

Planejamento com PERT/CPM: um caso prático em uma pequena empresa rural que atua na produção e processamento de tilápias

Stella Jacyszyn Bachega
Luiz Marcelo Antonialli

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo aplicar a técnica de planejamento PERT/CPM em uma pequena empresa rural localizada no sul de Minas Gerais que atua na produção e processamento de tilápias. Quanto a metodologia, trata-se de uma pesquisa qualitativa, especificamente um estudo de caso, na qual os dados foram coletados por meio do método da pesquisa-ação. A criação de tilápias é uma atividade em crescimento no Brasil e no mundo, na tentativa de acompanhar o aumento do consumo desse peixe. Com o intuito de agregar valor ao produto, os produtores de tilápias vêm investindo no processamento do peixe e produzindo filés, *nuggets*, entre outros derivados. Sob essa perspectiva, torna-se interessante introduzir entre esses produtores, técnicas que auxiliam no planejamento empresarial visando aumentar a eficiência administrativa e produtiva nesse novo segmento de mercado agroindustrial. Por outro lado, deve ser ressaltado que muito ainda deve ser feito para que a tilápia processada possa ter condições de competir no mercado com a merluza e outros tipos de peixes que atualmente dominam o mercado brasileiro. Os resultados dessa pesquisa evidenciaram a possibilidade e importância da utilização do método de planejamento PERT/CPM em uma pequena empresa rural. Nesse sentido, sugere-se que seja aplicado em outros processos produtivos, em outros casos de pequenas e médias empresas rurais, na tentativa de quebrar o paradigma que tal técnica gerencial aplica-se somente às grandes organizações.

Palavras-chave: Rede PERT/CPM, tilápia, planejamento empresarial.

1. Introdução

O consumo de tilápia vem crescendo mundialmente e, para atender a demanda, sua produção tem se destacado entre os demais peixes de água doce (Aquabel, 2003).

Diante desse fato, diversos frigoríficos no Brasil estão se estruturando para atender a este mercado. Paralelamente, estão surgindo vários projetos que tem como atividade principal o cultivo de tilápia.

Nos últimos anos, a piscicultura vem experimentando incremento de melhoria na qualidade, tanto da tecnologia de produção incluindo seus insumos (alevinos, ração e equipamentos), quanto na qualificação profissional dos produtores.

Originária do continente africano, a tilápia vem recebendo melhoramento genético em diversas regiões do planeta, sendo que os melhores desempenhos regionais foram observados nas linhagens provenientes da Tailândia. Esse peixe possui hábitos onívoros, rápido crescimento, reproduz naturalmente em cativeiro e adaptou-se muito bem às condições de clima ameno do Brasil. Devido a essas características, tornou-se atualmente o “carro chefe” da piscicultura industrial brasileira, notadamente daqueles produtores que realizam engorda em sistema de tanques-rede (Ceccareli, Senhorini e Volpato, 2000).

Segundo Shirota e Sonoda (2003), a piscicultura brasileira, até o momento, tem concentrado seu mercado principal nos pesque-pagues, entretanto, a atividade encontra-se em fase de transição e busca organizar a cadeia produtiva. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2003), os principais elos da cadeia produtiva da tilápia são: a) os setores relacionados ao suporte técnico e infra-estrutura operacional à₁

produção; b) o setor produtivo; finalmente, c) os setores relacionados ao processamento, distribuição e comercialização.

A industrialização do pescado cultivado é uma possibilidade de alavancar a produção e se estabelecer definitivamente como uma excelente oportunidade de negócios. Nesse sentido, a grande barreira para pleno sucesso da atividade está na comercialização. Os produtores encontram dificuldades na colocação de seus produtos no mercado devido as diferentes exigências e preferências dos consumidores (peixe vivo, filé ou com cortes específicos, filé empanado, *nuggets*, *fishburguers* e carne moída de peixe (Jornal Nossa Terra, 2003). Essa diversidade de gostos e preferências dos consumidores vem exigindo coordenação da cadeia produtiva da tilápia que, atualmente, vem enfrentando dificuldades (falta de infra-estrutura dos frigoríficos, desorganização dos produtores e falta de planejamento para atender ao mercado com regularidade).

Diante dessa tendência de crescimento de mercado e oportunidade de negócio, torna-se necessário planejar as atividades de processamento da tilápia para atender a demanda. Diante desse fato, propõe-se a utilização de técnicas auxiliares de planejamento para que não haja falta de produtos no mercado, e uma dessas técnicas é a rede PERT/CPM.

O problema da presente pesquisa baseia-se no fato que o processamento de tilápias é uma tarefa complexa que envolve diversas atividades que consomem tempo e recursos. Nesse sentido, a técnica de planejamento PERT/CPM pode ser útil para gerenciar o processo e aumentar sua eficiência.

O presente trabalho teve como objetivo aplicar a técnica de planejamento PERT/CPM em uma pequena empresa rural localizada no sul de Minas Gerais que atua na produção e processamento de tilápias.

2. Fundamentação Teórica

2.1. PERT/CPM como instrumento auxiliar do planejamento

Em 1956, a Companhia Dupont de Nemours, localizada nos EUA, com receio de não conseguir realizar os lançamentos de novos produtos nos prazos contratados, formou um grupo de trabalho com a missão de estudar novas técnicas de administração no setor de engenharia. Assim, desenvolveu-se o método CPM (*Critical Path Method* ou Método do Caminho Crítico), para a realização de seus objetivos (Boiteux, 1985).

O método PERT (*Program Evaluation and Review Technique* ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programa) começou a ser utilizado pela Marinha dos EUA no início de 1959, na direção do programa Polaris. Entretanto, esse método teve sua origem em 1956, quando a Oficina de Projetos Especiais da Marinha começou a estudar idéias sobre o controle desse projeto para terminá-lo em tempo previsto (Getz, 1969).

Stoner (1985), afirma que o uso do PERT e CPM difundiu-se rapidamente e influenciou significativamente no planejamento e controle de projetos e programas.

Embora a aplicação original de sistemas tipo PERT tenha sido usado na avaliação de programação para programas de pesquisa e desenvolvimento, segundo Hillier e Lieberman (1988), esses sistemas também são usados para medir e controlar o progresso de numerosos outros tipos de projetos especiais. Stanger (1976), afirma que a aplicação desse método vai desde o planejamento de peças teatrais ou de um supermercado, ao desenvolvimento do programa de construção do Projeto Polaris.

O planejamento com os métodos PERT/CPM é realizado através de uma rede, apresentando uma seqüência lógica do planejamento, com as interdependências entre as operações, a fim de alcançar um determinado objetivo. São colocadas na rede as durações das tarefas, para permitir uma análise de otimização de tempo e/ou de custo e programação em

calendário (Hirschfeld, 1978).

O PERT é um método de planejamento, replanejamento e avaliação de progresso, com a finalidade de melhor controlar a execução de um programa. Seu princípio fundamental é que o planejamento e programação constituem funções distintas e, portanto, devem ser tratadas separadamente (Stanger, 1976).

A rede e o emprego da estatística e dos computadores são os elementos que permitem distinguir o PERT de outras técnicas de planejamento (Evarts, 1972). Segundo o autor, o PERT foi criado com a intenção de avaliar o progresso feito na consecução de objetivos, realçar problemas reais ou potenciais que se apresentam em um projeto, oferecer aos administradores relatórios freqüentes e acurados, relativos ao andamento do projeto, estimar a possibilidade de se alcançar o alvo desejado e determinar o prazo mais curto para completar-se um projeto.

Segundo Stoner (1985), a principal diferença entre os métodos PERT e CPM encontra-se no tratamento das estimativas e na capacidade de incluir atividades repetitivas ou não repetitivas. Boiteux (1985) afirma que o CPM utiliza uma única estimativa de tempo para cada atividade, baseada no conhecimento prévio adquirido em trabalhos idênticos. Entretanto, no PERT são empregadas três estimativas: tempo otimista, tempo mais provável e tempo pessimista.

De acordo com Martin (1972), PERT e CPM são métodos basicamente semelhantes e podem ser usados normalmente para proporcionar a informação programada desejada.

Segundo Hirschfeld (1978: p.52), os princípios de elaboração de uma rede PERT/CPM são os seguintes:

- 1) Elaborar o programa, que consiste em determinar a relação das atividades de acordo com o desenvolvimento do empreendimento, caracterizando as interligações de dependência e de seqüência; as durações das atividades de acordo com pesquisas ou tabelas de dados; e as características bem delineadas com relação aos eventos inicial e final;
- 2) Verificar as atividades que podem ser executadas em paralelo, apresentando uma economia de tempo;
- 3) Lembrar sempre que as atividades consomem tempo e/ou recursos financeiros; e eventos não consomem nem tempo nem recursos financeiros;
- 4) Saber que o evento atingido é o que tem concluído todas as atividades que a ele chegam;
- 5) Lembrar que uma atividade somente pode ser executada desde que o evento inicial tenha sido atingido;
- 6) Ter em mente que entre dois eventos sucessivos existe somente uma atividade;
- 7) Observar que tudo que pode atrasar em um planejamento e pode ser previsto é uma atividade e não deve ser desprezada;
- 8) Investigar para certificar-se de que não existe circuito na rede, pois se existisse teríamos o fato de que uma atividade poderia dar origem a si mesma.

Acrescenta Boiteux (1985) que quando refere-se a elaboração de uma rede PERT/CPM, é necessário ater à regra dos cinco P's, ou seja, política, prazo, preço, probabilidade e performance. Segundo o autor, a *política* à seguir para a solução de determinado problema, através do sistema PERT/CPM, é estipulada quando as atividades são listadas, determinadas as precedências e a rede é elaborada. Quando há atribuição de tempos às diversas atividades e à execução dos cálculos correspondentes, estabelece-se as folgas e determina-se o caminho crítico (ou seja, aquelas atividades cuja folga é zero), assim,

resolve-se o problema do *prazo*, sendo a solução conhecida como PERT/TEMPO. Já, o processo denominado PERT/CUSTO é determinado quando há inter-relacionamento entre os problemas relativos a *prazo* e *preço*, permitindo-se a utilização do diagrama PERT/CPM.

Para problemas *probabilísticos* relacionados com a rede PERT/CPM, há o PERT/RISCO e, para os problemas relacionados com o controle de qualidade, mais especificamente com a *performance*, há o PERT/PERFORMANCE.

Com o PERT /TEMPO, de acordo com a Federal Electric Corporation (1968:p.29), pode-se obter as seguintes informações sobre o projeto:

- 1) Quando é esperado o seu término em relação a quando se deve terminá-lo, baseando-se no planejamento atual;
- 2) Quais atividades que devem ser observadas com mais cautela para garantir o tempo de execução;
- 3) Quais atividades em que os recursos devem ser concentrados, supondo uma abreviação do tempo de entrega;
- 4) Atividades nas quais há alguma possibilidade de reformular o tempo de entrega e quais as possibilidades dentro de cada uma das áreas;
- 5) Atividades das quais pode-se transferir recursos a utilizar e melhorar áreas mais críticas;
- 6) Os efeitos das decisões alternativas para reduzir o tempo projetado de entrega de todo o projeto.

Contudo, torna-se importante advertir que o CPM/PERT não são a solução para todos os problemas de planejamento, programação e controle de um projeto. Qualquer aplicação incorreta acarretará em resultados adversos (Catalytic Construction Company, 1970).

2.2. Conceitos básicos do método PERT/CPM

O método PERT/CPM foi estudado por diversos autores (Hartung, 1969; Evarts, 1972; Stanger, 1976; Hirschfeld, 1978; Federal Electric Corporation, 1982; Hillier e Lieberman, 1988), que destacam os conceitos básicos necessários para se trabalhar com o método, os quais:

- **Evento**: são pontos no tempo quando se toma uma decisão. Nestes pontos não é necessário trabalho, já que são considerados os objetivos. Um evento satisfatório deve ser: 1) positivo, específico, tangível e útil para o projeto; 2) claramente distinguíveis em um ponto específico no tempo; 3) facilmente compreendido por todos envolvidos com o projeto;
- **Atividade**: É a execução efetiva de uma tarefa, na qual se consome recursos e tempo. As atividades podem ser: 1) paralelas, ou seja, atividades que ocorrem paralelamente entre dois eventos; 2) dependente, ou seja, para que a atividade seja realizada, esta depende do cumprimento de outra (s); 3) independente, ou seja, não depende integralmente das atividades que chegam ao nó de onde ela partiu; 4) fantasmas (ou *dummy*), pode existir uma única atividade entre dois eventos sucessivos, e para evitar este problema, há o artifício de se usarem atividades fantasmas que não consomem tempo nem recursos; finalmente, 5) condicionantes, ou seja, atividades que podem ser executadas somente sob

determinadas condições ou tempo pré-estabelecido;

- **Estimativas de tempo da rede PERT:**

Para a construção da rede PERT são consideradas as seguintes estimativas:

- Tempo otimista: menor tempo possível no qual a atividade possa ser executada. Ou seja, o tempo necessário para completar o trabalho, caso tudo ocorra melhor do que o esperado;
- Tempo mais provável: estimativa de tempo mais exata possível. Seria, então, o tempo gasto se tudo ocorrer satisfatoriamente;
- Tempo pessimista: máximo de tempo necessário para a execução da atividade. Nesta estimativa de tempo seriam considerados os fatores adversos;
- Tempo mais cedo: maior tempo necessário para que o evento seja atingido, desconsiderando imprevistos e atrasos nas atividades antecedentes;
- Tempo mais tarde: menor tempo necessário para realização de um evento;
- Tempo mais próximo possível: é a soma de todos os tempos esperados das atividades relacionadas com a realização do evento questionado;
- Tempo de conclusão: tempo total de conclusão do projeto ou da obrigação contratual;
- Folga: medida de excesso de tempo disponível para a realização do evento obtido pela diferença entre o último tempo permissível e o tempo esperado;
- Caminho crítico: é o caminho na rede PERT que possui folga zero.

3. Metodologia

A presente pesquisa é do tipo qualitativa, especificamente um estudo de caso, na qual os dados foram coletados por meio do método da pesquisa-ação. Para Thiollent (1994), a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa que associa diversos métodos de pesquisa social, sendo que a captação de informações é realizada através de uma estrutura ativa, coletiva e participativa.

Este método de pesquisa, segundo Spink (1978:34), assume com frequência aspectos interdisciplinares. É mais flexível do que aquele observacional ou de laboratório, implicando ainda que a ocorrência de um evento imprevisto é parte intrínseca da pesquisa e não um impedimento.

Para que a pesquisa-ação seja bem conduzida, é necessário ter os objetivos bem definidos. É também de igual importância a participação e a linguagem. A participação é fruto do processo de pesquisa-ação, indicando a condução correta da pesquisa, e a linguagem deve ser comum entre as pessoas envolvidas (Macke, 2002).

Os dados foram coletados na própria empresa, em ação conjunta entre os pesquisadores e os proprietários, em meados de janeiro e início de fevereiro de 2004.

4. Resultados e discussão

4.1. Breve histórico da empresa estudada

A pequena empresa rural aqui estudada, está localizada há 23 Km do município de

Três Corações, região Sul de Minas Gerais, possui área total aproximada de 66,7 hectares (ha) e, atualmente, dedica-se à produção e processamento de tilápias. Trata-se de uma empresa familiar juridicamente classificada como Firma Individual.

Os atuais proprietários administram a fazenda desde 1988, época em que adquiriram a propriedade. Inicialmente o negócio da empresa rural era diversificado, constituído pelas atividades de cafeicultura e pecuária leiteira.

Em 1999, os empresários conseguiram um financiamento (crédito rural subsidiado) para investimento em uma nova atividade, pouco explorada na região, a produção de tilápias. Tais recursos foram aplicados na aquisição de 15 tanques rede, 5 tanques aeradores, construção de um açude com 5.000 m², reforma de um açude já existente com 2.500 m² e compra de alevinos.

No início, a empresa estava direcionada para engorda de tilápias e venda dos peixes vivos aos “pesque-pagues” da região. Com o tempo, os empresários observaram que havia a oportunidade de processar o peixe (devido a ausência de concorrência para esse produto na região). Para isso, realizou-se investimentos na adaptação de uma sala já construída para o abate e processamento das tilápias, obedecendo as exigências mínimas dos órgãos reguladores do setor alimentício e sanitário. Também adquiriu-se dois *freezers* horizontais, uma balança eletrônica com impressora, pequenos utensílios utilizados em todo o processo e dois tanques para produção de alevinos.

A produção atual da empresa é focada em tilápia inteira limpa, filé com pele, isca, postas e caldo de tilápia. A venda dos produtos é realizada por encomendas efetuadas pelos consumidores, com entrega em domicílio. Tais produtos são comercializados nas cidades de Três Corações e Varginha, região Sul de Minas Gerais.

Na fase inicial de implantação do projeto, a empresa obteve assistência técnica apenas na área de produção animal. Quanto a área administrativa, um dos proprietários possui experiência nas áreas financeira e comercial adquiridas com a profissão exercida anteriormente.

4.2. Descrição e duração das atividades

Para auxiliar no planejamento da empresa estudada foi utilizado o método PERT/TEMPO, em busca da solução para problemas relativos ao prazo de realização das atividades de processamento de tilápias. Deve-se ressaltar que para realização deste trabalho optou-se em descrever somente as atividades ligadas ao processamento das tilápias, por outro lado, a produção das tilápias exigiria a construção de outra rede PERT/Tempo com detalhamento das atividades pertinentes. Para tanto, considerou-se o somatório de 3 a 4 abates semanais objetivando obter o total de 120 quilos de tilápias processadas, subdivididos em: 6 quilos de postas, 6 quilos de tilápias inteiras e limpas, 78 quilos de iscas e 30 quilos de filés com pele. Essas quantidades foram obtidas pelo histórico de vendas da empresa.

Os tempos otimista, mais provável e pessimista foram calculados através de medições efetuadas durante o processo de execução das atividades, com a ajuda dos envolvidos nas atividades, também, pela experiência dos proprietários.

Para o cálculo do tempo esperado (t_e) utilizou-se a seguinte fórmula:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad \text{onde: } \begin{array}{l} a = \text{tempo otimista} \\ m = \text{tempo mais provável} \\ b = \text{tempo pessimista} \end{array}$$

As atividades e os tempos otimista, mais provável, pessimista e esperado são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Tempos otimista, mais provável, pessimista e esperado para as atividades de processamento de tilápias (em minutos)

Atividades	Tempo (minutos)			
	Otimista	Mais provável	Pessimista	Esperado
A) Puxar o tanque	11	13	19	14
B) Pegar e selecionar tilápias	40	48	53	48
C) Transportar até o local de abate	21	25	37	26
D) Cortar as cabeças	24	28	35	29
E) Abrir a barriga e limpar	29	31	36	32
F) Escamar	58	61	69	62
G) 1º lavagem geral	12	14	19	15
H) Selecionar	5	6	12	7
I) Cortar nadadeiras e barbatanas	143	150	161	151
J) Levar para resfriar	30	31	32	31
K) Corte dos filés	70	75	83	76
L) Tirar espinhos laterais	114	118	126	119
M) Lavagem final individual dos filés	16	23	26	22
N) Lavagem final das tilápias inteiras e limpas	19	20	22	20
O) Escorrer	6	8	10	8
P) Corte em postas	6	7	12	8
Q) Pesagem dos filés	50	54	63	55
R) Empacotamento das tilápias inteiras	8	9	10	9
S) Corte em isca	189	191	198	192
T) Pesagem das iscas	149	159	164	158
U) Empacotamento das iscas	10	12	19	13
V) Pesagem das tilápias inteiras	1	2	3	2
W) Empacotamento dos filés	65	67	73	68
X) Pesagem das postas	8	10	15	11
Y) Empacotamento das postas	11	12	14	12
Z) Levar para congelar	36	37	38	37
AA) Lavagem e desinfecção da sala e utensílios	163	180	185	178

Fonte: Dados da pesquisa

4.3. Variância e desvio-padrão das atividades

A variância e desvio padrão das atividades de transporte, calculadas pelo método PERT/CPM, de acordo com os tempos otimistas e pessimistas e usados para o cálculo do tempo esperado, são apresentados no Quadro 2. Para o cálculo da variância (σ^2) e desvio padrão (σ), foram utilizadas as fórmulas:

$$\sigma^2 = ((b-a)/6)^2 \quad \sigma = (b-a)/6 \quad \text{onde: } a = \text{tempo otimista} \\ b = \text{tempo pessimista}$$

Quadro 2: Variância, desvio padrão das atividades de processamento de tilápias

Atividade	Variância (σ^2)	Desvio Padrão (σ)
A) Puxar o tanque	1,7778	1,3333
B) Pegar e selecionar tilápias	4,6944	2,1667
C) Transportar até o local de abate	7,1111	2,6667
D) Cortar as cabeças	3,3611	1,8333
E) Abrir a barriga e limpar	1,3611	1,1667
F) Escamar	3,3611	1,8333
G) 1º lavagem geral	1,3611	1,1667
H) Selecionar	1,3611	1,1667
I) Cortar nadadeiras e barbatanas	9,0000	3,0000
J) Levar para resfriar	0,1111	0,3333
K) Corte dos filés	4,6944	2,1667
L) Tirar espinhos laterais	4,0000	2,0000
M) Lavagem final individual dos filés	2,7778	1,6667
N) Lavagem final das tilápias inteiras e limpas	0,2500	0,5000
O) Escorrer	0,4444	0,6667
P) Corte em postas	1,0000	1,0000
Q) Pesagem dos filés	4,6944	2,1667
R) Empacotamento das tilápias inteiras	0,1111	0,3333
S) Corte em isca	2,2500	1,5000
T) Pesagem das iscas	6,2500	2,5000
U) Empacotamento das iscas	2,2500	1,5000
V) Pesagem das tilápias inteiras	0,1111	0,3333
W) Empacotamento dos filés	1,7778	1,3333
X) Pesagem das postas	1,3611	1,1667
Y) Empacotamento das postas	0,2500	0,5000
Z) Levar para congelar	0,1111	0,3333
AA) Lavagem e desinfecção da sala e utensílios	13,4444	3,6667

Fonte: Dados coletados na pesquisa

A atividade que apresentou maior variância foi a “lavagem e desinfecção da sala de abate e utensílios” (13,4444) devido a maior amplitude de variação entre os tempos otimista e pessimista. A segunda maior variância foi da atividade “cortar nadadeiras e barbatanas”, com 9,0000. As atividades que apresentaram menor variância foram: “levar para resfriar”, “empacotamento das tilápias inteiras”, “pesagem das tilápias inteiras” e “levar para congelar”, ambas com variância de 0,1111, seguidas pelas atividades “lavagem final das tilápias inteiras e limpas” e “empacotamento das postas” (0,2500). Esta baixa variância pode ser explicada em virtude da menor amplitude entre os tempos otimista e pessimista.

4.4. Relação das atividades com os eventos antecedentes e subseqüentes

A relação das atividades envolvidas no planejamento da operação com as suas interdependências e durações enunciadas pela rede PERT/CPM estão demonstradas no Quadro 3. Foram feitas baseando-se no estudo das operações realizadas no processamento de tilápias e nas informações de pessoas com experiência na área. Estas relações são importantes

para a montagem da rede PERT/CPM.

Como pode-se observar no Quadro 3, as atividades corte em postas, pesagem dos filés, empacotamento das tilápias inteiras e corte em isca, possuem o mesmo evento antecedente. Também, as atividades empacotamento das iscas, pesagem das tilápias inteiras, empacotamento dos filés e empacotamento das postas possuem os mesmos eventos subseqüentes.

Quadro 3: Relação das atividades, eventos antecedentes e subseqüentes e duração das atividades (em minutos)

Atividades	Eventos		Tempo esperado (minutos)
	Antecedente	Subseqüente	
A) Puxar o tanque	1	2	14
B) Pegar e selecionar tilápias	2	3	48
C) Transportar até o local de abate	3	4	26
D) Cortar as cabeças	4	5	29
E) Abrir a barriga e limpar	5	6	32
F) Escamar	6	7	62
G) 1º lavagem geral	7	8	15
H) Selecionar	8	9	7
I) Cortar nadadeiras e barbatanas	9	10	151
J) Levar para resfriar	9	11	31
K) Corte dos filés	11	12	76
L) Tirar espinhos laterais	12	13	119
M) Lavagem final individual dos filés	13	14	22
N) Lavagem final das tilápias inteiras e limpas	10	14	20
O) Escorrer	14	15	8
P) Corte em postas	15	16	8
Q) Pesagem dos filés	15	17	55
R) Empacotamento das tilápias inteiras	15	18	9
S) Corte em isca	15	19	192
T) Pesagem das iscas	19	20	158
U) Empacotamento das iscas	20	22	13
V) Pesagem das tilápias inteiras	18	22	2
W) Empacotamento dos filés	17	22	68
X) Pesagem das postas	16	21	11
Y) Empacotamento das postas	21	22	12
Z) Levar para congelar	22	23	37
AA) Lavagem e desinfecção da sala e utensílios	23	24	178

Fonte: Dados coletados durante a pesquisa

4.5. Construção da rede PERT/CPM para o processamento de tilápias

A Figura 1 mostra a rede PERT/CPM para o planejamento semanal do processamento dos produtos da empresa estudada. É possível observar o primeiro tempo de início e o último tempo de término de uma atividade, bem como as interdependências entre elas.

Através do cálculo das folgas das atividades, obtidas com a subtração do tempo mais tarde do tempo mais cedo, pôde-se determinar o caminho crítico, no qual as folgas encontradas são iguais a zero.

A construção da rede PERT/CPM para o processamento de tilápias (Figura 1) mostra que o caminho crítico (possui folga zero na rede PERT/CPM) é composto pelas seguintes

atividades: A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, O, S, T, U, Z, AA. Para facilitar a visualização, o caminho crítico é realçado em setas grossas na rede. Por outro lado, os eventos que apresentaram folga na rede PERT/CPM foram os seguintes:

- Evento 10 (folga de 77 minutos), entre as atividades I e N;
- Evento 16 (folga de 332 minutos), entre as atividades P e X;
- Evento 17 (folga de 240 minutos), entre as atividades Q e W;
- Evento 18 (folga de 352 minutos), entre as atividades R e V;
- Evento 21 (folga de 332 minutos), entre as atividades X e Y.

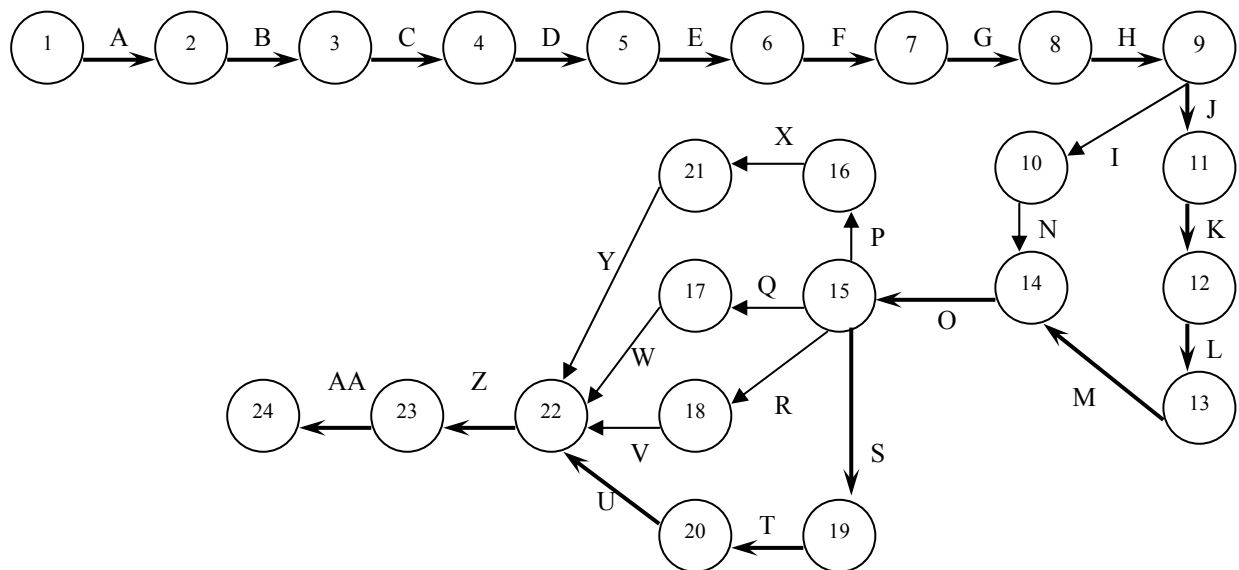


Figura 1: Rede PERT/CPM para o planejamento semanal das atividades de processamento de tilápias, com indicação do caminho crítico (setas grossas).

4.6. Probabilidade de realização do planejamento nos tempos prefixados

Para calcular as probabilidades de realização do planejamento nos tempos prefixados, é necessário calcular a variância do planejamento e o tempo esperado total do planejamento semanal.

A variância do planejamento é a soma das variâncias das atividades do caminho crítico. Portanto, a variância do planejamento, encontrada nesta pesquisa, foi aproximadamente de 60,7222 minutos.

Dessa forma, o tempo esperado total calculado para realização do projeto foi de 1067 minutos (distribuídos durante uma semana), equívale a 17,8 horas de trabalho semanal.

Para encontrar o fator de probabilidade (Z), foi usada a seguinte fórmula:

$$Z = \frac{TC - TE}{\sigma}$$

onde: Z = Fator de probabilidade;
 TC = Tempo estabelecido para conclusão do projeto;
 TE = Tempo estimado para realização do projeto;
 σ = Desvio padrão das atividades que foram usadas para obter o valor TE.

Dessa forma, foram calculadas as probabilidades de realização do projeto nos tempos prefixados, apresentadas no Quadro 4. Assim, a probabilidade de realização do projeto, no tempo igual ao tempo total esperado (1067 minutos) é de 50%. Esse fato pode ser explicado devido a este tempo ser o somatório dos tempos esperados das atividades críticas, que correspondem a um tempo com 50% de chance de ser obtido.

Conforme demonstrado no Quadro 4, a probabilidade de conclusão do projeto pode chegar a ser nula, quando o tempo total esperado de realização for de 1036,6 minutos. À medida que os tempos prefixados para a realização forem menores que 1067 minutos, a probabilidade de realização diminui. Se valores maiores que 1067 minutos (tempo total esperado), forem prefixados, a probabilidade de realização aumenta, chegando a 100% (1097,4 minutos).

Quadro 4: Probabilidade de realização e não realização do planejamento semanal de trabalho da empresa

Tempo Prefixado (minutos)	Probabilidade de Realização (%)	Probabilidade de não Realização (%)
1036,6	0,00%	100,00%
1043,0	0,10%	99,90%
1055,0	6,18%	93,82%
1059,0	15,15%	84,85%
1061,0	22,06%	77,94%
1064,0	35,20%	64,80%
1067,0	50,00%	50,00%
1069,0	60,26%	39,74%
1074,0	81,59%	18,41%
1077,0	89,97%	10,03%
1080,0	95,25%	4,75%
1095,0	99,98%	0,02%
1097,4	100,00%	0,00%

Fonte: Dados da pesquisa

5. Conclusões

Com objetivo de agregar valor ao produto, os produtores de tilápias vêm investindo no processamento do peixe e produzindo filés, *nuggets*, entre outros derivados. Sob essa perspectiva, torna-se interessante introduzir entre esses produtores, técnicas que auxiliam no planejamento empresarial visando aumentar a eficiência administrativa e produtiva nesse novo segmento de mercado agroindustrial. Por outro lado, deve ser ressaltado que muito ainda deve ser feito para que a tilápia processada possa ter condições de competir no mercado com a merluza e outros tipos de peixes que atualmente dominam o mercado brasileiro.

Na empresa rural estudada, a técnica PERT/CPM mostrou-se eficiente para o planejamento do processamento dos produtos derivados de tilápia. Permitiu conhecer as interdependências das atividades e as folgas existentes, antecipando o tempo que cada tarefa pode ter de atraso. Essas informações facilitaram a montagem de uma estrutura de planejamento e controle das atividades envolvidas.

Os proprietários da empresa revelaram-se muito interessados em aprender e introduzir a técnica PERT/CPM, devido a possibilidade de conhecimento do caminho crítico. Assim, foi possível determinar quais atividades devem estar sobre um cuidado especial para que nos dias de entrega da produção não haja falta de produtos nem atrasos. Evitar falta de produtos e atrasos são vantagens competitivas importantes para as empresas que trabalham com entregas à domicílios sob encomenda.

As atividades que merecem maior cautela, segundo a pesquisa, são as que integram o caminho crítico, ou seja: A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, O, S, T, U, Z, AA (conforme demonstradas no Quadro 3 e Figura 1).

O tempo total esperado para execução do projeto semanal de processamento de 120 quilos de tilápia foi de 1.067 minutos (equivalente a 17,8 horas). Na prática, para alcançar essa produção total, considerou-se o somatório de 3 a 4 abates semanais. Dessa forma, a rede PERT/CPM foi estruturada com base na quantidade total semanal, por não haver informações padronizadas das quantidades por abate (tal precisão dependeria dos pedidos dos clientes e da programação de entrega).

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram a possibilidade e importância da utilização do método de planejamento PERT/CPM em uma pequena empresa rural. Nesse sentido, sugere-se que seja aplicado em outros processos produtivos (outros casos de pequenas e médias empresas rurais), na tentativa de quebrar o paradigma de que tal técnica gerencial aplica-se somente às grandes organizações.

6. Referências bibliográficas

AQUABEL. **Piscicultura**. Disponível em: <<http://www.aquabel.com.br/piscicultura.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2003.

BOITEUX, C. D. **PERT/CPM/ROY e outras técnicas de programação e controle**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. 266 p.

CATALYTIC CONSTRUCTION COMPANY. **Metodo del camino critico**. Mexico: Editorial Diana, 1970. 123 p.

CECCARELI, P. S.; SENHORINI, J. A.; VOLPATO, G. **Dicas em piscicultura: perguntas & respostas**. Botucatu: Santana Gráfica Editora, 2000. 247p.

EVARTS, H. F. **Introdução ao PERT**. São Paulo: Atlas, 1972. 128 p.

FEDERAL ELECTRIC CORPORATION. **PERT custo: um manual de introdução programada**. São Paulo: Pioneira, 1964. 172 p.

FEDERAL ELETRIC CORPORATION. **Uma introdução programada ao PERT: técnica de avaliação e revisão de programas**. 5ª ed. São Paulo: Pioneira, 1982. 145 p.

GETZ, C. W. Visión general del PERT. In: STILIAN, G. N. **PERT: un nuevo instrumento de planificacion y control**. 4ª ed. Bilbao: Ediciones Deusto, 1969. p.13-18.

HARTUNG, L. P. Un método dinámico de control de proyectos. In: STILIAN, G. N. **PERT: un nuevo instrumento de planificacion y control**. 4ª ed. Bilbao: Ediciones Deusto, 1969. Sección III, Cap.1, p. 105-122.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1988. 805 p.

HIRSCHHFIELD, H. **Planejamento com PERT/CPM e análise do desempenho**: método manual e por computadores eletrônicos aplicados a todos os fins. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1978. 381 p.

JORNAL NOSSA TERRA. **Emater faz teleconferência sobre comercialização de peixes**. Disponível em: <<http://www.jornalnossaterra.com.br/manchetes/18peixe.html>>. Acesso em: 23 jun. 2003.

MACKE, J. **A pesquisa-ação como método de intervenção nas organizações**: uma aplicação prática. In: ENANPAD, 26., 2002, Salvador. Anais... Salvador: ANPAD, 2002. 1 CD-ROM.

MARTIN, W. R. **Aplicación de las técnicas PERT/CPM a la construcción**. Tuset: Editorial Blume, 1972. 110 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cadeia produtiva da tilápia**. Disponível em: <http://www.acaq.org.br/arquivos/cadeia_tilapia.PDF>. Acesso em: 30 jun. 2003.

SHIROTA, R; OBA, L. C.; SONODA, D.Y. **Estudo dos aspectos econômicos das processadoras de peixe provenientes da piscicultura**. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/Bioticos/SHIROTA-021A.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2003.

SPINK, P. Pesquisa-ação e a análise de problemas sociais e organizacionais complexos. **Revista de Psicologia**. v.5, n.1, 1978.

STANGER, L. B. P. **PERT-CPM: técnica de planejamento e controle**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976. 99p.

STONER, J. A. F. **Administração**. São Paulo: Prentice Hall do Brasil, 1985. 453 p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1994. 108 p.