

# Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais no Brasil

GUMERCINDO SOUZA LIMA\*  
RONALDO VIANA SOARES\*\*

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil, no período de 1984 a 1987. A eficiência do combate foi determinada com base em 3 parâmetros principais: área queimada, tempo para o ataque, em que se avaliou o sistema de mobilização dos combatentes, e o tempo de combate. O Brasil, comparado a outros países, apresentou uma baixa eficiência no combate aos incêndios florestais. No período estudado a área queimada média foi de 66,7 ha, o tempo médio para o ataque de 73 minutos por incêndio e o consumo médio de 53 horas-homem de combate por ha queimado. Os estados do Pará e Paraná mostraram maior eficiência em termos de tempo para o ataque, o Espírito Santo o melhor sistema de mobilização, enquanto o Rio Grande do Sul foi o estado com o menor consumo de horas-homem no combate.

**Palavras-chave:** incêndio florestal, fogo, combate

## ABSTRACT

**Forest fire fighting efficiency in Brazil.** The objective of this research was to evaluate the efficiency of forest fire fighting activities in Brazil using data from 1984 to 1987. Three main parameters were used in order to evaluate the efficiency, as follows: burned area; time for the first attack, based on an estimation of the mobilization time; and suppression forces, where the time spent in suppression activities and the number of men-hour per burned hectare were analyzed. Brazil, compared to some other countries, presented a low efficiency in forest fire fighting activities. In the studied period, the average burned area per fire was 66.7 ha, the time for the first attack 73 minutes per fire and an average of 53 men-hour were used per burned ha. Among the Brazilian states, Pará and Paraná presented higher efficiency in terms of mean burned area; according to the time for the first attack, Espírito Santo state ranked first; and the state of Rio Grande do Sul presented the lowest value of men-hour per burned ha.

**Key words:** wildfire, forest fire, fire suppression

## INTRODUÇÃO

Apesar do homem ter aprendido a dominar o fogo e usá-lo das mais variadas formas e com as mais diversas finalidades, este continua sendo um grande desafio em diversas circunstâncias. O fogo destrói anualmente imensas áreas florestais em todo o mundo.

No Brasil, os incêndios florestais têm causado sérias preocupações aos setores ligados ao meio ambiente. Muito embora não exista, ainda, uma

\*Professor Assistente da Universidade Federal de Viçosa, UFV

\*\*Eng. Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor Titular do Departamento de Silvicultura e Manejo, UFPR

estatística bem definida sobre a ocorrência de incêndios florestais no país, pode-se avaliar a gravidade dessas ocorrências através do levantamento realizado desde 1983, através de um convênio entre a FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná) e o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

A inexistência de uma política adequada na prevenção e combate aos incêndios florestais no Brasil tem levado a perdas florestais bastante altas. Falta planejamento principalmente nas unidades de conservação no que diz respeito à educação do usuário e vizinhos, regulamentação de uso da floresta, manejo do material combustível, construção e manutenção de estradas, aceiros e pontos de captação de água.

Faltam, também, estatísticas confiáveis de longo prazo sobre as áreas de maior ocorrência, causas dos incêndios, tipos de vegetação atingidos, áreas queimadas, aspectos do combate e, principalmente, estrutura e equipamentos adequados para a extinção do fogo.

Esse trabalho visou avaliar a eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil através dos dados coletados pelo convênio FUPEF/IBAMA, referentes a aspectos ligados ao combate como: hora da ocorrência, hora do primeiro ataque, hora que o fogo foi controlado, número de pessoas que interviram no combate e área queimada.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A melhor arma contra o fogo é sua prevenção, pois o incêndio prevenido não precisa ser combatido e não causa danos (SOARES, 1985). BLAIS (1982) afirma que a proteção contra os incêndios deve ser considerada em todo o planejamento do manejo florestal.

A organização para o combate varia com a região e depende do tipo de floresta, material combustível, topografia, exposição, clima, hábitos culturais da população e tipo de agricultura. Depende, também, dos registros de fogo como, por exemplo, número de incêndios que ocorrem anualmente, causas dos incêndios, época do ano que mais ocorrem (estação normal do fogo) e áreas de maior ocorrência (COUTO, 1980).

## DETECÇÃO E COMUNICAÇÃO

Para se obter melhores resultados com algum sistema de combate a incêndios florestais, este tem de contar com uma comunicação perfeita de rádio, fornecer uma rápida detecção do fogo, seguida de alerta imediato e organização dos meios próprios para o combate, podendo, assim, assegurar ação eficiente de combate e limitar prováveis perdas decorrentes do fogo (KARLINKOWSKI, 1982).

SOARES (1985) sugere que o ideal seria cumprir o objetivo de detectar, localizar e informar a pessoa responsável pela mobilização no prazo máximo de 15 minutos. O autor sugere, ainda, que uma localização precisa não pode ter um erro maior que 500 m. A localização exata influen-

cia substancialmente a eficiência do combate pois, assim, assegura que as equipes de combate cheguem ao local do fogo pela rota mais curta e no menor tempo possível.

#### EQUIPE DE COMBATE - ESTRUTURA E MOBILIZAÇÃO

A equipe de combate deve ser devidamente treinada tanto em relação às técnicas de combate quanto à rápida mobilização. Deve, ainda, encontrar-se em boas condições físicas e ter capacitação e experiência adequadas, além de ser comandada por apenas uma pessoa durante a intervenção (CALABRI, 1983).

As equipes devem ser constituídas por no máximo 10 homens, com 1 chefe ou capataz determinando setores e tarefas aos mesmos (BROWN & DAVIS, 1973; SOARES, 1985). SZCZYGIEL (1982) diz que um planejamento de mobilização de homens para combater um incêndio deve sempre considerar o número de homens e equipamentos necessários, distância das equipes até o local do fogo, tempo e rota de deslocamento e conhecimento das condições das estradas de acesso, visando, assim, o mais urgente ataque ao fogo.

#### AValiação DO INCêNDIO E ESTRATêGIA DE COMBATE

Um dos erros mais comuns no combate aos incêndios florestais é precipitar-se na tomada de decisões como, por exemplo, iniciar um contra-fogo mal localizado ou definir a localização de aceiros. Os minutos gastos no diagnóstico preciso do fogo e da área ao redor podem significar, muitas vezes, algumas horas de economia no combate ao incêndio. A avaliação do incêndio compreende o dimensionamento do fogo (tamanho, extensão da frente, velocidade de propagação e intensidade), condições climáticas, tipo de vegetação, rede de aceiros, estradas, e locais de captação de água (CHANDLER *et al.*, 1983; SOARES, 1985).

CHANDLER *et al.* (1983) dizem que a primeira decisão a ser tomada durante a avaliação do incêndio é se o fogo pode ser controlado com a força manual e equipamentos que estão sendo deslocados até a área do incêndio ou se reforços vão ser necessários.

Segundo PYNE (1984) as táticas necessárias para o combate variam com o tipo de fogo, de combustível e de recursos para a supressão.

#### EFICIêNCIA DO COMBATE

A eficiência de um sistema de combate a incêndios florestais está condicionada, além de outros, à sua capacidade de reduzir a um mínimo possível o intervalo de tempo compreendido entre a ignição e o início do ataque ao fogo (BARDAN, 1982; SOARES, 1982; MEES, 1986). PIESNACK (1982) e GIOVANNI & ANDREA (1990) consideram a área queimada como um bom parâmetro para se analisar a eficiência de um sistema de combate.

## MATERIAL E MÉTODOS

### COLETA DOS DADOS

As informações para este estudo provieram de fichas modelo enviadas a várias empresas e instituições florestais, contendo questionário sobre incêndios florestais. As respostas solicitadas incluíam o local e data do incêndio, tipo de vegetação queimada, área queimada, características da área, e aspectos do combate (hora da ocorrência, hora do primeiro ataque, hora que o fogo foi controlado, número de pessoas que intervieram no combate e o equipamento empregado). A amostragem, no período de 1984 a 1987, totalizou 1.214 casos ou incêndios em 10 estados brasileiros.

### AValiação DA EFICIÊNCIA DO COMBATE

As informações sobre os incêndios florestais foram separadas em classes de acordo com o tamanho da área queimada. A classificação adotada foi a do Canadian Forest Service (RAMSEY & HIGGINS, 1981) que considera 5 classes, de acordo com a Tabela 1.

A análise desta variável considerou, por princípio, que a eficiência de um sistema de combate a incêndios será tanto melhor quanto maior for o número de incêndios com área queimada nas classes I e II.

Outro parâmetro utilizado para avaliar o combate foi a análise da eficiência do sistema de mobilização (considerou-se como mobilização o tempo desde a comunicação do incêndio até o primeiro ataque ao fogo). Determinou-se a média do tempo para o ataque no Brasil e por estado e distribuíram-se esses tempos em 5 classes diferentes de duração, a saber: I (0,1 a 30); II (31 a 60); III (61 a 120); IV (121 a 480); e V (acima de 480 minutos).

Considerou-se que a maior eficiência de combate se dá quando a concentração de tempos para o ataque ocorre nas primeiras classes.

Tabela 1 - Classes de tamanho dos incêndios florestais adotadas pelo Canadian Forest Service

*Table 1 - Forest fire size classes adopted by the Canadian Forest Service*

classe class	área do incêndio (ha) burned area (ha)
I	0 - 0,09
II	0,1 - 4
III	4,1 - 40
IV	40,1 - 200
V	> 200

### Tempo de combate e número de combatentes

A condição das equipes e dos combatentes, em cada estado, também foi utilizada para avaliação do sistema de combate. Para isto, distribuíram-se os incêndios em 4 classes de tempo de combate: I (0,1 a 60); II (61 a 120); III (121 a 480); e IV (acima de 480 minutos). Esses dados foram comparados entre os estados brasileiros e com dados semelhantes levantados na África do Sul.

À semelhança do tempo para o ataque e área queimada, considerou-se que se torna maior a eficiência de combate quanto maior a concentração dos tempos de combate nas primeiras classes.

A eficiência do combate foi estimada determinando-se o número de combatentes empregados por ha queimado em cada incêndio. Essa variável recebeu o nome de número de combatentes por ha (NCH). Considerou-se que quanto maior for o número de homens empregados no combate menos eficientes e menos preparados se encontram os combatentes.

A eficiência do combate foi, ainda, avaliada com a criação de uma nova variável chamada NOH (número de horas-homem por ha queimado) determinada em cada incêndio.

A eficiência por meio desta variável NOH foi avaliada considerando-se que quanto maior o número de horas de um homem por ha, menor será a eficiência de cada homem. Foi realizada a comparação entre os estados encontrando dessa forma aquele que possui o melhor preparo de seus combatentes, ou os melhores equipamentos.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

### Análise de regressão

Fez-se uma análise de regressão múltipla para se conhecer o efeito do acréscimo do valor das variáveis independentes, bem como de suas interações, sobre a variável dependente. Considerou-se como variável dependente a área queimada (AQ) e como variáveis independentes o tempo para o ataque (TA), o tempo de combate (TC) e o número de combatentes (NC). Buscou-se com o estudo da variação e correlação dessas variáveis encontrar uma equação ou modelo estatístico que estimasse a área queimada a partir dos dados coletados. Esse modelo é importante para atividades de planejamento futuro do combate aos incêndios florestais no país.

### Análise de variância

Foi feita a análise de variância dos dados de área queimada (AQ), tempo para o ataque por ha (TAH), número de combatentes por ha (NCH) e número de horas-homem por ha (NOH). Considerou-se cada estado um tratamento e cada incêndio uma repetição.

Todos os testes estatísticos, isto é, análise de variância e comparação entre médias, foram feitos a um nível de probabilidade de 5 %. As comparações entre médias foram feitas através do teste SNK (Student-Newman-Keuls).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS POR CLASSE DE TAMANHO

Tomando como base a classificação adotada pelo Canadian Forest Service, que divide os incêndios florestais em 5 diferentes classes de tamanho, pode-se ter uma idéia relativa da extensão e gravidade dos incêndios florestais ocorridos no Brasil (Tabela 2).

Comparando-se os estados brasileiros, percebeu-se que a maior eficiência por classe de tamanho de incêndios foi apresentada pelo Pará que teve 93 % dos incêndios nas classes I e II, não apresentando nenhum incêndio nas classes IV e V; isso pode demonstrar maior eficiência ou condições desfavoráveis à ocorrência de grandes incêndios na região. O Paraná vem a seguir concentrando 86 % das áreas queimadas nas classes I e II. Espírito Santo e São Paulo também apresentaram uma razoável eficiência por concentrarem a maioria de seus incêndios nas classes I e II (75 e 57 %, respectivamente). As menores eficiências por classes de tamanho foram do Amapá (22 % nas classes I e II) e Minas Gerais (28 %). Essas eficiências não levam em conta outros parâmetros, como horas-homem de combate, que será comentado posteriormente.

Dos 1.214 incêndios florestais analisados nessa amostragem, 39,6 % se encontram na classe de tamanho II (0,1 a 4 ha) e 30,9 % na classe III (4,1 a 40 ha) o que já demonstra, à primeira vista, baixa eficiência na supressão dos incêndios florestais. Espera-se de um sistema de alta eficiência de combate que os incêndios se concentrem na sua grande maioria nas classes I e II, respectivamente. Entretanto, o que se observou foi uma maior concentração dos incêndios nas classes II, III, e IV, sendo que a classe I ocupa a

Tabela 2 - Distribuição dos incêndios florestais por estado e por classe de tamanho no período de 1984 a 1987

Table 2 - Recorded forest fires by state and per size class from 1984 to 1987

estado state	classes de incêndios size class									
	I		II		III		IV		V	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
AP	3	1,7	35	20,1	52	29,8	52	29,8	32	18,3
BA	1	1,1	26	27,7	43	45,5	19	20,2	5	5,4
ES	18	6,7	185	68,9	59	21,8	6	2,2	1	0,4
MS	-	-	1	12,5	-	-	2	25,0	5	62,5
MG	10	2,4	105	26,0	171	42,4	79	19,6	38	9,4
PA	15	24,6	42	68,8	4	6,6	-	-	-	-
PR	19	32,7	31	53,4	6	10,3	2	3,4	-	-
SC	-	-	11	55,0	3	15,0	5	25,0	1	5,0
SP	30	24,6	40	32,7	37	30,3	12	9,8	3	2,6
RS	-	-	4	80,0	1	20,0	-	-	-	-

quarta posição. Comparando-se esses dados com os obtidos no Canadá, em um período de 10 anos, observa-se grande diferença, em termos de eficiência de combate, conforme demonstrado na Tabela 3.

No Canadá, 87 % dos incêndios florestais se concentraram nas classes I e II contra apenas 47,5 % no Brasil, no período analisado. Uma alta concentração de incêndios na classe II e subsequentes demonstra uma falha qualquer no sistema de combate a incêndios, que pode ser causada por um grande tempo para o ataque ou tempo de combate.

Tabela 3 - Distribuição dos incêndios florestais ocorridos no Brasil, no período de 1984 a 1987, e no Canadá de 1969 a 1978 (RAMSEY & HIGGINS, 1981), por classe de tamanho

Table 3 - Recorded forest fires in Brazil (1984 to 1987) and Canada (1965 to 1978) by size class

classe de tamanho size class	incêndios ocorridos e registrados recorded forest fires			
	Brasil		Canadá	
	nº	%	nº	%
I	96	7,9	4.280	49
II	480	39,6	3.349	38
III	376	30,9	697	8
IV	177	14,6	205	2
V	85	7,0	224	3

#### MÉDIA DE ÁREA QUEIMADA

Comparando-se a média de área queimada por incêndio no Brasil com a de alguns países do Mediterrâneo pode-se também ter uma idéia de eficiência (Tabela 4).

Tabela 4 - Média do número de incêndios e área queimada em 4 países do Mediterrâneo (CESTI, 1988) e Brasil, de 1984 a 1987, em ha

Table 4 - Average fire occurrences and burned area in 4 Mediterranean countries and Brazil (1984 to 1987), in ha

local	nº médio de incêndio/ano average number of fires/year	média da área queimada/ano average burned area/year	média da área queimada/incêndio average burned area/fire
França <sup>a</sup>	3.233	31.575	9,7
Grécia <sup>b</sup>	1.063	36.587	34,4
Itália <sup>a</sup>	11.046	139.629	12,6
Espanha <sup>a</sup>	7.026	248.360	35,3
Brasil	-	-	66,7

<sup>a</sup> 1977 a 1982; <sup>b</sup> 1978 a 1982

Observa-se que em termos de média de área queimada por incêndio o Brasil, com 66,7 ha, encontra-se em desvantagem quando comparado com os 4 países do Mediterrâneo. Em termos médios no Brasil só se conseguiu apagar os incêndios quando estes atingiram 66 ha, um número relativamente alto, enquanto na França se apagaram os incêndios antes que atingissem 10 ha; na Itália antes que chegassem a 12 ha e na África do Sul antes que atingissem 15 ha.

Segundo PIESNACK (1982) a Alemanha Oriental, em 1979, conseguiu controlar os incêndios antes que atingissem a área média de 1 ha. VELEZ (1990) analisando dados da Espanha, entre 1980 até 1989, constatou uma melhoria na eficiência, passando de uma área média de 35,3 para 25 ha/incêndio.

Segundo dados da CORPORACION NACIONAL FORESTAL (1986) no Chile se conseguiu, no período de 1963 a 1986, extinguir os incêndios antes que esses ultrapassassem a área média de 15,1 ha. Nesse período foram registrados 55.461 incêndios.

#### TEMPO PARA O ATAQUE

No Brasil, para uma área queimada média de 66,7 ha, observou-se um tempo médio para o ataque de 73 minutos (Tabela 5), o que pode ser considerado um tempo relativamente longo e que reduziu a eficiência. Esse longo tempo para o ataque pode ser decorrente de um ineficiente sistema de mobilização, devido a grandes distâncias a serem percorridas até o local do fogo ou ainda devido ao difícil acesso aos locais dos incêndios. O problema da grande distância percorrida para se iniciar o combate pode ser resolvido com a descentralização das equipes de combate.

Tabela 5 - Médias da área queimada/ha (AQ), tempo para o ataque em minutos (TA), tempo de combate em minutos (TC) e número de combatentes/incêndio (NC), para 10 estados brasileiros de 1984 a 1987

*Table 5 - Average burned area/ha (AQ), mobilization time in minutes (TA), suppression time in minutes (TC) and number of fire-fighters/fire (NC) for 10 brazilian states from 1984 to 1987*

estado	AQ	TA	TC	NC
AP	123,09	59,73	140,40	11,03
BA	27,44	54,16	149,79	28,72
ES	15,87	31,81	155,82	31,46
MS	482,99	96,00	462,00	35,60
MG	80,83	138,32	301,62	45,95
PA	1,43	66,27	210,50	20,92
PR	5,63	-	-	22,36
RS	14,00	36,10	45,33	6,67
SC	31,56	-	286,51	13,71
SP	24,90	51,83	209,94	28,87
Brasil	66,70	73,32	221,83	32,36



Pode-se observar que nem sempre um alto tempo para ataque implicou uma área queimada muito grande. Minas Gerais, por exemplo, apresentou um tempo para o ataque cerca de 89 % maior do que a média nacional e no entanto a área queimada se situou em torno da média do país.

Espírito Santo e Rio Grande do Sul apresentaram os melhores desempenhos de supressão aos incêndios, em termos de tempo para o ataque, uma vez que as equipes de combate conseguiram chegar ao local do fogo em um tempo bem abaixo da média, para dar início às tarefas de combate. O estado de Minas Gerais, conforme mencionado anteriormente, apresentou o pior desempenho quanto à mobilização de suas brigadas de fogo, com um tempo para o ataque mais que o dobro da média dos demais estados. Isso talvez se explique pela dificuldade de acesso ou deficiência na mobilização do pessoal.

No Brasil, em apenas 48 % dos incêndios se conseguiu chegar ao local do fogo em menos de 30 minutos e em torno de 70 % dos incêndios com menos de 60 minutos (Tabela 6). Em 11 % dos casos levou-se mais de 2 horas para iniciar o ataque, um tempo que compromete sensivelmente a estratégia e o sucesso do combate.

Tabela 6 - Frequência, em valores absolutos e percentagem, dos incêndios florestais por classe de tempo em minutos para o ataque no Brasil, no período de 1984 a 1987  
 Table 6 - Number and percentage of forest fires according to the mobilization time in minutes from 1984 to 1987

classe de tempo de ataque <i>mobilization time</i>	incêndios/forest fires	
	número <i>number</i>	%
I (0 a 30)	508	48,65
II (31 a 60)	223	21,36
III (61 a 120)	197	18,86
IV (121 a 480)	100	9,57
V (> 480)	16	1,53

#### TEMPO DE COMBATE

O tempo de combate está diretamente relacionado com as dificuldades de controlar o fogo, ou seja, das condições do clima, do material combustível, da topografia, dentre outros. O tempo de combate depende ainda dos equipamentos empregados e do número de homens utilizados, expressos em horas-homem/ha, conforme se vê na Tabela 7.

Em termos de tempo de combate pode-se observar que no Brasil se consumiu cerca de 53 horas-homem para cada ha queimado. Embora não tenha sido encontrado na literatura trabalho que permita comparar essa eficiência de combate, pode-se considerá-la muito baixa. Isto pode ser resultado também de um número alto de homens empregados em cada ha queimado (88 combatentes). Ressalta-se, porém que esse número elevado se deve

ao fato de alguns incêndios registrados apresentarem uma área queimada muito pequena, abaixo de 0,01 ha, o que faz a variável NOH muito elevada. Por isso, se de um lado um valor alto de horas-homem/ha pode caracterizar uma baixa eficiência de combate, por outro lado pode caracterizar uma pequena área queimada o que o torna eficiente, considerando-se apenas o parâmetro classe de tamanho.

Através da Tabela 8 pode-se comparar a eficiência das equipes de combate do Brasil e da África do Sul quanto à frequência dos incêndios por classe de tempo de combate.

Nota-se que os incêndios da África do Sul foram debelados com muito maior rapidez que os do Brasil. Apenas 25 % dos incêndios do Brasil foram suprimidos em menos de 60 minutos. Provavelmente, as brigadas de combate da África do Sul estejam melhor preparadas em termos de mobilização e treinamento de supressão e tenham equipamentos de combate mais adequado do que as do Brasil.

Tabela 7 - Médias do número de combatentes/ha queimado (NCH), tempo para o ataque/ha queimado em minutos (TAH) e horas-homem de combate/ha em minutos (NOH) para o Brasil no período de 1984 a 1987

Table 7 - Average number of firefighters/ha burned (NCH), mobilization time/ha burned in minutes (TAH) and hours-firefighter spent in suppression/ha (NOH) in Brazil from 1984 to 1987

variável variable	média average	desvio-padrão standard-deviation
NCH	88,57	744,6
TAH	790,97	17.155,78
NOH	53,07	114,12

Tabela 8 - Frequência, em valores absolutos e percentagem dos incêndios por classe de tempo de combate para o Brasil, no período de 1984 a 1987 e África do Sul no período de 1979 a 1989 (KROMHOUT, 1990)

Table 8 - Forest fire occurrences per suppression time in Brazil from 1984 to 1987, and South Africa from 1979 to 1989

classe de duração (minutos) suppression time (minutes)	Brasil		África do Sul	
	nº de incêndios fires number	%	nº de incêndios fires number	%
I (1 a 60)	274	25,18	1.896	59,19
II (61 a 120)	251	23,07	546	17,04
III (121 a 480)	401	36,85	638	19,91
IV (> 480)	162	14,9	123	3,84

## ANÁLISE DE REGRESSÃO

Alguns estados não apresentaram parâmetros da regressão para todas as variáveis independentes e interações. Isso ocorreu pelo fato do programa utilizado (SAEG) ter eliminado em alguns estados, as variáveis que apresentaram valores não significativos no teste T. Esse passo é repetido até que se encontre uma equação que melhor descreva os dados, ou seja, quando o menor valor de T para os coeficientes da regressão for significativo ao nível estabelecido de 5 %.

A melhor equação para descrever os dados coletados e estimar a área queimada esperada para os incêndios florestais no Brasil foi a seguinte ( $R^2 = 0,1134$ ):

$$AQ = 26,5 + 0,152TC - 0,329NC - 0,197 \times 10^{-4} \times TC^2 + 0,287 \times 10^{-2} \times NC^2$$

No entanto, o baixo valor do  $R^2$  indica que a equação não apresenta confiabilidade para estimar o parâmetro área queimada. Provavelmente, a grande variabilidade dos dados impediu o desenvolvimento de uma equação com a precisão necessária.

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA

As Tabelas 9, 10 e 11 apresentam os resultados da comparação das médias entre os tratamentos (estados) para o Brasil. A comparação das médias foi feita através do teste de Newman-Keuls, com base nos resultados da análise de variância.

Tabela 9 - Comparação entre as médias de área queimada/incêndio, para 8 estados pelo teste de Newman-Keuls, ao nível de 5 %

*Table 9 - Comparison among averages of burned areas/fire, in 8 brazilian states through the Newman-Keuls test at 5 % level*

estado state	área queimada/incêndio (ha) <sup>a</sup> burned area/fire (ha) <sup>a</sup>			
MS	482,99	D		
AP	123,09	C		
MG	83,58	C	B	
BA	27,44	C	B	A
SP	24,9	C	B	A
ES	15,87		B	A
RS	14,0		B	A
PA	1,43			A

a médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si  
*a averages followed by the same letter do not differ significantly among themselves*

Tabela 10 - Comparação entre as médias de número de combatentes/ha, para 8 estados pelo teste de Newman-Keuls, ao nível de 5 %

Table 9 - Comparison among averages of number of firefighters/burned ha, in 8 Brazilian states through the Newman-Keuls test at 5 % level

estado state	número de combatentes <sup>a</sup> number of firefighters <sup>a</sup>		
PA	680,41	B	
SP	153,57	B	A
ES	55,89	B	A
AP	42,64	B	A
BA	12,87		A
MG	12,20		A
MS	1,32		A
RS	0,91		A

a médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si  
a averages followed by the same letter do not differ significantly among themselves

Tabela 11 - Comparação entre as médias do número de horas-homem de combate/ha, para 8 estados pelo teste de Newman-Keuls, ao nível de 5 %

Table 11 - Comparison among averages of number of hours-firefighters/ha, in 8 Brazilian states through the Newman-Keuls test at 5 % level

estado state	horas-homem <sup>a</sup> hours-firefighters <sup>a</sup>		
PA	273,61	B	
SP	106,31	B	
ES	75,89	B	A
MG	20,42	B	A
BA	13,62		A
AP	8,48		A
MS	2,86		A
RS	1,01		A

<sup>a</sup> médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si  
<sup>a</sup> averages followed by the same letter do not differ significantly among themselves

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo de 1.214 incêndios ocorridos no Brasil no período de 1984 a 1987, chegou-se às seguintes considerações finais, concernentes ao combate a incêndios florestais no país:

- O Brasil comparado com alguns outros países apresentou uma baixa eficiência na extinção dos incêndios florestais.
- Cerca de 51 % dos incêndios florestais ocorridos no Brasil apresentaram uma área queimada maior que 4 ha.

- c) A área média queimada por incêndio foi de 66,7 ha.
- d) O tempo médio para o ataque foi de 73 minutos.
- e) O sistema de mobilização das brigadas de combate ao fogo foi deficiente.
- f) No período estudado, houve um consumo médio de 53 horas-homem de combate/ha queimado, empregando uma média de 88 homens/ha.
- g) A melhor estimativa da área queimada por incêndio foi obtida pela equação  $AQ = 26,5 + 0,152TC - 0,329NC - 0,197 \times 10^{-4} \times TC^2 + 0,287 \times 10^{-2} \times NC^2$  que, entretanto, apresentou um ajuste insatisfatório ( $R^2 = 0,134$ ).
- h) Entre os estados brasileiros, em termos de área queimada, Pará e Paraná apresentaram maior eficiência no combate aos incêndios; em termos de tempo para o ataque, o Espírito Santo apresentou o melhor sistema de mobilização; no Rio Grande do Sul ocorreu o menor consumo de horas-homem.
- i) Seria conveniente utilizar, além das variáveis estudadas, também componentes ambientais (inclinação, tipo de cobertura vegetal e parâmetros climáticos) e outras como condições dos equipamentos e número de horas dos equipamentos mecânicos, para tentar obter uma melhor equação para estimar a área queimada.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARDAN, J. 1982. Forest fire in countries of northern, eastern and central Europe. In: **Forest Fire - Prevention and Control**. Forestry Science/United Nations, New York. p. 93-6.
- BLAIS, R. 1982. Mesures sylvicoles propes a reduire les risques de incendies dans las zone temperee. In: **Forest Fire - Prevention and Control**. Forestry Science/United Nations, New York. p. 181-99.
- BROWN, A. A. & DAVIS, K. P. 1973. **Forest fire: control and use**. McGraw-Hill, New York. 686 p.
- CALABRI, G. 1983. La lucha contra los incendios en los bosques del Mediterraneo. **Unasyva**, 35(141):14-21.
- CESTI, G. 1988. Forest fire in Italy. **South African Forestry Journal**, 145:47-58.
- CHANDLER, C.; THOMAS, P.; TRABAUD, L. & WILLIAMS, D. 1983. **Fire in forestry: forest fire management and organization**. John Wiley & Sons, New York. 298 p.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 1986. Estadísticas de ocurrencia y daño de incendios forestales - temporadas de 1964 a 1986. **Informe Estadístico n.º. 20**. 36 p.
- COUTO, E. A. & CANDIDO, J. F. 1980. **Incêndios Florestais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 101 p.
- GIOVANNI, B. & ANDREA, C. Testing the effectiness of forest fire protection activities in Piemont region. In: **International Conference of Forest Fire Research**. Coimbra, Portugal. P.A.05:1-12.

- KARLINKOWSKI, T. 1982. Forest fire detection sistem. In: **Forest Fire - Prevention and Control**. Forestry Science/United Nations, New York. p. 85-93.
- KROMHOUT, C. 1990. Analysis of fire in privately-owned plantations in Republic of South Africa: 01/04/85 to 31/03/89. **South African Forestry Journal**, 154:74-87.
- RAMSEY, G. S. & HIGGINS, D. G. 1981. Canadian forest fire statistics. **Canadian Forestry Service**, Information Report PI-X-9. 71 p.
- SOARES, R. V. 1984. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. **Brasil Florestal**, 13(58):31-41.

---

Trabalho submetido em 15.03.94 e aceito em 30.03.94