

Ronaldo Viana Soares*

SUMMARY

Each year forest managers have to decide on the level of funds to be destined for fire protection in the plantations under their control. A question that many forest managers ask, however, is how much money should be destined to fire protection activities.

Traditionally the decision regarding the level of funds to be destined for fire protection has been based on experience and judgement with due regard for local conditions and the success or failure of previous policies.

A practical procedure to help forest managers in estimating the budget for fire protection is proposed here with the objective of establishing a guideline for expenditure on protection in individual plantations.

Another situation which could be faced by the forest manager is when there is a pre-established fire protection budget and several units to be protected. The question here is how to allocate the resource among the different protection units. The model proposed here suggests that protection should be allocated in proportion to the relative values of index numbers calculated for each plantation.

It is important to point out that procedures proposed in this paper are not expected to provide an optimal solution. At best it is no more than an attempt to introduce an analytical base for decision making into situations where management tends to rely heavily on experience and judgement. Yet, it may be the basis for future work in this field.

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais são considerados como um dos maiores problemas para as florestas de vários países da América Latina, como por exemplo, Brasil, Venezuela, Colombia, Chile e Honduras, onde periodicamente grandes esforços e gastos são feitos para controlar esses incêndios.

A proteção das florestas contra a influência daninha do fogo é, sem dúvida, um dos principais problemas que o técnico florestal tem enfrentado no país. Medidas de proteção contra o fogo devem ser tomadas antes mesmo de uma plantação ser estabelecida. Decisões ligadas ao preparo do terreno, espaçamento, área dos talhões, tratamentos culturais e construção de aceiros afetarão sensivelmente o potencial de fogo nos anos futuros.

Dentro do contexto geral de proteção contra o fogo, a prevenção é um componente de suma importância. Um incêndio prevenido não precisará ser combatido e não causará danos. Se todos os incêndios provocados pelo homem pu-

dessem ser prevenidas, os objetivos da proteção contra o fogo seriam plenamente alcançados. Conseqüentemente, todas as organizações de proteção contra o fogo devem dar ênfase especial à prevenção dos incêndios florestais.

A prevenção de incêndios potencialmente destrutivos é um trabalho contínuo. Incêndios florestais constituem um perigo constante e a prevenção, para ser eficiente, deve ser praticada constantemente para não comprometer seus objetivos.

A prevenção cobre um vasto campo de atividades e deve ser ajustada às causas de incêndios da área em questão. As melhores ferramentas disponíveis para a prevenção são: educação, eliminação dos riscos e aplicação da legislação específica (4). A detecção de incêndios é também geralmente incluída como uma técnica de prevenção.

Técnicas de prevenção e métodos de controle a incêndios, adaptados às condições brasileiras, têm sido divulgados (5, 6) e são de conhecimento da maioria dos técnicos florestais. Uma questão impor-

* Engenheiro Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

** Trabalho baseado na tese de doutoramento defendida pelo autor na Universidade de Washington, Seattle, U.S.A. e apresentado no 3º Congresso Florestal Brasileiro, realizado em Manaus, de 4 a 7 de dezembro de 1978.

tante e que ainda não foi respondida até agora é quanto idnheiro deve ser destinado às atividades de proteção em uma determinada área florestal.

1. ESTIMATIVA DE UM ORÇAMENTO PARA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS FLORESTAIS

Anualmente, o administrador florestal deve decidir sobre os recursos a serem destinados à proteção contra o fogo nas plantações sob sua administração. Tradicionalmente, essa decisão tem sido baseada em experiência e julgamento relacionado ao sucesso ou insucesso de medidas previamente adotadas na região. Esta prática pode originar grandes disparidades na política de proteção entre diferentes áreas e, sobretudo, torna difícil ao administrador saber se os recursos estão sendo calculados corretamente.

Um método experimental para ajudar os administradores florestais na estimativa de orçamento para proteção contra incêndios é aqui proposto, com o objetivo de estabelecer uma orientação em como calcular os gastos com proteção de plantações individuais. Deve ser ressaltado entretanto que existem vários outros métodos possíveis para se atingir o mesmo objetivo. A metodologia aqui apresentada foi escolhida por ser relativamente simples e pode ser imediatamente usada, em caráter experimental, em algumas áreas florestais do país.

A fim de reduzir a complexidade do problema, várias suposições simplificadoras tiveram que ser feitas. Deste modo é importante salientar que a metodologia apresentada não pretende proporcionar uma solução ótima para o problema. Na realidade, ela nada mais é do que uma tentativa de introduzir uma base analítica para tomada de decisões num campo onde a administração florestal tende a confiar apenas em experiência e julgamento de situações prévias. Porém, ela pode ser uma base para futuros trabalhos neste campo.

A primeira suposição a ser feita é que o orçamento para a proteção contra o fogo deve ser baseada no valor atual da floresta, isto é, deve ser uma taxa percentual de seu valor (Fig. 1).

O valor atual da floresta pode ser determinado por vários métodos, como

por exemplo a fórmula proposta por Davis (3):

$$V_0 = \frac{a}{(1+i)^t - 1}$$

onde,

V_0 = valor atual da floresta;
 a = rendimento líquido ao final da rotação;
 i = taxa de juros;
 t = rotação, em anos.

A segunda suposição é que a quantidade máxima a ser gasta não deve ser maior que a eventual perda no caso de ocorrência de um incêndio (8). Portanto,

$$r = \frac{V_0 - V_a}{V_0}$$

onde,

r — taxa máxima a ser destinada à proteção;

V_0 — valor atual da floresta;

V_a — valor atual da floresta após o fogo;

A diferença entre o valor atual da floresta e o valor após a ocorrência de um incêndio é definido como dano (D) causado pelo fogo (2). Assim,

$$r = \frac{D}{V_0} \quad (i)$$

O valor do dano varia de zero, quando não ocorrem incêndios, a V_0 , no caso de destruição total. Por conseguinte, o valor do dano é proporcional a um índice que expressa o risco de danos ao povoamento:

$$D = E_d \cdot V_0 \quad (ii)$$

onde,

E_d — índice de risco de danos, em percentagem.

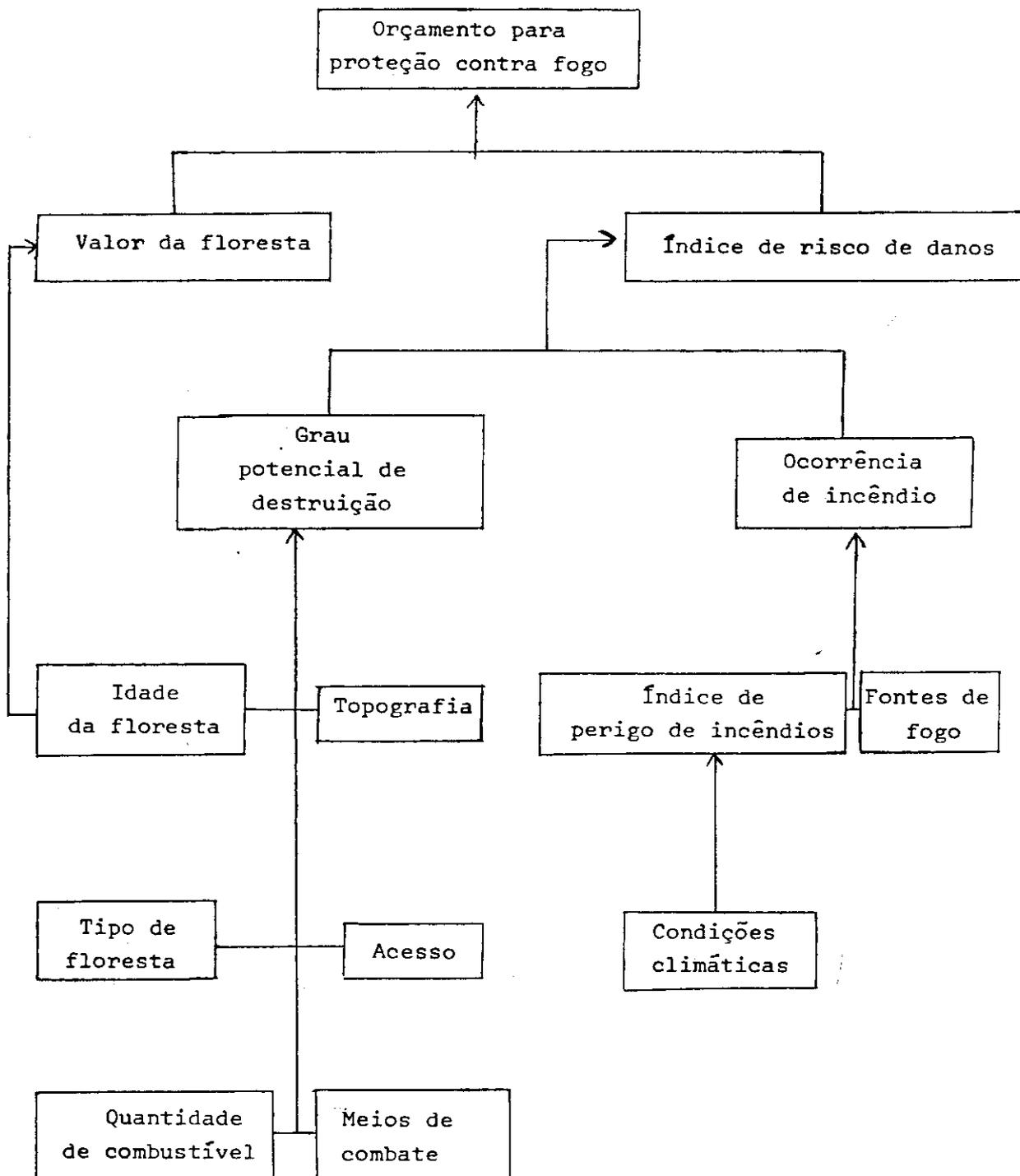


Figura 1. Fluxograma do orçamento para proteção contra incêndios florestais.

Substituindo-se o valor de D da equação (ii) na equação (i), tem-se,

$$r = \frac{E_d \cdot V_o}{V_d}$$

ou

$$r = E_d$$

Assim sendo, a taxa percentual a ser destinada à proteção contra o fogo é igual ao índice que expressa a probabilidade de danos ao povoamento no caso de ocorrência de incêndios.

O índice de risco de danos (E_d) por outro lado, é determinado por dois eventos independentes: a probabilidade de ocorrência de incêndios e o grau potencial de destruição, ou seja:

$$E_d = P_f \cdot G_d$$

onde,

P_f — probabilidade de ocorrência de fogo;

G_d — grau potencial de destruição.

No futuro, quando se tenha dados disponíveis, poderia se tentar determinar uma distribuição própria para a função de danos. Neste caso, seria fácil estimar o valor do índice de risco de danos sob diferentes situações.

1.1. Probabilidade de ocorrência de incêndios

Segundo Cantwell (1), o número de incêndios que ocorrem em uma amostra representativa de vários povoamentos pode ser caracterizado pela distribuição de Poisson. No futuro, quando dados de ocorrência de incêndios no país sejam conhecidos, a probabilidade de ocorrência para cada local desejado poderá ser calculado através da distribuição de Poisson.

Atualmente porém, a probabilidade de ocorrência deve ser calculada por outro método. Por exemplo, ela poderia ser estimada através das probabilidades de

haver uma fonte de fogo e de haver condições favoráveis à ocorrência:

$$P_c = P_s \cdot P_f$$

P_s — probabilidade de haver uma fonte de fogo

P_c — probabilidade de haver condições favoráveis.

A probabilidade de haver uma fonte de fogo poderia ser estimada através dos dados das principais causas de incêndios na região. Por exemplo, na região central do Estado do Paraná, aproximadamente 34 por cento dos incêndios florestais são causados por queima para limpeza de terreno (7). Essa queima são feitas principalmente entre agosto e outubro. Portanto, durante três meses há um alto risco de ocorrer um incêndio causado por operação de limpeza, ou seja, uma probabilidade 0,25. Além desta, existem outras causas de incêndios na região. Como esses componentes são eventos condicionais, a probabilidade de haver uma fonte de fogo será determinada pela soma das probabilidades individuais de cada causa provável.

A probabilidade de haver condições favoráveis à ocorrência de incêndios poderia ser estimada através do cálculo diário do índice de perigo de incêndios. Se, por exemplo, existem 90 dias de alto risco de ocorrência de incêndios em um ano, a probabilidade de haver condições favoráveis seria aproximadamente 0,25.

1.2. Grau potencial de destruição.

O grau potencial de destruição de uma floresta pelo fogo depende de vários fatores (Fig. 1): idade da floresta, tipo de floresta, quantidade de combustível, topografia, acesso e meios de combate. A estimativa de cada fator não é fácil e se baseia principalmente na experiência local.

Talvez a melhor maneira de tratar o problema é construir uma escala de valores variando de 0,10 a 0,90 para cada componente e usar essa escala para estimar os fatores para cada povoamento.

Por exemplo, uma plantação de *Pinus taeda* com menos de 3 anos de idade é bastante suscetível a danos pelo fogo. Neste caso, o fator idade da floresta receberia um valor de 0,90, porque se espera severos danos. Um terreno plano não favorece uma rápida propagação do fogo e, neste caso, o fator topografia seria estimado em 0,10.

Como todos os fatores aqui envolvidos são eventos independentes, o produto dos valores de cada um dos fatores, expressos em porcentagem, seria a estimativa do grau potencial de destruição.

$$G = I_d \cdot I_a \cdot I_f \cdot I_q \cdot I_t \cdot I_c \cdot I_m$$

onde,

- I_a — valor estimado para a idade da floresta;
- I_f — valor estimado para o tipo de floresta;
- I_q — valor estimado para a quantidade de combustível;
- I_t — valor estimado para a topografia;
- I_c — valor estimado para o acesso;
- I_m — valor estimado para meio de controle.

3. DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS NA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

Outro tipo de problema que poderia surgir para o administrador florestal é a existência de um orçamento pré-fixado para proteção contra incêndios e várias unidades a serem protegidas. A questão aqui é como distribuir os recursos entre as diferentes unidades. Essa decisão também tem sido tradicionalmente baseada em experiência e julgamento da política previamente adotada.

Várias técnicas, incluindo programação matemática, poderiam ser usadas nesse caso. Cantwell (1), por exemplo, propõe um modelo de distribuição de recursos para proteção contra fogo em plantações florestais que poderia ser

adaptado para as condições brasileiras. O modelo é simples e seus componentes poderiam ser obtidos ou estimados sem muita dificuldade. Como salienta o autor, o método não deve ser encarado como uma solução ótima. É, antes de tudo, o primeiro passo em introduzir uma metodologia que possibilite tomar decisões com base analítica ao invés de confiar apenas em experiência e julgamento de medidas anteriores.

O modelo 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:

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

sendo,

- E_1 — recurso proposto para a plantação 1;
- E_2 — recurso proposto para a plantação 2;
- $R_1 V_1$ — índice numérico risco/valor para a plantação 1;
- $R_2 V_2$ — índice numérico risco/valor para a plantação 2.

Índices numéricos risco/valor são calculados para cada plantação, não importando seu número, e o orçamento para proteção contra fogo é distribuído de acordo com seus valores relativos.

3.1. Cálculo do risco

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 predizer onde os incêndios ocorrem com mais frequência. Um exame dos registros de incêndios ocorridos no passado, em plantações individuais, indicará que algumas plantações parecem ser mais suscetíveis à ocorrência de incêndios que outras. Em outras palavras, algumas plantações apresentam maior probabilidade de ocorrência de fogo do que outras e é razoável assumir

que plantações de alto risco no passado, tendem a se comportar do mesmo modo no futuro. Se não existe ocorrência de fogo em certas plantações durante o período analisado, o risco é atribuído arbitrariamente, pois o modelo não admite o fato de uma plantação não poder, em hipótese alguma, sofrer um incêndio. Os dados históricos entretanto devem ser respeitados quando da atribuição de valores arbitrários. Por exemplo, se uma plantação não sofreu nenhum incêndio nos últimos 12 anos (período analisado), um valor de 1/20 para o risco seria razoável. Isto significa que, em média, haverá apenas 1 incêndio cada 20 anos.

3.2. Cálculo do valor

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

A seguinte equação pode ser usada para estimar o valor de uma plantação (1):

$$V = A.Y (1 + x)^t$$

onde,

V — valor a um tempo "t";

A — área;
Y — classe média de incremento;
t — idade média da plantação;
x — taxa anual de valorização.

É necessário usar idade e classe de incremento médios porque uma plantação é geralmente composta de várias seções ou talhões de diferentes idades e classes de incremento. Além do mais, a composição de uma plantação pode mudar no decorrer do tempo, através de cortes, replantios, reposição de falhas, ou enriquecimento.

3.3. Cálculo do índice risco/valor

Um índice risco/valor para cada plantação pode ser calculado multiplicando-se o risco calculado no item 3.1. pelo valor descrito na seção 3.2.

3.4. Distribuição dos recursos

Após o cálculo de um índice risco/valor para cada plantação, os recursos serão distribuídos proporcionalmente aos valores dos índices. O modelo assume que a proporção de gastos em proteção por unidade de índice risco/valor deve ser constante para cada plantação.

4. RESUMO

A proteção das florestas contra os danos causados por eventuais incêndios florestais tem sido uma preocupação constante dos técnicos ligados ao setor florestal. Empresas privadas e órgãos públicos têm estabelecido medidas preventivas contra a ocorrência de incêndios, algumas vezes com indiscutível sucesso. Entretanto, uma pergunta que ainda não foi respondida é quanto se deve gastar em proteção contra o fogo em uma área florestal. Não estariam alguns administradores gastando mais do que deviam? ou outros menos que o necessário?

Este trabalho é uma primeira tentativa de estabelecer uma metodologia para se estimar os recursos a serem aplicados em proteção contra fogo tomando por base parâmetros tais como valor da floresta, potencial de risco e potencial de danos.

É tratado também do problema de distribuição dos recursos através de diversas plantações ou regiões quando já se tem o orçamento total para proteção. Essa distribuição é baseada em um fator valor/risco, a ser calculado para cada plantação.

A metodologia aqui proposta não tem a pretensão de proporcionar uma solução ótima para o problema. O que se pretende é introduzir uma base analítica — que poderá ser aperfeiçoada no futuro — para tomada de decisões num campo onde os administradores tendem a confiar apenas em experiências anteriores.

5. LITERATURA CITADA

1. CANTWELL, J. Resource allocation for forest fire protection. *Irish Forestry* 31 (1): 46-54. 1973.
2. CHAPMAN, H.H. & MEYERS, W. Forest valuation. New York, McGraw-Hill, 1947. 521 p.
3. DAVIS, K. P. Forest management: regulation and valuation. New York, McGraw-Hill, 2nd ed., 1966. 519 p.
4. GAYLOR, H.P. Wildfires — prevention and control. — Bowie, Robert Brady, 1974. 319 p.
5. SOARES, R.V. Prevenção de incêndios florestais — vigilância. *Floresta* 2 (2): 43-47. 1970.
6. ———. Prevenção de incêndios florestais — técnicas preventivas. *Floresta* 3 (1): 43-49. 1971.
7. SOARES, R.V. & CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. *Floresta* 5 (1): 46-49. 1974.
8. URZUA, J.D.V. Determinación del valor destinado a protección contra incendios en una plantación forestal. Turrialba, CATIE, 1967. 7 p.