

MAURO LUIZ NEUMANN

**ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA PROTEÇÃO  
CONTRA INCÊNDIOS FLORESTAIS EM  
POVOAMENTOS DE *PINUS* spp.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre.

CURITIBA  
1996

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**P A R E C E R**

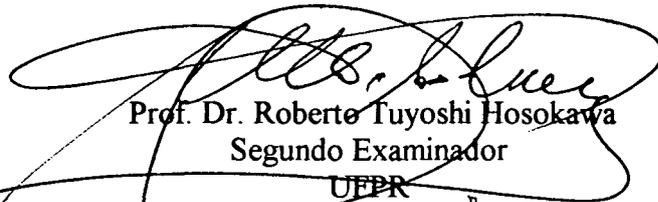
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato, **MAURO LUIZ NEUMANN**, sob o título "**ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS FLORESTAIS EM POVOAMENTOS DE *Pinus spp***", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL**.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com média final: (7,77), correspondente ao conceito: (B).

Curitiba, 27 de março de 1996

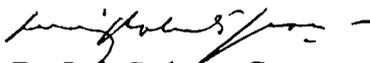


Prof. M.Sc. Jefferson Bueno Mendes  
Primeiro Examinador



Prof. Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa  
Segundo Examinador

UFPR



Prof. Dr. Luiz Roberto Graça  
Orientador e Presidente da Banca  
UFPR

MAURO LUIZ NEUMANN

ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA PROTEÇÃO  
CONTRA INCÊNDIOS FLORESTAIS EM POVOAMENTOS DE *PINUS* spp.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre.

Curitiba  
1996

## DEDICATÓRIA

- \* A DEUS todo poderoso, criador de todas as coisas.
- \* A Nossa Senhora, Mãe de JESUS e protetora dos que nela acreditam.
- \* A minha esposa e meus filhos (JO, DANIEL e MARIANA) que, mesmo sentindo falta da minha presença no lar, apoiaram-me com muito amor, compreensão e carinho.
- \* Aos meus pais, WILLY (in memorium) e ZILDA, pela ajuda, e apoio, para a consecução deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

- \* A São Judas Tadeu, pelas oportunidades surgidas.
- \* Ao meu professor e orientador Dr. Luiz Roberto Graça, profissional de qualidades inigualáveis, cujo tempo e conhecimento colocou pacientemente ao meu dispor, para a elaboração desta obra.
- \* Aos meus íntimos familiares, que participaram dos momentos de luta para alcançar cada etapa desta pesquisa.
- \* Ao professor Dr. Ronaldo Viana Soares, pela concessão de material e informações inestimáveis.
- \* Ao professor Dr. Roberto T. Hosokawa, pelo estímulo constante.
- \* Aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, em especial, professores Dr. Sylvio Pellico Netto (gestão 93/94) e Dr. João Carlos Moreschi (gestão 95/96).
- \* Aos professores Dr. Dartagnam Baggio Emerenciano e Dr. Sidon Keinert Júnior, membros do comitê de orientação, que também contribuíram para a realização deste trabalho.
- \* À empresa Battistella Indústria e Comércio Ltda, pela utilização de dados fundamentais.
- \* Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.
- \* A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo apoio e amizade, em especial, aos engenheiros Jefferson B. Mendes e Elisabeth Hildebrandt.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| LISTA DE TABELAS .....  | IX  |
| LISTA DE FIGURAS .....  | XI  |
| RESUMO .....  | XII |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 1   |
| 1.1 Levantamento de estudos sobre a proteção contra incêndios florestais .. | 1   |
| 1.2 Objetivos .....   | 4   |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....  | 5   |
| 2.1 Proteção econômica justificável .....                                   | 5   |
| 2.2 Prevenção para proteção contra incêndios.....                           | 6   |
| 2.3 Conceitos de eficiência na proteção .....                               | 7   |
| 2.4 Perdas econômicas .....   | 7   |
| 2.5 Custos na proteção.....   | 8   |
| 2.6 Problemas na proteção.....  | 8   |
| 2.7 Influência da poda na proteção .....                                    | 9   |
| 2.8 Diversos fatores que influenciam na proteção .....                      | 10  |
| 2.9 A quantidade e a economia ideal para se obter proteção .....            | 11  |
| 2.10 Situação aos níveis internacional e nacional .....                     | 20  |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 22  |
| 3.1 Material .....  | 22  |
| 3.1.1 Caracterização da região.....   | 22  |
| 3.1.2 Ocorrência de incêndios florestais .....                              | 23  |
| 3.1.3 Área de alta periculosidade.....                                      | 24  |

|  |    |
|--|----|
| 3.1.4 Idade do povoamento .....                                      | 25 |
| 3.1.5 Classes de produção .....                                      | 26 |
| 3.1.6 Proximidade da indústria .....                                 | 26 |
| 3.1.7 Atividade agrícola .....                                       | 27 |
| 3.1.8 Topografia e micro-clima .....                                 | 27 |
| 3.2 Descrição das Subdivisões florestais.....                        | 28 |
| 3.2.1 Região florestal 1 .....                                       | 28 |
| 3.2.2 Região florestal 2.....  | 28 |
| 3.2.3 Região florestal 3 .....                                       | 29 |
| 3.2.4 Região florestal 4 .....                                       | 29 |
| 3.3 Organização de dados .....                                       | 30 |
| 3.4 Apropriação de custos florestais .....                           | 30 |
| 3.4.1 Implantação - Extração - Transporte - Proteção florestal ..... | 31 |
| 3.4.1.1 Atividades de preparo de terreno .....                       | 31 |
| 3.4.1.2 Atividades da silvicultura .....                             | 31 |
| 3.4.1.3 Atividades da extração e transporte .....                    | 31 |
| 3.4.1.4 Atividades da proteção florestal .....                       | 32 |
| 3.5 Métodos.....   | 32 |
| 3.5.1 Modelo Cantwell .....  | 33 |
| 3.5.1.1 Cálculo do Risco (R1) .....                                  | 35 |
| 3.5.1.2 Cálculo do Valor da Floresta (V1) .....                      | 36 |
| 3.5.1.3 Cálculo do Índice Risco/Valor (RV1) .....                    | 36 |
| 3.5.2 Modelo Cantwell Modificado .....                               | 37 |
| 3.5.2.1 Cálculo do Risco (R2) .....                                  | 37 |

|  |    |
|--|----|
| 3.5.2.2 Cálculo do Valor da Floresta (V2) .....  | 38 |
| 3.5.2.3 Cálculo do Índice Risco / Valor ( RV2) .....   | 41 |
| 3.6 Análise técnica e econômica das podas .....  | 41 |
| 3.7 Análise comparativa dos custos de manutenção de aceiros e podas em<br>relação ao patrimônio florestal .....          | 41 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 42 |
| 4.1 Análise das regiões segundo os critérios de classificação adotadas ....  | 42 |
| 4.2 Análise da eficiência das duas metodologias estudadas .....  | 42 |
| 4.3 Cálculo de perdas nas alocações de recursos .....  | 47 |
| 4.4 Proposta de valores do modelo Cantwell Modificado .....  | 51 |
| 4.5 Aspectos técnicos e econômicos da poda em empresas florestais .....  | 54 |
| 4.6 Análise comparativa de custos de aceiros e podas <i>versus</i> valor do<br>patrimônio florestal .....                | 57 |
| 5. CONCLUSÕES .....  | 61 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 63 |
| SUMMARY.....   | 66 |
| APÊNDICE .....   | 67 |
| Apêndice 1: Custos de preparo de solo, Tabela 14.....  | 67 |
| Apêndice 2: Custos de silvicultura, Tabela 15 .....  | 68 |
| Apêndice 3: Épocas de manutenção florestal, Tabela 16 .....  | 69 |
| Apêndice 4: Custos de manutenção florestal, Tabela 17.....   | 70 |
| Apêndice 5: Custos de manutenção de aceiros e estradas, Tabela 18 e<br>custos estimados de implantação por hectare ..... | 71 |
| Apêndice 6: Índices das classes de produção, Tabela 19.....  | 72 |

|  |    |
|--|----|
| Apêndice 7: Relação de ocorrências de incêndios florestais, no período<br>1982 a 1991, Tabela 20 ..... | 73 |
| Apêndice 8: Planilha para cálculo de custo hora e ou Km para máquinas .                                | 74 |
| Apêndice 9:  |    |
| a) Cálculo do Valor da Floresta, modelo Cantwell.....  | 77 |
| b) Cálculo do Risco, modelo Cantwell.....  | 77 |
| c) Cálculo do Índice Risco Valor, modelo Cantwell.....   | 77 |
| Apêndice 10:   |    |
| a) Cálculo do Grau potencial de destruição, modelo Cantwell .....                                      | 78 |
| b) Cálculo da Taxa de risco para o modelo Cantwell Modificado .....                                    | 78 |
| c) Cálculo do Valor da Floresta, modelo Cantwell Modificado. ....                                      | 79 |
| d) Cálculo do Índice Risco / Valor, modelo Cantwell Modificado .....                                   | 81 |
| Apêndice 11: Modelo do Questionário Confidencial.....  | 82 |

## LISTA DE TABELAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabela 1  | Incêndios ocorridos nas regiões durante os anos de 1982 a 1991.....  | 24 |
| Tabela 2  | Resumo das características: Área total, Idade média, IMA, Classe média de produção e nível de perigo nas respectivas regiões ....  | 26 |
| Tabela 3  | Resumo das características observadas: Distância média, Ocorrências de incêndios, Atividade agrícola, Topografia e Micro-clima .....   | 27 |
| Tabela 4  | Resumo demonstrativo de tipo de desbaste, volumes e valores do sortimento, receitas e custos da extração .....   | 40 |
| Tabela 5  | Demonstrativo dos resultados do modelo Cantwell para Taxa de Risco, Valor da Floresta, Índice Risco Valor e % Índice proposto .....  | 43 |
| Tabela 6  | Demonstrativo dos resultados no modelo Cantwell Modificado para Taxa de Risco, Valor de Floresta, Índice Risco / Valor e % Índice.....   | 44 |
| Tabela 7  | % Índices / Valores propostos para proteção .....  | 46 |
| Tabela 8  | Resumo da quantidade de perdas ocorridas no período 1989 a 1991 nas regiões, com base nos valores da floresta calculados pela expectativa de produção .....  | 49 |
| Tabela 9  | Proposta de valores por hectare, modelo Cantwell Modificado .....  | 51 |
| Tabela 10 | Estimativa de perdas + custos nos sistemas: Empresa e Cantwell Modificado, na hipótese de redução da probabilidade de 50% na ocorrência de incêndios, para a situação que, originalmente, tinha 100% de probabilidade..... | 53 |
| Tabela 11 | Aspectos técnicos e econômicos de poda e aceiros, nos reflorestamentos de <i>Pinus</i> spp, em empresas florestais .....   | 55 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabela 12 | Estudo de caso do efeito de poda, nos reflorestamentos em algumas unidades, no período de 1990 - 1991 ..... | 56 |
| Tabela 13 | Resumo demonstrativo dos custos de construção e manutenção de aceiros e de tratos culturais de poda.....    | 59 |
| Tabela 14 | Resumo demonstrativo de custo/hora e produtividade nas operações de preparo de terreno (Apêndice 1) .....   | 67 |
| Tabela 15 | Demonstrativo de custo e produtividade nas operações de plantio e replantio (Apêndice 2) .....              | 68 |
| Tabela 16 | Demonstrativo de operações efetuadas nas manutenções florestais (Apêndice 3) .....                          | 69 |
| Tabela 17 | Demonstrativo de custo/hora e produtividade nas operações de manutenções florestais (Apêndice 4) .....      | 70 |
| Tabela 18 | Resumo demonstrativo dos custos de manutenção e construções de aceiros e estradas (Apêndice 5) .....        | 71 |
| Tabela 19 | Resumo demonstrativo das classes de produção (Apêndice 6) .....   | 72 |
| Tabela 20 | Demonstrativo das ocorrências de incêndios florestais, no período 1982 a 1991 (Apêndice 7) .....            | 73 |

**LISTA DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Função de responsabilidade total, de Sparhawk (GORTE & GORTE 1979 ) .....   | 12 |
| Figura 2 Relação hipotética de custos de manejo de proteção, em relação aos custos totais de manejo de proteção, em uma dada região e ano (DUERR 1993) .....                 | 14 |
| Figura 3 Relação hipotética de custo total de manejo de proteção e de perdas ótimas, com custos de prevenção e pressupressão, em determinado ano e região (DUERR 1993) ..... | 16 |
| Figura 4 Relação hipotética entre custos de proteção e perdas, em determinado anos e região, de acordo com DAVIS (1965) .....  | 19 |
| Figura 5 Localização e divisão das regiões por municípios .....  | 23 |
| Figura 6 Demonstrativo gráfico das taxas de alocação de orçamentos, em cada modelo e para cada região .....  | 45 |
| Figura 7 Relação entre as taxas de apropriação orçamentária, segundo os critérios utilizados, nos diferentes níveis de incêndios .....                                       | 46 |

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo econômico, nas condições do Sul do Brasil visando aplicar, comparar e identificar a melhor alternativa entre duas metodologias de distribuição de recursos para proteção contra incêndios florestais. A primeira proposta baseou-se na metodologia de Cantwell (1973). A segunda foi desenvolvida em função das condições da pesquisa, tomando-se como base a metodologia de Cantwell e adequando-a aos conceitos de Risco e Valor da floresta, buscando-se com isso melhorar a acuidade da avaliação. Os resultados das perdas por alocar recursos sem nenhum critério, mostraram que a forma usada tradicionalmente na empresa, de dispêndio no controle de incêndios, foi a que pior associou custos com as perdas passadas e potenciais. A seguir, foram aplicados, os métodos Cantwell e Cantwell Modificado. Verificou-se que, para a empresa florestal minimizar perdas, os dois últimos critérios seriam escolhas nitidamente superiores. Analisando-se, comparativamente, essas duas metodologias, constatou-se que ambas foram igualmente eficientes, sendo que o modelo Cantwell Modificado permite a adição de um conjunto de informações que pode contribuir para aprimorar o serviço de proteção da empresa. Para a análise do cálculo do custo de construção e manutenção de aceiros em relação ao valor do patrimônio florestal, a utilização do modelo Cantwell Modificado permitiu que se chegasse a um índice de 3,28%. Além desses aspectos, o estudo contemplou uma análise sobre o efeito positivo das podas na redução de perdas, bem como uma discussão sobre sua estrutura de custos, mostrando sua viabilidade técnica e econômica.

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 Levantamento de estudos sobre a proteção contra incêndios florestais.

Inicialmente vale mencionar que estudos econômicos visando maximizar proteção florestal a um certo nível de alocação de recursos com conseqüente minimização de custos encontram limitado suporte na literatura existente, que apenas apresenta uma visão mais global do assunto, sem detalhar a avaliação dos processos e escolha de técnicas econômicas mais apropriadas.

Em particular, verifica-se na literatura que a parte econômica do controle de incêndios florestais, ainda é um campo pouco estudado, apesar de que muitos autores têm mostrado preocupação com um nível economicamente justificável de despesas, visando a proteção contra incêndios, tais como: SPARHAWK (1925); FLINT (1924 e 1928); recentemente DUERR (1993) e GORTE (1979), que cita trabalhos anteriores de HEADLEY (1916)<sup>1</sup> e DAVIS (1965)<sup>2</sup>.

Ainda hoje, um dos sérios problemas que o corpo técnico das empresas florestais vem enfrentando são as medidas de prevenção, supressão e supressão (quanto, onde e como), que devem ser tomadas contra os incêndios florestais. O processo começa desde o convencimento do empresário, particularmente aquele que acha que isso só acontece com empresas de terceiros,

---

<sup>1</sup> HEADLEY, ROY, Fire suppression district 5. USDA For Service. reseach paper, 1916, 361 p. citado por GORTE, J. K. ; GORTE, R. W. Application of economic techniques to fire management- a status review and evaluation. Fort Collins: USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1979. 26 p. (Technical Report Int, 53).

<sup>2</sup> DAVIS, L. S. The economics of wildfire protection with emphasis on fuel break systems. Sacramento: State of California Resources Agency Department of Conservation Division of Forestry, 1965. 166p. Citado por GORTE, J. K. ; GORTE, R. W. Application of economic techniques to fire management- a status review and evaluation. Fort Collins: USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1979. 26 p. (Technical Report Int, 53).

até a montagem final das estruturas físicas e financeiras de proteção tais como: construção e manutenção de aceiros, torres de vigilância, veículos, equipamentos de comunicação, construção de barragens, coordenadores, equipes de combate e outras medidas.

O sistema atual de proteção de algumas empresas pode ser considerado ainda muito precário e se baseia mais na intuição do que em parâmetros econômicos.

BRANCO (1995) fez uma pesquisa com um grupo de 27 empresas, onde determinou prejuízos superiores a US\$ 5 milhões, no ano de 1994, com incêndios florestais. A perda em madeira ficou em US\$ 1,648,070.00. O custo de combate aos 1290 focos de incêndios elevaram-se a US\$ 3,381,966.00. As empresas perderam 19.266 hectares reflorestados e mais 13.712 hectares de preservação permanente e reserva legal. Estes exemplos mostram a precariedade dos sistemas de proteção contra incêndios florestais no Brasil, os quais ainda requerem fortes investimentos para se nivelarem ao padrão internacional.

Além do problema do controle de incêndio de plantações próprias, há ainda o aspecto das áreas arrendadas. O arrendamento de terras para implantação de florestas é uma prática comum sendo que inúmeras empresas reflorestadoras têm suas florestas sob estas condições. A ocorrência de incêndio nestas áreas afetará significativamente a rentabilidade do empreendimento, tanto pelo aproveitamento no destino final da madeira, quanto pelos preços a serem obtidos.

Na economia florestal, um conceito muito usado é o da maturidade financeira, que mostra que (BERGER (1985), citando ASHE (1913)<sup>3</sup>): "árvores podem ser

---

<sup>3</sup> ASHE, W.W., Yellow poplar in Tennessee., Tennessee State Ecological Survey Bul. 10-c 1913. , 52 p. citado por BERGER, R. Aplicação de critérios econômicos para determinação da maturidade financeira de povoamentos de eucaliptos. Curitiba, 1985. Dissertação (concurso professor titular economia) Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

consideradas financeiramente maduras quando suas taxas anuais de incremento de valor tornam-se iguais às taxas de juros do dinheiro. Se a árvore não é cortada e sua taxa de crescimento em valor cai abaixo da taxa de juros do mercado, existe uma perda uma vez que se tivesse sido vendida, o resultado financeiro poderia ser investido à taxa de mercado". Sob esse prisma, não é difícil de se verificar que um incêndio, mesmo de baixa intensidade numa área florestal, é prejudicial não só por ocasionar, temporariamente, diminuição no crescimento como também por apresentar um pior resultado financeiro. Dessa forma, é importante haver investimentos visando proteger áreas com risco de incêndio florestal. Esses investimentos devem ser bem analisados e alocados, pois existem áreas com maior ou menor grau de risco. Também é importante saber qual o meio mais eficiente de prevenção, conjuntamente com a comparação de custos deste *versus* o valor do patrimônio florestal envolvido. Nessa questão, torna-se necessária a criação de alternativas claras para a tomada de decisões, levando-se em conta algumas relações econômicas. As medidas de prevenção, pressupressão e supressão, que inicialmente podem parecer altos investimentos, como a construção de aceiros e barragens necessárias, na verdade quando comparados com o valor do patrimônio florestal, podem tornar-se relativamente pequenos, se forem adequadamente dosados. Assim, uma avaliação econômica de técnicas de manejo florestal, visando obter proteção contra incêndio, passa a ser fundamental para a obtenção de parâmetros que permitam significativamente uma melhor decisão empresarial.

Na busca de melhores resultados visando a redução de custos e riscos, procurou-se enriquecer essa aplicação com outra alternativa metodológica, onde parâmetros adicionais foram inseridos, particularmente, visando atender empresas florestais que possuem grande número de unidades produtivas. A pesquisa, visou

assim obter um critério que, na ausência de uma série de dados inerentes à produção florestal, permita a alocação de recursos globais fixos de manejo de proteção numa empresa florestal associando o conceito de menor custo ao de maior benefício. Nesse sentido, constitui um primeiro passo para se determinar, em pesquisas posteriores, regimes alternativos de manejo de proteção que minimizem o custo global da proteção florestal, dentro do princípio de maximização de lucro, um ideal a ser perseguido.

## **1.2 Objetivos**

O trabalho tem por objetivo geral realizar um estudo econômico que visa aplicar, comparar e identificar a melhor alternativa entre duas metodologias de distribuição de recursos para proteção contra incêndios florestais.

Os objetivos específicos do trabalho envolvem:

a) análise da eficiência das duas metodologias adotadas e suas conseqüências na alocação dos recursos;

b) análise dos aspectos técnicos e econômicos da poda em povoamentos de *Pinus spp* e

c) análise comparativa dos custos de manutenção de aceiros e podas em relação ao valor patrimônio florestal envolvido.

Ao atender esses objetivos, a pesquisa pretende fornecer subsídios no sentido de melhor orientar o processo de controle de incêndios florestais, contribuindo para o melhor planejamento de empresas florestais e de instituições públicas.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Proteção econômica justificável

HEADLEY (1916)<sup>4</sup>, citado por GORTE & GORTE (1979); SPARHAWK (1925) e FLINT (1924, 1928), foram os primeiros a expressar suas preocupações, em termos de restrições econômicas e financeiras. Muito dos fundamentos da análise econômica do controle de fogo foi assentada por esses três escritores, e por HORBNY (1936), e GISBORNE (1939), que continuaram o tema. LOVERIDGE (1944) atribui muito da necessidade do desenvolvimento de planos de ação para incêndios aos ciclos de seca que agravam a ocorrência e espalham problemas, levando a maiores perdas de recursos. Ele estava primariamente preocupado com os danos, e sobre quanta proteção seria justificável, como já era discutido na literatura das décadas de 20 e 30.

MOAK (1976) faz uma análise dos gastos efetuados com proteção contra incêndio florestal, partindo do princípio da relação Benefício/Custo, que é muito usada para indicar se algum programa ou projeto específico é economicamente justificado ou não. Se a razão Benefício/Custo for maior que um (1,0), o programa é considerado justificável, economicamente; por outro lado, se for menor que um (1,0), é considerado não aceitável. A análise de Benefício/Custo busca identificar aqueles projetos que retribuem alguma quantidade aceitável de satisfação, ou seja, renda, lucro e retorno de capital por unidade de investimento.

---

<sup>4</sup>HEADLEY, ROY, Fire suppression district 5. USDA For Service. research paper, 1916, 361 p. citado por GORTE, J. K. ; GORTE, R. W. Application of economic techniques to fire management- a status review and evaluation. Fort Collins, USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1979. 26 p. (Technical Report Int, 53).

JOHNSTON , GRAYSON & BEADLEY (1977), dizem também que uma primeira análise econômica pode ser feita através do quociente entre “custo de proteção” e “perdas esperadas”, isto é, relação Custo / Benefício. Por outro lado, também colocam a proteção como se fosse um seguro, onde o nível ideal de investimento poderá ser calculado ao se conhecer a relação entre as despesas de proteção e o grau de dano à floresta, ou seja, o nível ideal também depende do valor das culturas a serem protegidas e da probabilidade de ocorrência de danos.

## **2.2 - Prevenção de incêndios**

SOARES (1992) considera que, através da prevenção, pode-se reduzir o número de incêndios, e sugere a adoção de técnicas tais como aceiros, cortinas de segurança e açudes, que dificultam e retardam a propagação do fogo.

CIANCIULLI (1981) afirma que ainda que todas as medidas de prevenção sejam tomadas, os riscos de incêndios sempre existirão, enquanto o homem estiver utilizando ou for vizinho da floresta e enquanto subsistir as causas naturais.

O seminário PREVFOGO realizado pelo IBAMA em 16 de abril de 1993, estabeleceu algumas recomendações para prevenir incêndios florestais, tais como: estabelecer um zoneamento de riscos; desenvolver um índice de perigo de incêndio, com metodologia adequada para uso em todos os ecossistemas brasileiros; criar um banco de dados confiável para se ter maior eficiência e economia; e incentivar o cooperativismo entre empresas do mesmo distrito, para reduzir sensivelmente os custos.

### 2.3 - Conceitos de eficiência na proteção

KOURTZ & O'REGAN (1968) conceituam a abordagem do "custo-eficiência" que considera não somente o custo, mas ao mesmo tempo, a eficiência de cada alternativa e que se resume na tentativa de descobrir aquela que faz o melhor uso do recurso para essa proteção.

LIMA (1991), ordenando incêndios por classe de tamanho no Brasil, constata uma baixa eficiência na supressão dos incêndios e observa também que a área queimada média é de 66,7 ha em comparação aos 10, 12 e 15 ha da França, Itália e África do Sul, respectivamente.

### 2.4 - Perdas econômicas

SOARES (1992), coloca que 1110 incêndios registrados destruíram no período 1983 - 87 em média, cerca de 0,17 % da superfície reflorestada a cada ano, um número considerado alto, pois o ideal seria em torno de 0,05%. As plantações de *Pinus* spp apresentaram 18,4% das ocorrências e 10,6% da área queimada, enquanto que as de *Eucaliptus* spp tiveram valores de 77,2% e 89,0% respectivamente. Esse autor sugere ainda, que a percentagem destruída deve ter sido um pouco maior, pois nem todos os incêndios foram devidamente registrados e informados.

SOARES (1993), num estudo da ocorrência de incêndios registrados e comunicados entre 1983 a 1988, mostra que cerca de 201263 ha de florestas foram queimados no período. O custo para replantar as florestas queimadas seria, de aproximadamente US\$ 154,3 milhões. O mais importante nessa análise é que, dentro desse período, as perdas econômicas totais resultantes chegaram à ordem

de US\$ 199,6 milhões, dinheiro suficiente para reflorestar 222.000 hectares de *Pinus spp* (37.000 ha/ano) ou 266.000 hectares de *Eucalyptus spp* (44.000 ha/ano).

## **2.5 - Custos na proteção**

SPEIDEL (1966) informa que o custo de risco de uma empresa na proteção contra incêndio florestal é, aproximadamente, de 5 a 10% dos custos totais. Também são distinguidos três grupos de custos, a saber:

### **a) Custos de Profilaxia ou Prevenção**

Estes custos são causados pela utilização de uma parte da área produtiva destinada ao plantio para construção de aceiros, cortinas de segurança com espécies menos combustíveis e alagamentos de pequenas áreas para barragens de captação de água.

### **b) Custos para o Serviço de Advertência ou Pressupressão**

Surgem em função de instalação de torres de vigilância, sistemas de comunicação, transporte de pessoal de combate, instalação de posto meteorológico, vôos de inspeção e controle em épocas críticas.

### **c) Custos para Combate ou Supressão**

Refere-se aos salários para o pessoal de combate, custos de depreciação de equipamentos e ferramentas, custos de terceiros e custo de risco.

## **2.6 - Problemas na proteção**

LIMA (1991) comenta sobre a inexistência de uma política adequada na prevenção e combate aos incêndios florestais no Brasil, o que tem levado a perdas florestais elevadas.

SOARES (1992) menciona que o principal grupo de causa de incêndios florestais no Brasil é o de queimas para limpeza, responsável por cerca de 33,6% das ocorrências e 63,7% da área queimada. A seguir, vem o grupo de incendiários, com 29,8% das ocorrências e 14,7% da área queimada.

SOARES (1991) comenta sobre incêndios em plantações jovens de *Pinus*, que certamente resultam em perdas totais, o que já não ocorre em povoamentos adultos, a não ser em incêndios com alta intensidade.

LIMA (1991) menciona a falta de planejamento nas unidades de conservação no Brasil, no que diz respeito à educação do usuário e vizinhos, regulamentação de uso da floresta, manejo do material combustível, construção e manutenção de aceiros e estradas e pontos de captação de água. Esse autor menciona também, que não existem estatísticas confiáveis sobre incêndios florestais, particularmente aqueles que permitam fazer inferências de longo-prazo.

## **2.7 - Influência da poda na proteção**

BERENHAUSER (1970) comenta, que os australianos consideram que a primeira poda deve ser feita em todas as árvores para permitir melhor acesso e visibilidade nos povoamentos, e também para reduzir os riscos de perda total por ocasião dos incêndios, uma vez que os galhos secos inferiores permitem levar o fogo até as copas das árvores, causando-lhes a morte.

JOHNSTON, GRAYSON & BEADLEY (1977) comentam que um dos objetivos das desramas é reduzir os riscos dos danos causados pelo fogo.

## 2.8 - Diversos fatores que influenciam na proteção

Segundo o INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (1978 e 1994) a quantidade e a distribuição de chuva que cai anualmente em certa região é bastante importante, determinando o tipo de vegetação e influenciando a programação das atividades agrícolas.

SOARES (1992) relaciona as condições climáticas com a propagação e o grau de perigo de incêndios na região Sul, onde apesar de não haver estação seca definida, existe uma redução no nível de precipitação nos meses de junho a setembro e onde, periodicamente, ocorre um inverno realmente seco, com reduzidos níveis de umidade relativa do ar.

SOARES (1973) comenta e cita autores dentre os quais HAINES e SANDO (1969)<sup>5</sup>, COUNTRYMAN, McCUTCHAM e RYAN (1969)<sup>6</sup>, que explicam o inter-relacionamento das condições meteorológicas, ventos, combustível e topografia com o aumento de potencial do fogo.

Em geral, o grau potencial de destruição de uma floresta pelo fogo depende de vários fatores tais como: idade da floresta, tipo da floresta, quantidade de combustível, topografia, acesso e meios de combate, SOARES (1978).

SOARES (1992), analisando separadamente a região Sul, menciona que a maior parte de plantações de *Pinus* está nos estados do Sul, incluindo São Paulo, onde as condições climáticas são menos favoráveis à ocorrência e propagação dos incêndios. Analisando separadamente os estados do Sul em relação ao Brasil, esta

---

<sup>5</sup> HAINES, D. A. e SANDO, R. W. , Climatic conditions preceding historically great fires in the North Central region. United States. Forest Service Research Paper NC-34 1969. 19 p. Citados por SOARES, R.V. Alocação de recursos para proteção contra incêndios florestais. Floresta, Curitiba, v.9, n.2, p.103-109, dez. 1978.

<sup>6</sup> COUNTRYMAN; C. M. McCUTCHAM, M. H. & RYAN, B. C. , Fire weather and fire behaviour at the 1968 Canyon fire. United States Forest Service Research Paper PSW-55. 1969. 20p. 1969. citados por SOARES, R.V. Alocação de recursos para proteção contra incêndios florestais. Floresta, Curitiba, v.9, n.2, p.103-109, dez. 1978.

região apresentou os menores índices, tanto em número de ocorrência como em áreas queimadas, com 177 incêndios registrados (10,10% do total) e 2665 ha queimados, no período 1983 à 1987. No entanto, invernos atipicamente secos, aliados à alta inflamabilidade das coníferas existentes, podem produzir incêndios de alta intensidade, provocando grandes danos.

## **2.9 - A quantidade e a economia ideal para se obter proteção**

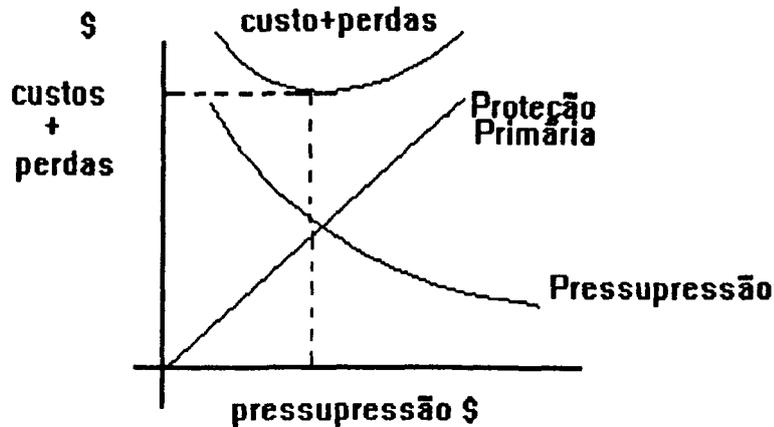
Como será visto a seguir, a literatura sobre “economia de incêndio florestal” até agora revela pouco desvio teórico do modelo econômico “menor-custo-mais-perdas” proposto por HEADLEY (1916)<sup>7</sup>, citado por GORTE & GORTE (1979) e desenvolvido por SPARHAWK (1925). Este método tem sido modificado de acordo com as atividades de administração de incêndio que são críticas, tempo de ação, esforço de pressupressão e esforço de administração do incêndio. O enfoque fundamental é que o nível de proteção mais aproximado do ideal ocorre quando os custos combinados da prevenção, pressupressão e supressão de danos são minimizados. Estas três funções variam, previsivelmente, com os gradientes de despesas de pressupressão, esforço de administração do incêndio ou área queimada. Se as despesas de pressupressão forem efetuadas como um investimento variável independente, por exemplo, o dano aos recursos é visto como uma função decrescente. Em outras palavras, à medida que o nível de pressupressão aumenta, o dano do incêndio diminui. O custo de supressão, logicamente, também diminui com o aumento da pressupressão. As despesas de prevenção, nessa estrutura, tem, obviamente, uma função crescente. A função

---

<sup>7</sup> HEADLEY, ROY, Fire suppression district 5. USDA For Service. reseach paper, 1916, 361 p. citado por GORTE, J. K. ; GORTE, R. W. Application of economic techniques to fire management- a status review and evaluation. Fort Collins: USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1979. 26 p. (Technical Report Int, 53).

combinada resultante é uma curva em forma de U, com o ponto mínimo representando a despesa ideal de pressupressão (Figura 1).

FIGURA 1 FUNÇÃO DE RESPONSABILIDADE TOTAL DE SPARHAWK (GORTE & GORTE 1979).



Segundo DUERR (1993), na terminologia do manejo de incêndios florestais, existem as seguintes operações:

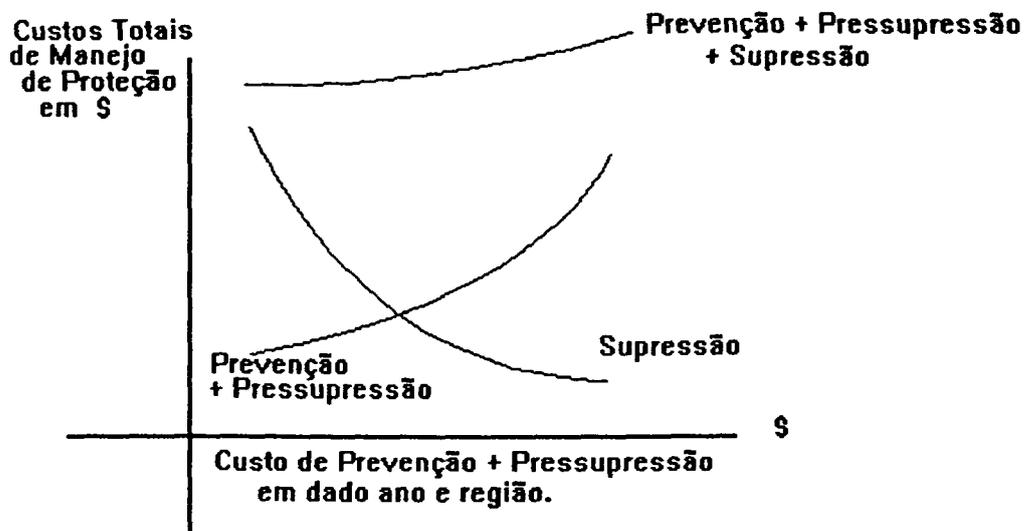
1. **Prevenção** que inclui propaganda (cartazes, panfletos), uso de painéis, ensinamentos através de palestras e cursos. Prevenção também envolve divulgação de leis e suas penalidades. Em geral, áreas de grande perigo são patrulhadas e o eventual fechamento dessas áreas pode ser realizado. Visitantes são alertados e instruídos. Prevenção inclui todas as atividades dirigidas ao público em geral e procura reduzir a probabilidade do fogo começar através de descuido ou por crime. Também inclui esforços no sentido de diminuir a facilidade de combustão e a dificuldade de supressão. O manejo de combustíveis nesse caso constitui a principal tarefa, ou seja, no plantio, intercalar espécies mais resistentes ao fogo, fazendo, com isso, uma forma de cortina verde substituindo combustíveis de alto poder carburente por aqueles de menor poder. O uso de queima controlada é uma figura-chave, pois elimina o combustível, reduzindo a possibilidade da ocorrência de incêndios. Na realidade brasileira, as atividades de propaganda e divulgação tem

sido mais restritas ao poder público. As demais atividades são eventualmente realizadas pelas empresas privadas.

2. **Pressupressão** abrange todas as outras atividades de controle de fogo, preparatórias ao ataque das chamas. Essas atividades se resumem ao planejamento, organização, formação de equipes, coordenadores, equipamentos, acessibilidade às redes de transporte, suprimentos, administração e sistemas para a detecção de incêndios. São incluídos aqui o treinamento de pessoal, assistência entre agências cooperadoras, entre governo e empresas privadas, bem como o agrupamento de trabalhadores chamados nas emergências. As atividades específicas vão desde a confecção de mapas, construção de barreiras para o fogo como a descontinuidade de combustível ou aceiros até a classificação dos alertas de incêndio retirados de dados meteorológicos. Envolve, também, a construção de estação de observação, a compra de equipamentos de comunicação e escolha do uso de aviões, tanques e transporte para as patrulhas de controle.

Juntas, a prevenção e a pressupressão são consideradas o coração e a alma do manejo de proteção. Se esta despesa é nula, todo programa de controle passa a ser nulo, ou seja, não há prevenção e pressupressão; com isso, as despesas com supressão serão elevadas. Porém, se essas despesas forem moderadas, eventualmente, os fundos disponíveis para a supressão poderão ser rapidamente drenados. No entanto, se as despesas de prevenção mais pressupressão são altas, os custos de supressão tendem a ser baixos, visto que há uma substituição dos primeiros pelos segundos. A relação entre esses custos pode ser vista na Figura 2.

FIGURA 2 A RELAÇÃO HIPOTÉTICA DE CUSTOS DE MANEJO DE PROTEÇÃO EM RELAÇÃO AOS CUSTOS TOTAIS DESSE MANEJO, EM UMA DADA REGIÃO E ANO (DUERR 1993)

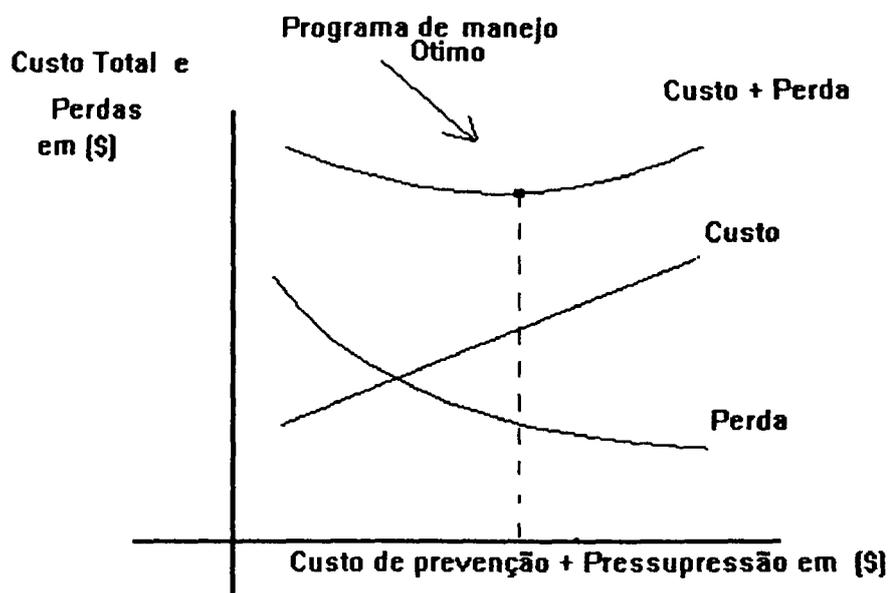


3. **Supressão** começa quando alguém descobre o fogo e tenta apagá-lo ou, mais formalmente, quando o fogo é detectado e o responsável pelo controle é notificado. A política de supressão é manter baixos os custos e as perdas de cada fogo, procurando eliminá-lo quando ainda no começo. Em áreas remotas, helicópteros ou aeronaves com retardantes de fogo podem ser usados no início do sinistro. Sempre que possível, os equipamentos de campo são colocados em ação. Mesmo assim, o controle do fogo é intensivo em mão de obra. Dependendo da área atingida pode-se, às vezes, convocar o trabalho de milhares de pessoas. Nos EUA como um todo, os custos de supressão, nos últimos anos, aproximaram-se aos custos de prevenção e pressupressão.

Dentro desse contexto, naturalmente, a questão que se levanta é: qual o manejo ótimo de controle de incêndios?

Considere-se que a função do custo total (prevenção + pressupressão + supressão) deve ser ótima, pelo menos em teoria, ou seja, cada componente de custo deve estar no mínimo, para atingir um dado benefício. Em outras palavras, o custo total deve ser aquele que leva ao máximo benefício total, de forma que a relação marginal de benefício-custo seja igual a 1. Isso ocorre quando a diferença, mesmo bem pequena, em custos, produz uma diferença igual em benefício e constitui, assim, o limite de economicidade de uma atividade. O benefício é a redução de perda por fogo e é medido na mesma unidade que os custos. Na verdade, é impossível medir-se o benefício total do manejo de proteção florestal, pois não se sabe qual é o valor da floresta que se teria na ausência completa desse manejo. Entretanto, esse aspecto não é o mais relevante aqui e não afetará a análise. O que se precisa visualizar é que, para cada ponto na função de custo total, há um valor dos recursos depois dos incêndios que se quer o maior possível e conseqüentemente, uma perda total, que se deseja a menor possível. Em um mundo ideal, ter-se-ia uma perda total a mais baixa para um dado custo e o custo total o mais baixo possível para uma dada perda (Figura 3).

FIGURA 3 RELAÇÃO HIPOTÉTICA DE CUSTO TOTAL DE MANEJO DE PROTEÇÃO E PERDAS ÓTIMOS, COM CUSTOS DE PREVENÇÃO E PRESSUPRESSÃO EM DETERMINADO ANO E REGIÃO (DUERR 1993)



DUERR (1993) analisa ainda que é relativamente fácil a nível teórico definir funções de custo e perdas ótimas, na prática porém, fica difícil de se saber, em detalhe, o que elas envolvem, porque são muitas variáveis. Por exemplo, ótimo nesse contexto significa ter a função de custo total apropriada entre as três atividades (prevenção, pressupressão e supressão) de forma a minimizar a perda por fogo. Para isso ser possível, as saídas de caixa dentro de cada atividade seriam otimizadas. Isso significa, por exemplo, ter um orçamento ótimo para cada atividade. Como a proteção, na maioria das vezes, usa equipamentos e estruturas de outras atividades florestais, o que dificulta que a atividade de manejo de proteção seja independentemente analisada. No caso das perdas, o nível considerado ótimo, também apresenta dificuldades de mensuração. Por exemplo, qual é o valor de uma

vida humana perdida no controle de um incêndio? Depois, há uma grande variabilidade de perdas de ano para ano e para se produzir uma simples função de perda, ter-se-ia que se estimar probabilidades. Por fim, há simplesmente a dificuldade prática de se medir e anotar o que é perda.

Se esse mundo ideal da Figura 3 dá uma diretriz de manejo, por outro lado, reconhece-se que essa idéia do ótimo é complexa e exclusiva. Conceitualmente, ela é o resultado de soluções simultâneas de um grande número de funções de produção, a maioria das quais são desconhecidas. Algumas, através de um processo de julgamento impreciso, podem ser contabilizadas.

DUERR (1993) coloca que em um modelo ótimo de manejo é preciso se definir cuidadosamente o que é perda ou benefício como decorrência de se evitar esta perda e por fim sua estimativa. A perda por fogo é o valor do recurso florestal, se ele não tivesse sido queimado, menos o valor total do recurso queimado. Se o recurso vale menos, quando queimado, do que se não tivesse sido queimado, a perda é positiva. Em geral, a perda total é positiva, de magnitude às vezes reduzida, para permitir que alguns efeitos benéficos do fogo sejam contabilizados. (No jargão florestal, o termo a se usar é perda em vez de "mudança nos valores líquidos" como alguns usam, porque na verdade não se está referindo a uma mudança e sim a uma diferença entre os valores de dois recursos em determinado período de tempo.)

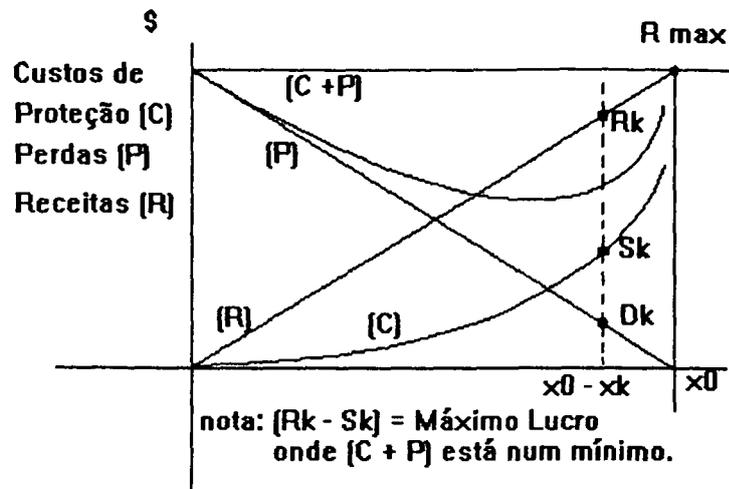
Alguns tipos de perdas podem ser expressos em unidades de custo de reconstrução como no caso de edifícios queimados. Outros tipos podem ser medidos através de valores de mercado, como a madeira que seria vendida. Em geral, para os recursos florestais que são usados como um fluxo no tempo, a perda por fogo é o valor esperado da propriedade queimada.

Finalmente, deve-se definir onde estaria o ótimo de todos os ótimos.

Na Figura 3, o ângulo da curva de perda total é o negativo da perda marginal, isto é, a receita marginal por unidade de insumo. O programa de manejo ótimo é encontrado quando o ângulo das duas curvas são iguais em valor absoluto, ou seja, quando a soma do custo total está em um mínimo. Quando a perda cai mais do que o custo sobe, a soma deles deve estar caindo. O inverso também é verdadeiro. Quando a soma não está subindo ou caindo, localizada em um mínimo, os ângulos das curvas de custo e perda são iguais em valor absoluto. Essa é a regra de “menor custo mais perdas” (least-cost-plus-loss) para o manejo de proteção florestal. Na prática, esse ponto de ótimo é quase indeterminável, mas atingi-lo ou aproximar-se do mesmo constitui-se em um objetivo ou conceito fundamental em manejo de proteção.

Do ponto de vista econômico de uma empresa florestal, DAVIS (1965) demonstrou que o modelo de “menor custo mais perdas” para a determinação de gastos ótimos com a proteção florestal é teoricamente idêntico ao critério de maximização de lucro. Reconhece o autor, porém, a dificuldade de se mensurar perdas que não possuem valor de mercado explícito, como a recreação, animais silvestres e outros que não possuem valor monetário. A conceituação de DAVIS (1965) é gráfica, como mostra a Figura 4.

FIGURA 4 RELAÇÃO HIPOTÉTICA ENTRE CUSTOS DE PROTEÇÃO E PERDAS, EM DETERMINADO ANO E REGIÃO, DE ACORDO COM DAVIS (1965).



A soma das curvas ( C ) + ( P ) é a curva de “menor custo mais perdas” que atinge um mínimo quando o lucro é maximizado, ou seja, quando a diferença entre a receita total e o custo total for máximo. Nesse ponto, pela teoria econômica convencional, sabe-se que a receita marginal se iguala ao custo marginal. No gráfico,  $S_k$  é o orçamento despendido ótimo,  $X_k$  o número de hectares queimados e  $D_k$  o valor total de perdas. Assim, fica estabelecido, em decorrência do critério de maximização de lucro, que o ponto de menor custo associado ao de maior receita é o de maior eficiência econômica. Essa conceituação gráfica de DAVIS (1965), se constitui até hoje, na melhor descrição econômica do assunto.

Recentemente, RIDEOUT & OMI (1990), revendo os conceitos de otimização em controle de incêndios, verificaram que o critério de “menor custo mais perdas” é matematicamente idêntico ao critério de maximização de lucro e é também igual ao critério de minimização de custo  $C + NVC$  (custo mais perdas líquidas), conceituado por MILLS & BRATTEN (1982), para incluir explicitamente um componente de benefícios causados por incêndios. Os autores concluem que ambos os critérios

são equivalentes, mas não explicitam as relações econômicas (funções de produção) existentes entre as variáveis, através de análise gráfica. Eles propõem, como alternativa, a explicitação do critério de maximização de lucro, onde as funções objetivos e receitas ficam visíveis e, portanto, sujeitas ao teste empírico, como uma proposta a ser almejada no futuro.

## **2.10 - Situação aos níveis internacional e nacional**

Vale mencionar que os princípios econômicos delineados no item anterior têm encontrado aplicação empírica, direta ou modificada, no decorrer dessa última década, como mencionam ANDERSON (1983), HARRISON (1983) e LUNDGREN et al. (1995). O primeiro autor descreve a aplicação do "software" - FEES- Finetuning Fire Management Economic Analysis, tal como desenvolvido pelo Serviço Florestal da Califórnia, onde princípios de riscos, perdas e custos estariam associados. HARRISON (1983), por outro lado, propõe a adoção do princípio de "menor custo + perda" como uma proposta factível de ocorrer. De maior amplitude é a utilização do modelo NFMAS (National Fire Management Analysis System), desenvolvido pelo Serviço Florestal Americano em 1978, e criado para analisar opções de manejo de proteção, para as atividades de pressupressão e supressão, dentro dos princípios de  $NVC+C$ , ou seja, custos totais mais perdas, onde  $NVC$  representa a variação no valor dos recursos, devido ao fogo. Segundo LUNDGREN et al. (1995), do USDA Forest Service, o programa tem-se revelado de grande operacionalidade e utilidade, particularmente para a análise de florestas públicas.

No contexto brasileiro, a literatura sobre incêndios florestais e seus aspectos econômicos tem sido bastante limitada, talvez como decorrência do pouco número de profissionais especializados na área. Mesmo assim, alguns trabalhos têm dado

uma significativa contribuição para o entendimento do problema, como o de SOARES (1978), que procura estabelecer uma metodologia para se estimar recursos a serem aplicados em proteção contra incêndios florestais, tendo, como base, parâmetros tais como: o valor da floresta, potencial de risco e potencial de danos. Nesse trabalho, SOARES (1978) sugere o uso da metodologia proposta por CANTWELL (1973), o qual propõe que o orçamento total de uma empresa florestal, deve ser distribuído de acordo com os princípios de risco e danos, valor da floresta e obedecendo aos critérios de minimização de custos de proteção, sendo, portanto, um caso especial de aplicação implícita do princípio de “menor custo + perdas”. Como a proposta de SOARES (1978) ainda não teve contraparte empírica na literatura brasileira, o presente estudo pretende fazê-lo, contando para isso com o suporte teórico da metodologia de CANTWELL (1973).

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Caracterização da Região

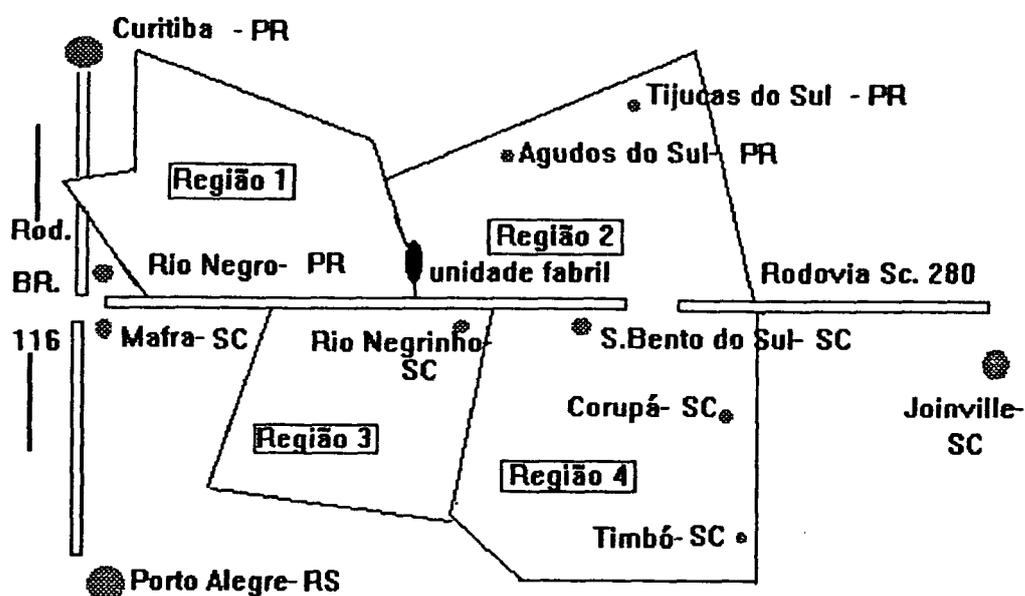
O trabalho foi conduzido nos meses de maio de 1990 a julho de 1992, em uma empresa de reflorestamento, localizada no município de Rio Negrinho, Estado de Santa Catarina, latitude 26°16'00 sul, e longitude 49°32'00 oeste. A região possui, segundo a classificação climática de Koeppen, um clima subtropical do tipo **Cfb**, caracterizado por verões frescos sem estação seca e invernos com geadas severas freqüentes. A área total aproximada da empresa estudada é de 56.000 hectares, com cerca de 35.000 hectares de plantio de *Pinus taeda*, variando as idades de 1 a 18 anos.

O regime de chuvas é uniformemente distribuído durante todo o ano, com precipitação mensal variando de 73,6 a 161,7 mm, representando uma média anual entre 1200 a 1500 mm. Essa média, no entanto, pode eventualmente aumentar, como verificado em 1983, nos meses de maio a junho e em 1992, nos meses de maio a setembro, quando ocorreram enchentes. A topografia, varia de suave a fortemente ondulada, apresentando uma altitude média de 900 m.s.n.m. A vegetação nativa apresenta um extrato herbáceo-arbustivo bastante denso, sendo representada principalmente por gramíneas, como: *Brachiaria plantaginea* (Luik) e *Merostachys burchellii* (Munro); lauraceas, como: *Ocotea porosa* (Ness & Marté e Barroso); *Ocotea pulchella* (Mart); leguminosas, como *Mimosa scabrella* (Bentham); *Bignonia ceal*, *Jacaranda microutha* (Chani) e compositae, como *Baccharis orliculata* (Pers Syn). IDE (1980), et al.

O estudo compreendeu 196 unidades ou fazendas localizadas em vários municípios, como mostra a Figura 5. Uma análise individual, de cada unidade, também foi feita, com o objetivo de ressaltar as diversas características inerentes às atividades de proteção contra incêndios florestais.

Para a análise individual de cada unidade, e para compor o cálculo de Risco, houve necessidade de se classificar e definir as seguintes características: ocorrência de incêndios florestais, áreas de alta periculosidade, idade do povoamento, classes de produção, proximidade da indústria, atividade agrícola, topografia e micro-clima.

FIGURA 5 LOCALIZAÇÃO E DIVISÃO DAS REGIÕES POR MUNICÍPIOS



### 3.1.2. Ocorrência de incêndios florestais

Os dados das ocorrências de incêndios florestais foram retirados de registros da empresa e também através de informações de funcionários. O período da presente pesquisa abrange os anos de 1982 a 1991, para determinação da probabilidade de ocorrência de incêndio (Tabela 1).

TABELA 1 INCÊNDIOS OCORRIDOS NAS REGIOES DURANTE OS ANOS DE 1982  
A 1991.

| Nº de Incêndios por Região |          |          |          |          |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| ANO                        | Região 1 | Região 2 | Região 3 | Região 4 |
| 1982                       | X        | X        | X        | X        |
| 1983                       | X        | X        | X        | X        |
| 1984                       | 1        | X        | X        | X        |
| 1985                       | X        | X        | X        | X        |
| 1986                       | 1        | X        | 1        | X        |
| 1987                       | X        | 2        | 1        | 1        |
| 1988                       | 1        | 3        | 1        | X        |
| 1989                       | 2        | 2        | X        | 1        |
| 1990                       | 4        | 1        | 1        | X        |
| 1991                       | 1        | 1        | 1        | X        |
| TOTAL                      | 10/10    | 9/10     | 5/10     | 2/10     |

### 3.1.3. Áreas de alta periculosidade

Definiu-se as áreas onde os reflorestamentos são suscetíveis de risco em regiões onde anualmente ocorrem alta incidência de queimadas agrícolas para limpeza de terreno e renovação de pastagens, assim como locais populosos ou muito próximos de cidades, municípios e vilas com intenso trânsito de populares. Seguindo-se este princípio, fez-se uma classificação das unidades, agrupando-as em cada região. Para obter essa classificação, as unidades receberam um conceito numérico de zero a dez. Quanto mais alto o valor numérico, por exemplo 10, maior a necessidade de proteção contra incêndios florestais. Os conceitos foram arbitrados por técnicos antigos da empresa conhecedores dos problemas ocorridos nas unidades. Os itens importantes do manejo do fogo usados para formar esta listagem

foram a existência ou não de aceiros na unidade, a frequência de incêndios ocorridos neste no período, dificuldade de acesso e as condições da região na época perigosa. Desta forma, procurou-se criar três critérios, para melhor discernir sobre essa relação:

a) Gravidade:

O que acontece se houver a falta de aceiro? A alta frequência ocorrida de incêndios nos anos anteriores? As condições de acesso da unidade são boas ou ruins ?

b) Urgência:

No período de maior periculosidade, qual urgência necessária para se proteger a unidade contra possível ocorrência de incêndio ?

c) Tendência:

Em caso de não haver proteção da área, o que se deve fazer para tal ?

Desta maneira, as unidades foram organizadas por ordem decrescente de grau de importância em relação aos seus valores recebidos e ao perigo de ocorrência de incêndio.

O uso destes critérios permitiu a composição de um gradiente de perigo de cada região.

#### **3.1.4. Idade do povoamento**

A idade do povoamento está diretamente relacionada com a valorização do reflorestamento em termos financeiros, referindo-se à madeira para processo industrial, consumo próprio e mercados. Os reflorestamentos jovens, tendem a se comprometer mais com os incêndios florestais do que os adultos; no entanto, possuem menor valor comercial.

Dependendo das características dos tratos silviculturais, esta condição pode variar da seguinte maneira: a) em floresta bem implantada, com rigor técnico, na ocorrência de um incêndio de baixa intensidade, as unidades adultas são menos afetadas do que as jovens; b) em floresta mal implantada, sem manutenções, sem roçadas e primeiras podas, a tendência é o de povoamentos adultos e novos serem muito prejudicados, chegando até perdas totais.

### 3.1.5. Classes de produção

Os dados de classes de produção por região são mostrados na Tabela 2 e refletem as condições de crescimento, bem como o material genético utilizado. Para cada região calculou-se o nível de perigo, a idade média, a área total e o incremento médio anual (Tabela 2)

**TABELA 2 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS ÁREA TOTAL, IDADE MÉDIA, IMA, CLASSE MÉDIA DE PRODUÇÃO E NÍVEL DE PERIGO NAS RESPECTIVAS REGIÕES**

| REGIÕES  | Área total<br>ha | Idade<br>média | IMA.<br>m <sup>3</sup> /ano | Classe média<br>de produção<br>m <sup>3</sup> /ha/ano | Nível de<br>perigo (*) |
|----------|------------------|----------------|-----------------------------|---|------------------------|
| Região-1 | 7.944,75         | 14             | 259.872,77                  | 32,71   | 1.363 alto             |
| Região-2 | 7.946,05         | 12             | 248.870,29                  | 31,32   | 941 alto               |
| Região-3 | 6.194,88         | 10             | 188.696,04                  | 30,46   | 797 médio              |
| Região-4 | 10.958,91        | 16             | 273.522,66                  | 24,96   | 394 baixo              |

\* Soma de todas as pontuações divididas pela unidade de cada região.

### 3.1.6. Proximidade da indústria

Um grande componente dos custos totais de um produto de fabricação é o transporte da matéria-prima até a fábrica e que é refletido pela distância média de transporte. As unidades mais próximas refletem um valor positivo que se pode

agregar ao valor da floresta, devido ao menor custo de transporte, colocando-se, assim, como um ponto de relativa importância (Tabela 3).

**TABELA 3 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS; DISTANCIA MÉDIA, OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS, ATIVIDADE AGRÍCOLA, TOPOGRAFIA E MICRO-CLIMA.**

| CARACTERÍSTICA<br>REGIÕES | Distância<br>Média km | Ocorrência<br>incêndios | Atividade<br>Agrícola | topografia<br>ondulada | Micro<br>clima* |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|
| Região 1                  | 12                    | 10/10                   | média                 | leve                   | médio           |
| Região 2                  | 30                    | 9/10                    | grande                | leve a forte           | seco            |
| Região 3                  | 20                    | 5/10                    | grande                | leve                   | médio           |
| Região 4                  | 50                    | 2/10                    | pequena               | mediana a forte        | úmido           |

\* Critérios relativos a distinção.

### **3.1.7. Atividade agrícola**

Procurou-se relacionar a quantidade de atividade agrícola dos confrontantes e o grau de proximidade com as unidades da empresa. Efetuou-se um levantamento físico de campo com cadastro e mapeamento das situações. Também foi feita uma observação da aptidão agrícola das regiões estudadas. Desta forma foi possível construir a classificação por ordem de maior e menor risco de ocorrência de um incêndio florestal provocado por queimas para limpeza de terreno ou queimas de campo para renovação de pastagem. Definiu-se três tipos de atividades: pequena, média e grande atividade agrícola (Tabela 3). Classificou-se como pequena atividade quando o nível de confrontação agrícola fosse de 0 a 30%, sendo que as atividades médias e grandes, abarcariam níveis de 30 a 60% e maior de 60%, respectivamente.

### **3.1.8. Topografia e micro-clima.**

A topografia e o micro-clima das respectivas regiões foram importantes fatores a ser considerados. A quantidade e a distribuição de chuva que cai

anualmente em certa região é bastante importante, determinando o tipo de vegetação e influenciando a programação das atividades agrícolas. Determinou-se para as regiões estudadas o tipo de micro-clima, baseando-se nas cartas climáticas do Estado do Paraná, de 1978 e 1994, e no zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina. Características locais de relevância como as freqüentes chuvas, particularmente nas proximidades da Serra do Mar, onde chuvas orográficas ocorrem com freqüência. Áreas com relevo fortemente ondulado e suscetíveis a ventos muito fortes também constituíram pontos de destaque para a classificação (Tabela 3).

### **3.2. Descrição das Subdivisões florestais**

**3.2.1. Região Florestal 1** - Área de 7.944,75 hectares reflorestados, distribuída pelos municípios de Rio Negrinho e Mafra, em Santa Catarina e Rio Negro, Campo Tenente e Antônio Olinto, no Paraná. A maior parte das fazendas, ou cerca de 70%, está muito próxima da unidade fabril, a uma distância média de, mais ou menos, 12 km. A região possui reflorestamentos com idade média de aproximadamente 14 anos; é caracterizada por ter média atividade agrícola. A topografia varia de suave a medianamente ondulada. O seu micro-clima considerou-se medianamente seco.

**3.2.2. Região Florestal 2** - Área de 7.946,05 hectares reflorestados, situada nos municípios de Agudos do Sul, Piên, Tijucas do Sul, Mandirituba e Quitandinha, no Paraná e São Bento do Sul, em Santa Catarina.

A maior concentração encontra-se no município de Agudos do Sul, a mais ou menos 30 km da unidade fabril e em apenas uma unidade no município de São Bento do Sul. Esta região possui grande atividade agrícola, observando-se um grande número de confrontantes com esta característica. A topografia vai de leve a

fortemente ondulada, com ocorrência de ventos fortes associados ao tipo de vegetação arbustiva eventualmente propícia a incêndios florestais. Seus reflorestamentos apresentam uma idade média de 12 anos. Em comparação com as demais regiões, considerou-se seu micro-clima como seco (Tabela 3).

**3.2.3. Região Florestal 3** - Área de 6.194,88 hectares reflorestados, e que abrangem, basicamente, os municípios de Rio Negrinho, Mafra e Itaiópolis, em Santa Catarina, ficando a uma distância média de aproximadamente de 20 km da unidade fabril. A área caracteriza-se por grande atividade agrícola. A topografia vai de leve a medianamente ondulada, com ocorrência de ventos moderados e seu micro-clima é medianamente seco. Sua vegetação é do tipo mista, de porte alto, com transição ao arbustivo. Os reflorestamentos que compõe esta região tem uma idade média de 10 anos.

**3.2.4. Região Florestal 4** - Área de 10.958,91 hectares reflorestados, e abrangem os municípios de Rio Negrinho, São Bento do Sul e Corupá, em Santa Catarina, ficando a uma distância média de 50 km da unidade fabril. Os seus reflorestamentos apresentam uma média de 16 anos e possuem características diferentes das regiões anteriores. A sua aptidão agrícola é considerada pequena, pois a topografia vai de mediana a fortemente ondulada, existindo poucos confrontantes do gênero. É uma região com proximidade da Serra do Mar, de modo que está sujeita durante o ano todo, a uma maior exposição à alta umidade atmosférica. Algumas fazendas estão situadas em locais onde há precipitações freqüentes e mais intensas. O seu micro-clima foi considerado como do tipo úmido.

### 3.3. Organização dos dados.

As Tabelas 2 e 3, mostram seqüencialmente, a forma básica de organização dos dados, os quais procuraram refletir as principais características considerados relevantes para o estudo.

### 3.4. Apropriação de custos florestais.

Os custos florestais podem variar muito conforme a região, dependendo dos aspectos ligados ao tipo de manejo florestal adotado e às condições da administração.

Seus critérios e cálculos estão relacionados nos Apêndices 1, 2, 4, 5 e 8.

Os custos foram classificados em dois tipos:

a) **custos fixos**, os quais sempre oneram, mesmo que a empresa não produza, tais como: depreciação do equipamento e instalações, impostos fixos, taxas, remuneração do capital ("custos de oportunidade") e mão de obra mensalista;

b) **custos variáveis**, que estão em estreita relação com a quantidade produzida, isto é, quanto maior a produção, maior são esses custos, como: combustíveis, lubrificantes, filtros, manutenções, pneus e mão de obra diarista ou temporária de empreitadas.

Os custos foram calculados com base nos índices históricos de produtividade, alcançados pelas máquinas, equipamentos e mão de obra nos serviços florestais. Os custos horários de máquinas e equipamentos estão relacionados no Apêndice 1, sendo que as planilhas que lhe deram origem estão especificadas no Apêndice 8.

### **3.4.1. Implantação - Extração - Transporte - Proteção florestal**

#### **3.4.1.1. Atividades de preparo de terreno.**

Nas atividades de preparo de terreno considerou-se que de um hectare metade seria considerado como capoeira e o restante, como campo nativo.

#### **3.4.1.2. Atividades da silvicultura -**

Para a implantação e manutenção de um hectare de plantio de *Pinus sp*, são realizadas as seguintes operações:

- a) em terreno com capoeira: desmatamento, enleiramento, gradagem e queima de leiras;
- b) em campo nativo: roçada mecânica e sub-solagem;
- c) tratos culturais: combate à formiga três vezes no primeiro ano, plantio mecanizado, plantio manual e replantio;
- d) de manutenção:
  - 1º ano, coroamento, roçada mecânica e roçada manual;
  - 2º ano, roçada manual, roçada mecânica, roçada manual e roçada mecânica;
  - 3º ano, roçada manual, roçada mecânica, roçada manual, com poda e roçada mecânica.

#### **3.4.1.3- Atividades da extração e transporte.**

Para extração e transporte as operações usadas são:

- a) corte com derrubada das árvores e desgalha manual;
- b) remoção, como por exemplo, o arraste das árvores à beira de estradas;
- c) preparo de toras, com o traçamento da árvores;

d) transporte, que compreende o carregamento de toras, transporte e descarregamento na unidade fabril.

#### **3.4.1.4- Atividades da proteção florestal.**

Nas atividades de proteção florestal são feitas a construção e manutenção de aceiros, às quais, demandam em média serviços de gradagem por área em 70%, nivelamento com motoniveladora em 20% e terraplanagem com trator de esteira em 10%.

Os dados de custo de manutenção de aceiros que serviram de base para o presente estudo, foram obtidos junto aos serviços efetuados no segundo semestre de 1991, num total de 53 unidades da Região 1, perfazendo 27% das áreas estudadas.

Basicamente, os custos de proteção contra incêndios florestais iniciam-se na fase de implantação de uma floresta, com a construção de faixas limpas de vegetação chamadas de aceiros. A diretriz de um programa de custos de proteção segue o raciocínio de que um incêndio prevenido não precisará ser combatido e conseqüentemente, não causará danos ou perdas.

### **3.5. MÉTODOS**

A primeira metodologia, a que é proposta por CANTWELL (1973), pressupõe a existência de um orçamento pré-fixado e várias unidades administrativas a serem protegidas contra incêndios. A segunda metodologia proposta neste trabalho, também prevê um orçamento fixo e várias unidades a proteger; no entanto, pretende sugerir uma outra alternativa metodológica, ainda que baseada em Cantwell (1973), mais adequada às condições de campo, onde as situações de risco e melhor avaliação de floresta são explicitados. Ambas as metodologias

objetivam maximizar a proteção, levando-se em conta uma alocação ótima de recursos, o que implica em minimização de custos. Essas metodologias levam em consideração uma série de variáveis indicadoras de prioridades no manejo de proteção contra incêndios florestais. Procurou-se contabilizar a eficiência desses métodos. Adicionalmente, computou-se o quanto uma empresa florestal estaria perdendo, na hipótese dos métodos sugeridos serem superiores aos critérios adotados na realidade atual, ou por alocar mais custo do que seria necessário ou por subestimar as necessidades de maior atividade de proteção, naquela região.

Antes de se conceituar os modelos propostos, é importante mencionar os critérios de proteção florestal utilizados pela empresa. Era prática da empresa implantar aceiros em todas as unidades produtivas independente dos graus de riscos inerentes a elas, portanto, proporcionalizando seus custos às áreas protegidas. Não priorizar também as áreas a serem trabalhadas no roteiro de construção. Com isso, muitas vezes áreas com baixo índice de risco eram preferencialmente protegidas. O cálculo de índice de valores propostos para a empresa, para compará-la com os métodos de Cantwell e Cantwell Modificado, foi realizado calculando-se o custo médio por hectare de construção e manutenção de aceiros (R\$ 60,86) vezes a área total de cada região.

### **3.5.1 - Modelo Cantwell**

Antes de conceituar a metodologia, é importante determinar alguns parâmetros mais relevantes para se definir sua aplicação.

Primeiramente, deve-se pressupor que existe um orçamento pré-fixado, que a empresa florestal deverá destinar para a proteção contra incêndios, entre suas várias unidades administrativas. A questão, então, seria como distribuir os recursos

a serem alocados entre as diferentes unidades. CANTWELL (1973), propôs um modelo de distribuição de recursos, baseado nesses princípios. O modelo é relativamente simples, como salienta o autor, e sugere que os recursos devem ser distribuídos proporcionalmente aos valores relativos de índices numéricos, calculados para cada plantação. Esses índices numéricos são estimados pelo produto de dois outros números. Um, indicando o risco ou probabilidade da plantação ser ameaçada por um incêndio, e o outro, o valor dessa plantação.

Assim tem-se

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_1 V_1}{R_2 V_2}$$

Sendo :

$E_1$  = Recurso proposto para a plantação ou Região 1,

$E_2$  = Recurso proposto para a plantação ou Região 2,

$R_1 V_1$  = Índice numérico Risco / Valor para a plantação ou Região 1 e

$R_2 V_2$  = Índice numérico Risco / Valor para a plantação ou Região 2.

Para efeito desse estudo estendeu-se o conceito de plantação em nível de povoamento para o de agrupamento de povoadamentos ou **região**.

Os índices numéricos de Risco / Valor são calculados para cada região, não importando sua quantidade. O orçamento para proteção contra fogo é distribuído de acordo com seus valores relativos. Após o cálculo de um índice Risco / Valor, os recursos serão distribuídos proporcionalmente aos valores dos índices. O modelo assume que a proporção de gastos em proteção por unidade de Índice / Valor deve ser constante para cada região.

### 3.5.1.1 - Cálculo do risco ( $R_1$ )

Embora o número de incêndios que ocorrem numa região possa ser estimado com razoável precisão pela distribuição de Poisson, ou outro método qualquer, o importante aqui é poder predizer onde os incêndios ocorrem com mais frequência. Esta distribuição, conhecida também por Lei dos Fenômenos Raros, é usada na estatística em situações em que haja grande número de observações. Nesse caso, um exame dos registros de incêndios ocorridos no passado, em algumas plantações individuais, indica que algumas regiões parecem ser mais suscetíveis à ocorrência de incêndios que outras. Em outras palavras, algumas regiões apresentam maior probabilidade de ocorrência de fogo do que outras, e é razoável assumir que regiões de alto risco, no passado, tendem a se comportar do mesmo modo no futuro. Por outro lado, quando não existe ocorrência de fogo em certas regiões durante o período analisado, o risco é atribuído arbitrariamente, pois o modelo não admite o fato de uma região não poder, em hipótese alguma, sofrer um incêndio, ou seja, toda região é, potencialmente, suscetível à ocorrência de incêndios.

Os dados históricos, entretanto, devem ser respeitados quando da atribuição de valores arbitrários. Por exemplo, se uma região não sofreu nenhum incêndio nos últimos 12 (doze) anos do período analisado, um valor de  $1/12$  para o índice de risco seria razoável. Isso significa que, arbitrariamente, se atribui a possibilidade de existência de um incêndio a cada doze anos, de forma que a possibilidade de incêndio nunca fica totalmente eliminada. Valores menores que  $1/12$  poderiam também ser utilizados, para refletir uma menor possibilidade de incêndio.

### 3.5.1.2 - Cálculo do valor da floresta ( $V_1$ )

Neste caso, o valor das florestas da região pode ser calculado com base na área e idade, juntamente com estimativas de tipo e qualidade da madeira. Essas estimativas em uma região, são geralmente descritas em termos de classes de incremento, isto é, através da quantidade de madeira que a região produzirá, durante um ciclo completo. Essas classes podem ser estimadas através de medições tomadas durante os anos iniciais das unidades das regiões.

CANTWELL (1973) propõe a seguinte equação para ser usada para estimar o valor de uma região:

$$V_t = A \cdot Y \cdot (1 + x)^t$$

onde :

$V_t$  = valor a um tempo "t",

A = área,

Y = classe média de incremento,

t = idade média da região e

x = taxa anual de incremento.

Usam-se idade e classes de incrementos médios porque uma região é geralmente composta de várias unidades de diferentes idades e classes de incremento. Além do mais, a característica de uma região pode mudar, no decorrer do tempo.

### 3.5.1.3 - Cálculo do índice risco / valor ( $R_1 V_1$ ).

Um índice risco / valor para cada região pode ser calculado, multiplicando-se pelo resultado do risco no item 3.5.1.1, ora representado pela distribuição de probabilidade de incêndios registrados no período de 1982 a 1991 e pelo valor da

floresta calculado no item 3.5.1.2 pela equação  $V_t = A Y (1 + x)^t$ . Tem-se :  $R_1 V_1$   
 $= n/100 \times V_t$ , onde :  $n = n^\circ$  de de incêndios, no período.

### 3.5.2 - Modelo Cantwell Modificado

Usando-se o mesmo princípio da relação feita por CANTWELL (1973), procurou-se mudar os critérios adotados para a criação de um modelo de distribuição de recursos. Utilizaram-se, para isso, outras fórmulas de risco de incêndio e do valor da floresta. Visou-se, assim, criar um modelo mais completo, para refletir melhor as condições estudadas. Estabeleceram-se, para esta avaliação, outros fatores, anteriormente já mencionados, levando-se em conta:

- a) Ocorrência de incêndios florestais;
- b) Áreas de alta periculosidade ;
- c) idade do povoamento;
- d) classes de produção;
- e) proximidade da indústria;
- f) atividade agrícola;
- g) topografia e micro-clima da região.

#### 3.5.2.1 - Cálculo do risco ( $T_R$ )

O índice numérico de risco será composto pela taxa de risco determinada pela probabilidade de ocorrência de incêndios e pelo grau potencial de destruição.

sendo que

$$Tr = Pi \times Gd \quad (1)$$

onde

$Tr$  = Taxa de risco (em %)

$Pi$  = Probabilidade de ocorrência de incêndios, e

$Gd$  = Grau potencial de destruição.

### **Probabilidade de ocorrência de incêndios ( $P_i$ )**

O cálculo da probabilidade pode ser estimado de duas maneiras especificadas abaixo, sendo que a alternativa "b" foi a escolhida (Apêndice 10)

a) multiplicando-se a probabilidade de haver uma fonte de fogo pela probabilidade de haver condições favoráveis;

b) utilizando-se a distribuição de probabilidade como a distribuição que usa dados relativos à série histórica de ocorrência de incêndios florestais registrados em um determinado período.

### **Grau potencial de destruição ( $G_d$ )**

O grau de destruição de uma floresta pelo fogo depende de vários fatores, tais como: idade da floresta, tipo da floresta, quantidade de combustível, topografia, acesso e meios de combate (SOARES 1978). Como salienta o autor, a estimativa de cada fator não é fácil e se baseia, principalmente, na experiência local. Procurou-se então, através de novos critérios adotados na pesquisa, um melhor parâmetro de avaliação para poder guiar a apropriação orçamentaria. Para este cálculo, utilizou-se dos seguintes critérios anteriormente mencionados: ocorrência de incêndios florestais, área de alta periculosidade, idade do povoamento, classes de produção, proximidade da indústria, atividade agrícola, topografia e micro-clima da região. (Apêndice 10)

#### **3.5.2.2 - Cálculo do valor da floresta ( $V_2$ )**

O valor de uma floresta pode ser determinado pelo preço da madeira em pé. É importante o estado em que ela se encontra, no momento da avaliação. O desenvolvimento da floresta e os custos necessários durante a sua existência, como também os preços de mercado futuro, não podem ser previstos com precisão. A tarefa de avaliação de florestas exige muita pesquisa, por exemplo, sobre mercado

consumidor, as distâncias para sua industrialização, a qualidade da madeira. Para o cálculo do valor da floresta, utilizou-se o critério baseado no Valor da Expectativa da Produção ( $V_{Em}$ ), modificado, o qual é calculado através da fórmula abaixo (SCHNEIDER e DURLO (1987):

$$V_{Em} = \frac{A + D \frac{1,0i^{r-a}}{r} + D \frac{1,0i^{r-b}}{b} + D \frac{1,0i^{r-c}}{c} - (B + V) (1,0i^r - 1)}{1,0i^{r-m}} \quad (2)$$

onde :

- $V_{Em}$  = valor da expectativa da produção no ano "m";
- $A_r$  = renda líquida do corte final;
- $D_a, D_b, D_c$  = rendas líquidas dos desbastes a, b, c;
- $V$  = custos anuais de administração;
- $B$  = valor do solo;
- $i$  = taxa de juros (6%);
- $r$  = rotação do povoamento;
- $m$  = idade no momento da avaliação.

O valor da expectativa de produção ( $V_{Em}$ ) é composto por todas as receitas ou rendas, menos as despesas ou custos, que se podem esperar desde o ano zero até o final da rotação, incluindo também a renda do corte final, e após descapitalizada para o momento de avaliação "m". No presente caso  $m = 10, 12, 14, e 16$ ;  $r = 18$ ;  $D_a = 10$ ;  $D_b = 13$ ;  $D_c = 16$ . Os sortimentos dos desbastes com os respectivos valores estão na Tabela 4. No entanto, é importante salientar que para os regimes de peso e tipo praticados para os desbastes e os sortimentos foram usadas simulações médias para as respectivas idades.

TABELA 4 RESUMO DEMONSTRATIVO DE TIPO DE DESBASTE, VOLUMES E VALORES DO SORTIMENTO RECEITAS E CUSTOS DA EXTRAÇÃO

| Tipo de desbaste | sortimento no desbaste | Idade anos | Volume m <sup>3</sup> /ha existente | Volume m <sup>3</sup> /ha retirar. | Volume m <sup>3</sup> /ha remanesc. | Valor sortimento R\$/m <sup>3</sup> | Receita R\$/m <sup>3</sup> | Custo extração R\$/m <sup>3</sup> | Custo total R\$ |
|------------------|------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1°               | celulose               | 10         | 320,00                              | 96,00                              | 208,00                              | 2,50                                | 240,00                     | 4,23                              | 406,08          |
|                  | serraria               |            |                                     | 16,00                              |                                     | 8,00                                | 128,00                     |                                   | 67,68           |
|                  | laminação              |            |                                     | -                                  |                                     | -                                   | -                          |                                   | -               |
| subtotal         | -                      | -          | 320,00                              | 112,00                             | 208,00                              | -                                   | 368,00                     | -                                 | 473,76          |
| 2°               | celulose               | 13         | 390,00                              | 84,00                              | 250,00                              | 3,00                                | 252,00                     | 3,30                              | 277,20          |
|                  | serraria               |            |                                     | 42,00                              |                                     | 8,00                                | 336,00                     |                                   | 138,60          |
|                  | laminação              |            |                                     | 14,00                              |                                     | 14,00                               | 196,00                     |                                   | 46,20           |
| subtotal         | -                      | -          | 390,00                              | 140,00                             | 250,00                              | -                                   | 784,00                     | -                                 | 462,00          |
| 3°               | celulose               | 16         | 410,00                              | 64,00                              | 250,00                              | 3,00                                | 192,00                     | 2,52                              | 161,28          |
|                  | serraria               |            |                                     | 64,00                              |                                     | 10,00                               | 640,00                     |                                   | 162,28          |
|                  | laminação              |            |                                     | 32,00                              |                                     | 16,00                               | 512,00                     |                                   | 80,64           |
| subtotal         | -                      | -          | 410,00                              | 160,00                             | 250,00                              | -                                   | 1.344,00                   | -                                 | 403,20          |
| corte raso       | celulose               | 18         | 450,00                              | 90,00                              | -                                   | 3,00                                | 270,00                     | 2,01                              | 180,90          |
|                  | serraria               |            |                                     | 202,00                             |                                     | 12,00                               | 2.424,00                   |                                   | 406,02          |
|                  | laminação              |            |                                     | 158,00                             |                                     | 20,00                               | 3.160,00                   |                                   | 317,58          |
| subtotal         | -                      | -          | 450,00                              | 450,00                             | -                                   | -                                   | 5.854,00                   | -                                 | 904,50          |

### **3.5.2.3 - Cálculo do índice risco / valor ( R V 2).**

O índice risco / valor foi calculado pela multiplicação do resultado das equações (1), ora representado pela taxa de risco no item 3.5.2.1 com o resultado da equação (2), do item 3.5.2.4 representado pelo valor da floresta  $V_{EM}$ .

### **3.6 - Análise técnica e econômica das podas.**

Para se avaliar os aspectos técnicos e econômicos da poda, em povoamentos de *Pinus* spp, enviou-se um questionário para empresas florestais, onde uma série de detalhes técnicos e econômicos foram solicitados (Apêndice 11). Esse questionário foi enviado para as maiores empresas florestais do Paraná e Santa Catarina que, juntas, detêm mais de 294.000 hectares de *Pinus* spp. Caracterizou-se, assim, em vez de amostragem, um censo representativo das grandes empresas. Da análise desses dados, obteve-se um panorama global da utilização técnica e econômica da poda na região.

### **3.7 - Análise comparativa dos custos da manutenção e reconstrução de aceiros e podas em relação ao patrimônio florestal.**

Para se avaliar a magnitude dos custos de proteção sugeridos, fez-se a comparação entre os custos de manutenção e reconstrução de aceiros, mais os custos de podas, com o valor do povoamento ou floresta envolvida.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 - Análise das regiões segundo os critérios de classificação adotados.**

Inicialmente, vale a pena chamar a atenção, de que foram observados nas regiões, fatos e características importantes que influenciaram no resultado da pesquisa. Existe um diferencial considerável de produtividade entre a Região 4 com 24,96 m<sup>3</sup>/ha/ano e a Região 1 que é de 32,71 m<sup>3</sup>/ha/ano, cerca de 31% maior. A distância média aproximada da Região 4 é de 50,0 km, enquanto que a da Região 1 é de 12 km, ou seja, 76% mais próxima da unidade fabril. Quanto à quantidade de atividade agrícola das confrontantes, a Região 4 foi considerada como de pequena atividade, enquanto que a Região 1 foi considerada como de média atividade, fator relativamente importante. Em relação à ocorrência de incêndios no período observado, a Região 4 apresentou uma probabilidade de 20% de ocorrência, evidenciando uma proporção muito menor do que na Região 1, que apresentou 100% de probabilidade. Na classificação geral das áreas de grande perigo, a Região 4 posicionou-se em último lugar, com 394 pontos, portanto, com menos perigo do que a Região 1, que ficou em 1º lugar, com 1.363 pontos.

### **4.2 - Análise da eficiência das duas metodologias estudadas.**

Os valores da floresta bem como os da Taxa de Ocorrência, Índice de Risco-Valor e % do Índice estão representados na Tabela 5 para o modelo Cantwell, enquanto que os resultados do modelo Cantwell Modificado estão na Tabela 6.

TABELA 5 DEMONSTRATIVO DOS RESULTADOS NO MODELO CANTWELL PARA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO, VALOR DA FLORESTA, ÍNDICE DE RISCO / VALOR E % DO ÍNDICE

| Região   | (R <sub>1</sub> )<br>Probabilidade de<br>Ocorrência<br>(a) | (V <sub>1</sub> )<br>Valor<br>da Floresta (m <sup>3</sup> )<br>(b) | (E <sub>1</sub> )<br>Índice de<br>Risco<br>(a)*(b) | %<br>do<br>Índice |
|----------|--|--|--|-------------------|
| Região 1 | 100  | 587.312,46   | 587.312,46   | 44,60             |
| Região 2 | 90   | 445.477,82   | 400.930,04   | 30,45             |
| Região 3 | 50   | 379.279,04   | 189.639,52   | 14,40             |
| Região 4 | 20   | 694.777,35   | 138.955,47   | 10,55             |
| Total    |  | 2.106.846,7  | 1.316.837,5  | 100,00            |

Observa-se que os valores calculados para representar o Valor da Floresta calculados para as regiões, no modelo de Cantwell, são valores numéricos de produção (m<sup>3</sup>). Esse modelo não considera nos cálculos, um valor econômico imputado ou o resultado financeiro do patrimônio florestal envolvido. Nesse caso, os valores são diretamente influenciados por vários fatores, como: tamanho de área, idade do povoamento e incremento médio anual. Para o cálculo final do índice Risco / Valor onde o modelo sugere um percentual para proteção por região, tudo é proporcionalizado, evidenciando o efeito da taxa de ocorrência de incêndio. Portanto, esse índice é uma ponderação entre a estimativa de um valor da floresta e a taxa de probabilidade de ocorrência de incêndios. Estes resultados mostram, logicamente, uma tendência de proteger mais as regiões com maiores índices de ocorrência de incêndios. A determinação da percentagem de ocorrência de incêndio foi feita somente pela distribuição que considera a série histórica observada. Geralmente, enfrenta-se o problema da falta de cadastro e registros das

ocorrências, resultando, apenas precariamente, um arquivo de informações que pode comprometer este tipo de avaliação.

**TABELA 6 DEMONSTRATIVO DOS RESULTADOS NO MODELO CANTWELL MODIFICADO PARA TAXA DE RISCO, VALOR DA FLORESTA, ÍNDICE RISCO / VALOR E % DO ÍNDICE.**

| Região   | Anos | (R <sub>i</sub> ) | (V <sub>i</sub> )        | (E <sub>i</sub> )       | %      |
|----------|------|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------|
|          |      | Taxa de Risco (a) | Valor Floresta (R\$) (b) | Índice de Risco (a)*(b) |        |
| Região 1 | 14   | 46,90             | 16.097811,00             | 7.549873,00             | 51,68  |
| Região 2 | 10   | 32,06             | 12.752695,00             | 4.088514,00             | 27,98  |
| Região 3 | 12   | 16,54             | 11.170855,00             | 1.847654,00             | 12,66  |
| Região 4 | 16   | 4,50              | 24.948287,00             | 1.122672,00             | 7,68   |
| Total    |      | 100,00            | 64.969648,00             | 14.608713,00            | 100,00 |

$$V_i = (V_{Em\ 1491}) * (\text{área produtiva por região})$$

Os valores líquidos da floresta, nesse modelo, foram determinados através da fórmula "Valor da Expectativa de Produção ( $V_{em}$ ), modificada de Schneider e Durlo (1987), e calculados através de parâmetros econômicos, refletindo assim uma avaliação monetária de valor.

Observam-se, ainda, nos valores da floresta para os dois modelos, uma desigualdade bastante acentuada que não permitem serem comparadas. O critério Cantwell, na sua fórmula, usa incremento em  $m^3/ha/ano$ , que multiplica à taxa anual de crescimento em %, elevado à idade e multiplicada pela área da região. O segundo, Cantwell Modificado, usa a renda líquida do corte final, menos a capitalização dos custos (custos florestais) e menos as receitas de desbastes, apropriando-os para o ano em que se deseja avaliá-la.

Para o cálculo de risco, usaram-se outros critérios de avaliação, os quais melhor caracterizaram as áreas de grande perigo de ocorrência de incêndio. Essa

forma de cálculo permitiu estimativas de maior acuidade nas ocorrências observadas nas regiões. Apesar de determinado de outra maneira, o resultado mostrou-se muito próximo com o % do Índice de Risco de Cantwell, ou seja, manteve um certo grau de proporcionalidade nas quatro regiões. Esses resultados similares comprovam que os índices de risco são fortemente influenciados, entre outros fatores, pelos níveis de probabilidade de ocorrência de incêndios.

Os resultados da utilização dos dois métodos para aprimorar uma orçamentação fixa destinada ao controle de incêndios florestais, estão sintetizados nas Figuras 6 e 7 e na Tabela 7.

FIGURA 6 GRÁFICO DAS TAXAS DE ALOCAÇÃO DE ORÇAMENTOS, CONSIDERADO RESPECTIVAMENTE POR MODELO E POR REGIÃO

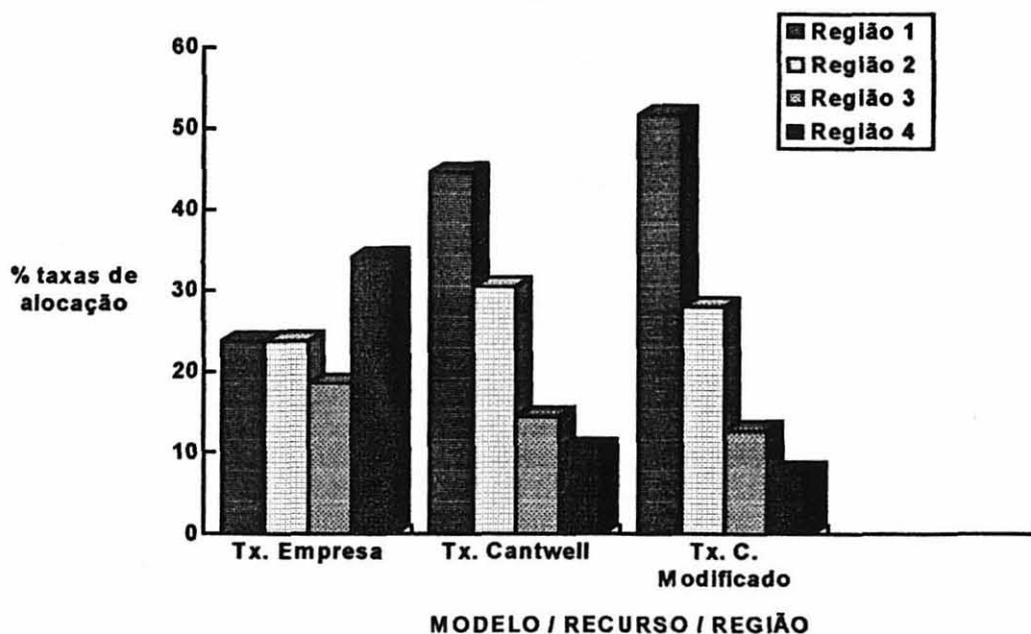


FIGURA 7 RELAÇÃO ENTRE AS TAXAS DE APROPRIAÇÃO ORÇAMENTARIA, SEGUNDO OS CRITÉRIOS UTILIZADOS NOS DIFERENTES NÍVEIS DE INCÊNDIOS.

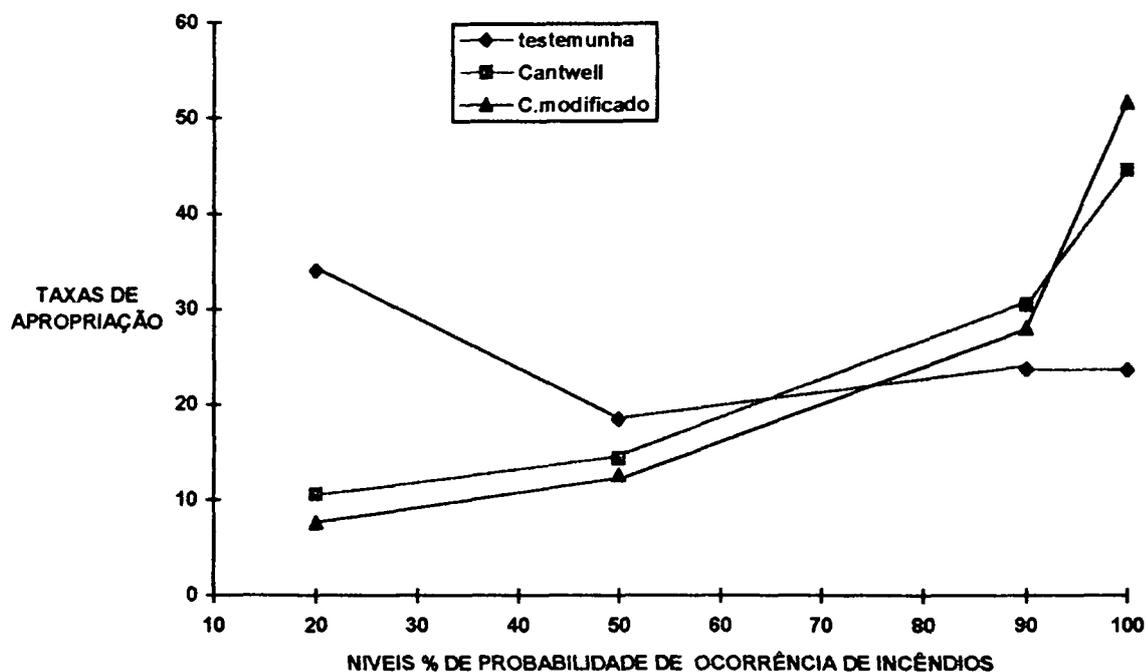


TABELA 7 ÍNDICES / VALORES PROPOSTOS PARA PROTEÇÃO (em %).

| Ocorrência / Região | % de CANTWELL | % CANTWELL MODIFICADO | % Índice EMPRESA. |
|---------------------|---------------|-----------------------|-------------------|
| Região 1            | 44,60         | 51,68                 | 23,70             |
| Região 2            | 30,44         | 27,98                 | 23,72             |
| Região 3            | 14,40         | 12,66                 | 18,50             |
| Região 4            | 10,55         | 7,68                  | 34,08             |

Verificou-se uma inversão de percentuais propostos nas áreas protegidas pelo processo adotado originalmente na empresa quando comparados com os dois métodos estudados. A situação mostra que esta superinveste onde a probabilidade de ocorrência de incêndio é de até 60% e subinveste nos níveis superiores.

Os resultados dos modelos de Cantwell e Cantwell Modificado, apesar de utilizarem diferentes critérios para avaliar o valor da floresta e diferentes índices

para a determinação de risco, apresentam propostas de alocação orçamentaria muito próximas uma da outra. Em parte, esse resultado ocorreu porque o cálculo de valor da floresta por Cantwell Modificado manteve uma certa proporcionalidade com os critérios utilizados por Cantwell, a qual não foi suficiente para desbalancear os cálculos. A taxa de risco calculada pelos dois métodos manteve também um certo grau de proporcionalidade e que contribuiu para os resultados obtidos. No entanto, essa semelhança poderia cessar caso outros cenários fossem utilizados. Essa aparente similaridade, em certo sentido, pode facilitar o processo de escolha metodológica, de acordo com os dados disponíveis na empresa. Empresas com alto padrão de administração e com boa coleta de dados, poderão confirmar essa superioridade, ao escolher o método de Cantwell Modificado como a melhor opção. Isso ocorre porque esse método permite a inclusão de mais variáveis que ajudam a priorizar as áreas mais susceptíveis a incêndios.

Na verdade, os modelos sugerem percentuais de índices / valores para serem utilizados em orçamentos para proteção. Entretanto, o modelo de Cantwell Modificado, além desses percentuais, também propõe valores a serem distribuídos por hectare, para proteção em cada região. (ver sub-item 4.4).

#### **4.3 - Cálculo de perdas nas alocações de recursos.**

O Valor da Floresta, calculado através da expectativa de produção usado pelo critério de Cantwell Modificado, levou em consideração os preços reais praticados no mercado de madeira para celulose, serraria e laminação (base setembro de 1995). Desta forma, o modelo representou uma realidade de valores da floresta por hectare, que possibilita determinar um montante de perdas ocorridas por incêndios florestais, no período analisado, conforme mostra a Tabela 8. Já para o modelo Cantwell, essa avaliação sobre cálculos de perdas nas alocações de

recursos não foi possível de ser estimada. Como anteriormente citado, os valores da floresta por esse método representam apenas níveis de produção.

TABELA 8 RESUMO DA QUANTIDADE DE PERDAS OCORRIDAS NO PERÍODO 1989 a 1991 NAS REGIÕES, COM BASE NOS VALORES DA FLORESTA CALCULADOS PELA EXPECTATIVA DE PRODUÇÃO

| Ano<br>de<br>Ocorrência | Quantidade (Q) <sup>1/</sup><br>(ha) |          | Valores (V) <sup>2/</sup><br>(R\$) |          |                     |   | Total<br>de<br>Perdas<br>(ha) | Total<br>de<br>Perdas<br>(R\$) |        |            |
|-------------------------|--------------------------------------|----------|------------------------------------|----------|---------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|--------|------------|
|                         | Regiões                              |          |                                    |          |                     |   |                               |                                |        |            |
|                         | 1                                    | 2        | 3                                  | 4        | Q                   | V |                               |                                |        |            |
| Q                       | V                                    | Q        | V                                  | Q        | V                   | Q | V                             |                                |        |            |
| 1989                    | 54,96                                | 1.803,24 | 32,00                              | 1.428,36 | -                   | - | 53,00                         | 2.026,22                       | 139,96 | 252.203,25 |
| 1990                    | 20,10                                | 1.911,45 | 3,50                               | 1.514,09 | 13,00 <sup>3/</sup> | - | -                             | -                              | 23,60  | 43.719,45  |
| 1991                    | 6,00                                 | 2.026,22 | 8,00                               | 1.604,91 | -                   | - | 2,80                          | 2.276,53                       | 16,80  | 31.370,88  |
| Total                   | 81,06                                |          | 43,50                              |          | 13,00               |   | 55,80                         |                                | 180,36 | 327.293,58 |

<sup>1</sup> /= Quantidade de hectares queimados e perdidos por região ha ( Q ).

<sup>2</sup> /= Valores da floresta por hectare por região em R\$ / ha. ( V ).

<sup>3</sup> /= Valor estimado não incluído na análise.

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 8, pode-se observar o seguinte:

As perdas econômicas provocados por incêndios florestais em um período analisado de 3 anos totalizaram cerca de R\$ 327.293,58, demonstrando uma média de R\$ 109.097,86 por ano. Em relação às áreas queimadas, estas ficaram em 180,36 hectares, perfazendo uma média de 60,12 hectares por ano. Esses números revelam que, mesmo a empresa gastando, anualmente, um determinado orçamento com a proteção florestal, ainda ocorrem perdas por incêndios. O custo anual com os serviços de manutenção de aceiros e estradas foi de R\$ 60,86 por hectare. As perdas anuais ocorridas por incêndios florestais chegam à ordem de R\$ 3,30 por hectare. A soma desses dois valores totaliza R\$ 64,16 por hectare. De certa forma, esse valor representa o nível do critério **de custos mais perdas** da empresa.

Efetuuou-se um rateio proporcional dos custos de proteção<sup>1</sup> com a extração e transporte, nesse caso, no que tange à manutenção e reconstrução de aceiros e estradas. Apesar das áreas possuírem atividades distintas, nesse ponto elas coincidem. Os custos de proteção florestal de algumas empresas podem ser totalmente independentes, mas a maioria faz o rateio, nesse setor. Portanto, arbitrou-se um percentual de 70% do valor que o modelo propõe, para a proteção, e 30% a ser absorvida pela outra atividade, isto é, pela extração e transporte. Para efeito de comparação, o valor por hectare gasto pela empresa em manutenção de aceiros e estradas, foi de R\$ 60,86, ou seja, respectivamente R\$ 42,60 para proteção e R\$ 18,26 para a extração e transporte.

---

<sup>1</sup> Entenda-se para efeito dessa pesquisa, que, o custo de proteção foi considerado o mesmo que o custo anual.

#### 4.4. Proposta de valores do modelo Cantwell Modificado

Usaram-se para o cálculo de valores por hectare, contidos na proposta do modelo Cantwell Modificado, os seguintes dados: risco / valor, quantidade de hectares produtivos e idade de rotação, conforme a Tabela 9.

TABELA 9 PROPOSTA DE VALORES POR HECTARE MODELO CANTWELL MODIFICADO

| Região | Índice Risco/Valor (R\$) | Quantidade de hectares produtivos | Idade da rotação | Valor proposto /ha  | V <sub>EM</sub> Valor/ha | % sobre Valor Total da Floresta |
|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1      | 7.549873,00              | 7.944,75                          | 18               | 36,96               | 2.026,22                 | 1,82                            |
| 2      | 4.088514,00              | 7.946,05                          | 18               | 20,00               | 1.604,91                 | 1,24                            |
| 3      | 1.847654,00              | 6.194,88                          | 18               | 11,59               | 1.803,24                 | 0,64                            |
| 4      | 1.122672,00              | 10.958,91                         | 18               | 3,98                | 2.276,53                 | 0,17                            |
| MÉDIA  | -                        | -                                 | -                | 17,18 <sup>1/</sup> |                          | 0,87 <sup>2/</sup>              |
|        | A                        | B                                 | C                | D=A/B/Cx<br>0,70    | E                        | F=D / E                         |

1/ Esse resultado é média ponderada, da relação entre o somatório do total alocado divididos pela área produtiva.

2/ Essa percentagem é resultado médio da relação entre quantidade total alocada (D) pelo valor total do patrimônio florestal (E).

Observada a média dos percentuais, na Tabela 9, chega-se a 0,87 % do valor real de todo o patrimônio florestal envolvido, mostrando-se assim, que esse valor assemelha-se aos padrões usados em seguro de outros bens, tais como os encontrados em padrões de seguros florestais.

Em relação ao valor proposto por hectare, a média ficou em R\$ 17,18 valor esse, menor que o praticado pela empresa (R\$ 60,86). Nota-se que, os valores das Regiões, são inferiores ao somatório calculado dos custos mais perdas da empresa

(64,16). Isso significa que o método Modificado poderia oferecer uma estratégia mais econômica para a empresa.

O impacto dessas diferenças metodológicas pode ser sentido através da hipótese do seguinte raciocínio: na ausência de valores empíricos para se determinar a redução de perdas, por se utilizarem métodos, supostamente, mais eficazes de prevenção de incêndio, fez-se uma primeira suposição em que, para o modelo de Cantwell, utilizar-se-á os mesmos valores-base por hectare, calculados para o Cantwell Modificado e uma segunda suposição em que os critérios de Cantwell e Cantwell Modificado, por investirem mais recursos nas áreas mais suscetíveis a incêndio, conseguiriam eventualmente, reduzir o percentual de perdas em até 50%. Juntamente com a nova alocação orçamentaria, aumentando os recursos disponíveis, o método de Cantwell Modificado estaria incorporando um "critério tecnológico" adicional para redução de perdas, traduzido em poda com um custo de (R\$ 71,28 / ha). Os dados calculados para essa hipótese são detalhados na Tabela 17 e Apendice 4.

Observa-se que, em função do custo sugerido via apropriação orçamentaria de Cantwell e de Cantwell Modificado, maiores em seus custos de proteção. No entanto, essas duas opções, até porque possuem mais recursos, possibilitam maior investimento na proteção, para uma tentativa de redução de probabilidade de incêndio ao nível de 50% da perda total.

Isso significa que, sendo essa hipótese aceitável, haveria uma maior eficiência, ao nível de 100% de ocorrência de incêndios do critério de Cantwell Modificado, o qual reduziria as perdas em valores em até 49,65%. No exemplo retirado da própria empresa, em seus 54,96 hectares perdidos com povoamentos na

idade de 14 anos, significariam um ganho total de R\$ 50866,57 (R\$ 925,51 x 54,96 ha) se adotasse o critério de Cantwell Modificado, à época do sinistro (Tabela 10).

**TABELA 10 ESTIMATIVA DE PERDAS + CUSTOS NOS SISTEMAS (EMPRESA E CANTWELL MODIFICADO), NA HIPÓTESE DE REDUÇÃO DA PROBABILIDADE DE 50% NA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO, PARA A SITUAÇÃO QUE ORIGINALMENTE TINHA 100% DE PROBABILIDADE.**

| Índice       | Valor     | Custo    | Valor Perda | Diferença | Eficiência |
|--------------|-----------|----------|-------------|-----------|------------|
| 100%         | Perda     | Sugerido | +           | Total     | /ha        |
| Ocorrência   | /ha       | /ha      | Custos/ha   | R\$       | %          |
| EMPRESA      | 1.803,23* | 60,86    | 1864,89     |           | 0          |
| C.MODIFICADO | 901,62**  | 36,96    | 918,58      | 925,51    | 49,65      |

Obs:\* A empresa perde o valor integral por hectare neste caso mais seus custos.

\*\* Redução de 50% de (\*)

Na realidade, por priorizar mais recursos para a área, em função do valor da floresta e outros parâmetros, o critério de Cantwell Modificado poderia implicar em maiores vantagens em termos de menores perdas, caso as pressuposições de ganhos fossem maiores para esse método. Outro aspecto importante a salientar refere-se às despesas que seriam alocadas, caso os índices de incêndio fossem menores que 60%, ponto onde todos os critérios se igualam (ver Figura 7). Nessa situação, não se esperam grandes volumes de recursos, que seriam, relativamente, superutilizados, como tradicionalmente fazia a empresa. Isso significa que muitos recursos seriam poupados, sem afetar os níveis de perdas. Somem-se esses valores aos ganhos pelas áreas acima de 60% de probabilidade de ocorrência de incêndio. Dessa forma, apresenta-se uma opção mais ampla, mudando-se o critério da empresa, para proteger as outras duas opções.

#### **4.5 Aspectos técnicos e econômicos da poda em empresas florestais.**

Os tratos culturais de poda são feitos com a finalidade principal de produzir madeira limpa para laminação, nas empresas que usam esta técnica. A poda também tem por função diminuir eventuais perdas, em caso de incêndios florestais. No entanto, incêndios ocorridos logo em seguida a esses tratos silviculturais podem ocasionar perdas totais, pois o material combustível podado ainda se encontra muito próximo à base da copa da árvore.

Para a realização dessa análise, foram coletados os dados de nove empresas florestais (Tabela 11), que hoje possuem mais de 294.000 ha de *Pinus* spp de área reflorestada nos estados do Paraná e Santa Catarina. Das empresas, duas não fazem nenhum tipo de poda, e as outras sete, que usam essa atividade, em média fazem a primeira poda aos quatro anos de idade do povoamento, com altura média de 2,53 m e custo médio na ordem de R\$ 115,80 /ha. Um fato muito importante informado foi que a poda em reflorestamentos produz, na média geral das empresas, uma diminuição aproximada de 39% de perdas provocadas por incêndios florestais, sendo que apenas duas empresas se encontram abaixo da média.

**TABELA 11 ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DE PODA E ACEIROS NOS, REFLORESTAMENTOS DE *PINUS* spp EM ALGUMAS EMPRESAS**

| Empresa | Custo/ha  |                 | Idade<br>1° poda<br>Ano | Altura<br>(m)<br>1° Poda | Custo da<br>Poda inicial<br>R\$/ha | N° total<br>de<br>Podas | Custo médio<br>das poda<br>subsequentes<br>(R\$/ha) | Redução<br>de<br>Perdas<br>(%) | Seguro |        |
|---------|---|-----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|--------|--------|
|         | Manutenção<br>Reconstrução<br>Aceiros/Estr.<br>R\$/ha | Utiliza<br>Poda |                         |                          |                                    |                         |   |                                | s/n**  | R\$/ha |
| 1       | -   | SIM             | 4                       | 2,50                     | 110,00                             | 1                       | -   | 80                             | não    |        |
| 2       | 102,00  | SIM             | 3                       | 1,50                     | 264,00                             | 3                       | -   | 30                             | sim    | 0,40   |
| 3       | 170,00  | SIM             | 4-5                     | 2,0                      | 86,52                              | 2                       | 75,26   | -                              | não    |        |
| 4       | 60,86   | SIM             | 5                       | 2,50                     | 71,28                              | 2                       | -   | 63                             | não    |        |
| 5       | 50,00   | NÃO             | -                       | -                        | -                                  | -                       | -   | -                              | não    |        |
| 6       | 9,50  | SIM*            | -                       | -                        | -                                  | -                       | -   | -                              | sim    | 0,95   |
| 7       | -   | SIM             | 3                       | 2,70                     | 80,00                              | 3                       | 65,00   | 20                             | não    |        |
| 8       | -   | NÃO             | -                       | -                        | -                                  | -                       | -   | -                              | não    |        |
| 9       | 50,00   | SIM             | 5                       | 4,0                      | 83,00                              | 2                       | 95,00   | 40                             | não    |        |
| 10      |   |                 |                         |                          |                                    |                         | -   |                                |        |        |
| Média   | 73,72   |                 | 4                       | 2,53                     | 115,80                             | 2                       | 78,00   | 39                             |        | 0,67   |

\* somente em margens de estradas.

\*\* sim ou não

Observou-se também uma grande variação no custo de manutenção e reconstrução de aceiros e estradas, que oscilou de R\$ 9,50 a R\$ 170,00 por hectare, refletindo diferentes valores, métodos de cálculo e tecnologias aplicadas para esse fim. A média ficou em R\$ 73,72 por hectare.

Com relação aos custos das podas por hectare, verificou-se que a média de R\$ 115,80 teve seus limites inferiores e superiores em R\$ 71,28 e R\$ 264,00, respectivamente, mostrando porém, pouca dispersão entre cinco respondentes.

O custo médio das podas subseqüentes à primeira se apresentou mais baixo R\$ 78,00, por hectare, o que era de se esperar, em função da menor intensidade de trabalho requerido. A freqüência de poda apresentou uma moda de duas em três empresas, seguida de três podas em duas empresas. Outras duas empresas realizaram, apenas, uma poda, sendo que uma delas, apenas realizou em margem de rodovias.

É importante observar, que após o estudo de caso dos dois primeiros objetivos, um terceiro resultado é mostrado na Tabela 12, onde o nível de eficiência do efeito de poda foi cerca de 63% para a diminuição das perdas. Neste caso, levou-se em consideração nove incêndios ocorridos entre 1990 e 1991.

**TABELA 12 ESTUDO DE CASO DO EFEITO DE PODA NOS REFLORESTAMENTOS EM ALGUMAS UNIDADES NO PERÍODO 1990-1991**

| Ano   | Nº de ocorrência de incêndios | Área de ocorrência |        | Área de ocorrência com perdas |        | Eficiência de contribuição da poda (%) |
|-------|-------------------------------|--------------------|--------|-------------------------------|--------|--|
|       |                               | c/poda             | s/poda | c/poda                        | s/poda |  |
| 1990  | 6                             | 4                  | 2      | 1                             | 2      | 75                                     |
| 1991  | 3                             | 3                  | 2      | 1                             | 1      | 50                                     |
| Média | -                             | -                  | -      | -                             | -      | 63                                     |

A grande maioria das empresas não possui seguro contra incêndio, sendo que duas empresas tinham seguros para uma área de 85.000 hectares, a um valor médio de R\$ 0,67 por hectare em adição às atividades de construção de aceiros e à execução de três podas por parte de uma delas. Esse comportamento mostra, de certa forma, alguma evolução do que disse SOARES (1991) a respeito das empresas que dependem de matéria prima não terem incentivos para contratar seguros.

Uma dessas empresas, além de todas as operações de prevenção e podas, ainda mantém um contrato de seguro de valor menor, o que reflete um prêmio menor, em função das precauções já adotadas e que, em certo sentido, mostra um grau de complementaridade na estratégia de controle de incêndios. Desta forma, pode-se inferir que a poda é uma prática recomendável, considerando-se a dupla ação (prevenção e qualidade da madeira), proporcionando significativa redução de perdas, a um custo relativamente baixo, justificando seu uso, no sentido de minimizar custos mais perdas.

#### **4.6. Análise comparativa de custos de aceiros e podas *versus* patrimônio florestal**

Primeiramente, analisaram-se os custos da manutenção e reconstrução de aceiros e estradas e, em seguida, os custos de tratamentos culturais de poda. Depois, comparou-se a prevenção escolhida com o valor do patrimônio florestal. Foram escolhidas, para essa análise, as unidades A e B das Regiões 1 e 2, cuja espécie plantada é *Pinus taeda*, com idades de 14 e 12 anos, respectivamente (Tabela 13). Essas unidades A e B, possuíam o seguinte percentual de aceiros e estradas em

relação à área total: A é cerca de 9,0% em relação à área total e B é cerca de 5,0%.

Grande parte desses aceiros serve de tráfego para a vigilância, mas é também usado no escoamento da produção de madeira. Normalmente, os projetos antigos de reflorestamentos, que eram analisados pelo IBDF, atual IBAMA, bem como os atuais, prevêm um limite ideal de 5,0% para aceiros e estradas. Na verdade, deseja-se que este percentual não passe dos 5,0%, o que representaria, aproximadamente, 2,5 a 3,0% de aceiros e 1,5 a 2,0% de estradas. As unidades escolhidas, refletem um maior custo de serviço de manutenção de aceiros e estradas, demonstrando, dessa forma, um valor superestimado para a tarefa.

Os custos de manutenção e reconstrução de aceiros e estradas, em relação às áreas produtivas das unidades A e B, foram de R\$ 78,00 e R\$ 43,72 por hectare, respectivamente (Tabela 3). Os custos da primeira poda, na altura de 2,50 m entre quatro e cinco anos, foram de R\$ 78,00 por hectare. Os aceiros externos são os mais importantes porque evitam as entradas de incêndios advindos dos vizinhos nas áreas reflorestadas. Os valores do custo total do serviço, dessa forma, tendem a baixar, em relação à área total do imóvel, ao mesmo tempo que estarão sendo preservados os mananciais de rios e florestas nativas.

TABELA 13 RESUMO DEMONSTRATIVO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO DE ACEIROS E DE TRATOS CULTURAIS DE PODA

| Unidades   | Área      | Área       | Custo/ha   | Custo/ha | Custo/ha    | Custo/total | Custo/Total | Valor/Total              | %          |      |
|------------|-----------|------------|------------|----------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|
|            | Produtiva | Aceiro/Est | Aceiro/Est | Poda     | Aceiro/Poda | Aceiro/Est  | Poda        | Floresta                 | Custo      |      |
|            | ha        | ha         | R\$/ha     | R\$/ha   | R\$/ha      | R\$         | R\$         | R\$                      | Patrimônio |      |
|            | 1         | 2          | 3          | 4        | 5= 3+4      | 6=2x *      | 7=4x 1      | 8= 1x V <sub>Em</sub> ** | 6/8        | 7/8  |
| (A)        |           |            |            |          |             |             |             |                          | Aceiro     | Poda |
| Região 1   |           |            |            |          |             |             |             |                          |            |      |
| Área/Total | 277,78    | 25,10      | 78,00      | 71,28    | 149,28      | 21.665      | 19.800      | 562.843,39               | 3,84       | 3,51 |
| 440,52 ha  |           |            |            |          |             |             |             |                          |            |      |
| (B)        |           |            |            |          |             |             |             |                          |            |      |
| Região 2   |           |            |            |          |             |             |             |                          |            |      |
| Área/Total | 486,00    | 24,62      | 43,72      | 71,28    | 115,00      | 21.251      | 34.642      | 779.986,26               | 2,72       | 4,44 |
| 754,36 ha  |           |            |            |          |             |             |             |                          |            |      |
| Média      | 381,89    | 24,86      | 60,86      | 71,28    | 132,14      | 21.458      | 27.221      | -                        | 3,28       | 3,97 |

\* Custo total do hectare produzido (Apêndice 5)

\*\* V<sub>EM</sub> = R\$ 2.026,22

Analisando-se a associação das duas atividades para prevenção contra incêndios florestais, (o custo total para a manutenção de aceiro mais tratamentos culturais de poda) obteve-se o seguinte: para a unidade A, R\$ 149,28 por hectare, para a unidade B, R\$ 115,00 por hectare.

Os percentuais de custo das atividades, em relação ao patrimônio florestal, respectivamente, para as regiões 1 e 2, foram os seguintes: somente para manutenção de aceiros 3,84% e 2,72%, na atividade de poda, 3,51% para Região 1 e 44% para Região 2.

Em média, considerando-se as duas regiões conforme o exemplo, pode-se dizer que os aceiros e sua manutenção foram responsáveis por 3,28% e as podas por 3,97% do valor do patrimônio avaliado. Desta maneira, as duas atividades juntas contribuíram em com cerca de 7,25% do valor do patrimônio florestal, um percentual relativamente alto em relação ao valor do capital investido, mas que a empresa necessariamente deve assumir.

## 5.- CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

- 1 A análise da eficiência das duas metodologias estudadas (Cantwell e Cantwell Modificado) mostrou que ambas foram superiores ao sistema adotado pela empresa, porém não apresentando diferenças significativas entre si.
- 2 Para empresas com melhor estrutura de dados, o modelo de Cantwell Modificado poderá ser uma melhor opção, pois permite a adição de informações que aumentam a percepção do grau de risco.
- 3 O método de Cantwell Modificado, por facilitar cálculos de perdas monetárias, permitiu a mensuração de seu potencial de ganho, em relação ao critério adotado pela empresa. Permitiu também a indicação de valores orçamentários por hectare.
- 4 Constatou-se que a maioria das grandes empresas florestais dos estados do Paraná e Santa Catarina, faz podas com a dupla finalidade de aumentar a qualidade da madeira e diminuir eventuais perdas em caso de incêndios florestais, sendo que esses últimos tiveram uma redução média de 39%. No estudo de caso apresentado, esse percentual chegou a atingir a 63% de redução.
- 5 Os custos de construção e manutenção de aceiros em média foram responsáveis por 3,28% e a poda por 3,97%, do valor do patrimônio florestal avaliado, totalizando um percentual de 7,25%. Esse valor apesar de relativamente alto em relação ao capital investido é inevitável se a empresa busca maior racionalidade em seu empreendimento.

6 Para trabalhos futuros, recomenda-se que análises sejam feitas simulando gradientes de risco, em diversas idades de povoamentos, com o objetivo de dar maior grau de sensibilidade através dessas variáveis. Recomenda-se também uma abordagem estatisticamente delineada a fim de permitir que testes e inferências possam ser conduzidos. Análises que envolvam estudos sobre seguros de incêndios florestais poderiam contribuir para orientar as empresas a respeito desse instrumento. Finalmente, vale ressaltar que estudos de custos que envolvam uma abordagem global, incluindo os custos de torres de incêndio, estação meteorológica, veículos, central de comunicações, etc, poderiam igualmente melhorar o nível decisório nessa área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, E. B. Fees-finetuning fire management economic analysis. Fire Management Notes, Washington, v. 44, n. 3, p. 8 - 11, 1983.
- BERENHAUSER, H. Importância da poda em Pinus spp para produção de madeira de melhor qualidade. Floresta, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 33 - 35, dez. 1970.
- BERGER, R. Aplicação de critérios econômicos para determinação da maturidade financeira de povoamentos de eucaliptos. Curitiba, 1985. Dissertação (Concurso Professor Titular Economia) Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- BRANCO, E F. Prejuízos superam US\$ 5 milhões em 1994. Revista da Madeira, Curitiba, v.1, n.24, p.14, set/out. 1995.
- BREPOHL, D. Custos em empreendimentos florestais. Curitiba: FUPEF, 1980. 18p. (FUPEF. Série Técnica, 4)
- CANTWELL, J. Resource allocation for forest fire protection. Irish Forestry, Dublin, v. 31, n.1, p. 46-54, oct. 1973.
- CIANCIULLI, P. L. Incêndios florestais: prevenção e controle. São Paulo: Nobel, 1981. 169 p
- DAVIS, L. S. The economics of wildfire protection with emphasis on fuel break systems. Sacramento: State of California Resources Agency Department of Conservation Division of Forestry, 1965. 166p.
- DUERR, W. A. Weighting alternatives in wildfire management. In: DUERR, A. W. Introduction to forest resource economics. New York: McGraw-Hill, 1993. p.194 - 202.
- FLINT, H. R., The appraisal of forest fire damages. Journal Forest, v 22, n 2, p. 54-161, 1924.
- FLINT, H. R. , Adequate fire control. Journal Forest, v 26, n 5, p. 624-638, 1928.
- GISBORNE, H. T. , Horbny's principles of fire control planing. Journal Forest. v 37, N 4 , p. 292-296, 1939.
- GORTE, J. K. ; GORTE, R. W. Application of economic techniques to fire management- a status review and evaluation. Fort Collins: USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1979. 26 p. (Technical Report Int, 53).
- HARRISON, H. A. Analysing the economic efficiency of fire protection. Fire Management Notes, Washington, v. 44, n. 3, p. 16 - 17, 1983.
- HORBONY, L. G. , Fire control planing in the northern Rocky mountain region. USDA Forest Service. Missoula, mont. p.179 , 1936.

- IBAMA/PREVFOGO 1993. Conclusões do I Seminário Nacional sobre Incêndios Florestais e Queimadas. Brasília, IBAMA. 56 p.
- IDE, B. Y.; ALTHOFF, D. A.; THOMÉ, V. M. R.; VIZZOTTO, V. J. Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina: 2º etapa Florianópolis: EMPASC, 1980. 106p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Estado do Paraná 1978. Londrina, 1978. 38p. (IAPAR. Documentos, 18)
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Estado do Paraná 1994. Londrina, 1994. 45p. (IAPAR. Documentos, 18)
- JOHNSTON, D. R. ; GRAYSON, A. J.; BEADLEY, R. T. Planejamento florestal. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977. 798p.
- KOURTZ, P.H. ; O'REGAN, W.G. A cost-effectiveness analysis of simulated forest fire detection systems. Hilgardia , Berkeley, v.39, n. 12, p 341 - 366, Aug. 1968.
- LIMA, G. S. Avaliação da eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil. Curitiba, 1991. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- LIMA, G. S. ; SOARES, R. V. Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais no Brasil . Floresta , Curitiba, v. 22, n. 1/2 , p. 25 - 38, jun/dez.1992.
- LOVERIDGE, E. W. , The fire supression policy of the USDA Forest Service. Journal of Forestry. v 42 , n 8, p. 549 - 554, 1944.
- LUNDGREN, S. ; MITCHELL, W. ; WALLACE, M. A status report on NFMAS. Fire Management Notes , Washington, v. 55, n. 5, p. 11 - 12, 1995.
- MOAK, J.E. Fire prevention: Does it pay? Journal of Forestry , Bethesda , v.74, n. 9, p. 612-614, Sept. 1976.
- MILLS, T.J. ; BRATTEN, F.W. Design of a fire economics evaluation system. USDA Forest Service General Technical Report PSW-65.
- NOGUEIRA, A. C. ; KUNIYOSHI, Y. S. ; SOARES, R. V. Zonas de vida para o estado de Santa Catarina segundo a classificação das formações vegetais de Holdrige. Floresta, Curitiba, v. 17, n. 1 / 2 , p. 103 - 112, jun./dez 1987.
- RIDEOUT, D. B. ; OMI, P. N. Alternate expressions for the economic theory of forest fire management. Forest Science , Bethesda, v. 36, n. 3, p. 614 - 624, Sept. 1990.
- SPARHAWK, W. N. , The use of liability ratings in planning forest fire protection. Journal Agriculture Research , v 30, n 8, p. 693 - 762, 1925.

- SOARES R.V. Prevenção de incêndios florestais -II- Técnicas preventivas. Floresta , Curitiba, v. 3, n. 1, p. 43 -49, maio 1971.
- SOARES R.V. Correlações entre alguns fatores meteorológicos e ocorrências de incêndios florestais na região centro paranaense. Floresta , Curitiba, v. 4, n. 2, p. 58 - 67, set.1973.
- SOARES, R.V. Alocação de recursos para proteção contra incêndios florestais. Floresta, Curitiba, v.9, n.2, p.103-109, dez. 1978.
- SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. Floresta, Curitiba, v.18, n. 1 / 2 p. 94 - 121, jun./ dez. 1988.
- SOARES, R. V. Ecological and economic consequences of forest fire : the Brazilian example. In : CONGRES FORESTIER MONDIAL (10. : 1991: Paris). Actes. Nancy : ENGREF, 1991. v. 2, p. 471 - 478.
- SOARES, R. V. Ocorrências de incêndios em povoamentos florestais. Floresta, Curitiba, v. 22, n. 1/2, p. 39 - 53, jun./dez 1992.
- SOARES, R. V. Prevenção de incêndios florestais: as responsabilidades do governo e da empresa privada. In : CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7. : 1993: Curitiba). Anais. São Paulo : SBS/ SBEF, 1993. p. 152 - 156.
- SOARES, R. V. ; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro paranaense. Floresta , Curitiba , v. 5, n. 1, p. 46 - 49, 1974.
- SOARES R.V. ; PAEZ, G. Correlação entre alguns fatores meteorológicos e ocorrência de incêndios florestais na região Centro Paranaense. Floresta, Curitiba , v.4, n. 2, p. 58 - 67, set. 1973.
- SCHNEIDER, P. R.; DURLO, M. A. Avaliação florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/ FATEC, 1987. 56 p.
- SPEIDELL , G. Economia florestal. Curitiba: UFPR. Escola de Florestas, 1966. 167p.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. Meteorologia descritiva fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1986. 373p.

## SUMMARY

This research had as main objective to perform an economic study in order to apply, compare and identify two alternatives of resources allocation for protection against forest fires in pine forest plantations in Southern Brazil. These alternatives were tested having as test the traditional way of fixed expenditure per area. The first alternative was based on Cantwell's model, as defined in the literature. The second was developed upon the first, taking into account variables related to risk and forest value, as an option for more accuracy (modified Cantwell). The results have shown that the traditional way of resource allocation, was the the worst option. The methodologies of Cantwell and modified Cantwell were considered equally efficient, tough the latter allows the addiction of data in order to improve the decision process. Through the use of the modified Cantwell methodology, the study also compared the value of taking primary prevention actions as construction and maintenance of firebracks as percentage of total forest value, which was calculated as 3,28 %. Besides this aspects, the study depicted strong evidences of the positive effects of pruning to reduce losses, and presented its economic and technical viability for this purpose.

## APÊNDICE - 1

## a) PREPARO DE SOLO.

Tabela 14 Resumo demonstrativo de custo / hora e produtividade nas operações de preparo de terreno.

| MAQUINAS<br>EQUIPAMENTOS | CUSTO / HORA |          | PRODUTIVIDADE |          | CUSTOS   |
|--------------------------|--------------|----------|---------------|----------|----------|
|                          | *US\$/hrs    |          | **h/ha        |          | US\$/ha  |
|                          | CAMPO        | CAPOEIRA | CAMPO         | CAPOEIRA | SITUAÇÃO |
| DESMATAMENTO             |              |          |               |          |          |
| TRATOR ESTEIRA           | -            | 49,40    | -             | 6,0      | 148,20   |
| CAT - D6.                |              |          |               |          | (***)    |
| ENLEIRAMENTO             |              |          |               |          |          |
| LAMINA DE GARFO          | -            | -        | -             | 2,0      | 49,38    |
| CAT - D6.                |              |          |               |          | (***)    |
| GRADAGEM                 |              |          |               |          |          |
| TRATOR ESTEIRA           | -            | -        | -             | 2,0      | 56,21    |
| CAT - D6.                |              |          |               |          | (***)    |
| ROÇADA MECÂNICA          |              |          |               |          |          |
| TRATOR MF 292 4x4        | 18,17        | -        | 1,8           | -        | 17,01    |
|                          |              |          |               |          | (***)    |
| SUBSOLAGEM               |              |          |               |          |          |
| TRATOR MF 292 4X4        | 17,42        | -        | 1,5           | -        | 13,06    |
|                          |              |          |               |          | (***)    |
| QUEIMA DE LEIRAS         | 17,42        | 1,38     | -             | 1,0      | 0,69     |
|                          |              |          |               |          | (***)    |

\* 1R\$ = 0,945US\$

\*\* h/ha = horas/hectare

\*\*\* 50% = percentual do hectare a ser produzido.

## APÊNDICE - 2

## a) IMPLANTAÇÃO.

Tabela 15 Demonstrativo de custos e produtividade nas operações de plantio e replantio.

| ATIVIDADES<br>IMPLANTAÇÃO   | CUSTO / HORA<br>US\$/ha | PRODUTIVIDADE<br>*h/H/ha | CUSTO/ha<br>US\$/ha |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| COMBATE A FORMIGAS          | 1,38                    | 8,0 h/H/ha               | (**)11,04           |
| PLANTIO MECANIZADO          | 18,17                   | 2,0 h/ha                 | (***)18,17          |
| TR. MASSEY 292 4x4 + PLANT. |                         |                          |                     |
| PLANTIO MANUAL              | 1,38                    | 16,0 h/H/ha              | (***)11,04          |
| REPLANTIO                   | 1,38                    | 6,0 h/H/ha               | 8,28                |
| MUDAS 2.000/ha              | US\$/un = 0,04          | -                        | 80,00               |
| FORMICIDA 1,0 Kg/ha 4x      | US\$/Kg = 3,93          | -                        | 15,72               |

1R\$ = 0,945US\$

\* h/H/ha = hora / Homem / hectare

\*\* Custo da operação multiplicar pôr três no primeiro ano.

\*\*\* idem tabela anterior.

## APÊNDICE - 3

## a) ÉPOCAS DAS MANUTENÇÕES.

Tabela- 16 Demonstrativo das operações efetuadas nas manutenções em florestas.

| MANUTENÇÕES     |        |     |        |     |        |     |             |     |        |         |
|-----------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-------------|-----|--------|---------|
| ATIVIDADES      | 1º ANO |     | 2º ANO |     | 3º ANO |     | 6º a 8º ANO |     | ANUAIS | ESTRADA |
| ESTAÇÃO DO ANO  | *P.    | *V. | P.     | V.  | P.     | V.  | P.          | V.  | -      | -       |
| COROAMENTO      | SIM    | -   | -      | -   | -      | -   | -           | -   | -      | -       |
| ROÇADA MEC.     | SIM    | SIM | SIM    | SIM | SIM    | SIM | -           | -   | -      | -       |
| ROÇADA MAN.     | -      | SIM | SIM    | SIM | SIM    | -   | -           | -   | -      | -       |
| ROÇADA MAN.     | -      | -   | -      | -   | -      | SIM | -           | -   | -      | -       |
| PODA - 5ºANO.   |        |     |        |     |        |     |             |     |        |         |
| PODA 25% - 50%  |        |     |        |     |        |     |             |     |        |         |
| DAS ARVORES     | -      | -   | -      | -   | -      | -   | SIM         | SIM | -      | -       |
| GRADAGEM 80%    |        |     |        |     |        |     |             |     |        |         |
| DA ÁREA         | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -           | -   | SIM    | -       |
| NIVELAMENTO C / |        |     |        |     |        |     |             |     |        |         |
| PATROLA         | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -           | -   | SIM    | -       |
| DRENAGEM E      |        |     |        |     |        |     |             |     |        |         |
| NIVELAMENTO     | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -           | -   | -      | SIM     |
| INFRAESTRUTURA  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -           | -   | -      | SIM     |

\* Estações do ano primavera (p) , verão (v).

## APÊNDICE - 4

### a) MANUTENÇÃO FLORESTAL

Tabela 17 Demonstrativos de custo / hora e produtividade nas operações de manutenção da floresta.

| OPERAÇÕES<br>FLORESTAIS | CUSTO HORA<br>US\$/ha | PRODUTIVIDADE<br>h/H/ha | CUSTO/HECTARE<br>US\$/ha |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| COROAMENTO 1º ANO       | *1,38                 | 23 h/H/ha               | 31,74                    |
| ROÇADA MECÂNICA 1º ANO  | 12,49                 | 2,00h/ha                | 24,98                    |
| ROÇADA MANUAL 1º ANO    | 1,38                  | 35 h/H/ha               | 48,30                    |
| COMBATE FORMIGA 2º ANO  | 1,38                  | 8,0h/H/ha               | 11,04                    |
| ROÇADA MEC. 2º ANO      | 12,49                 | 2,00 h/ha               | 24,98                    |
| ROÇADA -MAN. 2º ANO     | 1,38                  | 35 h/H/ha               | 48,30                    |
| ROÇADA - MAN. 3º ANO    | 1,38                  | 35 h/H/ha               | 48,30                    |
| ROÇADA MEC. 3º ANO      | 12,49                 | 2,00h/ha                | 24,98                    |
| ROÇADA MANUAL 3º ANO    | 1,38                  | 35 h/H/ha               | 48,30                    |
| PODA C/SERR. 5º ANO     | 1,38                  | 48 h/H/ha               | 67,35                    |

1R\$= 0,945US\$

\*Obs: considerações; 220 horas - mês / colaborador, 1,6 salários + 1,9 encargos = 1,38/ hora.

### b) CUSTO DE PODA FLORESTAL

Calculou-se, com base na produtividade e quantidade de árvores a podar.

Dados: quantidade de árvores / ha = 1667

produtividade = 225 avr. / ha

Para um hectare podado é preciso 7,03 homens dia. O custo unitário de um homem é R\$ 10,14 por dia, perfazendo assim R\$ 71,28 por hectare.

## APÊNDICE - 5

## a) MANUTENÇÃO DE ACEIROS E ESTRADAS.

Tabela 18 Resumo demonstrativo dos custos de manutenção e reconstrução de aceiros e estradas

| * OPERAÇÕES EXECUTADAS<br>ACEIROS / ESTRADAS         | Produção<br>Total<br>(ha) | Custo hora<br>maquina<br>US\$ / hm | Largura<br>média<br>(m) | Custo<br>do<br>hectare | Horas<br>totais<br>(m) |
|--|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| GRADEAÇÃO (3 x)**TRATOR<br>296 4x4 + GRADE BALDAN HD | 160,29                    | 18,17                              | 12,28                   | 98,05                  | 865                    |
| MANUTENÇÃO<br>TRATOR ESTEIRA 14 CS FIAT              | 102,91                    | 49,40                              | 10,20                   | 506,91                 | 1056                   |
| MANUTENÇÃO<br>PATROLA - DRESSER 140 CAT              | 93,38                     | 42,30                              | 7,18                    | 258,18                 | 570                    |
| <b>TOTAL</b>   |                           |                                    |                         | <b>863,14</b>          |                        |

\* Operações executadas no primeiro semestre de 1991, nas unidades da Região 1, servindo de dados para a pesquisa.

\*\* três repasses de gradagem.

obs. 1R\$= 0,945US\$

## b) RESUMO DOS CUSTOS ESTIMADOS POR HECTARE DE IMPLANTAÇÃO.

| ATIVIDADES        | CUSTOS (US\$/ ha) |
|-------------------|-------------------|
| Plantio           | US\$ 70,61        |
| Preparo de solo   | US\$ 284,55       |
| 1º ano manutenção | US\$ 105,02       |
| 2º ano manutenção | US\$ 84,32        |
| 3º ano manutenção | US\$ 121,58       |
| mudas             | US\$ 80,00        |
| formicidas        | US\$ 15,72        |
| total             | US\$ 761,81       |

OBS. 1R\$= 0,945US\$

## APÊNDICE - 6

### a) CLASSES DE PRODUÇÃO E INCREMENTO MÉDIO ANUAL.

Tabela 19 - Resumo demonstrativo das classes de produção (sítios).

| CLASSES              | IDADE = 10 ANOS (m <sup>3</sup> /ha) | IMA -intervalo (m <sup>3</sup> /ha/ano) |       |       |
|----------------------|--------------------------------------|---|-------|-------|
| CLASSE DE PRODUÇÃO 1 | 423,40                               | 45,50                                   | 42,34 | 39,25 |
| CLASSE DE PRODUÇÃO 2 | 361,70                               | 39,24                                   | 36,17 | 33,08 |
| CLASSE DE PRODUÇÃO 3 | 300,00                               | 33,07                                   | 30,00 | 27,00 |
| CLASSE DE PRODUÇÃO 4 | 238,30                               | 26,99                                   | 23,83 | 20,74 |
| CLASSE DE PRODUÇÃO 5 | 176,60                               | 20,73                                   | 17,66 | 14,55 |

## APÊNDICE 7

a) Ocorrência de incêndios florestais nas unidades da empresa, conforme pesquisa.

Tabela 20 - Demonstrativo das ocorrências de incêndio no período de 1982 a 1991.

| UNIDADES<br>REGIÃO | ANO<br>IMPLANTAÇÃO | ANO<br>OCORRÊNCIA | ÁREA<br>TOTAL-ha | PERDAS<br>HECTARES |
|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| R1                 | 1977               | 1986              | 338,50           | 338,50             |
| R1                 | 1979               | 1991              | 32,66            | 6,00               |
| R1                 | 1978               | 1990              | 9,81             | 4,50               |
| R1                 | 1980               | 1990              | 105,96           | 12,00              |
| R1                 | 1975               | 1990              | 426,15           | 0,60               |
| R1                 | 1979               | 1989              | 39,16            | 39,16              |
| R1                 | 1980               | 1984              | 200,00           | 5,00               |
| R1                 | 1979               | 1990              | 23,38            | 3,00               |
| R1                 | 1979               | 1989              | 31,64            | 15,80              |
| R1                 | 1979               | 1988              | 144,36           | 22,00              |
| R2                 | 1977               | 1990              | 353,00           | 3,50               |
| R2                 | 1979               | 1991              | 437,00           | 8,00               |
| R2                 | 1979               | 1989              | 75,90            | 12,00              |
| R2                 | 1979               | 1989              | 437,00           | 20,00              |
| R2                 | 1979               | 1988              | 79,50            | 11,00              |
| R2                 | 1979               | 1987              | 126,00           | -                  |
| R2                 | 1979               | 1987              | 50,00            | -                  |
| R2                 | 1979               | 1988              | 195,00           | 14,50              |
| R2                 | 1977               | 1988              | 28,00            | -                  |
| R3                 | 1980               | 1988              | 44,10            | 16,00              |
| R3                 | 1978               | 1986              | 455,00           | 35,00              |
| R3                 | 1980               | 1990              | 131,18           | 13,00e             |
| R3                 | 1980               | 1987              | 88,77            | 25,00e             |
| R3                 | 1979               | 1991              | 105,00           | 2,80               |
| R4                 | 1978               | 1989              | 447,18           | 53,00              |
| R4                 | 1976               | 1987              | 239,80           | 14,00              |

e = estimativa de valor

## APÊNDICE 8

## 1) Planilha para cálculo custo/hora e ou /km para máquinas, tratores e veículos.

1.1 Tipo de máquina / veículo: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_\_\_

## 2) Dados básicos:

A) Máquinas e Equipamentos:

Valor de aquisição (VA): \_\_\_\_\_

Valor do implemento (VI): \_\_\_\_\_

Valor residual (VR): \_\_\_\_\_

Envelhecimento técnico (TE) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora tempo total de uso (H) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora de uso efetivo ano (HF) \_\_\_\_\_

Seguros (S) \_\_\_\_\_

Impostos (I) \_\_\_\_\_

B) Pneu e ou Material Rodante:

Valor da aquisição (VP) \_\_\_\_\_

Quantidade adquirida: (QP) \_\_\_\_\_

C) Filtros :Lubrificante:

Valor da aquisição: (VF1) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF1): \_\_\_\_\_

Ar :

Valor da aquisição: (VF2) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF2) \_\_\_\_\_

Diesel:

Valor da aquisição: (VF3) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF3) \_\_\_\_\_

Hidráulico:

Valor da aquisição: (VF4) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF4) \_\_\_\_\_

D'agua:

Valor da aquisição: (VF5) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF5) \_\_\_\_\_

Combustível:

Valor de aquisição (VF6) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF6) \_\_\_\_\_

Turbina:

Valor da aquisição:(VF7) \_\_\_\_\_

Km e ou Hora vida útil (VUF7) \_\_\_\_\_

D) Taxa de juros simples (J) \_\_\_\_\_

E) Fator de correção (F) \_\_\_\_\_

F) Concertos (C) \_\_\_\_\_

G) Valor do combustível (VC) \_\_\_\_\_

H) Litro por Hora, por Km (LK) \_\_\_\_\_

I) Salário do operador/ motorista (SOM) \_\_\_\_\_

J) Salário de assistente operador/motorista (SAOM) \_\_\_\_\_

K) Total horas mês trabalhada (HT) \_\_\_\_\_

**3) Custos fixos:**

3.1 Capital:  $\frac{VA \times F \times J}{100}$

3.2 Seguros:  $S / HF =$

3.3 Impostos:  $I / HF =$

3.4 Depreciação:  $VA - VR / H = D1$

3.5 Depreciação:  $VP - VR / VUP = D2$

Custo fixo \_\_\_\_\_

**4) Custos variáveis:**4.1 Combustível:  $VC / LK =$ 

4.2 Lubrificante: 30% do item 4.1 =

4.3 Consertos:  $D1 \times C =$ 

## 4.4 Filtros:

VF1 / VUF1 =

VF2 / VUF2 =

VF3 / VUF3 =

VF4 / VUF4 =

VF5 / VUF5 =

VF6 / VUF6 =

VF7 / VUF7 =

Custo variável \_\_\_\_\_

**5) Custo com pessoal:**5.1 Salário 1 =  $SOM \times 1,9 / HT =$ 5.2 Salário 2 =  $SAOM \times 1,9 / HT =$ 

5.3 Manutenção: 15% do custo salário 1 =

Custo com pessoal \_\_\_\_\_

**6) Custo administração:**

6.1 5% dos custos 3 + 4 + 5 =

Custo médio Km e ou Hora \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 9

### 1) Cálculo do valor da floresta modelo Cantwell

$$V_t = A \cdot Y (1+x)^t$$

| REGIÃO  | A em ha   | Y em m3/ha | t anos | x em % | V t               |
|---------|-----------|------------|--------|--------|-------------------|
| R 1     | 7.944,75  | 32,71      | 14     | 6      | 587.312,46        |
| R 2     | 7.946,05  | 31,32      | 10     |        | 445.477,82        |
| R 3     | 6.194,88  | 30,46      | 12     |        | 379.279,04        |
| R 4     | 10.958,91 | 24,96      | 16     |        | 694.777,35        |
| Cálculo | A         | B          | C      | D      | E= A x B(1-x%)**t |

### 2) Cálculo do risco do modelo Cantwell

Os resultados do risco para este modelo são os próprios índices da distribuição de Poisson.

Região 1 = 10/10    Região 2 = 9/10    Região 3 = 5/10    Região 4 = 2/10

### 3) Cálculo do índice risco valor modelo Cantwell

$$E_n = R_n V_n$$

| REGIÃO  | R1   | V1         | E1         |
|---------|------|------------|------------|
| R1      | 1    | 587.312,46 | 587.312,46 |
| R2      | 0,90 | 445.477,82 | 400.930,04 |
| R3      | 0,50 | 379.279,04 | 189.639,52 |
| R4      | 0,20 | 694.777,35 | 138.955,47 |
| Cálculo | A    | B          | C= A x B   |

## APÊNDICE 10

### a) Cálculo do grau-potencial de destruição modelo Cantwell Modificado.

Considerou-se para o cálculo da taxa de risco, no modelo Cantwell Modificado, a média do total das pontuações recebidas para cada região. Os resultados das avaliações dos novos critérios e características, formaram, assim, o grau potencial de destruição o qual proporcionou uma relação das unidades em ordem decrescente de grau de perigo de incêndio.

| REGIÕES  | Soma de Pontos | Nº Unid/Região | NºCritérios *G.U.T | Pontuação Média | Grau de Destruição |
|----------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Região 1 | 1363           | 48             | 3                  | 28,39           | 9,46               |
| Região 2 | 797            | 37             | 3                  | 21,54           | 7,18               |
| Região 3 | 941            | 47             | 3                  | 20,02           | 6,67               |
| Região 4 | 394            | 29             | 3                  | 13,58           | 4,52               |
| cálculo  | A              | B              | C                  | E = A / B       | D = E / C          |

\* Critério de avaliação de alta periculosidade, G= gravidade U= urgência T= tendência.

### b) Cálculo da taxa de risco modelo Cantwell Modificado.

$$Tr = Pi \times Gd$$

| REGIÃO  | Pi    | Gd    | Tr        | Taxa %         |
|---------|-------|-------|-----------|----------------|
| R 1     | 10/10 | 9,46  | 9,46      | 46,90          |
| R 2     | 9/10  | 7,18  | 6,46      | 32,06          |
| R 3     | 5/10  | 6,67  | 3,33      | 16,54          |
| R 4     | 2/10  | 4,52  | 0,90      | 4,50           |
| Total   | -     | 27,83 | 20,15     | 100,00         |
| Cálculo | A     | B     | C = A x B | E = C / CTotal |

Obs : Pc =Probabilidade de ocorrência de incêndios.

Gd = Grau potencial de destruição.

Tr =Taxa de risco.

### c) Cálculo do valor da floresta modelo Cantwell Modificado.

Utilizou-se o critério baseado no valor da expectativa da produção ( $V_{EM}$ ) calculado pela fórmula de SCHNEIDER e DURLO (1987). O valor do solo foi obtido através de estatísticas de preços e valores de transação.

$V_{EM}$  = valor da expectativa de produção no momento  $m = 18$ .

$A r$  = Renda líquida do corte final = receita - custo R\$ 4949,50.

$D_a, D_b, D_c$ , = rendas líquidas dos desbastes, onde  $D_a = R\$ -105,76 / ha$

$D_b = R\$ 322,00 / ha$  e  $D_c = R\$ 940,80 / ha$ .

$V$  = custos anuais de administração = 10% = R\$ 77,00 / 0,06 = 1.283,33

$B$  = valor do solo = R\$ 715,00 / ha.

$i$  = Taxa de juros 6,0%

$r$  = rotação do povoamento  $r = 18$ .

$m$  = idade no momento da avaliação  $m = 10, 12, 14, 16$ .

$$V = 4949,50 + \frac{(-105,76(1,06^8)) + 322,00(1,06^5) + 940,80(1,06^2) - (715 + 1283,33)}{1,06^{18}}$$

$$V = 4949,50 - 168,56 + 428,26 + 1053,68 - 3.704,97$$

$$V = R\$ 2.557,91 / ha$$

a seguir considerações para as regiões 1, 2, 3, 4 descontando-se para o momento da avaliação ( $m$ ) tem-se:

Na Região 1 - valor da floresta em R\$ / ha, nos anos 1989, 1990 e 1991.

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^6} \quad R\$ 1.803,24/ha$$

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^5} \quad \text{R\$ 1.911,45/ha}$$

E14/90

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^4} \quad \text{R\$ 2.026,22/ha}$$

E14/91

Para a Região 2 - valor da floresta em R\$/ha, nos anos 1989, 1990 e 1991.

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^{10}} \quad \text{R\$ 1.428,36/ha}$$

E10/89

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^9} \quad \text{R\$ 1.514,09/ha}$$

E10/90

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^8} \quad \text{R\$ 1.604,91/ha}$$

E10/91

Para Região 3 - valor da floresta em R\$/ha, nos anos 1989, 1990 e 1991.

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^8} \quad \text{R\$ 1.604,91/ha}$$

E12/89

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^7} \quad \text{R\$ 1.701,19/ha}$$

E12/90

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^6} \quad \text{R\$ 1.803,24/ha}$$

E12/91

Na Região 4 - valor da floresta em R\$ / ha, nos anos 1989, 1990 e 1991.

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^4} \quad \text{R\$ 2.026,22/ha}$$

E16/89

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^3} \quad \text{R\$ 2.147,69/ha}$$

E16/90

$$V = \frac{2.557,91}{1,06^2} \quad \text{R\$ 2.276,53/ha}$$

E16/91

**d) Cálculo do índice de risco valor para o modelo Cantwell Modificado R\$/ha.**

Para Região 1

$$RV = 845,71 \text{ /ha}$$

E14/89

$$RV = 896,47 \text{ /ha}$$

E14/90

$$RV = 950,29 \text{ /ha}$$

E14/91

Para Região 2

$$RV = 457,93 \text{ /ha}$$

E10/89

$$RV = 485,17 \text{ /ha}$$

E10/90

$$RV = 514,34 \text{ /ha}$$

E10/91

Para Região 3

$$RV = 265,45 \text{ /ha}$$

E12/89

$$RV = 281,37 \text{ /ha}$$

E12/90

$$RV = 298,25 \text{ /ha}$$

E12/91

Para Região 4

$$RV = 91,17 \text{ /ha}$$

E16/89

$$RV = 96,64 \text{ /ha}$$

E16/90

$$RV = 102,44 \text{ /ha}$$

E16/91

## APÊNDICE - 11

## 1) QUESTIONÁRIO CONFIDENCIAL

I) Nome da Empresa: .....Local.....

II) Área que possui com plantio de *Pinus* : .....hectares

III) Área remanescente que possui com outros plantios (eucalipto, araucária, etc):  
.....hectares.

1- Hoje, na terminologia do manejo de incêndios florestais, tem-se 3 operações a saber: *Prevenção, Pressupressão e Supressão*. Na sua empresa, quais as medidas usadas somente na *Prevenção* contra incêndios florestais? Assinale

- (.....) Construção e manutenção de aceiros                      (.....) Roçada em geral  
(.....) Queima controlada    (.....) outros - mencionar  
(.....) Não faz prevenção

2- Se sua empresa realizou a operação de construção e manutenção de aceiros, poderia informar o seu custo aproximado por hectare? R\$ (.....)/ ha

3-a) Se sua empresa realizou poda em *Pinus*, além do objetivo principal de melhoria de qualidade da madeira, informe se esta medida também tem sido feita visando diminuir eventuais perdas (danos), em caso de incêndio florestal.

(.....) Sim      (.....) Não

b) Qual a idade do povoamento, quando faz a poda inicial com esse objetivo?

(.....) anos

c) Qual a altura dessa poda? (.....) metros

e) Especifique o custo aproximado dessa poda por hectare. R\$ (.....) /ha.  
R\$ (.....)/árvore.

d) Qual o total de podas que faz numa rotação? (.....) poda(s)

f) Qual o custo médio aproximado das podas subseqüentes à primeira? R\$ (.....)/ha ou R\$ (.....)/árvore. Quais as idades dessas podas subseqüentes?(.....anos); (.....anos);(.....anos).

4-a) Na observação (e cadastro) dos incêndios florestais ocorridos na empresa (últimos 5 anos) observou se a poda efetivamente contribuiu para diminuir os danos que poderiam ter ocorrido no povoamento?

(.....) Sim                      (.....) Não sei  
(.....) Não                      (.....) Outras opções (mencionar)

b) Se houve diminuição de perdas, procure dar uma estimativa da mesma, em percentual. (.....) %.

c) A sua empresa possui algum tipo de seguro contra incêndio florestal?

(.....) Sim                      (.....) Não.

d) Em caso positivo, qual tem sido o custo anual médio desse seguro por hectare ? R\$...../ha

5. Faça aqui (ou em outra página) os comentários que achar pertinentes.