website* da Ecover. Disponível em: <http://www.the-splash.co.uk/>; OSBORNE, H. Spick'n'span ethics, *The Guardian*, 17 nov. 2006.

6. Fonte: HIRSCHKORN, J. At the coalface: behind the scenes at a real costume drama. *The Times*, 18 dez. 2014.

7. The product-process matrix was an idea originally presented in a form similar to this in HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S.C. *Restoring our competitive edge*. Chichester: Wiley, 1984.

8. Uma nota de advertência em relação a essa ideia: embora logicamente coerente, é um modelo conceitual e não algo que pode ser "escalado". Embora seja intuitivamente óbvio que se desviar da diagonal aumenta os custos, a quantidade exata pela qual os custos aumentarão é muito difícil de determinar.

9. Fontes incluem: CAPITALISM BEGINS at home: providing better and more affordable housing could be the next "capitalist achievement". *The Economist*, 10 jan. 2015; DAVEY, J. Today we built a house every hour, *The Sunday Times*, 31 jan. 2010; *website* da empresa Persimmon; BROWN, G. Space4 growth gives boost to former car sector workers, *Birmingham Post*, 27 ago. 2010.

10. Fonte: BBC News. Sainsbury's store in "spend more" poster gaffe, 30 set. 2014. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>.

11. The Workflow Management Coalition. 2009. Disponível em: <www.wfmc.org>.

12. Fontes incluem: SCHMIDT, G. Applicability of the OM triangle to health care. *David Eccles School of Business*, University of Utah, 2005.; HESKETT, J.L. Shouldice Hospital Limited, Harvard Business Publishing Case 9-683-068, 2003.

Capítulo 7

1. Fontes incluem: HIRASUNA, D. VW's transparent factory. *@issue Journal of Business and Design*, 19 mar. 2012; MARKUS, F. VW's transparent factory. *Car and Driver*, set. 2003; SEGRAN, E. Designing a happier office on the super cheap. *Fast Company*, 30 mar. 2015; HICKEY, S. Death of the desk: the architects shaping offices of the future. *The Guardian*, 14 set. 2014.

2. CARR-BROWN, J. French factory surgeon cuts NHS queues. *Sunday Times*, 23 out. 2005.

3. KOONTZ, C. Retail interior layout for libraries. *Info Today*, 27 jan. 2012, Disponível em: <http://www.infotoday.com/mls/jan05/koontz.shtml>.

4. GURMAN, M. Apple Store coming to London's world-famous Harrods department store. *inShare. 32*, 19 jan. 2012.

5. DAWSON, C. For Toyota, patriotism and profits may not mix. *Wall Street Journal*, 29 nov. 2011.

6. Fontes: entrevistas com funcionários da empresa e JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; SLACK, N. *Cases in operations management*. 3. ed. Harlow: Financial Times Prentice Hall, 2003.

7. Fontes incluem: NESTLÉ'S MEDIA ROOM. *Flexible, fast and functional*: Nestlé to adopt modular factories. 4 jul. 2014. Disponível em: <http://www.nestle.com/media>.

8. SCHEIN, E.M. *The corporate culture survival guide*: sense and nonsense about culture change, San Francisco: Jossey-Bass, 1999.

9. SAVAGE, M. Workplace aesthetics: not just perks & paint. *J Walter Thompson Inside*, 28 jul. 2014.

10. Citado em: AGSM. Workspace design: will aesthetics give your business the edge? University of New South Wales, 5 out. 2010.

11. MILLER, H. Home sweet office comfort in the workplace. 2008. Disponível em: <www.hermanmiller.com>.

12. Relatado em: WABER, B.; MAGNOLFI, J.; LINDSAY, G. Workspaces that move people. *Harvard Business Review*, out. 2014.

13. Fontes incluem: SAVAL, N. A brief history of the dreaded office cubicle. *Wall Street Journal*, 9 maio 2014; INSIDE THE box: how workers ended up in cubes: and how they could break free. *The Economist*, 3 jan. 2015.

14. BITNER, M.J. Servicescapes: the impact of physical surroundings on customers and employees, *Journal of Marketing*, v. 56, 57-71, 1992.

15. Fonte: BREMMER, C. Passengers face each other as airlines pack more into economy. *The Times*, 14 jul. 2015.

Capítulo 8

1. Fontes incluem: I, ROBOT-MANAGER. *The Economist*, 31 mar. 2011; Marathon machine: unskilled workers are struggling to keep up with technological change. *The Economist*, 19 nov. 2011; BRYNJOLFSSON, E.; McAFEE, A. *Race against the machine*: how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy. *Digital Frontier Press*, 2011; KAGEYAMA, Y. Canon moves toward robots-only production for digital cameras. *Toronto Star*, 14 maio 2012.

2. Fontes incluem: THE FUTURE of jobs: previous technological innovation has always delivered more long-run employment, not less. But things can change. *The Economist*, 18 jan. 2014; THE AGE of smart machines. *The Economist*, 25 maio 2013; FINKELSTEIN, D. Machines are becoming cheaper than labour. *The Times*, 6 nov. 2013; GROOM, B. Automation and the threat to jobs, *Financial Times*, 26 jan. 2014; FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Oxford Martin School Working Paper*, 17 set. 2013; BRYNJOLFSSON, E.; McAFEE, A. *The second machine age*: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York: W. W. Norton, 2014.

3. LOH DEN. *My new favorite barber*: QB House. 25 jun. 2008. Disponível em: <denniland.com>.

4. Fontes incluem: MOSKVITCH, K. Internet of things blurs the line between bits and atoms. 3 jun. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>; CHUI, M.; LÖFFLER, M.; ROBERTS, R. The

internet of things. *McKinsey Quarterly*, mar. 2010; EVANS-PUGHE, C. M2M and the internet of things. *Engineering and Technology*, v. 6, issue 9, 12 set. 2011.

5. SAP IOT definition, SAP Research. Disponível em: <internet.eu/images/1/16/A4_Things_Haller.pdf>.

6. Fontes incluem: <http://www.news-medical.net/>; <http://www.telemedicine.com>; STUDSTILL, K. *Future of health*: remote diagnostics, PSFK Consulting, 2 ago. 2010.

7. BARRIERS TO telemedicine limit patient access to quality care. *Patient Safety and Quality Healthcare (PSQH)*, 22 jan. 2012 <http://www.psqh.com/barriers-to-telemedicine-limit-patient-access-to-quality-care.html>.

8. Fontes incluem: WEST, K. Turn up the heat with marmite. *Sunday Times*, 2 out. 2011; Unilever's sustainable living report. 2012. Disponível em: <http://www.unilever.co.uk/sustainable-living/>.

9. DOSI, G.; TEECE, D.; WINTER, S. G. Towards a theory of corporate coherence. In: DOSI, G.; GIAMETTI, R.; TONINELLI, P.A. (Ed.). *Technology and enterprise in a historical perspective*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

10. Fontes incluem: HELM, T.; CAMPBELL, D. NHS hit by new tech failure as it scraps patient booking system, *Observer*, 10 maio 2014; ASHFORD, W. NHS to scrap £356m outpatient booking system, *Computer Weekly*, 12 maio 2014; CONLAN, T. BBC considering keeping 40-year-old system after £100m DMI failure, *The Guardian*, 5 fev. 2014; DANIEL, E.; WARD, J. BBC's DMI project failure is a warning to all organisations. 2014. Disponível em: <www.computerweekly.com>; CONLAN, T.; ARTHUR, C. BBC suspends technology officer after Digital Media Initiative failure, *The Guardian*, 24 maio. 2013.

11. WALLEY, P.; AMIN, V. Automation in a customer contact environment. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 14, n. 5, 86-100, 1994.

12. HELP! THERE'S nobody in the cockpit, *The Economist*, 21 dez. 2002.

13. CHEW, W.B.; LEONARD-BARTON, D.; BOHN, R.E. Beating Murphy's Law. *Sloan Management Review*, v. 5, Spring 1991.

Capítulo 9

1. SCHEIN, E.M. *The corporate culture survival guide*: sense and nonsense about culture change, San Francisco: Jossey-Bass, 1999.

2. Fontes incluem: *website* da empresa; THE SUNDAY Times Best Companies to work for. W. L. Gore & Associates (UK), *The Sunday Times*, 8 mar. 2009; CAULKIN, S. Gore-Tex gets made without managers. *Observer*, Sunday, 2 nov. 2008; SMITH, N. Profile: WL Gore. *The Institution of Engineering and Technology Knowledge network*, 21 out. 2008.

3. SLACK, N. *The operations advantage*. London: Kogan Page, 2016.

4. Fonte: *website* da Accenture. Disponível em: <www.accenture.com>.

5. ULRICH, D. *Human resource champions*: the next agenda for adding value and delivering results. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

6. The Health and Safety Executive (HSE) of the UK government. Disponível em: <www.hse.gov.uk/stress>.

7. Morgan descreve esta e outras metáforas em MORGAN, G. *Images of organization*: London: Sage, 1986.

8. Fonte: BONE, J.; ROBERTSON, D.; PAVIA, W. Plane rumpus puts focus on crews' growing revolution in the air, *The Times*, 12 ago. 2010.

9. HOXIE, R. F. *Scientific management and labour*. Washington: D. Appleton, 1915.

10. HACKMAN, J.R.; OLDHAM, G. *Work Redesign*. Reading: Addison-Wesley, 1980.

11. BOWEN, D.E.; LAWLER, E. E. The empowerment of service workers: what, why, how and when, *Sloan Management Review*, v. 33, n. 3, 31-39, 1992.

12. Fontes incluem: LAVEY-HEATON, M. Working from home: how Yahoo, Best Buy and HP are making moves, *The Guardian*, 10 mar.; SUROWIECKI, J. Face time, *The New Yorker*, 18 mar. 2013; MAYER CULPA. *The Economist*, 2 mar. 2013.

13. KOBRICK, J.L.; FINE, B. J. Climate and human performance. In: OSBORNE, D.J.; GRUNEBERG, M. M. (Ed.). *The physical environment and work*. Nova York: Wiley, 1983.

14. Ibid.

15. Fontes incluem: JONES, A. The riff: dangers of music at work. *Financial Times*, 5 ago. 2015; CIOTTI, G. How music affects your productivity. *Fast Company*, 11 jul. 2014; BBC Does music in the workplace help or hinder? *Magazine Monitor*, 9 set. 2013.

Capítulo 10

1. Fonte: entrevista com Joanne Cheung, Steve Deeley e outros funcionários no Godfrey Hall, BMW Dealership, Coventry.

2. Fontes: FARMAN, J. Les coulisses du vol, Air France. Conversa apresentada por Richard E. Stone, NorthWest Airlines, no IMA Industrial Problems Seminar, 1998.

3. Fontes incluem: SWISHER, K. Man and uber man, *Vanity Fair*, dez. 2014; TAXIS AND technology: dispatching the middleman, *The Economist Babbage Science Blog*, 2012; TAXIS v Uber: substitutes or complements? *The Economist*, 10 ago. 2015.

4. O conceito de razões *P*: *D* vem originalmente de SHINGO, S. *Study of Toyota production systems*. Tóquio: Japan Management Association, 1981; e foi estendido por MATHER, K. *Competitive manufacturing*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1988.

5. Fontes incluem: PLEASE BE seated: a faster way of boarding planes could save time and money, *The Economist*, 3 set. 2011; PALMER, J. *Tests show fastest way to board passenger planes*. 31 ago. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>.

6. Fonte: Obrigado a Lawrence Wilkins por este exemplo.

7. GOLDRATT, E.Y.; COX, J. *A meta*. São Paulo: Educator, 1987.

8. Baseado em um modelo original descrito em HOFSTEDE, G. Management control of public and not-for-profit activities. *Accounting, Organizations and Society*, v. 6, n. 3, 193-211, 1981.

9. A versão original deste caso aparece em SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. *Operations and process management*. 3. ed. Harlow: Pearson, 2012.

Capítulo 11

1. Fontes incluem: EQUANTS. *London Heathrow airport*: economic and social impact, 2012. Disponível em: <Equants.com/2012_LHR.aspx>; HEATHROW AIRPORT HOLDINGS COMPANY. *Heathrow Airport Holdings Company Information*. 12 out. 2014.

2. Fontes incluem: A PIECE of cake: panettone season arrives, *The Economist*, 10 dez. 2009; <http://www.bauligroup.it/en/>.

3. Fontes incluem: AMAZON: the Wal-Mart of the web, *The Economist*, 1 out. 2011; <amazon.com>; RALPH, A. Too many unhappy returns. *The Times*, 26 nov. 2011.

4. Fontes incluem: GROWER GUIDE tackles problem of building sustainable workforces, *Horticulture Week*, 14 maio 2010; <http://growingjobs.org/>.

5. Fontes incluem: WESSEL, D. Gaming the system to beat rush-h our traffic. *Wall Street Journal*, 31 ago. 2013.

6. KIMES, S. Yield management: a tool for capacity-constrained service firms, *Journal of Operations Management*, v. 8, n. 4, 348-363, 1989.

7. Fontes incluem: LEVENSON, E. SeatGeek “Bleacher Bum Economics”: a fan guide to dynamic pricing at Wrigley Field. 2012. Disponível em: <operationsroom.files.wordpress.com>.

8. FLYN, C. Queuing pinpointing our happiest moments. *The Sunday Times*, 6 nov. 2011.

Capítulo 12

1. Fontes incluem: FARRELL, S. Ocado dismisses fears over Waitrose supply deal, *The Guardian*, 11 set. 2014; PRATLEY, N. Ocado: buy two problems get one free. *The Guardian*, 23 jan. 2012.

2. Fontes incluem: The North Face. Disponível em: <http://uk.thenorthface.com/blog/uk/en/sustainability>.

3. Fontes incluem: SMITHERS, R. (2015) Bangladesh Rana Plaza fund finally meets target. *The Guardian*, 8 jun. 2015; BUTLER, S. Rana Plaza disaster marked by Oxford Street demonstration.

The Guardian, 24 abr. 2014; DISASTER AT Rana Plaza: a gruesome accident should make all bosses think harder about what behaving responsibly means. *The Economist*, 4 maio 2013; BANGLADESH'S clothing industry-Bursting at the seams, *The Economist*, 26 out. 2013.

4. FISHER, M.L. What is the right supply chain for your product?, *Harvard Business Review*, mar.-abr. 1997.

5. Adaptado de KRALJIC, P. Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, set. 1983.

6. Fontes incluem: BROKEN links: the disruption to manufacturers worldwide from Japan's disasters will force a rethink of how they manage production. *The Economist*, 31 mar. 2011; BBC. *Sony considers two-week shutdown due to power shortages*: production at some of Japan's biggest companies has been affected by power shortages. 11 abr. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>; BBC. *Toyota motors has suspended production at most of its plants in Japan and also reduced output at its North American and European factories*. 11 abr. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>.

7. HARLAND, C.M. Supply chain management relationships, chains and networks. *British Journal of Management*, v. 1, n. 7, S63-S80, 1996.

8. MINAHAN, T. *Global sourcing*: what you need to know to make it work. 11 ago. 2003. Disponível em: <cio.com>.

9. Fonte: <http://www.levistrauss.com/sustainability/>.

10. LEE, H.L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. The bullwhip effect in supply chains, *Sloan Management Review*, Spring 1997.

11. Obrigado a Stephen Disney, da Cardiff Business School, UK, por sua ajuda nesta seção.

12. Fonte: LEE, H.L.; WHANG, S. Demand chain excellent: a tale of two retailers, *Supply Chain Management Review*, 3 jan. 2001.

Capítulo 13

1. Fontes incluem: BBC News. BLOOD bank "perfect storm" threat for 2012. 28 dez. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>; STANGER, S.H.W; WILDING, R.; YATES, N.; COTTON, S. What drives perishable inventory management performance? Lessons learnt from the UK blood supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 17, issue 2, p. 107-123, 2012.

2. Fonte: ENERGY storage. *The Economist Technology Quarterly*, 3 mar. 2012.

3. Fontes incluem: HIPWELL, D. Age is no virtue for Treasury Wine Estates, which has a massive American hangover. *The Times*, 17 jul. 2013; BAAB-MUGUIRA, C. Treasury Wine down over 10% on writedown news. *Motley Fool*, 15 jul. 2013.

4. Fontes incluem: BBC Magazine. How do they know when to grit roads? 18 dez. 2012. Disponível em: <http://www.bbc.com/news/magazine>; GRIMM, E. Prepare for winter. *Daily Chronicle*, 30 nov. 2009.

5. Fontes incluem: DUKE, S. He knows what you want: before you even want it, *The Sunday Times*, 2 fev. 2014; MURAD, Ahmed. Amazon will know what you want before you do. *The Times*, 27 jan. 2014.

Capítulo 14

1. Fontes incluem: ALLAN, K. Butcher's Pet Care relies on IT that can co-ordinate its ERP. *Engineering & Technology Magazine*. 21 jul. 2009. Disponível em: <https://eandt.theiet.org>.

2. Para obter uma boa explicação desta e de outras questões semelhantes, veja MacCARTHY, B.L. Organizational, systems and human issues in production planning, scheduling and control. In: HERMANN, J. (Ed.). *Handbook of production scheduling*: international series in operations research and management science, 2006. New York: Springer, 2006.

3. Baseado em MacCARTHY, ibid.

4. WIGHT, O. *Manufacturing resource planning*: MRP II. Oliver Wight Ltd., 1984.

5. KOCH, C.; WAILGUM, T. ERP definition and solutions. 2007. Disponível em: <www.cio.com>.

6. Fonte: <www.sap.com>.

7. Fonte: Obrigado a Lawrence Wilkins por este exemplo.

8. BRYNJOLFSSON, E. Technology's true payoff. *Information Week*, out. 1994.

9. Esta categorização é descrita em McAFEE, A. *Managing in the information age*. Harvard Business School, 2007. Teaching note 5-608-011.

10. Baseado na análise da pesquisa nesta área, por FINNEY, S.; CORBETT, M. ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors, *Business Process Management Journal*, v. 13, n. 3, 329-347, 2007.

11. TURBIT, N. *ERP implementation*: the traps. The Project Perfect White Paper Collection. 2005. Disponível em: <www.projectperfect.com.au>.

12. KANARACUS, C. Waste Management sues SAP over ERP implementation. *InfoWorld*, 27 mar. 2008.

Capítulo 15

1. Exemplo escrito e fornecido por Janina Aarts e Mattia Bianchi, Department of Management and Organization, Stockholm School of Economics.

2. CORBETT, S. Applying lean in offices, hospitals, planes, and trains. Presentation at the Lean Service Summit. Amsterdã, 24 jun. 2004.

3. Fontes incluem: McKINSEY When Toyota met e-commerce: lean at Amazon. *McKinsey Quarterly*, n. 2, 2014; LIKER, J. *The Toyota way*. New York: McGraw-Hill Professional, 2004.

4. Fontes incluem: entrevista com Edward Kay, Tom Dyson e Olly Willans, da Torchbox. Jan. 2012. Disponível em: <http://www.torchbox.com/blog/kanban-project-management>; agradecemos a todos na Torchbox por sua ajuda e por permitir nosso acesso à sua operação.

5. A redução do tempo de troca também é chamada "troca rápida de ferramenta" (ou SMED — *single-minute exchange of dies*), pois este era o objetivo em algumas das primeiras operações de prensagem de metais.

6. 5S.

7. GOLDRATT, E.M.; COX, J. *The goal*. Great Barrington: North River Press, 1986.

8. GOLDRATT, E.M. *What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented?* Great Barrington: North River Press, 1990.

9. Baseado em: RATTNER, S. *What is the theory of constraints, and how does it compare to lean thinking?* The Lean Enterprise Institute. 2009. Disponível em: <http://www.leanvs.com/tocvsleanthinking.pdf>.

10. VOSS, C.A.; HARRISON, A. Strategies for implementing JIT. In: VOSS, C.A. (Ed.). *Just-in-time manufacture*. Berlim: IFS/Springer, 1987.

11. Este caso é baseado no trabalho de diversos hospitais reais, na Escandinávia e no restante do mundo, que usaram os conceitos de operações enxutas para melhorar seu desempenho. Porém, todos os nomes e lugares são fictícios e não têm relação com qualquer hospital específico.

Capítulo 16

1. CARROLL, L. *Through the looking glass*. London: Macmillan, 1871.

2. IMAI, M. *Kaizen*: the key to Japan's competitive success. New York: McGraw-Hill, 1986.

3. Fontes: GAWANDE, A. *The checklist manifesto*: how to get things right. London: Profile Books, 2010; AARONOVITCH, D. The checklist manifesto: review. *The Times*, 23 jan. 2010.

4. VASAGAR, J. Experiment with a bit of anarchy. *Financial Times*, 28 jan. 2014.

5. International Organization for Standardization, 1986. ISO 8402.

6. DALE, B.G. Quality management systems. In: DALE, B.G. (Ed.). *Managing quality*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1994.

7. Fontes incluem: <http://www.heinekeninternational.com>.

8. DAVENPORT, T. Reengineering: the fad that forgot people. *Fast Company*, nov. 1995.

9. Baseado em um exemplo de: KRUSE, G. Fundamental innovation. *Manufacturing Engineer*, fev. 1995.

10. Nota: estes valores de defeitos por milhão (DPM) consideram que a média e/ou desvio-padrão pode variar a longo prazo, de modo que o DPM 3 sigma é, na realidade, baseado no 1,5 sigma e o 6 sigma no 4,5 sigma. Essas distribuições são consideradas como "cauda única", pois o deslocamento normalmente é em uma direção.

11. Ibid.

12. Fontes incluem: SHARMA, M.; PANDLA, K.; GUPTA, P. A case study on Six Sigma at Wipro Technologies: thrust on quality, *Working Paper*, The Jaipuria Institute of Management, 2014; <www.wipro.com>.

13. Há muitos livros e publicações que explicam os benefícios da combinação das abordagens enxuta e Seis Sigma. Por exemplo, veja BYRNE, G.; LUBOWE, D.; BLITZ, A. *Driving operational innovation using Lean Six Sigma*, IBM Institute for Business Value, 2007; BRUE, G. *Six sigma for managers*: 24 lessons to understand and apply six sigma principles in any organization. New York: McGraw-Hill Professional, 2005.

14. DEMING, W.E. *Quality, productivity and competitive position*. Cambridge: MIT Center for Advanced Engineering Study, 1982.

15. DEMING, W.E. *Out of crisis*. Cambridge: MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.

16. SCHEIN, E.M. *The corporate culture survival guide*: sense and nonsense about culture change. San Francisco: Jossey-Bass, 1999.

17. BESSANT, J.; CAFFYN, S. High involvement innovation, *International Journal of Technology Management*, v. 14, n. 1, 7-28, 1997. Os autores escrevem especificamente sobre melhoramento contínuo, mas seus argumentos se aplicam de modo mais amplo.

18. SHENKAR, O. *Copycats*: how smart companies use imitation to gain a strategic edge. Boston: Harvard Business Review Press, 2010.

19. ARGYRIS, C.; SCHON, D. *Organizational learning*. Reading: Addison-Wesley, 1978.

20. Fontes incluem: WEST, K. Formula One trains van drivers. *The Times*, 1º maio 2011. Disponível em: <http://www.f1network.net/main/s107/st164086.htm>.

21. Os autores reconhecem com gratidão a valiosa assistência de Teo Yi Wen, Department of Industrial and Systems Engineering, NUS. Os autores também gostariam de agradecer aos entrevistados por sua participação neste projeto e a Johnson Paul e Sharon Foo por facilitar a pesquisa. Todos os direitos reservados por National Library Board Singapore e os autores, 2009.

Capítulo 17

1. PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V.A.; BERRY, L.L. (1985) A conceptual model of service quality and implications for future research. *Journal of Marketing*, v. 49, 41-50, Fall 1985; e

GUMMESSON, E. Lip service: a neglected area in services marketing. *Journal of Services Marketing*, v. 1, n. 1, 19-23, 1987.

2. Fontes incluem: BOYD, E.A. Award-winning analytics. *Analytics Magazine*, maio/jun. 2012; POPPELAARS, J. Supply chain wide optimization at TNT Express. Proceedings of the Euroma Conference, Amsterdã, 2-4 jul. 2012; TNT Corporate. TNT Express win the 2012 Edelman Award. 2015. Disponível em: <http://www.tnt.com/corporate/en/site/home.html>.

3. Fontes incluem: VITALIEV, V. The much-loved knife, *Engineering and Technology Magazine*, 21 jul. 2009; ZUBER, F. The Victorinox quality system. 2015. Disponível em: <https://www.swissarmy.com/us/en>.

4. Fonte: entrevista com Michael Purtill, gerente geral do Four Seasons Hotel Canary Wharf em Londres. Somos gratos pela cooperação de Michael (e pela excelente qualidade do serviço em seu hotel!).

5. BERRY, L.L.; PARASURAMAN, A. *Marketing services*: competing through quality. New York: Free Press, 1991.

6. Baseado em PARASURAMAN, A.; ibid.

7. FERDOWS, K.; DE MEYER, A. Lasting improvement in manufacturing performance, *Journal of Operations Management*, v. 9, n. 2, 168-184, 1990.

8. Fontes incluem: RYANAIR'S future: oh really, O'Leary?, *The Economist*, 19 out. 2013; OFT watchdog says Ryanair payment policy is "puerile". *BBC News*, domingo, 3 jan. 2010. Disponível em: <http://www.bbc.com/news>.

9. Fontes incluem: MARKILLIE, P. They trash cars, don't they? *Intelligent life magazine*, Summer.

10. Fontes incluem: WHEATLEY, M. Filling time on the production line. *Engineering and Technology Magazine*, 8 nov. 2010.

11. FEIGENBAUM, A. V. *Total quality control*. New York: McGraw-Hill, 1986.

12. KAYNAK, H. The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. *Journal of Operations Management*, v. 21, 405-435, 2003.

13. Fontes incluem: OVERTIRED, and overdrawn. *The Economist*, 15 jun. 2013; WILSON, H. Fat-fingered trader sets Tokyo alarms ringing, *The Times*, 2 out. 2014.

14. <http://www.iso.org/iso/iso_9000_essentials>.

15. Based on KOLK, A. *The economics of environmental management*. Harlow: Financial Times Prentice Hall, 2000. Veja também <www.globalreporting.org>.

16. Este caso é baseado em uma situação real, mas os dados foram modificados por motivos de confidencialidade comercial.

Capítulo 18

1. Fontes incluem: RACONTEUR. Business Risk Strategies, 7 maio 2013; FINDUS beef lasagne contained up to 100% horsemeat. *BBC NEWS*, FSA says, 7 fev. 2013.

2. CHRISTOPHER, M. Business is failing to manage supply chain vulnerability. *Odyssey*, edição 16, jun. 2002.

3. SZU PING CHAN *et al*. Timeline: how G4S's bungled Olympics security contract unfolded. *Telegraph*, 21 maio 2013; NEATE, R. G4S profits tumble on Olympic failings. *The Guardian*, 13 mar. 2013.

4. As informações para esta seção são parcialmente baseadas em uma comunicação particular de Bem Betts, da ht2.com.

5. Fontes incluem: BLASTLAND, M.; SPIEGEHALTER, D. *The norm chronicles*: stories and numbers about danger. London: Profile Books, 2013; SPIEGELHALTER, D. The power of the MicroMort. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, v. 121, 662-663, 2014; MAKING SENSE of the statistics that riddle our days. *The Economist*, 22 jun. 2013.

6. Fontes incluem: entrevista com Dra. Emma Brandon-Jones, da University of Bath; PIERSEN, K.; STERMAN, J. Cyclical dynamics of airline industry earning. *System Dynamics Review*, v. 29, n. 3, 129-156, 2013.

7. NAHAJIMA, S. *Total productive maintenance*. New York: Productivity Press, 1988.

8. Fontes incluem: NELSON, G. How data mining helped GM limit a recall to four cars. *Automotive News*, 28 out. 2013; VALDES-DAPENA, P. GM: steps to a recall nightmare. *CNN News*, 20 out. 2014; POLLOCK, L. What you need to know about the GM recalls. *Wall Street Journal*, 2 abr. 2014; BENNETT, J. GM to recall 8.45 million more vehicles in North America. *Wall Street Journal*, 30 jun. 2014.

Capítulo 19

1. Fontes incluem: BOYES, W. *David Van Wyk shares the Disney Imagineering project management process*, controlglobal.com, 29 jun. 2011; HOSKE, M.T. (2011) What do Walt Disney Imagineering and NASA space travel have in common? Engineering inspiration. *Control Engineering*, 22 set. 2011. Disponível em: <http://www.controleng.com/>.

2. Este exemplo foi escrito e gentilmente cedido por Mattia Bianchi, Department of Management and Organization, Stockholm School of Economics.

3. Fontes incluem: PROJECT management. 2 ago. 2015. Disponível em: <raconteur.net>; WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Malaria programme*. Disponível em: <http://www.who.int/topics/malaria/en/>.

4. SHENHAR, A. J.; DVIR, D. *Reinventing project management:* the diamond approach to successful growth and innovation. Boston: Harvard Business School Press, 2007.

5. D'HERBEMONT, O.; CÉSAR, B. *Managing sensitive projects*: a lateral approach. New York: P. Routledge, 1998.

6. Fontes incluem: THE SCOTTISH PARLIAMENT. Disponível em: <www.scottish.parliament.uk>; BBC News. *Holyrood price tag rises to £430 million*, 24 fev. 2004. Retrieved 29 out. 2014. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/scotland/3517225.stm; http://www.playthegame.org/news/news-articles/2014/the-lost-legacy-of-brazil%E2%80%99s-world-cup/; http://engineeringsport.co.uk/2010/04/30/whats-wrong-at-wembley/>.

7. Fontes incluem: DAVIS, D. The MacLeamy curve: digital morphogenesis: evolving architecture through computation, *The blog of NZ Architecture*, 15 out. 2011.

WEBSITES ÚTEIS

Com certeza, existem muitos *websites* que o ajudarão a investigar melhor os tópicos incluídos neste livro. Nem todos eles oferecem informações totalmente confiáveis. Porém, os *sites* a seguir (organizados pelas quatro partes deste livro) oferecem um bom (mas não abrangente) ponto de partida para explorar o assunto.

Parte I – Direcionando a Produção

<www.myomlab> Laboratório de aprendizagem virtual a ser usado em conjunto com este livro — repleto de testes, clipes de filme, dicas de revisão, diagramas animados e casos para ajudar na sua aprendizagem.

<http://operationsroom.wordpress.com/> Histórias de administração da produção tópicas da Stanford University.

<www.iomnet.org> *Site* do Institute of Operations Management. Um dos principais órgãos profissionais da área.

<www.poms.org> Uma sociedade acadêmica norte-americana para administração de operações e produção. Embora acadêmica, oferece algum material de utilidade, incluindo um *link* para um glossário de termos de administração da produção.

<www.sussex.ac.uk/users/dt31/TOMI/> Um dos portais mais antigos sobre o assunto. Útil tanto para acadêmicos como para estudantes.

<www.ft.com> Útil para pesquisar tópicos e empresas.

<http://www.economist.com/> *Site* da revista *The Economist*, bem escrito e com coisas interessantes sobre empresas e negócios.

<www.worldbank.org> Assuntos globais. Útil para pesquisa sobre estratégia internacional de administração da produção.

<www.weforum.org> Assuntos globais, incluindo alguns sobre estratégia de produção.

<www.cfsd.org.uk> *Site* do Centre for Sustainable Design. Alguns recursos úteis, mas, obviamente, confinados às questões de sustentabilidade.

<www.conceptcar.co.uk> *Site* destinado ao projeto de automóveis. Interessante se você gosta de projetos de carros novos!

<www.betterproductdesign.net> Um *site* que atua como fonte de boas práticas de projeto. Criado pela Cambridge University e Royal College of Art. Bons materiais que apoiam todos os aspectos da inovação do projeto.

<www.ocw.mit.edu/OcwWeb/Sloan-School-ofManagement> Uma boa fonte de *courseware* aberto do MIT.

<www.design-council.org.uk> *Site* do Design Council do Reino Unido. Um dos melhores *sites* do mundo para assuntos relacionados a projetos.

<www.locationstrategies.com> Exatamente o que o título indica. Boa discussão sobre o setor.

<www.cpmway.com> *Site* de seleção de locais na América. Você pode ter uma ideia de como são tomadas as decisões de localização.

<www.transparency.org> *Site* importante para negócios internacionais (incluindo localização) que combate a corrupção.

<www.outsourcing.com> *Site* do Institute of Outsourcing. Bons estudos de caso e alguns relatórios interessantes, itens novos etc.

<http://www.balancedscorecard.org/> *Site* de uma organização norte-americana com muitos *links* úteis.

Parte II – Projetando a Produção

www.bpmi.org> *Site* da Business Process Management Initiative. Alguns bons recursos, incluindo artigos e *papers*.

<www.bptrends.com> *Site* de notícias sobre tendências em gestão de processos de negócios. Alguns artigos interessantes.

<www.iienet.org> *Site* do American Institute of Industrial Engineering. Importante órgão profissional para projeto de processos e tópicos relacionados.

<www.waria.com> *Site* da Workflow and Reengineering Association. Alguns tópicos úteis.

<www.strategosinc.com/plant_layout_elements> Alguns resumos interessantes, principalmente no contexto de manufatura.

<www.bls.gov/oes/> *Site* de estatísticas de trabalho do US Department of Labour.

<www.fedee.com/hrtrends> Guia da Federation of European Employers sobre emprego e tendências de trabalho na Europa.

Parte III – Entrega

<http://www.bpic.co.uk/> Algumas informações úteis sobre temas gerais de planejamento e controle.

<http://www.apics.org> Órgão profissional e educacional norte-americano que possui suas raízes em atividades de planejamento e controle.

<http://www.inventoryops.com/dictionary.htm> Grande fonte de informações sobre gestão de estoque e operações em armazéns.

<http://www.mapnp.org/libary/opsmgnt/opsmgnt.htm> *Site* "privativo" geral sobre administração da produção, mas com um bom conteúdo.

<http://www.cio.com/research/erp/edit/erpbasics.html> Várias descrições e informações úteis sobre tópicos relacionados ao ERP.

<http://www.erpfans.com/> Sim, até o ERP tem seu próprio fã-clube! Debates e *links* para entusiastas.

<http://www.sap.com/index.epx> "*Ajudando a construir empresas melhores há mais de três décadas*", a SAP é líder mundial no fornecimento de sistemas ERP há muito tempo. Agora eles já devem saber muito bem como fazer isso!

<http://www.sapfans.com/> Outro fã-clube destinado a entusiastas da SAP.

<http://www.lean.org/> *Site* do Lean Enterprise Institute, criado por um dos fundadores do movimento do pensamento enxuto, James Womack.

<http://www.dti.gov.uk/er/index> *Website* do Employment Relations Directorate, que desenvolveu uma estrutura para empregadores e empregados, a qual promove um mercado de trabalho habilitado e flexível, baseado nos princípios de parceria.

<http://www.worksmart.org.uk/index.php> Este *site* é do Trades Union Congress. Seu objetivo é "ajudar os trabalhadores de hoje a obter o máximo do mundo do trabalho".

Parte IV – Desenvolvimento

<https://www.instituteofcustomerservice.com> O Institute of Customer Service é um órgão independente e profissional para atendimento ao cliente.

<http://www.quality-foundation.co.uk/> *Website* da British Quality Foundation, organização sem fins lucrativos que promove excelência nas empresas.

<http://www.juran.com> A missão do Juran Institute é fornecer aos clientes os conceitos, métodos e orientação para obter liderança em qualidade.

<http://www.asq.org/> *Site* da American Society of Quality. Bons *insights* profissionais.

<http://www.gslis.utexas.edu/~rpollock/tqm.html> *Site* não comercial sobre gestão da qualidade total, com alguns bons *links*.

<http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage> *Site* da International Organization for Standardization, que regula as famílias dos padrões ISO 9000 e ISO 14000. A ISO 9000 tornou-se referência internacional para os requisitos de gestão da qualidade.

<http://www.processimprovement.com/> *Site* comercial, mas com algum conteúdo que pode ser útil.

<http://www.kaizen-institute.com/> Instituto profissional para *kaizen*. Oferece algum *insight* sobre visões práticas.

<http://www.imeche.org.uk/mx/index.asp> *Site* da Manufacturing Excellence Awards. Dedicado a recompensar a excelência e melhor prática de manufatura no Reino Unido. Muito dirigido à manufatura, mas com alguns bons exemplos.

<http://www.ebenchmarking.com> Informação sobre *benchmarking*.

<http://www.quality.nist.gov/> *Site* do American Quality Assurance Institute. Instituição bem posicionada para todos os tipos de segurança da qualidade empresarial.

<https://www.apm.org.uk/> *Site* da Association for Project Management, que está "comprometido a desenvolver e promover a gestão de projeto e programa".

<http://www.pmi.org/> O equivalente norte-americano do *site* anterior.

<https://www.controlrisks.com> Control Risks é uma consultoria de riscos independente e global. É especializada na gestão de riscos políticos, de integridade e segurança em "ambientes complexos e hostis". Contém uma boa ideia do que está envolvido na realização de negócios nas partes mais arriscadas do mundo.

<https://www.theirm.org> *Site* do Institute of Risk Management. Um órgão independente e sem fins lucrativos que trata da gestão de risco.

<http://www.sra.org> *Site* da Society for Risk Analysis (SRA). Ele "oferece um fórum aberto para qualquer um interessado na análise de risco".

<http://www.industryweek.com/operations/leansix-sigma> Uma subseção do *website* Industry Week, que possui diversos artigos interessantes sobre a abordagem enxuta e a implementação Seis Sigma.

<http://www.processexcellencenetwork.com/> Aqui há muitos artigos e comentários sobre a abordagem de melhoramento. Use a ferramenta de busca para encontrar artigos sobre a abordagem enxuta (*lean*).

GLOSSÁRIO

5 S: Metodologia simples de *housekeeping* para organizar as áreas de trabalho. Originalmente traduzida do japonês, geralmente os 5 Ss significam separe (*seiri*), organize (*seiton*), limpe (*seiso*), padronize (*seiketsu*) e sustente (*shitsuke*). O propósito é reduzir a desordem no local de trabalho.

À prova de falha: construção de dispositivos, frequentemente simples, para dificultar os erros que podem levar à falha; também conhecida como o termo japonês *poka-yoke*.

Aceitabilidade do projeto: atratividade para uma operação de processo, produto ou serviço.

Aceleração *(crashing)*: termo usado em gestão de projetos que significa redução do tempo gasto nas atividades do caminho crítico que visa comprimir sua duração.

Acordos de nível de serviço: definições formais das dimensões de desempenho e níveis de serviço que devem ser fornecidos por um processo ou operação para outros processos ou operações.

Administração científica: escola de administração do início do século XX; mais analítica e sistemática do que "científica", às vezes referida (pejorativamente) como taylorismo, dado que Frederick Taylor foi influente na fundamentação de seus princípios.

Administração da produção: atividades, decisões e responsabilidades de gerenciamento da produção e entrega de produtos e serviços.

Agilidade: habilidade de uma operação de responder rapidamente e a custo baixo a mudanças exigidas pelo mercado.

Alargamento do trabalho: termo usado em projeto de trabalho para indicar o volume crescente de trabalho destinado aos indivíduos de modo a tornar o trabalho menos monótono.

Amostragem de aceitação: técnica de amostragem de qualidade que é usada para aceitar um lote inteiro de produtos (e, ocasionalmente, de serviços) com base em uma amostra; é baseada na disposição de a operação arriscar ter que rejeitar um lote "bom" e aceitar um lote "ruim".

Amostragem de qualidade: prática de inspecionar apenas uma amostra dos produtos ou serviços produzidos, em vez da inspeção total.

Ampliação da capacidade: estratégia de planejamento dos níveis de capacidade em que a capacidade é sempre maior ou igual à demanda prevista.

Análise de árvore de falha: procedimento lógico que começa com uma falha ou falha potencial e funciona para trás para identificar suas origens.

Análise de falha: uso de técnicas para descobrir a origem das causas de falhas; as técnicas podem incluir investigação de acidentes, análise de reclamações etc.

Análise de grupos: técnica usada no projeto de arranjo físico celular para constatar que grupos de processo ajustam-se naturalmente.

Análise de rede: termo global para o uso de técnicas baseadas em rede para análise e gestão de projetos; por exemplo, inclui o método do caminho crítico (CPM) e a técnica de revisão e avaliação de programas (PERT).

Análise do ciclo de vida: técnica que analisa todos os *inputs* de produção, o uso do ciclo de vida de um produto e seu descarte final em termos da energia total usada e os desperdícios emitidos.

Análise do fluxo de produção: técnica que examina simultaneamente as exigências de produto e o agrupamento de processos ao alocar tarefas e máquinas às células em arranjo físico celular.

Análise do modo e efeito da falha (FMEA): técnica usada para identificar as características de produto, serviço ou processo que são cruciais para determinar os efeitos das falhas.

Análise do ponto de equilíbrio: técnica de comparar receitas e custos para aumentar os níveis de produção e estabelecer o ponto em que a receita excede o custo, ou seja, o ponto em que há equilíbrio de contas.

Andon: luz acima de uma estação de trabalho que indica seu estado — se está funcionando, esperando trabalho, quebrada etc. Luzes Andon podem ser usadas para interromper toda a linha quando uma estação é interrompida.

Arranjo físico celular: localizar os recursos de transformação com um propósito comum, como processar os mesmos tipos de produtos, atender a tipos similares de clientes etc., agrupados, bem próximos (uma célula).

Arranjo físico de linha: termo mais descritivo para o que é tecnicamente o arranjo físico por linha de produto.

Arranjo físico de posição fixa: localiza a posição estática de um produto ou serviço enquanto os recursos de transformação são movimentados.

Arranjo físico funcional: arranjo físico em que recursos ou processos similares são localizados juntos (às vezes denominado arranjo físico por processo).

Arranjo físico por processo: nome alternativo (enganoso) para arranjo físico funcional.

Arranjo físico por produto: localiza os recursos de transformação em uma sequência definida pelas necessidades de processamento de um produto ou serviço.

Atendimento de pedido: todas as atividades envolvidas no atendimento do pedido de um cliente, frequentemente usado em *e-retailing* e também em outros tipos de operações.

Atenuação: termo usado em gestão de risco que significa isolar uma falha de suas consequências negativas.

Atividade: em gestão de projetos, é uma tarefa identificável e definida; junto com eventos, forma diagramas de planejamento de rede.

Atributos de qualidade: medidas de qualidade que podem assumir dois estágios, por exemplo, certo e errado, tarefas que funcionam e não funcionam etc.

Avaliação/classificação/*rating*: técnica de estudo do trabalho que tenta avaliar a taxa de trabalho de um operador em relação ao conceito de desempenho padronizado do observador — controvertida e agora aceita como sendo um processo ambíguo.

***B Corps*:** abreviação do termo em inglês para Corporações de Benefício — as que têm benefício social claro e inequívoco.

***Back-office*:** parte menos visível de uma operação.

Balanceamento de linha: a atividade de tentar igualar a carga em cada estação ou parte de um arranjo físico de linha ou processo em massa.

***Balanced scorecard* (BSC):** além do desempenho financeiro, o BSC também inclui avaliação da satisfação do cliente, processos internos e inovação e aprendizagem.

Banco anual de horas: tipo de trabalho flexível que controla o tempo trabalhado por indivíduos em base anual e não em períodos mais curtos.

***Benchmarking*:** atividade que compara métodos e/ou desempenho com outros processos para aprender sobre eles e/ou avaliar o desempenho.

Blueprinting: termo frequentemente usado em projeto de serviço que significa mapeamento do processo.

***Bottom-up*:** influência da experiência operacional em decisões de produção.

***Brainstorming*:** técnica de melhoramento em que pequenos grupos de pessoas expõem ideias de maneira livre e criativa.

Caminho crítico: sequência mais longa das atividades de uma rede de projeto, denominada caminho crítico porque qualquer atraso em alguma de suas atividades retardará todo o projeto.

Capabilidade do processo: medida aritmética de aceitabilidade da variação de um processo.

Capacidade: nível máximo de atividade de valor agregado que uma operação, processo ou instalação é capaz de atingir durante um período de tempo.

Capacidade de projeto: capacidade de um processo ou instalação, frequentemente maior do que a capacidade efetiva.

Capacidade efetiva: capacidade útil de um processo ou operação depois de descontados a manutenção, o carregamento, as trocas e outras paradas.

Capacitação dos recursos de produção: habilidade inerente a processos e recursos de operações; também uma perspectiva da estratégia de produção.

Características da qualidade: os vários elementos dentro do conceito de qualidade, como funcionalidade, aparência, confiabilidade durabilidade, recuperação etc.

Carregamento: volume de trabalho que é alocado a um centro de trabalho.

Carregamento finito: abordagem para planejamento e controle que aloca o trabalho a um centro de trabalho até seu limite (geralmente sua capacidade útil).

Carregamento infinito: abordagem para planejamento e controle que aloca trabalho aos centros de trabalho independentemente de qualquer capacidade ou outros limites.

Casa da qualidade: *ver* "desdobramento da função qualidade".

Célula remanescente: célula que precisa lidar com todos os produtos que não se ajustam convenientemente a outras células.

Ciclo de vida de produto/serviço: modelo generalizado do comportamento de clientes e concorrentes durante a vida de um produto ou serviço; geralmente considera-se que possui quatro estágios: introdução, crescimento, maturidade e declínio.

Ciclo DMAIC: modelo de ciclo de melhoramento crescentemente usado, popularizado como abordagem Seis Sigma para melhoramento das operações.

Ciclo PDCA: sigla em inglês para Planejar (P), Fazer (D), Verificar (C) e Agir (A) — *Plan, Do, Check, Act*; talvez o mais conhecido de todos os modelos do ciclo de melhoramento.

Ciclos de melhoramento: prática de conceituação de resolução de problemas, como usada em melhoria do desempenho, em termos de um modelo cíclico infinito, como, por exemplo, o ciclo PDCA ou o ciclo DMAIC.

Clientes internos: processos ou indivíduos de uma operação que são clientes de outros processos internos ou de *outputs* de indivíduos.

***Clusters*:** quando empresas similares, com necessidades comparáveis, localizam-se relativamente próximas umas das outras na mesma área geográfica.

Cocriação: situação em que o cliente ou clientes exercem parte importante na natureza da oferta do produto ou serviço.

Codificação de família de peças: uso de códigos com múltiplos dígitos para indicar a semelhança relativa entre partes diferentes, frequentemente usada para determinar o roteiro do processo que uma peça precisa percorrer em uma operação de produção.

Código de barras: código único de produtos que possibilita que uma peça ou parte seja identificada quando se lida com um leitor de código de barras.

Complexidade combinatória: ideia de que muitas formas diferentes de processar produtos e serviços em muitos locais ou pontos diferentes podem resultar em número excepcionalmente amplo de opções viáveis; o termo é frequentemente usado no arranjo físico de instalações e programado para justificar soluções não otimizadas (porque aqui são muitas opções a explorar).

Comprar ou fazer: termo aplicado à decisão de possuir um processo que contribui para um produto ou serviço ou, alternativamente, terceirizar a atividade desempenhada pelo processo a outra operação.

Compras: função organizacional, frequentemente parte da função produção, que firma contratos com fornecedores para a compra de materiais e serviços.

Comunalidade: grau em que uma variedade de produtos ou serviços incorpora componentes idênticos (também chamada "comunalidade de partes").

Comunalidade de partes: *veja* "Comunalidade".

Conceito de projeto: conjunto de benefícios esperados pelo cliente inserido em um projeto de produto ou serviço.

Concessões: termo usado em estudo do trabalho para indicar o tempo extra permitido para descanso, descontração e necessidades pessoais.

Confiabilidade: quando aplicada ao desempenho das operações, pode ser usada como sinônimo de segurança; quando usada como medida de falha, significa a habilidade de um sistema, produto ou serviço desempenhar conforme o esperado ao longo do tempo; isso é geralmente medido em termos da probabilidade de as operações desempenharem conforme o esperado.

Confiança: entregar ou tornar disponíveis produtos ou serviços quando eles foram prometidos ao cliente.

Conteúdo da estratégia: conjunto de decisões e ações específicas que moldam a estratégia.

Conteúdo de trabalho: volume total de trabalho exigido para produzir uma unidade de *output*, geralmente mensurado em tempos padronizados.

Continuidade dos negócios: procedimentos adotados pelas empresas para atenuar e se recuperar dos efeitos de grandes falhas.

Contratação e demissão: termo (geralmente pejorativo) usado em gestão de capacidade a médio prazo que indica a variação da dimensão da força de trabalho por meio de política de emprego.

Controle: processo de monitoramento das atividades de produção que lida com quaisquer desvios do plano; envolve geralmente elementos de replanejamento.

Controle de estoque ABC: abordagem para o controle de estoque que o classifica por seu valor de uso e varia a abordagem para gerenciá-lo adequadamente.

Controle do valor agregado: método de avaliar o desempenho na gestão de projetos que combina os custos e os tempos atingidos no projeto com o plano original.

Controle empurrado: termo usado em planejamento e controle para indicar que o trabalho está sendo enviado por uma estação de trabalho para ser concluído na estação de trabalho seguinte.

Controle estatístico do processo (CEP): técnica que monitora processos à medida que produzem produtos ou serviços e tenta distinguir entre a variação normal ou natural de desempenho do processo e as causas de variação não usuais ou "atribuíveis".

Controle puxado: termo usado em planejamento e controle para indicar que uma estação de trabalho requer trabalho da estação anterior apenas quando for necessário; um dos princípios fundamentais do planejamento e controle *just-in-time.*

Coopetição: abordagem para as redes de suprimento que define empresas cercadas de grandes fornecedores, clientes, concorrentes e fornecedores complementares.

CRAFT (*Computerized relative allocation of facilities technique*): técnica heurística computadorizada que trata da alocação das instalações para o desenvolvimento de boas, mas não ótimas, soluções.

Criação sob encomenda: *veja* "Fabricar conforme pedido".

***Crowdsourcing*:** ato de assumir uma atividade tradicionalmente desempenhada por um agente designado e de terceirizá-la a amplo grupo de pessoas na forma de uma concorrência pública.

Curva da banheira: curva que descreve a probabilidade de falha de um produto, serviço ou processo e que indica probabilidade relativamente alta de falha no início e no final de seu ciclo de vida.

Curva de MacLeamy: modelo que expressa a ideia de que, à medida que os projetos evoluem, o custo de fazer mudanças ao projeto original aumenta, embora a habilidade de os gerentes de projeto influenciarem o projeto diminua.

Curva-S da inovação: curva que descreve o impacto de uma inovação ao longo do tempo.

Customização: variação de um projeto de produto ou serviço para ajustá-lo às necessidades específicas de clientes individuais ou grupos de clientes.

Customização em massa: habilidade de fabricar produtos e fornecer serviços em alto volume e, ainda assim, variar suas especificações para atender às necessidades de clientes individuais ou tipos de clientes.

Custos de avaliação: custos associados com verificação, monitoramento e controle de qualidade para verificar se ocorreram problemas ou erros; compõem um elemento dos custos relacionados à qualidade.

Custos de falha externa: custos associados a um erro ou falha que atinge um cliente; fazem parte dos custos relacionados à qualidade.

Custos de falha interna: custos associados a erros e falhas que são tratados dentro de uma operação, mas que, ainda assim, causam interrupção; elemento que compõe os custos relacionados à qualidade.

Custos de prevenção: custos que são incorridos ao tentar prevenir a ocorrência de problemas e erros de qualidade; fazem parte dos custos relacionados à qualidade.

Custos espacialmente variáveis: custos que são significativos na decisão de localização e que variam conforme a posição geográfica.

Custos relacionados à qualidade: tentativa de capturar as categorias amplas de custo que são afetadas ou que afetam a qualidade, geralmente classificadas como custos de prevenção, custos de avaliação, custos de falha interna e custos de falha externa.

Dados antropométricos: dados que relacionam o tamanho das pessoas, compleição física e outras habilidades físicas usados nos projetos do trabalho e instalações físicas.

Decisões estratégicas: decisões que são amplas em seu efeito e que definem a posição da organização em relação a seu ambiente e a aproxima de suas metas a longo prazo.

Decisões estruturais: decisões estratégicas que determinam a forma física e a configuração da operação, como as que envolvem edifícios, capacidade física, tecnologia etc.

Decisões infraestruturais: decisões que dizem respeito aos sistemas, métodos e procedimentos da operação que moldam sua cultura global.

Definição ampla de operações: todas as atividades necessárias para atender aos requisitos do cliente.

Demanda dependente: demanda que é relativamente previsível porque é derivada de algum outro fator conhecido.

Demanda independente: demanda que não é diretamente dependente da demanda por outro produto ou serviço.

Desdobramento da função qualidade (QFD): técnica usada para assegurar que o projeto eventual de um produto ou serviço realmente atende às necessidades de seus clientes (às vezes denominado “casa da qualidade”).

Deseconomias de escala: termo usado para descrever os custos extras que são incorridos por uma operação à medida que ela cresce.

Desempenho padronizado: termo usado na medição do trabalho para indicar a taxa de *output* que trabalhadores qualificados alcançarão em um dia de trabalho sem esforço extra, garantida sua motivação para as tarefas; geralmente considerado um conceito muito vago.

Desenvolvimento: conjunto de atividades de operações que melhoram produtos, serviços e processos.

Desenvolvimento aberto: produtos e serviços desenvolvidos por uma comunidade aberta, incluindo usuários.

Desenvolvimento simultâneo: superposição de estágios no processo de projeto, de modo que um estágio na atividade de projeto possa começar antes que o estágio anterior termine: a intenção é encurtar o tempo e economizar custo de projeto (também denominado “engenharia simultânea” ou “engenharia concorrente”).

Desintermediação: o aparecimento de uma operação em uma rede de suprimento que separa duas operações que estiveram anteriormente em contato direto.

Diagrama polar: diagrama que usa eixos, todos originados de um ponto central, para representar aspectos diferentes do desempenho das operações.

Diagramas de causa-efeito: técnica para procurar a causa de origem dos problemas, é uma prática de questionamento sistemático, também conhecida como diagramas de Ishikawa.

Dinâmica da cadeia de suprimento: estudo do comportamento de cadeias de suprimento, especialmente o nível de atividade e de estoque em pontos diferentes da cadeia; sua descoberta mais conhecida é o "efeito chicote".

Direção: atividades que criam entendimento geral do propósito e do desempenho estratégico de uma operação.

Distância do processo: grau de novidade requerido por um processo na implementação de uma nova tecnologia.

Distância do recurso: grau de novidade requerido dos recursos de uma operação durante a implementação de uma nova tecnologia ou processo.

Divisão do trabalho: abordagem para o projeto do trabalho que envolve dividir uma tarefa em partes relativamente pequenas, cada uma realizada por uma pessoa.

***E-business*:** uso de tecnologias baseadas na Internet, apoio aos processos de negócios existentes ou criação de oportunidades de negócio totalmente novas.

***E-commerce*:** uso da Internet para facilitar as atividades de compra e venda.

***E-procurement*:** uso da Internet para organizar a função compras; isso pode incluir a identificação de fornecedores potenciais e leilões, bem como as tarefas administrativas de emissão de pedidos etc.

Economia de escala: maneira pela qual os custos (unitários) de funcionamento de uma operação diminuem à medida que essa operação fica maior.

Efeito chicote: tendência de as redes de suprimento amplificarem mudanças relativamente pequenas na demanda de tal forma que qualquer perturbação no lado a montante da rede seja muito maior.

Efeito rainha de copas: ideia de que o melhoramento é relativo; certo nível de melhoramento é necessário simplesmente para manter a posição de alguém em relação a seus concorrentes.

Eficácia geral de equipamento: método de julgar a eficácia do equipamento de uma operação.

Eficiência de atravessamento: conteúdo de trabalho necessário para produzir um item em um processo expresso como porcentagem do tempo total de atravessamento.

Eficiência de valor agregado no atravessamento: tempo que os itens gastam em um processo de valor agregado expresso como porcentagem do tempo total de atravessamento.

***Empowerment*:** termo usado em projeto do trabalho para indicar o aumento de autoridade concedido às pessoas para a tomada de decisões que alteram o próprio trabalho.

Engenharia concorrente: *veja* “Desenvolvimento simultâneo”.

Engenharia de fatores humanos: termo alternativo para “ergonomia”.

Engenharia de valor: abordagem para redução de custo em projeto de produto que examina o propósito de um produto ou serviço, suas funções básicas e suas funções secundárias.

Engenharia reversa: desmembramento ou desconstrução de um produto ou serviço para compreender como foi produzido (frequentemente por uma organização concorrente).

Enriquecimento do trabalho: termo usado em projeto de trabalho para indicar o aumento da variedade e o número de tarefas que constituem o trabalho do indivíduo; isso pode incluir maior espaço para tomada de decisão e autonomia.

Entrega: atividades que planejam e controlam a transferência de produtos e serviços aos clientes.

Equilíbrio do custo fixo: volumes de produção aos quais é necessário investir em instalações de produção apoiados pelo custo fixo.

Ergonomia: ramo do projeto do trabalho que se ocupa, principalmente, com os aspectos fisiológicos do projeto de trabalho, em como o corpo humano se ajusta às instalações do processo e ao ambiente; pode também se referir aos fatores humanos ou à engenharia de fatores humanos.

ERP integrado à *web*: planejamento de recursos empresariais que é estendido para incluir sistemas tipo ERP de outras organizações, como clientes e fornecedores.

Escalonamento (*rostering*): termo usado em planejamento e controle, geralmente para indicar a programação de funcionários, a alocação dos tempos de trabalho aos indivíduos de modo que se ajustem à capacidade de uma operação.

Estoque: também conhecido como inventário, é a acumulação dos recursos transformados em um processo; geralmente aplica-se a recursos materiais, mas também pode ser usado para estoque de informação, estoque de clientes (geralmente chamados de filas).

Estoque de antecipação: estoque acumulado para lidar com a demanda futura esperada ou interrupções no fornecimento.

Estoque de ciclo: estoque que ocorre quando um estágio de um processo não pode suprir todos os itens que produz simultaneamente, e, para isso, precisa fazer estoque de um item enquanto processa os outros.

Estoque de desacoplamento: estoque usado para permitir que os centros de trabalho ou processos operem de forma relativamente independente.

Estoque de segurança: estoque que compensa flutuações inesperadas do suprimento e da demanda; também pode ser chamado estoque pulmão, colchão ou *buffer*.

Estoque no canal de distribuição: estoque que existe porque o material não pode ser transportado instantaneamente.

Estratégia corporativa: posicionamento estratégico de uma corporação e suas empresas que a compõem.

Estratégia de negócios: o posicionamento estratégico de uma empresa em relação a seus clientes, mercados e concorrentes, um subconjunto da estratégia corporativa.

Estratégia de produção: direção global e contribuição da função produção à empresa; modo pelo qual as exigências do mercado e a capacitação dos recursos de produção são conciliadas na operação.

Estratégia de recursos humanos: abordagem global a longo prazo para assegurar que os recursos humanos de uma organização proporcionam uma vantagem estratégica.

Estratégia emergente: estratégia que é gradualmente moldada ao longo do tempo, baseada em experiência e não em posicionamento teórico.

Estratégia funcional: direção global e papel de uma função dentro da empresa; subconjunto da estratégia empresarial.

Estrutura analítica de trabalho: definição e relacionamento entre pacotes de trabalho individuais em gestão de projeto; a cada pacote de trabalho podem ser alocados seus próprios objetivos que se ajustam na estrutura analítica do trabalho total.

Estrutura de componentes: *veja* "Estrutura de produto".

Estrutura de produto: diagrama que mostra as partes componentes de um pacote de produto ou serviço e a ordem em que as partes componentes são compradas em conjunto (frequentemente denominada estrutura de componentes).

Estudo de tempos: termo usado na medição do trabalho para indicar o processo de cronometrar o tempo e avaliar ritmos de trabalho; envolve observação de tempos, ajuste ou normalização de cada tempo observado (avaliação de ritmo) e cálculo da média dos tempos ajustados.

Estudo do método: estudo analítico dos métodos para executar tarefas com o objetivo de descobrir o "melhor" método ou o método aprimorado de executar a tarefa.

Estudo do trabalho: termo geralmente usado para envolver o estudo do método e a medição do trabalho, derivado da escola de administração científica.

***Ethernet*:** tecnologia que facilita as redes de áreas locais conectadas por cabo; também tem sido usada para comunicação *wireless*, que permite a dispositivos móveis conectarem-se a uma rede de área local.

Eventos: pontos no tempo dentro de um plano de projeto; junto com as atividades, formam os diagramas de planejamento de redes.

Exigências do mercado: objetivos de desempenho que refletem a posição de mercado dos produtos ou serviços de uma operação, além de uma perspectiva da estratégia de produção.

Extranets: redes de computadores que vinculam as organizações e se conectam à rede interna de cada organização.

Fábrica dentro da fábrica: termo semelhante a arranjo físico celular, mas às vezes usado para indicar maior aglomeração de recursos. *Veja também* “Loja dentro da loja”.

Fabricação integrada por computador: termo usado para descrever a integração do monitoramento e do controle baseados em computador de todos os aspectos de um processo de fabricação, usando frequentemente um banco de dados comum e comunicando via alguma forma de rede de computadores.

Fabricar conforme pedido: operações que fabricam produtos apenas quando são demandados por clientes específicos.

Fabricar para estoque: operações que fabricam produtos antes de serem demandados por clientes específicos.

Fatores competitivos: fatores como tempo de entrega, especificação de produto ou serviço, preço etc. que definem as exigências dos clientes.

Fatores comunitários: fatores que são influentes na decisão de localização que relatam o ambiente social, político e econômico da posição geográfica.

Fatores menos importantes: fatores competitivos que nem são ganhadores de pedidos nem qualificadores de pedidos; seu desempenho não afeta significativamente a posição competitiva de uma operação.

Filosofia enxuta: (também conhecida como sincronização enxuta) é uma abordagem de administração da produção que enfatiza a eliminação contínua de desperdício de todos os tipos, frequentemente usada em substituição ao *just-in-time*; é uma filosofia global usada para indicar a abordagem de planejamento e controle que adota os princípios enxutos.

Flexibilidade: grau em que o processo de uma operação pode mudar o que faz, como faz ou quando faz.

Flexibilidade de entrega: habilidade da operação de mudar o *timing* da entrega de seus serviços ou produtos.

Flexibilidade de *mix*: habilidade de a operação produzir ampla variedade de produtos e serviços.

Flexibilidade de produto/serviço: habilidade de a operação introduzir produtos ou serviços novos ou modificados.

Flexibilidade de volume: habilidade de a operação alterar seu nível de *output* ou de atividade para produzir quantidades ou volumes diferentes de produtos e serviços ao longo do tempo.

Formas organizacionais matriciais: híbridos de organizações de forma M e de forma U.

Fornecedores internos: processos ou indivíduos de uma operação que fornecem produtos ou serviços a outros processos ou indivíduos que compõem uma operação.

Fronteira eficiente: linha convexa que descreve os *trade-offs* do desempenho atual entre as medidas de desempenho das operações (geralmente duas).

Função perda de qualidade: função matemática elaborada por Genichi Taguchi que inclui todos os custos do desvio de um desempenho-alvo.

Função produção: arranjo dos recursos que são dedicados à produção e à entrega de produtos e serviços.

Funções de apoio: funções que facilitam o funcionamento de funções essenciais, por exemplo, contabilidade e finanças, recursos humanos etc.

Funções essenciais (*core functions*): funções que gerenciam os três processos essenciais de qualquer empresa: marketing, desenvolvimento de produto/serviço e operações.

Funil de projeto: modelo que descreve o processo de um projeto a partir de muitas opções alternativas que são reduzidas progressivamente até o projeto final.

Ganhadores de pedido: fatores competitivos que contribuem direta e significativamente para conquistar negócios.

Gargalo: estágio que representa a restrição de capacidade em um processo; controla a produção de todo o processo.

Gemba: às vezes também denominado Gamba, é um termo usado para representar a ideia de se dirigir onde as coisas realmente ocorrem, como base de melhoramento.

Geração de conceito: estágio no processo do projeto de um produto ou serviço que formaliza a ideia básica que lhes dá fundamentação.

Gerente de projeto: gerentes de projeto competentes são vitais para o sucesso do projeto.

Gerentes de produção: funcionários da organização que têm responsabilidade particular pela gestão de alguns ou de todos os recursos que compõem a função produção.

Gestão da capacidade a longo prazo: conjunto de decisões que determinam o nível da capacidade física de uma operação desde que a operação seja a longo prazo; isso variará entre setores industriais, geralmente a prazo superior a um ano.

Gestão da demanda: abordagem para a gestão da capacidade a médio prazo que tenta mudar ou influenciar a demanda para se ajustar à capacidade disponível.

Gestão de distribuição física: organizar a movimentação integrada e a estocagem de materiais.

Gestão de projeto empresarial (EPM): *software* que integra todas as atividades comuns na gestão de projetos.

Gestão de qualidade total (TQM): abordagem holística para a gestão de qualidade que enfatiza o papel de todas as partes de uma organização e de todas as pessoas da organização para influenciar e melhorar a qualidade; fortemente influenciada por vários “gurus” da qualidade, atingiu seu pico de popularidade nas décadas de 1980 e 1990.

Gestão de receitas: conjunto de métodos que podem ser usados para assegurar que uma operação (geralmente com uma capacidade fixa) maximize seu potencial de gerar lucro.

Gestão de relacionamento com o cliente (CRM): método de aprender mais sobre as necessidades e comportamentos dos clientes por análise das informações de vendas.

Gestão do desempenho: similar, porém mais amplo que a mensuração do desempenho, mas também tenta influenciar o comportamento das decisões e o desenvolvimento das habilidades para que indivíduos e processos estejam mais bem equipados para atender aos objetivos.

Gestão visual: abordagem para tornar o estado atual e planejado de uma operação ou processo transparente para todos.

Globalização: extensão da rede de suprimento das operações para cobrir todo o mundo.

Gráfico de Gantt: dispositivo de programação que representa o tempo como uma barra ou canal em que as atividades são marcadas.

Gráfico de processo de duas mãos: mapa de processo microdetalhado que mostra o movimento em cada direção de uma atividade em uma escala de tempo comum.

Gráfico de relacionamento: diagrama usado em arranjo físico para resumir o interesse relativo de as operações estarem próximas umas das outras.

Gráficos de controle: gráficos usados em controle estatístico de processo para registrar o desempenho do processo.

Grupo de foco: grupo de usuários potenciais de um produto ou serviço, escolhido por ser típico de seu mercado-alvo, formado para testar sua reação a projetos alternativos.

Habilidades de contato com o cliente: habilidades e conhecimento que os funcionários das operações necessitam para atender às expectativas dos clientes.

***Heijunka*:** *veja* “Programação nivelada”.

Heurística: regras de bom-senso ou simples atalhos racionais que são desenvolvidos para fornecer soluções boas, não ótimas, geralmente para decisões que envolvem complexidade combinatória.

Hierarquia de operações: ideia de que todos os processos de operações são constituídos de processos de operações menores.

Hierarquia de processos: ideia de uma rede de recursos que forma processos, redes de processos que formam operações e redes de operações que formam redes de suprimento.

Horário de trabalho flexível: aumentar a possibilidade de o indivíduo variar seu horário de trabalho.

Impressão tridimensional (ou 3D): também conhecida como manufatura aditiva, é uma tecnologia que produz objetos tridimensionais pelo depósito de camadas sucessivas de material.

Inovação: ação de introduzir novas ideias a produtos, serviços ou processos.

Integração vertical: extensão em que uma operação opta em possuir a rede de processos que produz um produto ou serviço; o termo está frequentemente associado à decisão de “fazer ou comprar”.

Internet das coisas: integração de objetivos físicos em uma rede de informação em que objetos físicos tornam-se participantes ativos dos processos empresariais.

Inventário: termo alternativo para estoque.

ISO 14000: padrão internacional que orienta os sistemas de gestão ambiental e cobre o planejamento inicial, a implementação e a avaliação de objetivos.

ISO 9000: conjunto de padrões mundiais que estabelecem os requisitos para sistemas de gestão da qualidade das empresas; revisado pela última vez em 2000, existem vários conjuntos de padrões.

Jusante (*downstream*): as outras operações de uma cadeia de suprimento situadas entre a operação que está sendo considerada e o cliente final.

***Just-in-time* (JIT):** método de planejamento e controle e filosofia de produção que visa atender à demanda instantaneamente com qualidade perfeita e sem desperdício.

***Kaizen*:** termo japonês para melhoramento contínuo.

***Kanban*:** termo japonês para cartão ou sinal; é um dispositivo de controle simples usado para autorizar a liberação de materiais em sistemas de controle empurrado, como os usados em JIT.

***Keiretsu*:** termo japonês usado para descrever uma coalizão de empresas que formam uma rede de suprimento ao redor de um grande fabricante; pode incluir empresas de serviços, como bancos e fornecedores convencionais.

Lado da demanda: cadeias de clientes, clientes de clientes etc. que recebem os produtos e serviços produzidos por uma operação.

Lado do suprimento: as cadeias de fornecedores, fornecedores de fornecedores etc. que fornecem peças, informações ou serviços a uma operação.

Lei de Little: relacionamento matemático entre o tempo de atravessamento, o trabalho em processo e o tempo de ciclo (tempo de atravessamento é igual ao trabalho em processo × o tempo de ciclo).

Lei de Pareto: lei geral que opera em muitas situações e que indica que 20% de algo causa 80% de algo mais, geralmente usada em gestão de estoque (20% dos itens são responsáveis por 80% do faturamento) e atividades de melhoramento (20% dos tipos de problemas produzem 80% das interrupções de produção).

Lesão por esforço repetitivo (LER): lesão no corpo decorrente da repetição de atividades.

Limites de controle: linhas de um gráfico de controle, usadas em controle estatístico do processo que indica a extensão das variações de causas naturais ou comuns; quaisquer pontos fora desses limites de controle indicam que o processo, provavelmente, está fora de controle.

Linha de ajustamento: nome alternativo para a diagonal “natural” da matriz de processo do produto.

Linha de frente (*front-office*): parte de alta visibilidade de uma operação.

Lista de materiais: lista de partes componentes requeridas para compor o pacote total para um produto ou serviço, juntamente com informações referentes a seus níveis na estrutura do produto ou componente e as quantidades necessárias de cada componente.

Localização: posição geográfica de uma operação ou processo.

Logística: termo da gestão da cadeia de suprimento muito semelhante à gestão de distribuição física.

Loja dentro da loja: arranjo físico de operações que agrupam instalações que têm o mesmo propósito; o termo foi originalmente usado em operações de varejo, mas é agora também usado em outros setores, muito similar à ideia de arranjo físico celular.

Lojas de serviço: processos de serviço que estão posicionados entre os serviços profissionais e os serviços em massa, geralmente com níveis médios de volume e customização.

Lote econômico: quantidade de itens a serem produzidos por uma máquina ou processo que, supostamente, minimiza os custos associados à produção e à formação de estoque.

Lote econômico de compra (LEC): quantidade de itens a serem pedidos que, supostamente, minimiza o custo total de gestão de estoque, derivado de diversas fórmulas de LEC.

Manutenção: atividade de cuidar das instalações físicas para evitar ou minimizar a chance de essas instalações falharem.

Manutenção baseada em condição: abordagem para a gestão de manutenção que monitora a condição do equipamento de processo e desempenha trabalho no equipamento apenas quando necessário.

Manutenção centrada na confiabilidade: abordagem para gestão da manutenção que usa tipos diferentes de manutenção para diferentes partes de um processo, dependendo de seu padrão de falha.

Manutenção corretiva: abordagem para gestão de manutenção que apenas conserta uma máquina ou instalação quando ocorre uma avaria.

Manutenção preventiva: abordagem para gestão de manutenção que desempenha trabalho em máquinas ou instalações em intervalos regulares na tentativa de prevenir quebras.

Manutenção produtiva total (TPM): abordagem para a gestão de manutenção que adota uma abordagem holística similar à gestão de qualidade total (TQM).

Mapa de fluxo de valor: processo de mapeamento que visa entender o fluxo de material e informação no decorrer de um processo ou série de processos que faz distinção entre os tempos de valor agregado e de não valor agregado no processo.

Mapa-esboço de um processo: *veja* “Mapeamento de processo de alto nível”.

Mapeamento de processo de alto nível: mapa de processo agregado que ilustra atividades gerais em vez de atividades detalhadas (também chamado de “mapa-esboço de processo”).

Mapeamento de processos: descrição de processos em termos de como as atividades de um processo se relacionam (pode também ser denominado “esboço de processo” ou “análise de processo”).

Marco: termo usado em gestão de projetos para identificar eventos importantes em que possam ser feitas revisões específicas de tempo, custo e qualidade.

Matriz importância-desempenho: técnica que reúne escores que indicam a importância e o desempenho relativos de fatores competitivos diferentes para priorizá-los como candidatos ao melhoramento.

Matriz produto-processo: modelo derivado por Hayes e Wheelwright que demonstra o ajustamento natural entre volume e variedade de produtos e serviços produzidos por uma operação, de um lado, e os tipos de processos usados para produzi-los, de outro lado.

Medição de trabalho: ramo do estudo do trabalho que envolve a medição do tempo que deve ser destinado ao desempenho das tarefas.

Medição do desempenho: atividade de medir e avaliar os vários aspectos de um processo ou o desempenho da operação inteira.

Melhoramento contínuo: abordagem para a melhoria das operações que assume muitos melhoramentos incrementais de desempenho, reforçando o momento do melhoramento em vez da taxa de melhoramento; também conhecido como *kaizen*, frequentemente comparado ao melhoramento de *breakthrough*.

Melhoramento de *breakthrough*: abordagem de melhoria do desempenho de operações que implica mudanças drásticas e importantes na forma como a operação funciona. Por exemplo, a reengenharia de processo de negócios (BPR) está geralmente associada a esse tipo de melhoramento, também conhecido como melhoramento com base em inovação, em contraste com o melhoramento contínuo.

Mercados eletrônicos: às vezes, também denominados intermediários ou cyberintermediários, são *websites* que oferecem serviços a compradores e vendedores, geralmente em mercados B2B.

Método de localização de centro de gravidade: técnica que adota uma analogia física de equilíbrio para determinar a localização geográfica que equilibra a importância ponderada de outras operações com as quais a operação que está sendo localizada possui relacionamento direto.

Método de localização por escore ponderado: técnica para comparar a atratividade de localizações alternativas que aloca um escore aos fatores que são significativos na decisão e pondera cada escore pela significância do fator.

Método do caminho crítico: uma técnica de análise de rede.

Método Taguchi: técnica de projeto que usa combinações de projetos para testar a robustez de um projeto.

Modelo de excelência EFQM: modelo que identifica as categorias das atividades que, supostamente, asseguram altos níveis de qualidade; é usado por muitas empresas para examinar seus procedimentos relacionados à qualidade.

Modelo de quatro estágios de contribuição para as operações: modelo desenvolvido por Hayes e Wheelwright que categoriza o grau em que a gestão de produção influencia positivamente a estratégia geral da empresa.

Modelo do processo de transformação: modelo que descreve as operações em termos de seus recursos de *input*, seus processos de transformação e seus *outputs* de bens e serviços.

Modelo Henderson-Clark: teoria da inovação que distingue entre o conhecimento dos componentes de uma ideia e o conhecimento de como os componentes se ajustam.

Modelo SCOR: modelo amplo, altamente estruturado e sistemático, de melhoramento da rede de suprimento, desenvolvido pelo Supply Chain Council.

Montante: as outras operações em uma cadeia de suprimento que estão voltadas para o lado do suprimento da operação. (Também chamado de *upstream*.)

***Muda*:** termo japonês que significa todas as atividades de um processo que representam desperdício porque não agregam valor à operação ou ao cliente.

Multi-habilidade: aumento da variedade de habilidades dos indivíduos para aumentar a motivação e/ou melhorar a flexibilidade.

Multissuprimento: prática de obter o mesmo tipo de produto, componente ou serviço de mais de um fornecedor para manter o poder de barganha de mercado ou a continuidade do suprimento.

***Mura*:** termo japonês que significa falta de consistência ou desnivelamento que resulta em sobrecarga periódica de funcionários ou equipamentos.

***Muri*:** termo japonês que significa desperdício em razão de exigências despropositais colocadas em um processo que resultará em maus resultados.

Nível de reposição ou ressuprimento: nível de estoque em que mais itens são encomendados, geralmente calculado para assegurar que o estoque não termine antes da chegada do lote seguinte.

Objetivos de desempenho: conjunto genérico de indicadores de desempenho que pode ser usado para estabelecer os objetivos ou avaliar o desempenho de qualquer tipo de operação; embora haja listas alternativas propostas por diferentes autoridades, os cinco objetivos de desempenho, como usados neste livro, são qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

***Off-shoring*:** suprimento de produtos e serviços a partir de operações baseadas fora do próprio país ou região.

Operação virtual: operação que desempenha poucas atividades de valor agregado, ou nenhuma; ao contrário, organiza uma rede de operações de fornecedores, vista como o máximo em terceirização.

Operações funcionais: ideia de que qualquer função em uma organização usa recursos para produzir serviços e produtos para clientes (internos); assim, todas as funções são, em alguma extensão, operações.

Organização M: estrutura organizacional que agrupa os recursos necessários para produzir um produto ou serviço ou os recursos necessários para atender a uma área geográfica específica em divisões separadas.

Organização N: estruturas organizacionais em rede em que conglomerados de recursos delegam responsabilidade para a gestão estratégica desses recursos.

Organização U: estrutura organizacional que agrupa seus recursos principalmente para propósito funcional.

Pacote de projeto: produtos, serviços e partes componentes de um projeto de produto ou serviço que fornece os benefícios ao cliente.

Padrões de desempenho: níveis definidos de desempenho contra os quais uma operação real é comparada; os padrões de desempenho podem ser baseados em desempenho histórico, metas de desempenho arbitrárias, desempenho de concorrentes etc.

Padronização: grau em que os processos, produtos ou serviços são impedidos de variar ao longo do tempo.

Panorama de serviço: termo usado para descrever a perspectiva e a sensação do ambiente de uma operação.

Parceria: tipo de relacionamento nas redes de suprimento que encoraja acordos cooperativos relativamente duradouros para a realização conjunta de metas empresariais.

Partes interessadas. *Veja "Stakeholders*".

Perda de balanceamento: quantificação da falta de equilíbrio em uma linha de produção, definida como porcentagem do tempo não usado com propósitos produtivos em relação ao tempo total investido na fabricação de um produto.

Pesquisa e desenvolvimento (P&D): função da organização que desenvolve conhecimento e ideias novas e os operacionaliza para formar uma base de conhecimento sobre o qual os projetos de produto, serviço e processo estão fundamentados.

Planejamento: formalização do que se pretende que aconteça em algum momento do futuro.

Planejamento das necessidades de materiais (MRP): conjunto de cálculos embutidos em um sistema que ajuda as operações a fazer cálculos de volume e de *timing* para os propósitos de planejamento e controle.

Planejamento de recursos de manufatura (MRP II): expansão do planejamento das necessidades de materiais ao incluir maior integração com informações de outras partes da organização e, frequentemente, maior sofisticação nos cálculos da programação.

Planejamento de recursos empresariais (ERP — *enterprise resource planning*): integração de todos os sistemas de planejamento de recursos significativos em uma organização que, no contexto das operações, integra o planejamento e controle com outras funções da empresa.

Planejamento e controle agregados: termo usado para indicar o planejamento da capacidade a médio prazo que agrega produtos e serviços diferentes para obter ampla visão da demanda e da capacidade.

Plano de capacidade nivelada: abordagem para a gestão da capacidade a médio prazo que tenta manter a produção de uma operação ou sua capacidade constante, independentemente da demanda.

***Poka-yoke*:** termo japonês para sistema à prova de falha.

Ponto de pedido: ponto em que mais itens são encomendados, geralmente calculado para assegurar que o estoque não termine antes da chegada do novo lote.

Prêmio Europeu de Qualidade: prêmio de qualidade organizado pela Fundação Europeia para Gestão da Qualidade; está baseado no modelo de excelência EFQM.

Primeira camada: descrição aplicada a fornecedores e clientes que estão em relacionamento imediato com uma operação, sem operações intermediárias.

Princípio de estoque perpétuo: princípio usado em controle de estoque pelo qual o registro de estoque deve ser automaticamente atualizado toda vez que itens forem recebidos ou retirados.

Princípios de economia de movimentos: *check-list* usada para desenvolver novos métodos de estudo do trabalho que pretende eliminar elementos do trabalho, combinar esses elementos, simplificar as atividades ou alterar a sequência de eventos para melhorar a eficiência.

Processamento distribuído: termo usado em tecnologia de informação para indicar o uso de computadores menores distribuídos ao redor de uma operação e ligados em rede de modo que possam se comunicar, o oposto ao processamento centralizado de informação.

Processo da estratégia de produção: como as estratégias de produção são agrupadas, frequentemente dividido em formulação, implementação, monitoramento e controle.

Processo de cálculo de necessidades líquidas do MRP: processo de calcular necessidades líquidas, usando o programa mestre de produção e a lista de materiais.

Processos: organização de recursos que produz algum *mix* de produtos e serviços.

Processos contínuos: processos de alto volume e baixa variedade; usualmente, produtos fabricados em processo contínuo que são produzidos em fluxo infinito, como itens petroquímicos ou eletricidade.

Processos curtos e grossos: processos projetados com relativamente poucos estágios sequenciais, cada um desempenhando parte relativamente grande da tarefa total, o oposto de processos longos e finos.

Processos de negócio de ponta a ponta: processos que atendem totalmente à necessidade de um cliente externo definido.

Processos de produção em massa: processos que produzem bens em alto volume e relativamente pouca variedade.

Processos de projeto: processos que lidam geralmente com produtos discretos, altamente customizados.

Processos em lote: processos que tratam lotes de produtos em conjunto em que cada lote possui seu próprio roteiro de processo.

Processos empresariais: processos que frequentemente atravessam as fronteiras funcionais e que dão alguma contribuição para o atendimento das necessidades dos clientes.

Processos *jobbing*: processos que lidam com alta variedade e baixos volumes, embora possa haver alguma repetição de fluxo e atividades.

Processos longos e finos: processos projetados para que tenham muitos estágios sequenciais, cada um desempenhando uma parte relativamente pequena da tarefa total; o oposto de "processos curtos e grossos".

Produtividade: índice do que é produzido por uma operação ou processo em relação ao que é necessário produzir, a saber, o *output* de uma operação dividido por seu *input*.

Produtos facilitadores: produtos criados por uma operação para apoiar seus serviços.

Programa: usado em gestão de projetos, geralmente significa um processo contínuo de mudança que compreende projetos individuais.

Programação: termo usado em planejamento e controle para indicar o cronograma detalhado do trabalho que deve ser feito, quando e onde deve ser feito.

Programação mestre de produção: programação importante que forma o principal *input* para o planejamento de necessidades de materiais; contém uma declaração do volume e do momento em que os produtos finais devem ser fabricados.

Programação nivelada: ideia de que o *mix* e o volume da atividade devem ser iguais ao longo do tempo, de modo a tornar a saída rotineira e regular; às vezes conhecida pelo termo japonês *heijunka*.

Programação para a frente: carregamento de trabalho em centros de trabalho tão logo seja possível, em contraposição à programação para trás.

Programação para trás (*backward scheduling*): começar a programar trabalhos a partir do momento em que deveriam terminar, exatamente quando estiverem com prazo vencido, em oposição à programação para frente.

Projeto: conjunto de atividades com ponto de partida e de finalização definidos, que persegue uma meta usando um conjunto definido de recursos.

Projeto auxiliado por computador (*CAD*): sistema que fornece a habilidade de o computador criar e modificar desenhos de produto, serviço ou processo.

Projeto de trabalho: forma pela qual estruturamos o conteúdo e o ambiente de trabalho dos indivíduos e a interface com a tecnologia ou instalações que usam.

Projeto de trabalho comportamental: abordagem para o projeto de trabalho que leva em consideração o desejo dos indivíduos de atenderem a suas necessidades de autoestima e desenvolvimento pessoal.

Projeto do processo: configuração geral de um processo que determina a sequência das atividades e o fluxo de recursos transformados entre elas.

Projeto interativo: ideia de que o projeto de produtos e serviços, por um lado, e os processos que os criam, por outro, devem ser integrados.

Projeto modular: uso de subcomponentes padronizados de um produto ou serviço que podem ser agrupados de diferentes formas para criar alto grau de variedade.

Projeto preliminar: projeto inicial de um produto ou serviço que define seus principais componentes e funções, embora não inclua muitos detalhes específicos.

Prototipagem: projeto inicial de um produto ou serviço elaborado com o propósito de avaliação posterior de uma opção de projeto.

Protótipo virtual: modelo de um produto, processo ou serviço baseado em computador que pode ser testado em suas características antes de o processo, produto ou serviço real ser produzido.

Qualidade: há muitas abordagens diferentes para definir qualidade. A definimos como conformidade consistente às expectativas do cliente.

Qualificadores: fatores competitivos que têm um nível mínimo de desempenho (nível de qualificação) abaixo do qual é improvável que os clientes considerem satisfatório o desempenho de uma operação.

Razão P:D: uma razão que diferencia a extensão total de tempo que os clientes precisam esperar entre pedir um produto ou serviço e recebê-lo (*D*) e o tempo de atravessamento total para produzir esse produto ou serviço (*P*).

Recuperação: atividade (geralmente um processo predeterminado) de minimizar os efeitos da falha de uma operação.

Recuperação de desastre: termo usado de modo similar à continuidade da empresa, mas está largamente preocupado com os planos e procedimentos de ação para a recuperação da tecnologia e sistemas de informações críticas após um desastre natural ou induzido por ser humano.

Recurso sob encomenda: operações que compram recursos para produção apenas quando são demandados por clientes específicos.

Recursos de *input*: recursos de transformação e transformados que formam o *input* para as operações.

Recursos de transformação: recursos que atuam sobre os recursos transformados, geralmente classificados como instalações (prédios, equipamentos e planta de uma operação) e funcionários (pessoas que operam, mantêm e administram a operação).

Recursos intangíveis: recursos em uma operação que são imediatamente evidentes ou tangíveis, como relacionamentos com fornecedores e clientes, conhecimento do processo, desenvolvimento de novos produtos e serviços.

Recursos transformados: recursos tratados, transformados ou convertidos em um processo; geralmente um *mix* de materiais, informações e clientes.

Rede de suprimento imediata: fornecedores e clientes que têm contato direto com uma operação.

Rede de suprimento: a rede de operações de fornecedor e cliente que possuem relacionamentos com uma operação. Uma linhagem ou sequência de operações que fornece bens e serviços a clientes finais; dentro de uma rede de suprimento, várias cadeias de suprimento atravessarão uma operação individual.

Rede local (LAN): rede de comunicações que opera, geralmente, sobre uma distância limitada, para conectar dispositivos como microcomputadores, servidores etc.

Rede total de suprimento: todos os fornecedores e clientes que estão envolvidos nas redes de suprimento ao longo de uma operação.

Redes remotas (WANs): similares às redes locais (LANs), mas com maior cobertura, geralmente envolvendo elementos fora de uma única operação ou instalação.

Redução da capacidade: estratégia de planejamento dos níveis de capacidade em que a capacidade é sempre maior ou igual à demanda prevista.

Redução do tempo de *set-up*: processo de reduzir o tempo de mudança de um processo de uma atividade para o seguinte; também denominada "troca rápida de ferramenta", após suas origens na indústria de prensagem de metais.

Redundância: extensão em que um processo, produto ou serviço tem sistemas ou componentes que são usados apenas quando outros sistemas ou componentes falham.

Reengenharia dos processos do negócio (BPR): a filosofia que recomenda o reprojeto dos processos para atender às necessidades definidas pelos clientes externos.

Relacionamentos de contratação: relacionamentos entre as operações de uma rede de suprimento que confiam em contratos formais e/ou legais que especificam obrigações e papéis.

Repetitividade: extensão em que uma atividade não varia.

Responsabilidade social: incorporação do impacto da operação sobre seus *stakeholders* nas decisões de administração da produção.

Responsabilidade social corporativa: como a empresa considera seus impactos econômicos, sociais e ambientais.

Responsabilidades indiretas da administração de produção: atividades que colaboram com outras funções da organização.

Resultado ambiental: elemento do resultado triplo que avalia o desempenho de uma organização em termos de como ela afeta o ambiente natural.

Resultado econômico: parte do resultado triplo que avalia o desempenho econômico de uma organização, geralmente em termos financeiros.

Resultado social: elemento do resultado triplo que avalia o desempenho de uma empresa em relação às pessoas e à sociedade com as quais ela tem contato; e/ou missão ambiental e responsabilidade legal a respeito dos interesses dos funcionários, da comunidade, do ambiente, bem como dos acionistas.

Resultado triplo: (também conhecido como pessoas, plantas e lucro) ideia de que as organizações devem ser medidas em critérios sociais e ambientais, bem como em critérios financeiros. (Também conhecido como *triple bottom line.*)

Revisão contínua: abordagem para gerenciar a tomada de decisões relacionadas a estoque quando este atinge um nível específico, ao contrário da revisão periódica.

Revisão periódica: abordagem para a tomada de decisões de estoque que define pontos no tempo para examinar os níveis de estoque e tomar as decisões adequadas, ao contrário da revisão contínua.

Risco da cadeia de suprimento: estudo da vulnerabilidade das cadeias de suprimento até sua interrupção.

Robôs: manipuladores automáticos de recursos transformados cuja movimentação pode ser programada e reprogramada.

Rotação de trabalho: prática de encorajar a movimentação de indivíduos entre diferentes aspectos de um trabalho, de modo a aumentar a motivação.

Saídas (*outputs*) de processos: compostas de bens e serviços produzidos por processos.

SAP: empresa alemã, líder de mercado em *software*, sistemas e treinamento em ERP (*enterprise resource planning*).

Seguimento de demanda: abordagem para gestão da capacidade a médio prazo que tenta ajustar a produção e/ou a capacidade para refletir as flutuações da demanda.

Segunda camada: descrição aplicada a fornecedores e clientes que estão separados da operação apenas por fornecedores e clientes da primeira camada.

Segurança de qualidade do fornecedor: atividade de monitorar e melhorar os níveis de qualidade dos produtos e serviços entregues pelos fornecedores; também usada para avaliar a capacidade de suprimento na escolha de fornecedores alternativos.

Seis Sigma: abordagem para melhoramento e gestão da qualidade originada na Motorola Company, mas que foi amplamente popularizada por sua adoção na GE Company nos Estados Unidos. Embora baseada no controle estatístico do processo tradicional, é agora uma "filosofia de melhoramento" bem mais ampla, que recomenda, geralmente, uma abordagem específica para medir, melhorar e gerenciar a qualidade e o desempenho das operações.

Sequenciamento: atividade de planejamento e controle que decide a ordem em que o trabalho deve ser desempenhado.

Serviços em massa: processos de serviço que têm alto número de transações, frequentemente envolvendo customização limitada, por exemplo, os serviços de transporte em massa, *call centers* etc.

Serviços facilitadores: serviços produzidos por uma operação para dar suporte a seus produtos.

Serviços profissionais: processos de serviço que são destinados a produzir serviços baseados no conhecimento ou em consultoria, geralmente envolvendo alto contato com o cliente e alta customização; são exemplos as consultorias de gestão, advogados, arquitetos etc.

Sete tipos de desperdício: tipos de desperdício identificados pela Toyota, que são superprodução, tempo de espera, transporte, desperdício de processo, de estoque, de movimentação e defeitos.

Sigma enxuto: combinação de elementos de melhoramento da filosofia enxuta e de Seis Sigma.

Símbolos de mapeamento de processo: símbolos usados para classificar tipos diferentes de atividade: geralmente derivam-se da administração científica ou do organograma de sistemas de informação.

Simulação: uso de um modelo de processo, produto ou serviço para explorar suas características antes de o processo, produto ou serviço ser criado.

Síntese de dados elementares: técnica de medição do trabalho para se chegar a um tempo total a partir de elementos de tempo marcados anteriormente.

Sistema de apoio à decisão: sistema de informação gerencial que ajuda ou apoia a tomada de decisão gerencial; pode incluir bancos de dados e modelos analíticos sofisticados.

Sistemas de informações gerenciais (SIG): sistemas de informação que manipulam a informação de modo que possa ser usada no gerenciamento de uma organização.

Sistemas de tempos de movimentos predeterminados: técnica de medida do trabalho em que tempos-padrões elementares obtidos de tabelas publicadas são usados para construir uma estimativa de tempo para todo o trabalho.

Sistemas especialistas (SE): sistemas de solução de problemas baseados em computador que, em algum grau, imitam a lógica humana na solução de problemas.

Sistemas flexíveis de manufatura (FMS): sistemas de produção que reúnem várias tecnologias em um sistema coerente, como corte de metal e tecnologias de manuseio de materiais, geralmente controlando suas atividades por um único computador.

Sistematização: extensão em que procedimentos padronizados se tornam explícitos.

***Skunkworks*:** pequena equipe de desenvolvimento focada que é retirada de seu ambiente normal de trabalho.

Solução de problema baseada em evidência: uso de métodos estatísticos e de dados brutos como base para melhoramento.

***Stakeholders*:** pessoas e grupos de pessoas que têm interesse na operação e que podem ser influenciados ou influenciar as atividades da operação. (Também chamados de “partes interessadas”.)

Subcontratação: gestão de capacidade a médio prazo que indica o uso temporário de outras operações para desempenhar algumas tarefas, ou mesmo produzir todos os produtos ou serviços durante o período de alta demanda.

Suprimento único: prática de obter um tipo de *input*, produto, componente ou serviço de um único fornecedor, oposto a suprimento múltiplo.

Sustentabilidade: habilidade de uma empresa de gerar lucro aceitável a seus proprietários, bem como minimizar o dano ao meio ambiente e melhorar a vida das pessoas com as quais tem contato.

Takt time: (semelhante ao tempo de ciclo) tempo entre os itens que emergem de um processo, geralmente aplicado a processos "cadenciados".

Tambor, pulmão e corda: abordagem para o controle das operações que vem da teoria das restrições (TOC) e usa o estágio do gargalo em um processo para controlar a movimentação dos materiais.

Tangibilidade: principal característica que distingue produtos (geralmente tangíveis) de serviços (geralmente intangíveis).

Taxa de falha: medida de falha que é definida como número de falhas em determinado período de tempo.

Técnica de avaliação e revisão de programa (PERT — *program evaluation and review technique*): método de planejamento de rede que usa estimativas probabilísticas de tempo.

Tecnologia de informação (TI): qualquer dispositivo ou conjunto de dispositivos que coleta, manipula, estoca e distribui informação; termo quase sempre usado para significar dispositivos baseados em computador.

Tecnologia de processo: máquinas e dispositivos que criam e/ou entregam bens e serviços.

Tecnologia de produção otimizada (OPT): *software* e conceito criados por Eliyahu Goldratt para explorar sua teoria das restrições (TOC).

Tecnologia de produto: tecnologia embutida em um produto ou serviço, distinta de tecnologia de processo.

Tecnologia indireta de processo: tecnologia que auxilia a gestão de processos, em vez de contribuir diretamente para a criação de produtos ou serviços; por exemplo, tecnologia de informação que programa atividades.

Tecnologias de ruptura: tecnologias que, a curto prazo, não podem atender ao desempenho exigido pelos clientes, mas que podem melhorar mais rápido do que a tecnologia existente, tornando-a redundante.

Telemedicina: habilidade de fornecer serviços de saúde interativos utilizando tecnologia de telecomunicações moderna.

Teletrabalho: habilidade de trabalhar de casa usando tecnologia de telecomunicações e/ou de computador. (Também chamado de "*home office*".)

Tempo até o lançamento: tempo envolvido por toda a atividade de projeto, desde o conceito até o lançamento do produto ou serviço no mercado.

Tempo básico: tempo de duração para a execução de um trabalho sem quaisquer concessões para recuperação.

Tempo de atravessamento: tempo para uma unidade mover-se ao longo de um processo.

Tempo de ciclo: tempo médio entre unidades de produção que emergem de um processo.

Tempo médio entre as falhas: tempo da operação dividido pelo número de falhas; o recíproco da taxa de falhas.

Tempo operacional valioso: tempo de um equipamento ou centro de trabalho que está disponível para trabalho produtivo após interrupções e ineficiências terem sido consideradas.

Tempo padronizado: termo usado em mensuração do trabalho para indicar o tempo despendido na execução de um trabalho; inclui as concessões para recuperação e descanso.

Teoria da fila de espera: um termo alternativo para a teoria das filas.

Teoria das filas: abordagem matemática que modela as atividades de processamento e de chegada aleatórias para prever o comportamento dos sistemas de fila (também chamada "teoria da fila de espera").

Teoria das restrições (TOC): filosofia de administração da produção que foca a atenção nas restrições de capacidade física ou nos gargalos de uma operação; usa *software* conhecido como "tecnologia de produção otimizada" (OPT).

Teoria dos *trade-offs*: ideia de que o melhoramento é um aspecto do desempenho das operações que decorre às custas da deterioração de outro aspecto do desempenho, agora substancialmente modificada ao incluir a possibilidade de que, a longo prazo, aspectos diferentes do desempenho das operações podem ser melhorados simultaneamente.

Terceirização (*outsourcing*): prática de contratação de um fornecedor para trabalho anteriormente feito dentro da operação.

Terceirização dos processos da empresa (BPO): termo aplicado à terceirização de todos os processos de retaguarda da empresa; como não precisa significar uma mudança na localização do processo, às vezes envolve uma empresa externa assumindo o controle da gestão dos processos que permanecem na mesma localização.

Tipos de processo: termo usado para descrever uma abordagem geral particular para gerenciamento de processos; em manufatura, são geralmente processos por projeto, *jobbing*, por lotes, processos em massa e processos contínuos; em serviços, são os serviços profissionais, lojas de serviços e serviços de produção em massa.

***Top-down*:** influência da estratégia corporativa ou empresarial sobre as decisões de produção.

Trabalhador qualificado: termo usado em estudo do trabalho para indicar uma pessoa que é aceita como tendo atributos físicos, inteligência, habilidade, educação e conhecimento para desempenhar a tarefa.

Trabalho em processo: número de unidades de um processo esperando para ser processado ainda mais. (Também chamado "*work-in-progress*".)

Triagem de projetos: avaliação de projetos alternativos com o propósito de reduzir o número de opções de projetos sendo consideradas.

Troca rápida de ferramenta: termo alternativo para "redução do tempo de *set-up*".

Uso durante o *lead-time*: volume de estoque que será usado entre a emissão de um pedido e a reposição, geralmente descrito por uma distribuição de probabilidade para representar a incerteza da demanda e o *lead time.*

Utilização: índice de *output* real de um processo ou instalação dividido por sua capacidade de projeto.

Valor de uso: termo usado em controle de estoque para indicar a quantidade de itens usados ou vendidos, multiplicada por seu valor ou preço.

Variabilidade de processo: grau em que as atividades variam em tempo ou natureza de um processo.

Variação: grau em que a taxa ou o nível de *output* varia em um processo ao longo do tempo, uma característica-chave que determina o comportamento do processo.

Variáveis da qualidade: medidas da qualidade que podem ser mensuradas continuamente em uma escala variável, por exemplo, tamanho, peso etc.

Variedade: faixa de diferentes produtos e serviços produzidos por um processo, uma característica-chave que determina o comportamento do processo.

Variedade recebida: variedade que ocorre porque o processo não foi projetado para evitá-la.

Velocidade: tempo envolvido entre a solicitação de produtos ou serviços pelos clientes e seu recebimento.

Viabilidade de projeto: habilidade de uma operação produzir um processo, produto ou serviço.

Visão baseada em recurso: perspectiva sobre a estratégia que reforça a importância das capacitações (também chamadas de competências) para determinar uma vantagem competitiva sustentável.

Visibilidade: atividade de valor agregado que ocorre na presença (real ou virtual) do cliente, também denominada "contato com o cliente".

Volume: nível ou taxa de *output* de um processo, uma característica-chave que determina o comportamento do processo.

Voz do cliente: captar as exigências, expectativas e percepções de um cliente e usá-las como alvos de melhoramento dentro de uma operação.

***Workflow*:** etapa do projeto dos processos baseado em informações.

***World Wide Web* (WWW):** protocolos e padrões usados na Internet para formatar, recuperar, armazenar e exibir informações.

Zero defeito: ideia de que a gestão da qualidade deve melhorar até a perfeição como objetivo final, muito embora, na prática, isso nunca seja atingido.

5 S: Metodologia simples de *housekeeping* para organizar as áreas de trabalho. Originalmente traduzida do japonês, geralmente os 5 Ss significam separe (*seiri*), organize (*seiton*), limpe (*seiso*), padronize (*seiketsu*) e sustente (*shitsuke*). O propósito é reduzir a desordem no local de trabalho.

À prova de falha: construção de dispositivos, frequentemente simples, para dificultar os erros que podem levar à falha; também conhecida como o termo japonês *poka-yoke*.

Aceitabilidade do projeto: atratividade para uma operação de processo, produto ou serviço.

Aceleração *(crashing)*: termo usado em gestão de projetos que significa redução do tempo gasto nas atividades do caminho crítico que visa comprimir sua duração.

Acordos de nível de serviço: definições formais das dimensões de desempenho e níveis de serviço que devem ser fornecidos por um processo ou operação para outros processos ou operações.

Administração científica: escola de administração do início do século XX; mais analítica e sistemática do que "científica", às vezes referida (pejorativamente) como taylorismo, dado que Frederick Taylor foi influente na fundamentação de seus princípios.

Administração da produção: atividades, decisões e responsabilidades de gerenciamento da produção e entrega de produtos e serviços.

Agilidade: habilidade de uma operação de responder rapidamente e a custo baixo a mudanças exigidas pelo mercado.

Alargamento do trabalho: termo usado em projeto de trabalho para indicar o volume crescente de trabalho destinado aos indivíduos de modo a tornar o trabalho menos monótono.

Amostragem de aceitação: técnica de amostragem de qualidade que é usada para aceitar um lote inteiro de produtos (e, ocasionalmente, de serviços) com base em uma amostra; é baseada na disposição de a operação arriscar ter que rejeitar um lote "bom" e aceitar um lote "ruim".

Amostragem de qualidade: prática de inspecionar apenas uma amostra dos produtos ou serviços produzidos, em vez da inspeção total.

Ampliação da capacidade: estratégia de planejamento dos níveis de capacidade em que a capacidade é sempre maior ou igual à demanda prevista.

Análise de árvore de falha: procedimento lógico que começa com uma falha ou falha potencial e funciona para trás para identificar suas origens.

Análise de falha: uso de técnicas para descobrir a origem das causas de falhas; as técnicas podem incluir investigação de acidentes, análise de reclamações etc.

Análise de grupos: técnica usada no projeto de arranjo físico celular para constatar que grupos de processo ajustam-se naturalmente.

Análise de rede: termo global para o uso de técnicas baseadas em rede para análise e gestão de projetos; por exemplo, inclui o método do caminho crítico (CPM) e a técnica de revisão e avaliação de programas (PERT).

Análise do ciclo de vida: técnica que analisa todos os *inputs* de produção, o uso do ciclo de vida de um produto e seu descarte final em termos da energia total usada e os desperdícios emitidos.

Análise do fluxo de produção: técnica que examina simultaneamente as exigências de produto e o agrupamento de processos ao alocar tarefas e máquinas às células em arranjo físico celular.

Análise do modo e efeito da falha (FMEA): técnica usada para identificar as características de produto, serviço ou processo que são cruciais para determinar os efeitos das falhas.

Análise do ponto de equilíbrio: técnica de comparar receitas e custos para aumentar os níveis de produção e estabelecer o ponto em que a receita excede o custo, ou seja, o ponto em que há equilíbrio de contas.

Andon: luz acima de uma estação de trabalho que indica seu estado — se está funcionando, esperando trabalho, quebrada etc. Luzes Andon podem ser usadas para interromper toda a linha quando uma estação é interrompida.

Arranjo físico celular: localizar os recursos de transformação com um propósito comum, como processar os mesmos tipos de produtos, atender a tipos similares de clientes etc., agrupados, bem próximos (uma célula).

Arranjo físico de linha: termo mais descritivo para o que é tecnicamente o arranjo físico por linha de produto.

Arranjo físico de posição fixa: localiza a posição estática de um produto ou serviço enquanto os recursos de transformação são movimentados.

Arranjo físico funcional: arranjo físico em que recursos ou processos similares são localizados juntos (às vezes denominado arranjo físico por processo).

Arranjo físico por processo: nome alternativo (enganoso) para arranjo físico funcional.

Arranjo físico por produto: localiza os recursos de transformação em uma sequência definida pelas necessidades de processamento de um produto ou serviço.

Atendimento de pedido: todas as atividades envolvidas no atendimento do pedido de um cliente, frequentemente usado em *e-retailing* e também em outros tipos de operações.

Atenuação: termo usado em gestão de risco que significa isolar uma falha de suas consequências negativas.

Atividade: em gestão de projetos, é uma tarefa identificável e definida; junto com eventos, forma diagramas de planejamento de rede.

Atributos de qualidade: medidas de qualidade que podem assumir dois estágios, por exemplo, certo e errado, tarefas que funcionam e não funcionam etc.

Avaliação/classificação/*rating*: técnica de estudo do trabalho que tenta avaliar a taxa de trabalho de um operador em relação ao conceito de desempenho padronizado do observador — controvertida e agora aceita como sendo um processo ambíguo.

***B Corps*:** abreviação do termo em inglês para Corporações de Benefício — as que têm benefício social claro e inequívoco.

***Back-office*:** parte menos visível de uma operação.

Balanceamento de linha: a atividade de tentar igualar a carga em cada estação ou parte de um arranjo físico de linha ou processo em massa.

***Balanced scorecard* (BSC):** além do desempenho financeiro, o BSC também inclui avaliação da satisfação do cliente, processos internos e inovação e aprendizagem.

Banco anual de horas: tipo de trabalho flexível que controla o tempo trabalhado por indivíduos em base anual e não em períodos mais curtos.

***Benchmarking*:** atividade que compara métodos e/ou desempenho com outros processos para aprender sobre eles e/ou avaliar o desempenho.

Blueprinting: termo frequentemente usado em projeto de serviço que significa mapeamento do processo.

***Bottom-up*:** influência da experiência operacional em decisões de produção.

***Brainstorming*:** técnica de melhoramento em que pequenos grupos de pessoas expõem ideias de maneira livre e criativa.

Caminho crítico: sequência mais longa das atividades de uma rede de projeto, denominada caminho crítico porque qualquer atraso em alguma de suas atividades retardará todo o projeto.

Capacidade: nível máximo de atividade de valor agregado que uma operação, processo ou instalação é capaz de atingir durante um período de tempo.

Capabilidade do processo: medida aritmética de aceitabilidade da variação de um processo.

Capacidade de projeto: capacidade de um processo ou instalação, frequentemente maior do que a capacidade efetiva.

Capacidade efetiva: capacidade útil de um processo ou operação depois de descontados a manutenção, o carregamento, as trocas e outras paradas.

Capacitação dos recursos de produção: habilidade inerente a processos e recursos de operações; também uma perspectiva da estratégia de produção.

Características da qualidade: os vários elementos dentro do conceito de qualidade, como funcionalidade, aparência, confiabilidade durabilidade, recuperação etc.

Carregamento: volume de trabalho que é alocado a um centro de trabalho.

Carregamento finito: abordagem para planejamento e controle que aloca o trabalho a um centro de trabalho até seu limite (geralmente sua capacidade útil).

Carregamento infinito: abordagem para planejamento e controle que aloca trabalho aos centros de trabalho independentemente de qualquer capacidade ou outros limites.

Casa da qualidade: *ver* "desdobramento da função qualidade".

Célula remanescente: célula que precisa lidar com todos os produtos que não se ajustam convenientemente a outras células.

Ciclo de vida de produto/serviço: modelo generalizado do comportamento de clientes e concorrentes durante a vida de um produto ou serviço; geralmente considera-se que possui quatro estágios: introdução, crescimento, maturidade e declínio.

Ciclo DMAIC: modelo de ciclo de melhoramento crescentemente usado, popularizado como abordagem Seis Sigma para melhoramento das operações.

Ciclo PDCA: sigla em inglês para Planejar (P), Fazer (D), Verificar (C) e Agir (A) — *Plan, Do, Check, Act*; talvez o mais conhecido de todos os modelos do ciclo de melhoramento.

Ciclos de melhoramento: prática de conceituação de resolução de problemas, como usada em melhoria do desempenho, em termos de um modelo cíclico infinito, como, por exemplo, o ciclo PDCA ou o ciclo DMAIC.

Clientes internos: processos ou indivíduos de uma operação que são clientes de outros processos internos ou de *outputs* de indivíduos.

***Clusters*:** quando empresas similares, com necessidades comparáveis, localizam-se relativamente próximas umas das outras na mesma área geográfica.

Cocriação: situação em que o cliente ou clientes exercem parte importante na natureza da oferta do produto ou serviço.

Codificação de família de peças: uso de códigos com múltiplos dígitos para indicar a semelhança relativa entre partes diferentes, frequentemente usada para determinar o roteiro do processo que uma peça precisa percorrer em uma operação de produção.

Código de barras: código único de produtos que possibilita que uma peça ou parte seja identificada quando se lida com um leitor de código de barras.

Complexidade combinatória: ideia de que muitas formas diferentes de processar produtos e serviços em muitos locais ou pontos diferentes podem resultar em número excepcionalmente amplo de opções viáveis; o termo é frequentemente usado no arranjo físico de instalações e programado para justificar soluções não otimizadas (porque aqui são muitas opções a explorar).

Comprar ou fazer: termo aplicado à decisão de possuir um processo que contribui para um produto ou serviço ou, alternativamente, terceirizar a atividade desempenhada pelo processo a outra operação.

Compras: função organizacional, frequentemente parte da função produção, que firma contratos com fornecedores para a compra de materiais e serviços.

Comunalidade: grau em que uma variedade de produtos ou serviços incorpora componentes idênticos (também chamada "comunalidade de partes").

Comunalidade de partes: *veja* "Comunalidade".

Conceito de projeto: conjunto de benefícios esperados pelo cliente inserido em um projeto de produto ou serviço.

Concessões: termo usado em estudo do trabalho para indicar o tempo extra permitido para descanso, descontração e necessidades pessoais.

Confiabilidade: quando aplicada ao desempenho das operações, pode ser usada como sinônimo de segurança; quando usada como medida de falha, significa a habilidade de um sistema, produto ou serviço desempenhar conforme o esperado ao longo do tempo; isso é geralmente medido em termos da probabilidade de as operações desempenharem conforme o esperado.

Confiança: entregar ou tornar disponíveis produtos ou serviços quando eles foram prometidos ao cliente.

Conteúdo da estratégia: conjunto de decisões e ações específicas que moldam a estratégia.

Conteúdo de trabalho: volume total de trabalho exigido para produzir uma unidade de *output*, geralmente mensurado em tempos padronizados.

Continuidade dos negócios: procedimentos adotados pelas empresas para atenuar e se recuperar dos efeitos de grandes falhas.

Contratação e demissão: termo (geralmente pejorativo) usado em gestão de capacidade a médio prazo que indica a variação da dimensão da força de trabalho por meio de política de emprego.

Controle: processo de monitoramento das atividades de produção que lida com quaisquer desvios do plano; envolve geralmente elementos de replanejamento.

Controle de estoque ABC: abordagem para o controle de estoque que o classifica por seu valor de uso e varia a abordagem para gerenciá-lo adequadamente.

Controle do valor agregado: método de avaliar o desempenho na gestão de projetos que combina os custos e os tempos atingidos no projeto com o plano original.

Controle empurrado: termo usado em planejamento e controle para indicar que o trabalho está sendo enviado por uma estação de trabalho para ser concluído na estação de trabalho seguinte.

Controle estatístico do processo (CEP): técnica que monitora processos à medida que produzem produtos ou serviços e tenta distinguir entre a variação normal ou natural de desempenho do processo e as causas de variação não usuais ou "atribuíveis".

Controle puxado: termo usado em planejamento e controle para indicar que uma estação de trabalho requer trabalho da estação anterior apenas quando for necessário; um dos princípios fundamentais do planejamento e controle *just-in-time*.

Coopetição: abordagem para as redes de suprimento que define empresas cercadas de grandes fornecedores, clientes, concorrentes e fornecedores complementares.

CRAFT (*Computerized relative allocation of facilities technique*): técnica heurística computadorizada que trata da alocação das instalações para o desenvolvimento de boas, mas não ótimas, soluções.

Criação sob encomenda: *veja* "Fabricar conforme pedido".

***Crowdsourcing*:** ato de assumir uma atividade tradicionalmente desempenhada por um agente designado e de terceirizá-la a amplo grupo de pessoas na forma de uma concorrência pública.

Curva da banheira: curva que descreve a probabilidade de falha de um produto, serviço ou processo e que indica probabilidade relativamente alta de falha no início e no final de seu ciclo de vida.

Curva de MacLeamy: modelo que expressa a ideia de que, à medida que os projetos evoluem, o custo de fazer mudanças ao projeto original aumenta, embora a habilidade de os gerentes de projeto influenciarem o projeto diminua.

Curva-S da inovação: curva que descreve o impacto de uma inovação ao longo do tempo.

Customização: variação de um projeto de produto ou serviço para ajustá-lo às necessidades específicas de clientes individuais ou grupos de clientes.

Customização em massa: habilidade de fabricar produtos e fornecer serviços em alto volume e, ainda assim, variar suas especificações para atender às necessidades de clientes individuais ou tipos de clientes.

Custos de avaliação: custos associados com verificação, monitoramento e controle de qualidade para verificar se ocorreram problemas ou erros; compõem um elemento dos custos relacionados à qualidade.

Custos de falha externa: custos associados a um erro ou falha que atinge um cliente; fazem parte dos custos relacionados à qualidade.

Custos de falha interna: custos associados a erros e falhas que são tratados dentro de uma operação, mas que, ainda assim, causam interrupção; elemento que compõe os custos relacionados à qualidade.

Custos de prevenção: custos que são incorridos ao tentar prevenir a ocorrência de problemas e erros de qualidade; fazem parte dos custos relacionados à qualidade.

Custos espacialmente variáveis: custos que são significativos na decisão de localização e que variam conforme a posição geográfica.

Custos relacionados à qualidade: tentativa de capturar as categorias amplas de custo que são afetadas ou que afetam a qualidade, geralmente classificadas como custos de prevenção, custos de avaliação, custos de falha interna e custos de falha externa.

Dados antropométricos: dados que relacionam o tamanho das pessoas, compleição física e outras habilidades físicas usados nos projetos do trabalho e instalações físicas.

Decisões estratégicas: decisões que são amplas em seu efeito e que definem a posição da organização em relação a seu ambiente e a aproxima de suas metas a longo prazo.

Decisões estruturais: decisões estratégicas que determinam a forma física e a configuração da operação, como as que envolvem edifícios, capacidade física, tecnologia etc.

Decisões infraestruturais: decisões que dizem respeito aos sistemas, métodos e procedimentos da operação que moldam sua cultura global.

Definição ampla de operações: todas as atividades necessárias para atender aos requisitos do cliente.

Demanda dependente: demanda que é relativamente previsível porque é derivada de algum outro fator conhecido.

Demanda independente: demanda que não é diretamente dependente da demanda por outro produto ou serviço.

Desdobramento da função qualidade (QFD): técnica usada para assegurar que o projeto eventual de um produto ou serviço realmente atende às necessidades de seus clientes (às vezes denominado "casa da qualidade").

Deseconomias de escala: termo usado para descrever os custos extras que são incorridos por uma operação à medida que ela cresce.

Desempenho padronizado: termo usado na medição do trabalho para indicar a taxa de *output* que trabalhadores qualificados alcançarão em um dia de trabalho sem esforço extra, garantida sua motivação para as tarefas; geralmente considerado um conceito muito vago.

Desenvolvimento: conjunto de atividades de operações que melhoram produtos, serviços e processos.

Desenvolvimento aberto: produtos e serviços desenvolvidos por uma comunidade aberta, incluindo usuários.

Desenvolvimento simultâneo: superposição de estágios no processo de projeto, de modo que um estágio na atividade de projeto possa começar antes que o estágio anterior termine: a intenção é encurtar o tempo e economizar custo de projeto (também denominado "engenharia simultânea" ou "engenharia concorrente").

Desintermediação: o aparecimento de uma operação em uma rede de suprimento que separa duas operações que estiveram anteriormente em contato direto.

Diagrama polar: diagrama que usa eixos, todos originados de um ponto central, para representar aspectos diferentes do desempenho das operações.

Diagramas de causa-efeito: técnica para procurar a causa de origem dos problemas, é uma prática de questionamento sistemático, também conhecida como diagramas de Ishikawa.

Dinâmica da cadeia de suprimento: estudo do comportamento de cadeias de suprimento, especialmente o nível de atividade e de estoque em pontos diferentes da cadeia; sua descoberta mais conhecida é o "efeito chicote".

Direção: atividades que criam entendimento geral do propósito e do desempenho estratégico de uma operação.

Distância do processo: grau de novidade requerido por um processo na implementação de uma nova tecnologia.

Distância do recurso: grau de novidade requerido dos recursos de uma operação durante a implementação de uma nova tecnologia ou processo.

Divisão do trabalho: abordagem para o projeto do trabalho que envolve dividir uma tarefa em partes relativamente pequenas, cada uma realizada por uma pessoa.

***E-business*:** uso de tecnologias baseadas na Internet, apoio aos processos de negócios existentes ou criação de oportunidades de negócio totalmente novas.

***E-commerce*:** uso da Internet para facilitar as atividades de compra e venda.

Economia de escala: maneira pela qual os custos (unitários) de funcionamento de uma operação diminuem à medida que essa operação fica maior.

Efeito chicote: tendência de as redes de suprimento amplificarem mudanças relativamente pequenas na demanda de tal forma que qualquer perturbação no lado a montante da rede seja muito maior.

Efeito rainha de copas: ideia de que o melhoramento é relativo; certo nível de melhoramento é necessário simplesmente para manter a posição de alguém em relação a seus concorrentes.

Eficácia geral de equipamento: método de julgar a eficácia do equipamento de uma operação.

Eficiência de atravessamento: conteúdo de trabalho necessário para produzir um item em um processo expresso como porcentagem do tempo total de atravessamento.

Eficiência de valor agregado no atravessamento: tempo que os itens gastam em um processo de valor agregado expresso como porcentagem do tempo total de atravessamento.

***Empowerment*:** termo usado em projeto do trabalho para indicar o aumento de autoridade concedido às pessoas para a tomada de decisões que alteram o próprio trabalho.

Engenharia concorrente: *veja* "Desenvolvimento simultâneo".

Engenharia de fatores humanos: termo alternativo para "ergonomia".

Engenharia de valor: abordagem para redução de custo em projeto de produto que examina o propósito de um produto ou serviço, suas funções básicas e suas funções secundárias.

Engenharia reversa: desmembramento ou desconstrução de um produto ou serviço para compreender como foi produzido (frequentemente por uma organização concorrente).

Enriquecimento do trabalho: termo usado em projeto de trabalho para indicar o aumento da variedade e o número de tarefas que constituem o trabalho do indivíduo; isso pode incluir maior espaço para tomada de decisão e autonomia.

Entrega: atividades que planejam e controlam a transferência de produtos e serviços aos clientes.

***E-procurement*:** uso da Internet para organizar a função compras; isso pode incluir a identificação de fornecedores potenciais e leilões, bem como as tarefas administrativas de emissão de pedidos etc.

Equilíbrio do custo fixo: volumes de produção aos quais é necessário investir em instalações de produção apoiados pelo custo fixo.

Ergonomia: ramo do projeto do trabalho que se ocupa, principalmente, com os aspectos fisiológicos do projeto de trabalho, em como o corpo humano se ajusta às instalações do processo e ao ambiente; pode também se referir aos fatores humanos ou à engenharia de fatores humanos.

ERP integrado à *web*: planejamento de recursos empresariais que é estendido para incluir sistemas tipo ERP de outras organizações, como clientes e fornecedores.

Escalonamento (*rostering*): termo usado em planejamento e controle, geralmente para indicar a programação de funcionários, a alocação dos tempos de trabalho aos indivíduos de modo que se ajustem à capacidade de uma operação.

Estoque: também conhecido como inventário, é a acumulação dos recursos transformados em um processo; geralmente aplica-se a recursos materiais, mas também pode ser usado para estoque de informação, estoque de clientes (geralmente chamados de filas).

Estoque de antecipação: estoque acumulado para lidar com a demanda futura esperada ou interrupções no fornecimento.

Estoque de ciclo: estoque que ocorre quando um estágio de um processo não pode suprir todos os itens que produz simultaneamente, e, para isso, precisa fazer estoque de um item enquanto processa os outros.

Estoque de desacoplamento: estoque usado para permitir que os centros de trabalho ou processos operem de forma relativamente independente.

Estoque de segurança: estoque que compensa flutuações inesperadas do suprimento e da demanda; também pode ser chamado estoque pulmão, colchão ou *buffer*.

Estoque no canal de distribuição: estoque que existe porque o material não pode ser transportado instantaneamente.

Estratégia corporativa: posicionamento estratégico de uma corporação e suas empresas que a compõem.

Estratégia de negócios: o posicionamento estratégico de uma empresa em relação a seus clientes, mercados e concorrentes, um subconjunto da estratégia corporativa.

Estratégia de produção: direção global e contribuição da função produção à empresa; modo pelo qual as exigências do mercado e a capacitação dos recursos de produção são conciliadas na operação.

Estratégia de recursos humanos: abordagem global a longo prazo para assegurar que os recursos humanos de uma organização proporcionam uma vantagem estratégica.

Estratégia emergente: estratégia que é gradualmente moldada ao longo do tempo, baseada em experiência e não em posicionamento teórico.

Estratégia funcional: direção global e papel de uma função dentro da empresa; subconjunto da estratégia empresarial.

Estrutura analítica de trabalho: definição e relacionamento entre pacotes de trabalho individuais em gestão de projeto; a cada pacote de trabalho podem ser alocados seus próprios objetivos que se ajustam na estrutura analítica do trabalho total.

Estrutura de componentes: *veja* "Estrutura de produto".

Estrutura de produto: diagrama que mostra as partes componentes de um pacote de produto ou serviço e a ordem em que as partes componentes são compradas em conjunto (frequentemente denominada estrutura de componentes).

Estudo de tempos: termo usado na medição do trabalho para indicar o processo de cronometrar o tempo e avaliar ritmos de trabalho; envolve observação de tempos, ajuste ou normalização de cada tempo observado (avaliação de ritmo) e cálculo da média dos tempos ajustados.

Estudo do método: estudo analítico dos métodos para executar tarefas com o objetivo de descobrir o "melhor" método ou o método aprimorado de executar a tarefa.

Estudo do trabalho: termo geralmente usado para envolver o estudo do método e a medição do trabalho, derivado da escola de administração científica.

***Ethernet*:** tecnologia que facilita as redes de áreas locais conectadas por cabo; também tem sido usada para comunicação *wireless*, que permite a dispositivos móveis conectarem-se a uma rede de área local.

Eventos: pontos no tempo dentro de um plano de projeto; junto com as atividades, formam os diagramas de planejamento de redes.

Exigências do mercado: objetivos de desempenho que refletem a posição de mercado dos produtos ou serviços de uma operação, além de uma perspectiva da estratégia de produção.

Extranets: redes de computadores que vinculam as organizações e se conectam à rede interna de cada organização.

Fábrica dentro da fábrica: termo semelhante a arranjo físico celular, mas às vezes usado para indicar maior aglomeração de recursos. *Veja também* “Loja dentro da loja”.

Fabricação integrada por computador: termo usado para descrever a integração do monitoramento e do controle baseados em computador de todos os aspectos de um processo de fabricação, usando frequentemente um banco de dados comum e comunicando via alguma forma de rede de computadores.

Fabricar conforme pedido: operações que fabricam produtos apenas quando são demandados por clientes específicos.

Fabricar para estoque: operações que fabricam produtos antes de serem demandados por clientes específicos.

Fatores competitivos: fatores como tempo de entrega, especificação de produto ou serviço, preço etc. que definem as exigências dos clientes.

Fatores comunitários: fatores que são influentes na decisão de localização que relatam o ambiente social, político e econômico da posição geográfica.

Fatores menos importantes: fatores competitivos que nem são ganhadores de pedidos nem qualificadores de pedidos; seu desempenho não afeta significativamente a posição competitiva de uma operação.

Filosofia enxuta: (também conhecida como sincronização enxuta) é uma abordagem de administração da produção que enfatiza a eliminação contínua de desperdício de todos os tipos, frequentemente usada em substituição ao *just-in-time*; é uma filosofia global usada para indicar a abordagem de planejamento e controle que adota os princípios enxutos.

Flexibilidade de entrega: habilidade da operação de mudar o *timing* da entrega de seus serviços ou produtos.

Flexibilidade de *mix*: habilidade de a operação produzir ampla variedade de produtos e serviços.

Flexibilidade de produto/serviço: habilidade de a operação introduzir produtos ou serviços novos ou modificados.

Flexibilidade de volume: habilidade de a operação alterar seu nível de *output* ou de atividade para produzir quantidades ou volumes diferentes de produtos e serviços ao longo do tempo.

Flexibilidade: grau em que o processo de uma operação pode mudar o que faz, como faz ou quando faz.

Formas organizacionais matriciais: híbridos de organizações de forma M e de forma U.

Fornecedores internos: processos ou indivíduos de uma operação que fornecem produtos ou serviços a outros processos ou indivíduos que compõem uma operação.

Fronteira eficiente: linha convexa que descreve os *trade-offs* do desempenho atual entre as medidas de desempenho das operações (geralmente duas).

Função perda de qualidade: função matemática elaborada por Genichi Taguchi que inclui todos os custos do desvio de um desempenho-alvo.

Função produção: arranjo dos recursos que são dedicados à produção e à entrega de produtos e serviços.

Funções de apoio: funções que facilitam o funcionamento de funções essenciais, por exemplo, contabilidade e finanças, recursos humanos etc.

Funções essenciais (*core functions*): funções que gerenciam os três processos essenciais de qualquer empresa: marketing, desenvolvimento de produto/serviço e operações.

Funil de projeto: modelo que descreve o processo de um projeto a partir de muitas opções alternativas que são reduzidas progressivamente até o projeto final.

Ganhadores de pedido: fatores competitivos que contribuem direta e significativamente para conquistar negócios.

Gargalo: estágio que representa a restrição de capacidade em um processo; controla a produção de todo o processo.

Gemba: às vezes também denominado Gamba, é um termo usado para representar a ideia de se dirigir onde as coisas realmente ocorrem, como base de melhoramento.

Geração de conceito: estágio no processo do projeto de um produto ou serviço que formaliza a ideia básica que lhes dá fundamentação.

Gerente de projeto: gerentes de projeto competentes são vitais para o sucesso do projeto.

Gerentes de produção: funcionários da organização que têm responsabilidade particular pela gestão de alguns ou de todos os recursos que compõem a função produção.

Gestão da capacidade a longo prazo: conjunto de decisões que determinam o nível da capacidade física de uma operação desde que a operação seja a longo prazo; isso variará entre setores industriais, geralmente a prazo superior a um ano.

Gestão da demanda: abordagem para a gestão da capacidade a médio prazo que tenta mudar ou influenciar a demanda para se ajustar à capacidade disponível.

Gestão de distribuição física: organizar a movimentação integrada e a estocagem de materiais.

Gestão de projeto empresarial (EPM): *software* que integra todas as atividades comuns na gestão de projetos.

Gestão de qualidade total (TQM): abordagem holística para a gestão de qualidade que enfatiza o papel de todas as partes de uma organização e de todas as pessoas da organização para influenciar e melhorar a qualidade; fortemente influenciada por vários “gurus” da qualidade, atingiu seu pico de popularidade nas décadas de 1980 e 1990.

Gestão de receitas: conjunto de métodos que podem ser usados para assegurar que uma operação (geralmente com uma capacidade fixa) maximize seu potencial de gerar lucro.

Gestão de relacionamento com o cliente (CRM): método de aprender mais sobre as necessidades e comportamentos dos clientes por análise das informações de vendas.

Gestão do desempenho: similar, porém mais amplo que a mensuração do desempenho, mas também tenta influenciar o comportamento das decisões e o desenvolvimento das habilidades para que indivíduos e processos estejam mais bem equipados para atender aos objetivos.

Gestão visual: abordagem para tornar o estado atual e planejado de uma operação ou processo transparente para todos.

Globalização: extensão da rede de suprimento das operações para cobrir todo o mundo.

Gráfico de Gantt: dispositivo de programação que representa o tempo como uma barra ou canal em que as atividades são marcadas.

Gráfico de processo de duas mãos: mapa de processo microdetalhado que mostra o movimento em cada direção de uma atividade em uma escala de tempo comum.

Gráfico de relacionamento: diagrama usado em arranjo físico para resumir o interesse relativo de as operações estarem próximas umas das outras.

Gráficos de controle: gráficos usados em controle estatístico de processo para registrar o desempenho do processo.

Grupo de foco: grupo de usuários potenciais de um produto ou serviço, escolhido por ser típico de seu mercado-alvo, formado para testar sua reação a projetos alternativos.

Habilidades de contato com o cliente: habilidades e conhecimento que os funcionários das operações necessitam para atender às expectativas dos clientes.

***Heijunka*:** *veja* “Programação nivelada”.

Heurística: regras de bom-senso ou simples atalhos racionais que são desenvolvidos para fornecer soluções boas, não ótimas, geralmente para decisões que envolvem complexidade combinatória.

Hierarquia de operações: ideia de que todos os processos de operações são constituídos de processos de operações menores.

Hierarquia de processos: ideia de uma rede de recursos que forma processos, redes de processos que formam operações e redes de operações que formam redes de suprimento.

Horário de trabalho flexível: aumentar a possibilidade de o indivíduo variar seu horário de trabalho.

Impressão tridimensional (ou 3D): também conhecida como manufatura aditiva, é uma tecnologia que produz objetos tridimensionais pelo depósito de camadas sucessivas de material.

Inovação: ação de introduzir novas ideias a produtos, serviços ou processos.

Integração vertical: extensão em que uma operação opta em possuir a rede de processos que produz um produto ou serviço; o termo está frequentemente associado à decisão de “fazer ou comprar”.

Internet das coisas: integração de objetivos físicos em uma rede de informação em que objetos físicos tornam-se participantes ativos dos processos empresariais.

Inventário: termo alternativo para estoque.

ISO 14000: padrão internacional que orienta os sistemas de gestão ambiental e cobre o planejamento inicial, a implementação e a avaliação de objetivos.

ISO 9000: conjunto de padrões mundiais que estabelecem os requisitos para sistemas de gestão da qualidade das empresas; revisado pela última vez em 2000, existem vários conjuntos de padrões.

Jusante (*downstream*): as outras operações de uma cadeia de suprimento situadas entre a operação que está sendo considerada e o cliente final.

***Just-in-time* (JIT):** método de planejamento e controle e filosofia de produção que visa atender à demanda instantaneamente com qualidade perfeita e sem desperdício.

***Kaizen*:** termo japonês para melhoramento contínuo.

***Kanban*:** termo japonês para cartão ou sinal; é um dispositivo de controle simples usado para autorizar a liberação de materiais em sistemas de controle empurrado, como os usados em JIT.

***Keiretsu*:** termo japonês usado para descrever uma coalizão de empresas que formam uma rede de suprimento ao redor de um grande fabricante; pode incluir empresas de serviços, como bancos e fornecedores convencionais.

Lado da demanda: cadeias de clientes, clientes de clientes etc. que recebem os produtos e serviços produzidos por uma operação.

Lado do suprimento: as cadeias de fornecedores, fornecedores de fornecedores etc. que fornecem peças, informações ou serviços a uma operação.

Lei de Little: relacionamento matemático entre o tempo de atravessamento, o trabalho em processo e o tempo de ciclo (tempo de atravessamento é igual ao trabalho em processo × o tempo de ciclo).

Lei de Pareto: lei geral que opera em muitas situações e que indica que 20% de algo causa 80% de algo mais, geralmente usada em gestão de estoque (20% dos itens são responsáveis por 80% do faturamento) e atividades de melhoramento (20% dos tipos de problemas produzem 80% das interrupções de produção).

Lesão por esforço repetitivo (LER): lesão no corpo decorrente da repetição de atividades.

Limites de controle: linhas de um gráfico de controle, usadas em controle estatístico do processo que indica a extensão das variações de causas naturais ou comuns; quaisquer pontos fora desses limites de controle indicam que o processo, provavelmente, está fora de controle.

Linha de ajustamento: nome alternativo para a diagonal “natural” da matriz de processo do produto.

Linha de frente (*front-office*): parte de alta visibilidade de uma operação.

Lista de materiais: lista de partes componentes requeridas para compor o pacote total para um produto ou serviço, juntamente com informações referentes a seus níveis na estrutura do produto ou componente e as quantidades necessárias de cada componente.

Localização: posição geográfica de uma operação ou processo.

Logística: termo da gestão da cadeia de suprimento muito semelhante à gestão de distribuição física.

Loja dentro da loja: arranjo físico de operações que agrupam instalações que têm o mesmo propósito; o termo foi originalmente usado em operações de varejo, mas é agora também usado em outros setores, muito similar à ideia de arranjo físico celular.

Lojas de serviço: processos de serviço que estão posicionados entre os serviços profissionais e os serviços em massa, geralmente com níveis médios de volume e customização.

Lote econômico: quantidade de itens a serem produzidos por uma máquina ou processo que, supostamente, minimiza os custos associados à produção e à formação de estoque.

Lote econômico de compra (LEC): quantidade de itens a serem pedidos que, supostamente, minimiza o custo total de gestão de estoque, derivado de diversas fórmulas de LEC.

Manutenção: atividade de cuidar das instalações físicas para evitar ou minimizar a chance de essas instalações falharem.

Manutenção baseada em condição: abordagem para a gestão de manutenção que monitora a condição do equipamento de processo e desempenha trabalho no equipamento apenas quando necessário.

Manutenção centrada na confiabilidade: abordagem para gestão da manutenção que usa tipos diferentes de manutenção para diferentes partes de um processo, dependendo de seu padrão de falha.

Manutenção corretiva: abordagem para gestão de manutenção que apenas conserta uma máquina ou instalação quando ocorre uma avaria.

Manutenção preventiva: abordagem para gestão de manutenção que desempenha trabalho em máquinas ou instalações em intervalos regulares na tentativa de prevenir quebras.

Manutenção produtiva total (TPM): abordagem para a gestão de manutenção que adota uma abordagem holística similar à gestão de qualidade total (TQM).

Mapa de fluxo de valor: processo de mapeamento que visa entender o fluxo de material e informação no decorrer de um processo ou série de processos que faz distinção entre os tempos de valor agregado e de não valor agregado no processo.

Mapa-esboço de um processo: *veja* “Mapeamento de processo de alto nível”.

Mapeamento de processo de alto nível: mapa de processo agregado que ilustra atividades gerais em vez de atividades detalhadas (também chamado de “mapa-esboço de processo”).

Mapeamento de processos: descrição de processos em termos de como as atividades de um processo se relacionam (pode também ser denominado “esboço de processo” ou “análise de processo”).

Marco: termo usado em gestão de projetos para identificar eventos importantes em que possam ser feitas revisões específicas de tempo, custo e qualidade.

Matriz importância-desempenho: técnica que reúne escores que indicam a importância e o desempenho relativos de fatores competitivos diferentes para priorizá-los como candidatos ao melhoramento.

Matriz produto-processo: modelo derivado por Hayes e Wheelwright que demonstra o ajustamento natural entre volume e variedade de produtos e serviços produzidos por uma operação, de um lado, e os tipos de processos usados para produzi-los, de outro lado.

Medição de trabalho: ramo do estudo do trabalho que envolve a medição do tempo que deve ser destinado ao desempenho das tarefas.

Medição do desempenho: atividade de medir e avaliar os vários aspectos de um processo ou o desempenho da operação inteira.

Melhoramento contínuo: abordagem para a melhoria das operações que assume muitos melhoramentos incrementais de desempenho, reforçando o momento do melhoramento em vez da taxa de melhoramento; também conhecido como *kaizen*, frequentemente comparado ao melhoramento de *breakthrough*.

Melhoramento de *breakthrough*: abordagem de melhoria do desempenho de operações que implica mudanças drásticas e importantes na forma como a operação funciona. Por exemplo, a reengenharia de processo de negócios (BPR) está geralmente associada a esse tipo de melhoramento, também conhecido como melhoramento com base em inovação, em contraste com o melhoramento contínuo.

Mercados eletrônicos: às vezes, também denominados intermediários ou cyberintermediários, são *websites* que oferecem serviços a compradores e vendedores, geralmente em mercados B2B.

Método de localização de centro de gravidade: técnica que adota uma analogia física de equilíbrio para determinar a localização geográfica que equilibra a importância ponderada de outras operações com as quais a operação que está sendo localizada possui relacionamento direto.

Método de localização por escore ponderado: técnica para comparar a atratividade de localizações alternativas que aloca um escore aos fatores que são significativos na decisão e pondera cada escore pela significância do fator.

Método do caminho crítico: uma técnica de análise de rede.

Método Taguchi: técnica de projeto que usa combinações de projetos para testar a robustez de um projeto.

Modelo de excelência EFQM: modelo que identifica as categorias das atividades que, supostamente, asseguram altos níveis de qualidade; é usado por muitas empresas para examinar seus procedimentos relacionados à qualidade.

Modelo de quatro estágios de contribuição para as operações: modelo desenvolvido por Hayes e Wheelwright que categoriza o grau em que a gestão de produção influencia positivamente a estratégia geral da empresa.

Modelo do processo de transformação: modelo que descreve as operações em termos de seus recursos de *input*, seus processos de transformação e seus *outputs* de bens e serviços.

Modelo Henderson-Clark: teoria da inovação que distingue entre o conhecimento dos componentes de uma ideia e o conhecimento de como os componentes se ajustam.

Modelo SCOR: modelo amplo, altamente estruturado e sistemático, de melhoramento da rede de suprimento, desenvolvido pelo Supply Chain Council.

Montante: as outras operações em uma cadeia de suprimento que estão voltadas para o lado do suprimento da operação. (Também chamado de *upstream*.)

***Muda*:** termo japonês que significa todas as atividades de um processo que representam desperdício porque não agregam valor à operação ou ao cliente.

Multi-habilidade: aumento da variedade de habilidades dos indivíduos para aumentar a motivação e/ou melhorar a flexibilidade.

Multissuprimento: prática de obter o mesmo tipo de produto, componente ou serviço de mais de um fornecedor para manter o poder de barganha de mercado ou a continuidade do suprimento.

***Mura*:** termo japonês que significa falta de consistência ou desnivelamento que resulta em sobrecarga periódica de funcionários ou equipamentos.

***Muri*:** termo japonês que significa desperdício em razão de exigências despropositais colocadas em um processo que resultará em maus resultados.

Nível de reposição ou ressuprimento: nível de estoque em que mais itens são encomendados, geralmente calculado para assegurar que o estoque não termine antes da chegada do lote seguinte.

Objetivos de desempenho: conjunto genérico de indicadores de desempenho que pode ser usado para estabelecer os objetivos ou avaliar o desempenho de qualquer tipo de operação; embora haja listas alternativas propostas por diferentes autoridades, os cinco objetivos de desempenho, como usados neste livro, são qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

***Off-shoring*:** suprimento de produtos e serviços a partir de operações baseadas fora do próprio país ou região.

Operação virtual: operação que desempenha poucas atividades de valor agregado, ou nenhuma; ao contrário, organiza uma rede de operações de fornecedores, vista como o máximo em terceirização.

Operações funcionais: ideia de que qualquer função em uma organização usa recursos para produzir serviços e produtos para clientes (internos); assim, todas as funções são, em alguma extensão, operações.

Organização M: estrutura organizacional que agrupa os recursos necessários para produzir um produto ou serviço ou os recursos necessários para atender a uma área geográfica específica em divisões separadas.

Organização N: estruturas organizacionais em rede em que conglomerados de recursos delegam responsabilidade para a gestão estratégica desses recursos.

Organização U: estrutura organizacional que agrupa seus recursos principalmente para propósito funcional.

Pacote de projeto: produtos, serviços e partes componentes de um projeto de produto ou serviço que fornece os benefícios ao cliente.

Padrões de desempenho: níveis definidos de desempenho contra os quais uma operação real é comparada; os padrões de desempenho podem ser baseados em desempenho histórico, metas de desempenho arbitrárias, desempenho de concorrentes etc.

Padronização: grau em que os processos, produtos ou serviços são impedidos de variar ao longo do tempo.

Panorama de serviço: termo usado para descrever a perspectiva e a sensação do ambiente de uma operação.

Parceria: tipo de relacionamento nas redes de suprimento que encoraja acordos cooperativos relativamente duradouros para a realização conjunta de metas empresariais.

Partes interessadas. *Veja "Stakeholders*".

Perda de balanceamento: quantificação da falta de equilíbrio em uma linha de produção, definida como porcentagem do tempo não usado com propósitos produtivos em relação ao tempo total investido na fabricação de um produto.

Pesquisa e desenvolvimento (P&D): função da organização que desenvolve conhecimento e ideias novas e os operacionaliza para formar uma base de conhecimento sobre o qual os projetos de produto, serviço e processo estão fundamentados.

Planejamento: formalização do que se pretende que aconteça em algum momento do futuro.

Planejamento das necessidades de materiais (MRP): conjunto de cálculos embutidos em um sistema que ajuda as operações a fazer cálculos de volume e de *timing* para os propósitos de planejamento e controle.

Planejamento de recursos de manufatura (MRP II): expansão do planejamento das necessidades de materiais ao incluir maior integração com informações de outras partes da organização e, frequentemente, maior sofisticação nos cálculos da programação.

Planejamento de recursos empresariais (ERP — *enterprise resource planning*): integração de todos os sistemas de planejamento de recursos significativos em uma organização que, no contexto das operações, integra o planejamento e controle com outras funções da empresa.

Planejamento e controle agregados: termo usado para indicar o planejamento da capacidade a médio prazo que agrega produtos e serviços diferentes para obter ampla visão da demanda e da capacidade.

Plano de capacidade nivelada: abordagem para a gestão da capacidade a médio prazo que tenta manter a produção de uma operação ou sua capacidade constante, independentemente da demanda.

***Poka-yoke*:** termo japonês para sistema à prova de falha.

Ponto de pedido: ponto em que mais itens são encomendados, geralmente calculado para assegurar que o estoque não termine antes da chegada do novo lote.

Prêmio Europeu de Qualidade: prêmio de qualidade organizado pela Fundação Europeia para Gestão da Qualidade; está baseado no modelo de excelência EFQM.

Primeira camada: descrição aplicada a fornecedores e clientes que estão em relacionamento imediato com uma operação, sem operações intermediárias.

Princípio de estoque perpétuo: princípio usado em controle de estoque pelo qual o registro de estoque deve ser automaticamente atualizado toda vez que itens forem recebidos ou retirados.

Princípios de economia de movimentos: *check-list* usada para desenvolver novos métodos de estudo do trabalho que pretende eliminar elementos do trabalho, combinar esses elementos, simplificar as atividades ou alterar a sequência de eventos para melhorar a eficiência.

Processamento distribuído: termo usado em tecnologia de informação para indicar o uso de computadores menores distribuídos ao redor de uma operação e ligados em rede de modo que possam se comunicar, o oposto ao processamento centralizado de informação.

Processo da estratégia de produção: como as estratégias de produção são agrupadas, frequentemente dividido em formulação, implementação, monitoramento e controle.

Processo de cálculo de necessidades líquidas do MRP: processo de calcular necessidades líquidas, usando o programa mestre de produção e a lista de materiais.

Processos: organização de recursos que produz algum *mix* de produtos e serviços.

Processos contínuos: processos de alto volume e baixa variedade; usualmente, produtos fabricados em processo contínuo que são produzidos em fluxo infinito, como itens petroquímicos ou eletricidade.

Processos curtos e grossos: processos projetados com relativamente poucos estágios sequenciais, cada um desempenhando parte relativamente grande da tarefa total, o oposto de processos longos e finos.

Processos de negócio de ponta a ponta: processos que atendem totalmente à necessidade de um cliente externo definido.

Processos de produção em massa: processos que produzem bens em alto volume e relativamente pouca variedade.

Processos de projeto: processos que lidam geralmente com produtos discretos, altamente customizados.

Processos em lote: processos que tratam lotes de produtos em conjunto em que cada lote possui seu próprio roteiro de processo.

Processos empresariais: processos que frequentemente atravessam as fronteiras funcionais e que dão alguma contribuição para o atendimento das necessidades dos clientes.

Processos *jobbing*: processos que lidam com alta variedade e baixos volumes, embora possa haver alguma repetição de fluxo e atividades.

Processos longos e finos: processos projetados para que tenham muitos estágios sequenciais, cada um desempenhando uma parte relativamente pequena da tarefa total; o oposto de "processos curtos e grossos".

Produtividade: índice do que é produzido por uma operação ou processo em relação ao que é necessário produzir, a saber, o *output* de uma operação dividido por seu *input*.

Produtos facilitadores: produtos criados por uma operação para apoiar seus serviços.

Programa: usado em gestão de projetos, geralmente significa um processo contínuo de mudança que compreende projetos individuais.

Programação mestre de produção: programação importante que forma o principal *input* para o planejamento de necessidades de materiais; contém uma declaração do volume e do momento em que os produtos finais devem ser fabricados.

Programação nivelada: ideia de que o *mix* e o volume da atividade devem ser iguais ao longo do tempo, de modo a tornar a saída rotineira e regular; às vezes conhecida pelo termo japonês *heijunka*.

Programação para a frente: carregamento de trabalho em centros de trabalho tão logo seja possível, em contraposição à programação para trás.

Programação para trás (*backward scheduling*): começar a programar trabalhos a partir do momento em que deveriam terminar, exatamente quando estiverem com prazo vencido, em oposição à programação para frente.

Programação: termo usado em planejamento e controle para indicar o cronograma detalhado do trabalho que deve ser feito, quando e onde deve ser feito.

Projeto: conjunto de atividades com ponto de partida e de finalização definidos, que persegue uma meta usando um conjunto definido de recursos.

Projeto auxiliado por computador (*CAD*): sistema que fornece a habilidade de o computador criar e modificar desenhos de produto, serviço ou processo.

Projeto de trabalho comportamental: abordagem para o projeto de trabalho que leva em consideração o desejo dos indivíduos de atenderem a suas necessidades de autoestima e desenvolvimento pessoal.

Projeto de trabalho: forma pela qual estruturamos o conteúdo e o ambiente de trabalho dos indivíduos e a interface com a tecnologia ou instalações que usam.

Projeto do processo: configuração geral de um processo que determina a sequência das atividades e o fluxo de recursos transformados entre elas.

Projeto interativo: ideia de que o projeto de produtos e serviços, por um lado, e os processos que os criam, por outro, devem ser integrados.

Projeto modular: uso de subcomponentes padronizados de um produto ou serviço que podem ser agrupados de diferentes formas para criar alto grau de variedade.

Projeto preliminar: projeto inicial de um produto ou serviço que define seus principais componentes e funções, embora não inclua muitos detalhes específicos.

Prototipagem: projeto inicial de um produto ou serviço elaborado com o propósito de avaliação posterior de uma opção de projeto.

Protótipo virtual: modelo de um produto, processo ou serviço baseado em computador que pode ser testado em suas características antes de o processo, produto ou serviço real ser produzido.

Qualidade: há muitas abordagens diferentes para definir qualidade. A definimos como conformidade consistente às expectativas do cliente.

Qualificadores: fatores competitivos que têm um nível mínimo de desempenho (nível de qualificação) abaixo do qual é improvável que os clientes considerem satisfatório o desempenho de uma operação.

Razão P:D: uma razão que diferencia a extensão total de tempo que os clientes precisam esperar entre pedir um produto ou serviço e recebê-lo (*D*) e o tempo de atravessamento total para produzir esse produto ou serviço (*P*).

Recuperação de desastre: termo usado de modo similar à continuidade da empresa, mas está largamente preocupado com os planos e procedimentos de ação para a recuperação da tecnologia e sistemas de informações críticas após um desastre natural ou induzido por ser humano.

Recuperação: atividade (geralmente um processo predeterminado) de minimizar os efeitos da falha de uma operação.

Recurso sob encomenda: operações que compram recursos para produção apenas quando são demandados por clientes específicos.

Recursos de *input*: recursos de transformação e transformados que formam o *input* para as operações.

Recursos de transformação: recursos que atuam sobre os recursos transformados, geralmente classificados como instalações (prédios, equipamentos e planta de uma operação) e funcionários (pessoas que operam, mantêm e administram a operação).

Recursos intangíveis: recursos em uma operação que são imediatamente evidentes ou tangíveis, como relacionamentos com fornecedores e clientes, conhecimento do processo, desenvolvimento de novos produtos e serviços.

Recursos transformados: recursos tratados, transformados ou convertidos em um processo; geralmente um *mix* de materiais, informações e clientes.

Rede de suprimento: a rede de operações de fornecedor e cliente que possuem relacionamentos com uma operação. Uma linhagem ou sequência de operações que fornece bens e serviços a clientes finais; dentro de uma rede de suprimento, várias cadeias de suprimento atravessarão uma operação individual.

Rede de suprimento imediata: fornecedores e clientes que têm contato direto com uma operação.

Rede local (LAN): rede de comunicações que opera, geralmente, sobre uma distância limitada, para conectar dispositivos como microcomputadores, servidores etc.

Rede total de suprimento: todos os fornecedores e clientes que estão envolvidos nas redes de suprimento ao longo de uma operação.

Redes remotas (WANs): similares às redes locais (LANs), mas com maior cobertura, geralmente envolvendo elementos fora de uma única operação ou instalação.

Redução da capacidade: estratégia de planejamento dos níveis de capacidade em que a capacidade é sempre maior ou igual à demanda prevista.

Redução do tempo de *set-up*: processo de reduzir o tempo de mudança de um processo de uma atividade para o seguinte; também denominada "troca rápida de ferramenta", após suas origens na indústria de prensagem de metais.

Redundância: extensão em que um processo, produto ou serviço tem sistemas ou componentes que são usados apenas quando outros sistemas ou componentes falham.

Reengenharia dos processos do negócio (BPR): a filosofia que recomenda o reprojeto dos processos para atender às necessidades definidas pelos clientes externos.

Relacionamentos de contratação: relacionamentos entre as operações de uma rede de suprimento que confiam em contratos formais e/ou legais que especificam obrigações e papéis.

Repetitividade: extensão em que uma atividade não varia.

Responsabilidade social corporativa: como a empresa considera seus impactos econômicos, sociais e ambientais.

Responsabilidade social: incorporação do impacto da operação sobre seus *stakeholders* nas decisões de administração da produção.

Responsabilidades indiretas da administração de produção: atividades que colaboram com outras funções da organização.

Resultado ambiental: elemento do resultado triplo que avalia o desempenho de uma organização em termos de como ela afeta o ambiente natural.

Resultado econômico: parte do resultado triplo que avalia o desempenho econômico de uma organização, geralmente em termos financeiros.

Resultado social: elemento do resultado triplo que avalia o desempenho de uma empresa em relação às pessoas e à sociedade com as quais ela tem contato; e/ou missão ambiental e responsabilidade legal a respeito dos interesses dos funcionários, da comunidade, do ambiente, bem como dos acionistas.

Resultado triplo: (também conhecido como pessoas, plantas e lucro) ideia de que as organizações devem ser medidas em critérios sociais e ambientais, bem como em critérios financeiros. (Também conhecido como *triple bottom line.*)

Revisão contínua: abordagem para gerenciar a tomada de decisões relacionadas a estoque quando este atinge um nível específico, ao contrário da revisão periódica.

Revisão periódica: abordagem para a tomada de decisões de estoque que define pontos no tempo para examinar os níveis de estoque e tomar as decisões adequadas, ao contrário da revisão contínua.

Risco da cadeia de suprimento: estudo da vulnerabilidade das cadeias de suprimento até sua interrupção.

Robôs: manipuladores automáticos de recursos transformados cuja movimentação pode ser programada e reprogramada.

Rotação de trabalho: prática de encorajar a movimentação de indivíduos entre diferentes aspectos de um trabalho, de modo a aumentar a motivação.

Saídas (*outputs*) de processos: compostas de bens e serviços produzidos por processos.

SAP: empresa alemã, líder de mercado em *software*, sistemas e treinamento em ERP (*enterprise resource planning*).

Seguimento de demanda: abordagem para gestão da capacidade a médio prazo que tenta ajustar a produção e/ou a capacidade para refletir as flutuações da demanda.

Segunda camada: descrição aplicada a fornecedores e clientes que estão separados da operação apenas por fornecedores e clientes da primeira camada.

Segurança de qualidade do fornecedor: atividade de monitorar e melhorar os níveis de qualidade dos produtos e serviços entregues pelos fornecedores; também usada para avaliar a capacidade de suprimento na escolha de fornecedores alternativos.

Seis Sigma: abordagem para melhoramento e gestão da qualidade originada na Motorola Company, mas que foi amplamente popularizada por sua adoção na GE Company nos Estados Unidos. Embora baseada no controle estatístico do processo tradicional, é agora uma "filosofia de melhoramento" bem mais ampla, que recomenda, geralmente, uma abordagem específica para medir, melhorar e gerenciar a qualidade e o desempenho das operações.

Sequenciamento: atividade de planejamento e controle que decide a ordem em que o trabalho deve ser desempenhado.

Serviços em massa: processos de serviço que têm alto número de transações, frequentemente envolvendo customização limitada, por exemplo, os serviços de transporte em massa, *call centers* etc.

Serviços facilitadores: serviços produzidos por uma operação para dar suporte a seus produtos.

Serviços profissionais: processos de serviço que são destinados a produzir serviços baseados no conhecimento ou em consultoria, geralmente envolvendo alto contato com o cliente e alta customização; são exemplos as consultorias de gestão, advogados, arquitetos etc.

Sete tipos de desperdício: tipos de desperdício identificados pela Toyota, que são superprodução, tempo de espera, transporte, desperdício de processo, de estoque, de movimentação e defeitos.

Sigma enxuto: combinação de elementos de melhoramento da filosofia enxuta e de Seis Sigma.

Símbolos de mapeamento de processo: símbolos usados para classificar tipos diferentes de atividade: geralmente derivam-se da administração científica ou do organograma de sistemas de informação.

Simulação: uso de um modelo de processo, produto ou serviço para explorar suas características antes de o processo, produto ou serviço ser criado.

Síntese de dados elementares: técnica de medição do trabalho para se chegar a um tempo total a partir de elementos de tempo marcados anteriormente.

Sistema de apoio à decisão: sistema de informação gerencial que ajuda ou apoia a tomada de decisão gerencial; pode incluir bancos de dados e modelos analíticos sofisticados.

Sistemas de informações gerenciais (SIG): sistemas de informação que manipulam a informação de modo que possa ser usada no gerenciamento de uma organização.

Sistemas de tempos de movimentos predeterminados: técnica de medida do trabalho em que tempos-padrões elementares obtidos de tabelas publicadas são usados para construir uma estimativa de tempo para todo o trabalho.

Sistemas especialistas (SE): sistemas de solução de problemas baseados em computador que, em algum grau, imitam a lógica humana na solução de problemas.

Sistemas flexíveis de manufatura (FMS): sistemas de produção que reúnem várias tecnologias em um sistema coerente, como corte de metal e tecnologias de manuseio de materiais, geralmente controlando suas atividades por um único computador.

Sistematização: extensão em que procedimentos padronizados se tornam explícitos.

***Skunkworks*:** pequena equipe de desenvolvimento focada que é retirada de seu ambiente normal de trabalho.

Solução de problema baseada em evidência: uso de métodos estatísticos e de dados brutos como base para melhoramento.

***Stakeholders*:** pessoas e grupos de pessoas que têm interesse na operação e que podem ser influenciados ou influenciar as atividades da operação. (Também chamados de “partes interessadas”.)

Subcontratação: gestão de capacidade a médio prazo que indica o uso temporário de outras operações para desempenhar algumas tarefas, ou mesmo produzir todos os produtos ou serviços durante o período de alta demanda.

Suprimento único: prática de obter um tipo de *input*, produto, componente ou serviço de um único fornecedor, oposto a suprimento múltiplo.

Sustentabilidade: habilidade de uma empresa de gerar lucro aceitável a seus proprietários, bem como minimizar o dano ao meio ambiente e melhorar a vida das pessoas com as quais tem contato.

Takt time: (semelhante ao tempo de ciclo) tempo entre os itens que emergem de um processo, geralmente aplicado a processos "cadenciados".

Tambor, pulmão e corda: abordagem para o controle das operações que vem da teoria das restrições (TOC) e usa o estágio do gargalo em um processo para controlar a movimentação dos materiais.

Tangibilidade: principal característica que distingue produtos (geralmente tangíveis) de serviços (geralmente intangíveis).

Taxa de falha: medida de falha que é definida como número de falhas em determinado período de tempo.

Técnica de avaliação e revisão de programa (PERT — *program evaluation and review technique*): método de planejamento de rede que usa estimativas probabilísticas de tempo.

Tecnologia de informação (TI): qualquer dispositivo ou conjunto de dispositivos que coleta, manipula, estoca e distribui informação; termo quase sempre usado para significar dispositivos baseados em computador.

Tecnologia de processo: máquinas e dispositivos que criam e/ou entregam bens e serviços.

Tecnologia de produção otimizada (OPT): *software* e conceito criados por Eliyahu Goldratt para explorar sua teoria das restrições (TOC).

Tecnologia de produto: tecnologia embutida em um produto ou serviço, distinta de tecnologia de processo.

Tecnologia indireta de processo: tecnologia que auxilia a gestão de processos, em vez de contribuir diretamente para a criação de produtos ou serviços; por exemplo, tecnologia de informação que programa atividades.

Tecnologias de ruptura: tecnologias que, a curto prazo, não podem atender ao desempenho exigido pelos clientes, mas que podem melhorar mais rápido do que a tecnologia existente, tornando-a redundante.

Telemedicina: habilidade de fornecer serviços de saúde interativos utilizando tecnologia de telecomunicações moderna.

Teletrabalho: habilidade de trabalhar de casa usando tecnologia de telecomunicações e/ou de computador. (Também chamado de "*home office*".)

Tempo até o lançamento: tempo envolvido por toda a atividade de projeto, desde o conceito até o lançamento do produto ou serviço no mercado.

Tempo básico: tempo de duração para a execução de um trabalho sem quaisquer concessões para recuperação.

Tempo de atravessamento: tempo para uma unidade mover-se ao longo de um processo.

Tempo de ciclo: tempo médio entre unidades de produção que emergem de um processo.

Tempo médio entre as falhas: tempo da operação dividido pelo número de falhas; o recíproco da taxa de falhas.

Tempo operacional valioso: tempo de um equipamento ou centro de trabalho que está disponível para trabalho produtivo após interrupções e ineficiências terem sido consideradas.

Tempo padronizado: termo usado em mensuração do trabalho para indicar o tempo despendido na execução de um trabalho; inclui as concessões para recuperação e descanso.

Teoria da fila de espera: um termo alternativo para a teoria das filas.

Teoria das filas: abordagem matemática que modela as atividades de processamento e de chegada aleatórias para prever o comportamento dos sistemas de fila (também chamada "teoria da fila de espera").

Teoria das restrições (TOC): filosofia de administração da produção que foca a atenção nas restrições de capacidade física ou nos gargalos de uma operação; usa *software* conhecido como "tecnologia de produção otimizada" (OPT).

Teoria dos *trade-offs*: ideia de que o melhoramento é um aspecto do desempenho das operações que decorre às custas da deterioração de outro aspecto do desempenho, agora substancialmente modificada ao incluir a possibilidade de que, a longo prazo, aspectos diferentes do desempenho das operações podem ser melhorados simultaneamente.

Terceirização (*outsourcing*): prática de contratação de um fornecedor para trabalho anteriormente feito dentro da operação.

Terceirização dos processos da empresa (BPO): termo aplicado à terceirização de todos os processos de retaguarda da empresa; como não precisa significar uma mudança na localização do processo, às vezes envolve uma empresa externa assumindo o controle da gestão dos processos que permanecem na mesma localização.

Tipos de processo: termo usado para descrever uma abordagem geral particular para gerenciamento de processos; em manufatura, são geralmente processos por projeto, *jobbing*, por lotes, processos em massa e processos contínuos; em serviços, são os serviços profissionais, lojas de serviços e serviços de produção em massa.

***Top-down*:** influência da estratégia corporativa ou empresarial sobre as decisões de produção.

Trabalhador qualificado: termo usado em estudo do trabalho para indicar uma pessoa que é aceita como tendo atributos físicos, inteligência, habilidade, educação e conhecimento para desempenhar a tarefa.

Trabalho em processo: número de unidades de um processo esperando para ser processado ainda mais. (Também chamado "*work-in-progress*".)

Triagem de projetos: avaliação de projetos alternativos com o propósito de reduzir o número de opções de projetos sendo consideradas.

Troca rápida de ferramenta: termo alternativo para "redução do tempo de *set-up*".

Uso durante o *lead-time*: volume de estoque que será usado entre a emissão de um pedido e a reposição, geralmente descrito por uma distribuição de probabilidade para representar a incerteza da demanda e o *lead time.*

Utilização: índice de *output* real de um processo ou instalação dividido por sua capacidade de projeto.

Valor de uso: termo usado em controle de estoque para indicar a quantidade de itens usados ou vendidos, multiplicada por seu valor ou preço.

Variabilidade de processo: grau em que as atividades variam em tempo ou natureza de um processo.

Variação: grau em que a taxa ou o nível de *output* varia em um processo ao longo do tempo, uma característica-chave que determina o comportamento do processo.

Variáveis da qualidade: medidas da qualidade que podem ser mensuradas continuamente em uma escala variável, por exemplo, tamanho, peso etc.

Variedade: faixa de diferentes produtos e serviços produzidos por um processo, uma característica-chave que determina o comportamento do processo.

Variedade recebida: variedade que ocorre porque o processo não foi projetado para evitá-la.

Velocidade: tempo envolvido entre a solicitação de produtos ou serviços pelos clientes e seu recebimento.

Viabilidade de projeto: habilidade de uma operação produzir um processo, produto ou serviço.

Visão baseada em recurso: perspectiva sobre a estratégia que reforça a importância das capacitações (também chamadas de competências) para determinar uma vantagem competitiva sustentável.

Visibilidade: atividade de valor agregado que ocorre na presença (real ou virtual) do cliente, também denominada "contato com o cliente".

Volume: nível ou taxa de *output* de um processo, uma característica-chave que determina o comportamento do processo.

Voz do cliente: captar as exigências, expectativas e percepções de um cliente e usá-las como alvos de melhoramento dentro de uma operação.

***Workflow*:** etapa do projeto dos processos baseado em informações.

***World Wide Web* (WWW):** protocolos e padrões usados na Internet para formatar, recuperar, armazenar e exibir informações.

Zero defeito: ideia de que a gestão da qualidade deve melhorar até a perfeição como objetivo final, muito embora, na prática, isso nunca seja atingido.

Os autores e a editora empenharam-se para citar adequadamente e dar o devido crédito a todos os detentores dos direitos autorais de qualquer material utilizado neste livro, dispondo-se a possíveis acertos caso, inadvertidamente, a identificação de algum deles tenha sido omitida.

Não é responsabilidade da editora nem dos autores a ocorrência de eventuais perdas ou danos a pessoas ou bens que tenham origem no uso desta publicação.

Apesar dos melhores esforços dos autores, do editor e dos revisores, é inevitável que surjam erros no texto.
Assim, são bem-vindas as comunicações de usuários sobre correções ou sugestões referentes ao conteúdo ou ao nível pedagógico que auxiliem o aprimoramento de edições futuras. Os comentários dos leitores podem ser encaminhados à **Editora Atlas Ltda.** pelo e-mail editorialcsa@grupogen.com.br.

Direitos exclusivos para a língua portuguesa
Copyright © 2018 by
Editora Atlas Ltda.
Uma editora integrante do GEN | Grupo Editorial Nacional

Traduzido de
OPERATIONS MANAGEMENT, EIGHTH EDITION
© Nigel Slack, Stuart Chambers, Christine Harland, Alan Harrison, Robert Johnston 1995, 1998.
© Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston 2001, 2004, 2007, 2010.
© Nigel Slack, Alistair Brandon-Jones, Robert Johnston 2010, 2016.
All Rights Reverved. This translation of Operations Management is published by arrangement with Pearson Education Limited.

ISBN: 978 1 292 09867 8
PORTUGUESE language edition published by Editora Atlas Ltda, Copyright © 2018.

Reservados todos os direitos. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição na internet ou outros), sem permissão expressa da editora.

Rua Conselheiro Nébias, 1384
Campos Elísios, São Paulo, SP – CEP 01203-904
Tels.: 21-3543-0770/11-5080-0770
editorialcsa@grupogen.com.br
www.grupogen.com.br

Designer de capa: Caio Cardoso
Imagens de capa: photovideostock | iStockphoto
Produção digital: Geethik
Projeto gráfico: Karen Ameomo

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

Slack, Nigel

Administração da produção / Nigel Slack, Alistair Brandon-Jones, Robert Johnston ; tradução Daniel Vieira. - 8 ed. - São Paulo : Atlas, 2018.

Tradução de: Operations management

Inclui bibliografia e índice

ISBN 978-85-97-01537-9

Inclui glossário

1. Administração da produção. 2. Planejamento. I. Brandon-Jones, Alistair. II. Johnston, Robert. III. Título.

›24 58.5

58.5

INTRODUÇÃO – A PRODUÇÃO NÃO MOVIMENTA O MUNDO, MAS FAZ O MUNDO SE MOVIMENTAR

A administração da produção é *importante*. Ocupa-se da criação de serviços e produtos dos quais todos nós dependemos. Todas as organizações criam e entregam alguma combinação de serviços e produtos, sejam elas grandes ou pequenas, de manufatura ou serviço, com ou sem fins lucrativos, públicas ou privadas. Felizmente, a maioria das empresas entende a importância da produção. Isso porque percebem que a administração da produção eficaz oferece o potencial de melhorar, simultaneamente, a eficiência e o atendimento ao cliente. Mais que isso, a administração da produção está *em todos os lugares*, não está confinada à função produção. Todos os gerentes, sejam de produção, de marketing, de recursos humanos, de finanças ou de qualquer especialidade, administram processos e atendem a clientes (internos ou externos). Isso representa, pelo menos, parte das "operações" de suas atividades.

A administração da produção é também *estimulante*. Está no centro de muitas mudanças que afetam o mundo dos negócios – mudanças na preferência do cliente, mudanças nas redes de suprimento trazidas por tecnologias baseadas em Internet, mudanças no que queremos fazer no trabalho, como queremos fazer, onde queremos trabalhar e assim por diante. Raramente houve um tempo em que a administração da produção esteve tão presente no centro das mudanças culturais e dos negócios.

A administração da produção é também *desafiadora*. Promover a criatividade que permite às organizações responder a tantas mudanças está se tornando a tarefa principal dos gerentes de produção. São eles que devem encontrar soluções para as mudanças tecnológicas e ambientais, para as pressões por responsabilidade social, para a crescente globalização dos mercados e para as áreas da gestão do conhecimento difíceis de se definir.

PROPÓSITO DESTE LIVRO

Este livro fornece um tratamento claro, bem estruturado e interessante da administração da produção, voltado a uma variedade de empresas e organizações em geral. O texto oferece um caminho lógico através das atividades envolvidas pela administração da produção e entendimento de sua importância na obtenção de vantagem competitiva.

Mais especificamente, este livro é:

■ *estratégico* em sua perspectiva, sendo claro ao tratar a função produção como central para a competitividade;

■ *conceitual* na maneira de explicar as razões pelas quais os gerentes de produção necessitam tomar decisões;

■ *abrangente* em sua cobertura de ideias e assuntos significativos que sejam relevantes para a maioria dos tipos de operações de produção;

■ *prático* ao explorar as questões e desafios de tomar decisões de administração da produção. Relatos de "Operações na Prática" e casos aparecem no decorrer dos capítulos e exploram as técnicas utilizadas pelos gerentes de produção na prática;

■ *internacional* nos exemplos usados. Há cerca de 110 descrições de operações na prática de todas as partes do mundo;

■ *equilibrado* no tratamento. Isso significa que refletimos rigorosamente o equilíbrio da atividade econômica entre operações de serviços e manufatura. Em torno de 75% dos exemplos são de organizações que tratam principalmente de serviço, e 25%, de organizações principalmente manufatureiras.

QUEM DEVE USAR ESTE LIVRO?

Este livro é para todos os que estejam interessados em saber como serviços e produtos são criados.

■ Os alunos dos *cursos de graduação* em Engenharia de Produção e Administração de Empresas encontrarão no livro um texto estruturado que fornece um roteiro claro sobre o assunto (não se pressupõe que o leitor tenha qualquer conhecimento prévio da área).

■ Os alunos de *cursos de MBA* (*Master in Business Administration*) encontrarão no livro discussões sobre aspectos práticos que enriquecerão sua experiência.

■ Os alunos de *pós-graduação* de outros cursos de mestrado encontrarão uma abordagem bem fundamentada e, às vezes, crítica do assunto.

CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS

Estrutura clara

A estrutura do livro usa um modelo "4Ds" de administração da produção, o qual distingue as decisões estratégicas que controlam a direção da operação (*Directing*), o projeto dos processos e operações que criam produtos e serviços (*Design*), o planejamento e controle da entrega de produtos e serviços (*Delivery*) e o desenvolvimento ou melhoramento da produção (*Development*).

Baseado em ilustrações

Administração da produção é um assunto prático e não pode ser ensinada satisfatoriamente de maneira totalmente teórica. Por esse motivo, usamos exemplos e casos breves que explicam os problemas enfrentados nas operações reais.

Exemplos trabalhados

Administração da produção é um assunto que associa perspectivas qualitativas e quantitativas; esses "exemplos trabalhados" são usados para demonstrar como ambos os tipos de técnicas podem ser empregados.

Comentários críticos

Nem todos concordam sobre qual a melhor abordagem aos vários tópicos e assuntos da administração da produção. Por essa razão, incluímos "comentários críticos" que apresentam visões alternativas às expressas no fluxo principal do texto.

Respostas resumidas às questões-chave

Cada capítulo é resumido na forma de uma lista de pontos básicos. Essa lista responde resumidamente às questões levantadas no início de cada capítulo.

Estudos de caso

Cada capítulo inclui um estudo de caso destinado à discussão em sala de aula. Geralmente, os casos são suficientemente curtos para servirem como ilustração, mas com conteúdo suficiente para servirem como base de discussões.

Problemas e aplicações

Cada capítulo inclui um conjunto de exercícios apresentados como problemas. Podem ser usados para verificar sua compreensão dos conceitos ilustrados nos exemplos trabalhados. Há também atividades que apoiam os objetivos de aprendizagem do capítulo, para desenvolvimento individual ou em grupos.

Leitura complementar selecionada

Todos os capítulos encerram com uma pequena lista de leitura complementar que inclui os tópicos cobertos no capítulo ou trata de alguns assuntos importantes a ele relacionados. Também é explicada a natureza de cada leitura complementar.

ENSINANDO E APRENDENDO COM OS RECURSOS APRESENTADOS NESTA 8ª EDIÇÃO

Novidades nesta 8ª edição

Esta oitava edição é diferente. Na verdade, ela constitui o maior conjunto de mudanças que já fizemos entre as edições. Consultamos bastante nossos usuários, que gentilmente contribuíram para nos ajudar a entender como deveríamos melhorar ainda mais a estrutura e o conteúdo do livro. Em primeiro lugar, a estrutura – mantivemos a estrutura "4Ds" (*direction, design, delivery, development* – direção, projeto, entrega, desenvolvimento), que provou ser excepcionalmente popular, mas deslocamos dois capítulos que estavam na seção de "projeto" para a seção de "direção". Nossos usuários, corretamente, indicaram que a "inovação do projeto" e "a estrutura e o escopo da produção" (que eram chamados de "projeto da rede de suprimento" nas edições anteriores) eram fundamentais e estratégicos, e, portanto, deveriam ser incluídos na primeira parte do livro. Fizemos isso e tornamos os dois capítulos mais estratégicos. Também mudamos dois capítulos (Gestão da qualidade e Gestão de projetos) para a parte de "Desenvolvimento", uma vez que os dois temas, cada vez mais, fazem parte do melhoramento da produção. Em termos do conteúdo, incluímos diversos aspectos da sustentabilidade e da Responsabilidade Social Corporativa (RSC) em cada capítulo, em vez de reservar o assunto para o final do livro – aspectos abordados são muito importantes para serem segregados dessa maneira. Nem é preciso dizer que, como sempre, tentamos nos manter atualizados com as mudanças cada vez mais rápidas que ocorrem no maravilhoso mundo da produção.

Especificamente, a 8ª edição inclui as seguintes mudanças principais:

■ Agora há mais de 110 dos populares exemplos de "Operações na Prática" no decorrer do texto, mais de 40% deles são novos.

■ Enfatizamos ainda mais a importância da sustentabilidade e da Responsabilidade Social Corporativa (CSR), e as abordamos por todo o texto.

■ Enfatizamos ainda mais a ideia de que a "administração da produção" é relevante para qualquer área funcional da organização.

■ Muitas ideias novas em administração da produção foram acrescentadas, incluindo a abordagem de "três níveis" para o desempenho, o relacionamento entre inovação, criatividade e projeto, *crowdsourcing*, gestão de ideias, ecossistemas de negócios, relacionamentos triádicos, *layout* de escritório, teletrabalho e "ambidestria". No entanto, mantivemos a ênfase nos fundamentos do assunto.

■ Seis dos 19 casos inseridos no final de cada capítulo são novos e fornecem uma seleção atualizada dos assuntos relacionados à produção.

■ O livro foi redesenhado visualmente para auxiliar a aprendizagem.

OBTENDO O MÁXIMO DESTE LIVRO

Todos os livros-texto acadêmicos de administração de empresas são, de certa forma, simplificações da realidade confusa que é a vida real das organizações. Qualquer livro tem tópicos separados para serem estudados, que, na realidade, estão diretamente relacionados. Por exemplo, a escolha da tecnologia afeta o projeto do trabalho, que, por sua vez, influencia o controle de qualidade; porém, para simplificar, esses tópicos são tratados individualmente. Assim, a primeira dica para usar este livro de modo eficaz é preocupar-se com todas as relações entre os tópicos individuais. De modo semelhante, na

sequência dos tópicos, embora os capítulos sigam uma estrutura lógica, não precisam ser estudados na ordem apresentada. Cada capítulo é, mais ou menos, independente. Portanto, estude os capítulos em qualquer sequência que seja apropriada a seu curso ou aos seus interesses individuais. Entretanto, em razão de cada parte possuir um capítulo introdutório, os alunos que desejam iniciar com uma breve visão geral do assunto podem querer, de início, estudar os Capítulos 1, 6, 10 e 16 e o fechamento que resume os capítulos selecionados. O mesmo se aplica à revisão de conhecimentos – estude os capítulos introdutórios e as respostas resumidas às questões-chave.

O livro utiliza muitos exemplos práticos e ilustrações que podem ser encontrados em todas as operações. Muitos deles foram fornecidos por nossos contatos em empresas, mas alguns foram extraídos de periódicos, revistas e jornais. Portanto, se você deseja entender a importância da administração da produção na vida diária das empresas, procure exemplos e ilustrações de decisões e atividades de administração de produção nessas fontes. Há também exemplos que você pode observar no dia a dia. Sempre que for comprar em uma loja, fazer refeição em um restaurante, tomar emprestado um livro da biblioteca ou usar transporte público, considere as questões de administração da produção de todas as operações nas quais você é um cliente.

Os casos breves e as atividades de estudo dão-lhe oportunidade de refletir mais sobre as ideias discutidas nos capítulos. As atividades de estudo podem ser usadas para testar sua compreensão de pontos e assuntos específicos discutidos nos capítulos, ou para discutir em grupo, se preferir. Se não conseguir respondê-las, você deverá retornar às partes relevantes do capítulo. Os exercícios de casos no final de cada capítulo exigirão maior reflexão. Use as perguntas no final de cada exercício para guiar-se na análise do assunto tratado no caso. Após fazer isso individualmente, tente discutir sua análise com outros colegas de curso. O mais importante de tudo: toda vez que você analisar um dos casos (ou qualquer outro exemplo relacionado à administração de produção), prossiga sua análise com duas questões fundamentais:

- Como sua organização está tentando competir (ou satisfazer seus objetivos estratégicos, se for uma organização sem fins lucrativos)?
- O que a operação pode fazer para ajudar a organização a competir de modo mais eficaz?

Podemos afirmar que a melhor regra para obter melhores notas é ser bom aluno! Quer dizer, realmente bom! Entretanto, há muitos de nós que, embora cheguem próximo a bons alunos, não obtêm as notas que realmente merecem. Portanto, se estiver estudando administração da produção e deseja obter boas notas, tente seguir estas etapas simples:

Etapa 1. Pratique, pratique, pratique. Use as questões-chave e os "Problemas e aplicações" para verificar sua compreensão do assunto.

Etapa 2. Lembre-se de alguns **modelos-chave** e aplique-os sempre que puder. Use os diagramas e modelos para descrever alguns dos exemplos apresentados nos capítulos.

Etapa 3. Lembre-se de usar **análises quantitativa e qualitativa**. Você obterá mais crédito por combinar seus métodos de modo apropriado: use um modelo quantitativo para responder a uma questão quantitativa e vice-versa, mas justifique com sentenças bem escolhidas.

Etapa 4. Há sempre um **objetivo** *estratégico* por trás de qualquer questão operacional. Pergunte a si mesmo: "Uma operação semelhante com estratégia diferente funciona diferentemente?" Examine as seções "Operações na prática", no livro.

Etapa 5. Pesquise amplamente o tópico. Use *websites* nos quais você confia — listamos alguns no final do livro. Você obterá mais crédito ao usar referências que aparecem em fontes acadêmicas genuínas.

Etapa 6. Use sua **própria experiência**. Todos os dias, você tem oportunidade de aplicar os princípios de administração da produção. Por que a fila no *check-in* do aeroporto é tão longa? O que ocorre "por trás" dos caixas eletrônicos de seu banco?

Etapa 7. Responda sempre às questões. Reflita: "O que realmente está sendo perguntado? Que tópico ou tópicos esta questão envolve?" Encontre o capítulo ou os capítulos relevantes e, para começar, procure as questões-chave no início e o resumo no final de cada capítulo.

Etapa 8. Leve em conta três fases para obter pontuação em suas respostas.

- Primeiro, demonstre seu conhecimento e entendimento. Use plenamente o texto e descubra onde precisa melhorar.
- Segundo, mostre que sabe como ilustrar e aplicar o assunto. As seções "Estudos de caso" e "Operações na prática" lhe oferecem centenas de exemplos diferentes.
- Terceiro, mostre que você pode discutir e analisar criticamente as questões. Use os "Comentários críticos" do texto para entender alguns dos pontos de vista alternativos.

Geralmente, se você puder fazer (a), será aprovado; se puder fazer (a) e (b), será bem aprovado; e se fizer todos, será aprovado com distinção!

Etapa 9. Lembre-se de que não basta saber do **que** trata o assunto, mas também **entender por quê**! Leia o texto até realmente entender por que os conceitos e as técnicas de administração da produção são importantes e como contribuem para o sucesso de uma organização. Os novos conhecimentos adquiridos ficarão fixos em sua memória, permitindo-lhe desenvolver ideias e possibilitando-lhe obter melhores notas.

Etapa 10. Comece agora! Não espere duas semanas até que o prazo para um trabalho esteja vencido. BOA SORTE!

Nigel Slack é professor de Administração e Estratégia de Produção na Warwick University, catedrático honorário na Bath University e *associate fellow* da Said Business School, na Oxford University. Anteriormente, foi professor de Engenharia de Serviços na Cambridge University, professor de Estratégia de Manufatura na Brunel University, professor de Estudos de Administração na Oxford University e professor convidado de Administração da Produção no Templeton College, em Oxford. Inicialmente, trabalhou como aprendiz em indústria de ferramentas manuais e, depois, como engenheiro e gerente de produção em engenharia de iluminação. É graduado em Engenharia, Mestre e Doutor em Administração. É também engenheiro certificado. É autor de muitos livros e artigos na área de administração da produção, incluindo *Making management decisions*, em coautoria com Steve Cooke (1991), publicado pela Prentice Hall; *Service superiority* (em coautoria com Robert Johnston), publicado pela EUROMA em 1993; *The Blackwell encyclopedic dictionary of operations management* (em coautoria com Michael Lewis), publicado pela Blackwell; *Operations strategy*, em coautoria com Michael Lewis, 4ª

edição publicada pela Pearson em 2014; *Perspectives in operations management* (volumes I ao IV), também em coautoria com Michael Lewis, publicado pela Routledge em 2003; *Operations and process management*, em coautoria com Alistair Brandon-Jones, Robert Johnston e Alan Betts, atualmente em sua 4ª edição, publicado em 2015. É também autor de numerosos artigos acadêmicos e capítulos de livros. Além disso, atua como consultor de muitas empresas internacionais espalhadas pelo mundo em diversos setores, especialmente serviços financeiros, transporte, lazer e manufatura. Suas pesquisas envolvem as áreas de administração da produção, flexibilidade de manufatura e estratégia de produção.

Alistair Brandon-Jones é professor de Administração da Produção e Suprimento, e decano adjunto na Faculdade de Administração da University of Bath. Anteriormente, foi professor na Manchester Business School, assistente e professor adjunto na Batch School of Management e professor visitante na Warwick Business School, onde obteve seu PhD. Além de coautor de *Administração da produção*, publicado pelo GEN | Atlas, possui três outros livros: *Operations and process management*, *Essentials of operations management* e *Quantitative analysis in operations management*. Alistair é pesquisador empírico ativo, voltado para operações apoiadas pela internet e gestão de suprimentos, operações de serviços de saúde e serviços profissionais. Esse trabalho, com o apoio de uma gama de bolsas de pesquisa, tem sido publicado em vários periódicos de administração. Tem experiência em consultoria e desenvolvimento de executivos em várias organizações ao redor do mundo, em diversos setores, incluindo petroquímica, saúde, finanças, manufatura, defesa e governo. Além disso, ganhou diversos prêmios universitários, nacionais e internacionais, por excelência no ensino.