

INTRODUÇÃO

A crescente demanda de madeira no mercado mundial e a perspectiva de uma diminuição da oferta motivada pelo eminente esgotamento das reservas acessíveis de alguns países, tem levado os responsáveis pela política florestal de diversas nações a dirigirem seus esforços no sentido de incrementar a reposição das reservas florestais através do reflorestamento. Um exemplo típico dessa tendência pode ser observado no Brasil, onde as reservas de *Araucaria angustifolia*, a única conífera de valor do país, estão quase que totalmente esgotadas. Diante desta trágica evidência para o setor madeireiro do país, o governo federal, consciente do problema, promulgou a lei dos incentivos fiscais para o reflorestamento, que entrando em vigor em setembro de 1966, já possibilitou até a presente data, a reposição (com *Eucalyptus*, *Pinus* e *Araucaria*, principalmente) de perto de 1 milhão de hectares, por parte de indústrias privadas, de economia mista e mesmo pessoas físicas que podem utilizar parte do imposto de renda devido na inversão em reflorestamento, constituindo assim um sólido patrimônio futuro.

O plantio de grandes extensões de florestas por sua vez, exige dos técnicos florestais o desenvolvimento de novas técnicas no sentido de assegurar completo êxito ao empreendimento. E para conduzir os povoamentos florestais a um rendimento satisfatório e compensador, é necessário, além do emprêgo de métodos silviculturais adequados, do estabelecimento de um sistema de proteção que assegure o desenvolvimento da floresta sem sofrer a ação injuriosa dos diversos fatores que podem causar danos à floresta.

A Proteção Florestal é pois uma parte de fundamental importância dentro do contexto geral da silvicultura moderna. E dentro do aspecto protecionista, os

incêndios florestais ocupam sem dúvida alguma o primeiro lugar em ordem de importância pois o fogo é o agente que mais danos causa às florestas em todo o mundo, de maneira geral, exceto naturalmente aos bosques tropicais úmidos, com abundante precipitação durante todo o ano. Porém, devido a problemas que não cabe aqui discutir, estes bosques tropicais úmidos, atualmente, ocupam um lugar secundário na economia florestal mundial.

Sendo portanto o fogo o maior inimigo e a maior fonte potencial de danos às florestas de todo o mundo, é natural que os técnicos florestais dediquem atenção especial ao problema dos incêndios florestais. E muito se tem estudado e pesquisado ultimamente sobre o comportamento e medidas de controle dos incêndios florestais. No passado, a atenção era quase que totalmente dirigida para se estimar as atividades de supressão do fogo, ano após ano, procurando estabelecer a extensão dos aperfeiçoamentos aplicados na supressão dos incêndios (Vines, 1969). A tendência moderna no entanto é dedicar maior atenção às etapas de prevenção a pré-supressão. Dentro desta nova filosofia, começaram a ser desenvolvidos os Índices de Perigo de Incêndio, os quais têm sido gradativamente aperfeiçoados, merecendo a atenção de numerosos pesquisadores, especialmente nos países mais desenvolvidos: "Embora o vento e a chuva tenham a longo tempo sido reconhecidos como exercendo grande influência no comportamento dos incêndios florestais, até 1920 não se pensou seriamente neste país (Canadá) no uso sistemático dos dados climáticos para aperfeiçoar uma estimativa do nível de perigo de incêndio. Desde essa época porém, tabelas de perigo de incêndio para todas as partes do Canadá tem evoluído de estudos das inter-relações entre o tempo, umidade do combustível e comportamento do fogo". (Williams, 1967).

* Professor de Proteção Florestal na Faculdade de Floresta da U.F.P.

CONCEITO DE PERIGO DE INCÊNDIO

Que é perigo de incêndio? Várias definições tem sido dadas a este termo. Cheney (1966) cita uma definição anônima de 1953: "É um termo geral que expressa o resultado de ambos (constantes e variáveis) fatores de perigo de incêndio, os quais afetam as chances de um incêndio começar, propagar-se, produzir danos, assim como sua definição mais simples, poderíamos dizer que perigo de fogo é o potencial de danos pelo fogo (Countryman, 1996). Praticamente todas as áreas florestais estão potencialmente ameaçadas de danos pelo fogo, isto é, existe um certo grau de perigo de fogo para cada área florestal.

Para determinar, a qualquer tempo, o verdadeiro potencial em uma certa área é necessário assumir que nenhuma ação de supressão de fogo será tomada, isto é, os incêndios são considerados livres para iniciar, queimar e propagarem-se até que mudanças nas condições de tempo, combustível ou topografia, o façam extinguir-se. Então, o número de incêndios e os danos que cada um poderá causar tornam-se os componentes de controle do perigo total de incêndio.

Analisando cada um dos componentes (número de incêndios e danos por incêndio) podemos observar o que controla sua magnitude e assim, construir uma imagem do perigo de incêndio como o potencial de danos (fig. 1).

O número provável de incêndios em qualquer área pode ser previsto se conhecemos o risco (ou quantas fontes de fogo são prováveis de surgirem em uma área) e a probabilidade de ignição (ou a chance que qualquer fonte de fogo, se presente, dará origem a um incêndio). O risco, para qualquer área, é determinado pelo número avaliável de fontes de fogo, tanto de fontes humanas como de causas naturais tais como raios ou combustão espontânea. A probabilidade de ignição é determinada pelos fatores do meio ambiente (incluindo condições climáticas, combustível e topografia) e características da fonte de fogo (tamanho, energia calorífica, etc.).

Os danos por incêndio podem ser previstos se conhecemos o tamanho provável do incêndio e a taxa de danos aos

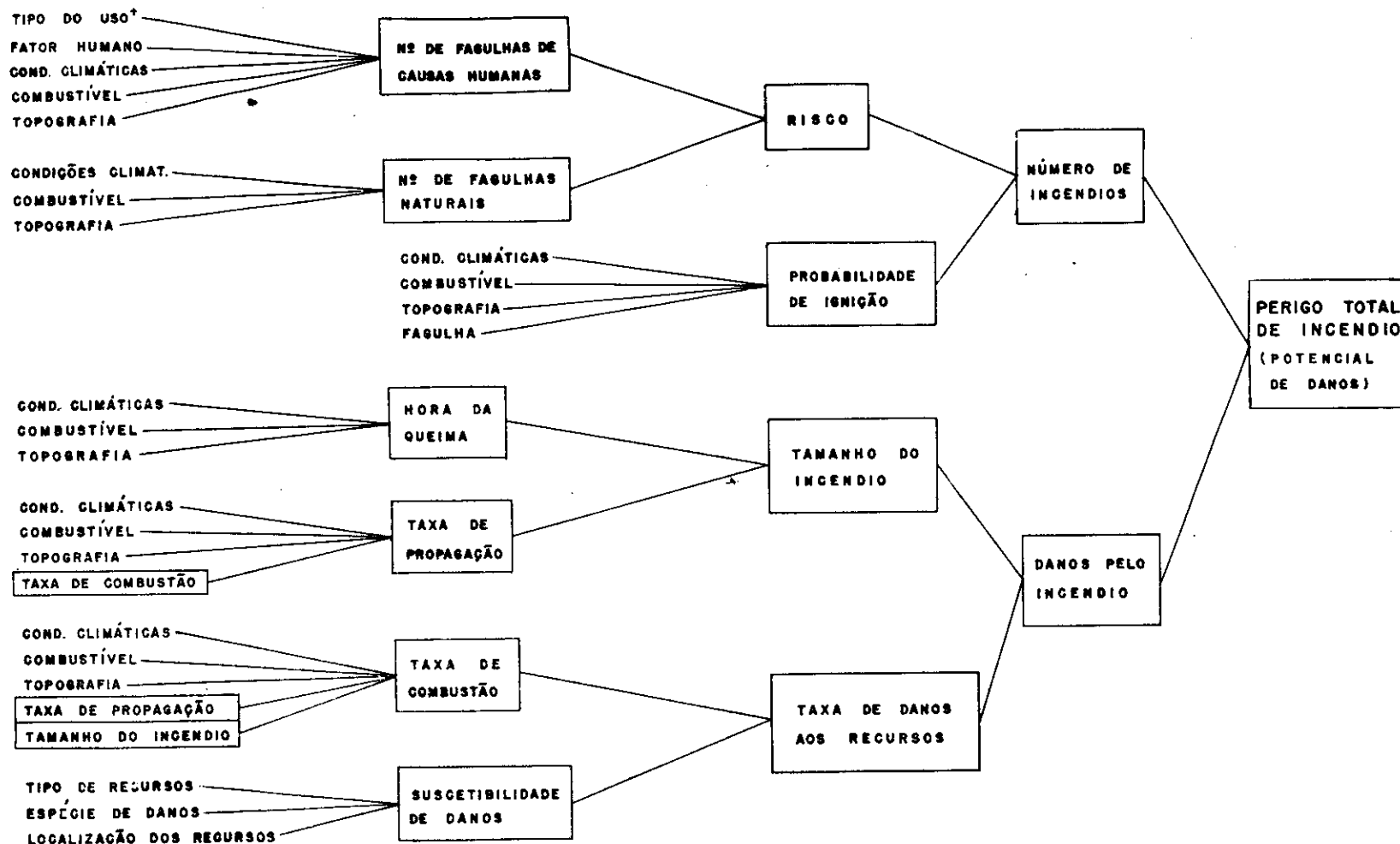
recursos. A taxa de danos aos recursos é baseada na suscetibilidade dos recursos ao dano pelo fogo (incluindo o valor destes recursos) e a provável taxa de combustão do fogo. A taxa de combustão torna uma importante parte na quantidade de danos, determinando a quantidade de calor desenvolvida, a intensidade de destruição e os anos subsequentes sob forma de erosão e torrentes. A taxa de combustão é controlada pelos fatores do meio, tamanho do incêndio e taxa de propagação do fogo. A suscetibilidade dos recursos aos danos é governada pelo tipo de recursos (madeira, bacia hidrográfica, etc.), espécie de danos possíveis (queima, torrente e erosão) e a localização dos recursos.

No diagrama da estrutura de perigo de incêndio (fig. 1), algumas partes estão dentro de quadros e outras não. Algumas diferenças distintas entre os dois grupos fazem esta separação necessária. Os itens dentro de quadros são chamados "componentes do perigo de fogo" e os outros "determinantes do perigo de fogo".

Os componentes do perigo de incêndio formam a parte desconhecida do perigo de incêndio: Quantos incêndios ocorrerão? Que dano cada incêndio produzirá? Estes por sua vez dependem de outros componentes, tais como quanto possível é começar determinado incêndio e se começar, que tamanho alcançará? Mas atrás destes componentes ou cadeia de componentes estão os fatores determinantes do perigo de incêndio — condições climáticas, combustível, topografia e outros que estejam presentes quando a avaliação do perigo de incêndio é feita e que determinam o valor provável de cada componente.

Os componentes do perigo de incêndio são as unidades básicas do grau de perigo de fogo. Uma vez estabelecidas suas relações com os determinantes, permanecem constantes sempre que ou de qualquer modo que o sistema for usado. Por exemplo, a taxa de propagação é controlada pelos mesmos fatores e mesmas interações onde quer que seja usado na classificação do perigo de incêndio.

Para simplificar o diagrama apresentado, os grupos de fatores determinantes foram apresentados sob um único nome de encabeçamento. Assim, condi-



ESTRUTURA DO PERIGO DE INCÊNDIO. ADAPTADO DE COUNTRYMAN (1966)

+ ATIVIDADES EXERCIDAS NA ÁREA: RECREAÇÃO, EXPLORAÇÃO, PASSAGEM DE ESTRADAS DE FERRO OU DE RODAGEM, ETC.

ções climáticas não se refere a um simples fator, mas inclui todos os aspectos do tempo que afetam o perigo de incêndio tais como velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar, ponto de orvalho, etc. Combustível inclui itens tais como quantidade, arranjo, tamanho, composição química, proporção entre material vivo e morto, etc.

BASES PARA O CALCULO DOS INDICES DE PERIGO DE INCENDIO

Os índices de Perigo de Incêndio são números que refletem, antecipadamente, a possibilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade de se propagar, de acordo com as condições atmosféricas do dia, ou de uma sequência de dias.

Os estudos para o estabelecimento de índices de perigo de incêndio, isto é, a tentativa de expressar através de números ou escalas o grau de probabilidade de ocorrência de incêndios florestais, tiveram início, em alguns países, no começo do século. Segundo Countryman (1966), nos Estados Unidos desde há muito tempo pessoas ligadas ao uso e controle do fogo tinham atentado para as variações do comportamento do fogo com as diferenças de tempo, combustível e topográfica. Comumente se faziam avaliações qualitativas dessas diferenças. Em 1933, H. T. Gisborne pela primeira vez definiu sistematicamente uma taxa de perigo de incêndio, ao elaborar uma escala de perigo de incêndio. A escala de Gisborne se baseava nos diversos componentes do tempo e expressava seus efeitos combinados em sete classes de perigo. Seguindo este mesmo princípio, ou seja usar variáveis ou componentes do tempo numerosos outros sistemas de classificação do perigo de incêndio foram desenvolvidos.

O cálculo dos índices de perigo de incêndio está pois fundamentalmente baseado na medição de certos fatores meteorológicos. Esta dependência da estimativa do grau de perigo à meteorologia pode, um tanto empiricamente, ser explicada do seguinte modo: raciocinando em termos de uma determinada massa florestal, podemos distinguir dois tipos de fatores que determinam o grau de perigo de incêndio — os de caráter permanente

(composição da matéria vegetal, tipo de floresta, topografia, etc.) e os variáveis (fatores meteorológicos). Os fatores de caráter permanente não podem ser objeto de um sistema de previsão do perigo, pois, pelo menos a curto prazo não variam, ou seja, de antemão se sabe que há possibilidade de produzir-se um incêndio em uma floresta devido aos fatores permanentes que se fazem presentes. Por outro lado, os fatores variáveis (precipitação, umidade, etc.) determinam se o perigo é maior ou menor. Portanto, parece lógico que se utilize a meteorologia para estabelecer os índices de perigo de incêndio. Alguns índices, além de utilizar os fatores meteorológicos diretamente utilizam também outras variáveis tais como índice de secura, umidade do material combustível, que dependem igualmente das condições climáticas reinantes. Portanto, os fatores meteorológicos são utilizados direta ou indiretamente na previsão do grau de perigo de incêndios.

Esta influência dos fatores meteorológicos sobre a ocorrência e propagação de incêndios florestais tem sido comprovada através de vários estudos. Haines e Sando (1969), através de um estudo retrospectivo dos grandes incêndios ocorridos nos Estados Unidos em 1871, 1881, 1894, 1910 e 1918 conclui que o mais importante dos vários fatores predisponentes do grau de perigo, foi uma anormalmente baixa precipitação durante os 3 a 8 meses que precederam os incêndios. Brown (1964) apresenta dados de observações efetuadas entre 1963 e 1964, mostram o que as condições mais severas de um incêndio correm entre 1 e 4 horas da tarde, isto é, exatamente quando as condições meteorológicas são mais adversas (maior temperatura e menor umidade relativa). Stoljarcut (1969), através de estudos na região de Archangel determinou correlações e múltiplas correlações entre a duração (em dias) do período máximo sem precipitação (b), a temperatura média (t) e a precipitação mensal total (d). O mais importante fator foi b. O número de incêndios em um mês foi praticamente independente das condições climáticas do mês anterior. A quantidade de chuva caída no período de 5 dias antes do período sem precipitação não incluiu no número de incêndios, mas

a quantidade caída nos períodos de 10 a 15 dias antes tiveram um efeito muito grande. Os mais importantes dos fatores meteorológicos no período de 10 dias precedentes foram a média do déficit do ponto de orvalho (Δ) à 1 hora p.m. e o número de dias sem chuva. Uma equação de regressão foi desenvolvida para n (n° de incêndios por dia): $n = 0,43b + 0,438\Delta - 0,022d' - 3,262$, onde d' é a soma da precipitação durante os 10 dias que precedem o período sem chuva. Finalmente, Kiil e Quintilio (1969) após a investigação de mais de 3.000 incêndios acompanhados das informações meteorológicas, confirma a utilidade das tabelas de perigo de incêndio para prever a ocorrência e comportamento dos incêndios causados tanto por raios como pelo homem.

Parece portanto não caber dúvida que condições de baixa precipitação e umidade, acompanhadas de alta temperatura e máxima radiação solar, diminuem a umidade do combustível florestal e por conseguinte aumentam o potencial de fogo. O vento também toma parte neste processo de secagem. E após a ignição, a direção e intensidade do vento são de grande importância; ventos fortes e variáveis fazem a supressão difícil e algumas vezes impossível. (Haines e Sando, 1969).

Um ponto porém merece atenção: nenhum índice pode precisar o que acontecerá em qualquer dia que apresente perigo de fogo. Eles podem apenas indicar o potencial de fogo, isto é, o que pode acontecer, baseado em ocorrências anteriores em dia similares. (Nelson, 1964).

APARELHOS E DADOS NECESSARIOS AO CÁLCULO DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIO

Como vimos anteriormente, os índices de perigo de incêndio são calculados a partir de dados meteorológicos. Desta maneira, para estabelecer qualquer sistema de previsão de perigo de fogo, é necessária a instalação de uma estação meteorológica. A aparelhagem da estação meteorológica depende não só do sistema a ser empregado como também das condições econômicas da entidade interessada. O mínimo necessário para se estabele-

cer um sistema de determinação do grau de perigo de incêndio são: 1 pluviômetro e 1 psicrômetro (aparêlho constituído de dois termômetros, sendo um de "bulbo seco" e outro de "bulbo úmido"). Com estes dois aparêlhos podemos determinar a quantidade de chuva, temperatura do ar, umidade relativa do ar e ponto de orvalho. Alguns índices de perigo de incêndio utilizam também a velocidade do vento e neste caso há duas alternativas: instalar um anemômetro, que é um aparêlho caro ou utilizar métodos de pouca precisão, como o catavento de Wild ou a escala de Beaufort, para estimar a velocidade do vento. Outros aparêlhos podem também ser de grande utilidade em uma estação meteorológica para fins florestais, como termômetro de máxima e mínima, evaporímetro, barômetro, heliógrafo, etc., embora não sejam necessários ao cálculo dos índices de perigo de fogo.

Um ponto que não pode ser esquecido é o horário de fazer as observações, isto é, a leitura dos dados meteorológicos. De uma maneira geral os sistemas de classificação do grau de perigo de incêndio mais usados adotam, para efeito de cálculo, os dados coletados ao meio dia solar (1 hora da tarde pelo horário oficial). Em casos excepcionais pode-se tolerar um atraso de até duas horas, ou seja, tomar os dados até às três horas da tarde. Após este limite, os dados praticamente não terão validade.

O ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIO EM ALGUNS PAÍSES

Embora o cálculo dos índices de Perigo de Incêndio se baseiem nos fatores meteorológicos, existem muitas variações nos sistemas de cálculo utilizados nos diversos países, diferindo às vezes bastante o grau de importância ou peso atribuído a determinados fatores. Inclusive dentro de um mesmo país às vezes existem vários sistemas diferentes em uso, nas diversas regiões que formam o país. Para dar uma idéia geral de alguns sistemas de classificação do grau de perigo de incêndio, apresentaremos, resumidamente, alguns índices utilizados em determinados países, ou mais precisamente, Estados Unidos, Canadá, União Soviética, Austrália, Espanha, Argentina e Brasil.

1. ESTADOS UNIDOS:

As investigações sobre a influência dos fatores meteorológicos no comportamento dos incêndios florestais nesse país começaram no início do século. Em 1933 se utilizou pela primeira vez uma escala para determinar o grau de perigo de incêndio (escala de Gisborne). Os trabalhos desenvolvidos pelos florestais de diversos estados conduziram a sistemas de cálculo diferentes para cada região. Oito sistemas de avaliação do grau de perigo de incêndio eram usados nos Estados Unidos em 1963. Embora todos fossem baseados na estimativa da umidade do combustível e velocidade do vento, não havia nenhum sistema concordante com outro na avaliação desses elementos ou no peso dado a eles. Devido a uma série de problemas advindos dessa situação, decidiu-se desenvolver um sistema nacional, baseado na medição dos mesmos fatores, combinados do mesmo modo, para originar um único índice. Assim se originou o Sistema Nacional de Avaliação do Perigo de Incêndio (The National Fire Danger Rating System).

1.1 Dados necessários ao cálculo:

Para a determinação do índice é necessário conhecer: as temperaturas dos termômetros seco e úmido, a precipitação diária, a velocidade do vento e o estado da vegetação inferior. Este estado da vegetação inferior pode apresentar três níveis: seca, verde e transição. Se considera seca quando 75% ou mais está morta ou dormente, em transição quando 25 a 75% e verde quando menos que 25% está morta ou dormente. As observações se fazem à 1 hora p.m.

1.2 Métodos de cálculo:

Para a determinação do índice existem as seguintes tabelas fundamentais:

— Tabelas nº 1, 2 e 3. Umidade do combustível fino para os três estados da vegetação inferior (seca, verde e transição) — são tabelas psicrométricas que em lugar de dar a umidade atmosférica dão a do combustível fino, segundo seu estado. Cada uma delas vai acompanhada de uma tabelinha que permite obter um fator de sequia a partir da umidade do combustível fino. São tabelas de duas entradas: na coluna à esquerda se entra com a diferença de temperatura entre o termômetro seco e o úmido (wet bulb depression) — e nas colunas à direita com a temperatura do termômetro seco correspondente.

— Tabela nº 4. Índice acumulado (Bui dup index) corrigido — de acordo com a chuva caída e conhecendo-se o índice do dia anterior se corrige o índice acumulativo, ao qual se soma o fator de sequia (canto inferior esquerdo das tabelas 1, 2 e 3), obtendo-se o índice de perigo acumulado de hoje. Se não houver chuva, o índice acumulado de hoje será o índice de ontem mais o fator de sequia de hoje. Este índice por si só é também um bom indicador do grau de perigo de incêndio, em certas circunstâncias melhor mesmo que o índice de propagação. (Nelson, 1964).

— Tabela nº 5. Umidade corrigida do combustível — com o índice acumulado se corrige a umidade do combustível fino, dada pelas tabelas 1, 2 e 3.

— Tabela nº 6. Índice de propagação — a umidade corrigida do combustível e a velocidade do vento dão o índice definitivo.

As tabelas 1, 2 e 3 podem se apresentar de duas formas, a partir da umidade relativa do ar.

Table 1. — FINE FUEL MOISTURE - CURED
HERBACEOUS STAGE

WET BULB DEPRESSION (Degrees)	DRY BULB TEMPERATURE (Degrees F)									
	100 to 110	90 to 99	80 to 89	70 to 79	60 to 69	50 to 59	40 to 49	30 to 39	20 to 29	10 to 19
	PERCENT									
0	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+
1	20	23	25	25	25	25	25	25	25	25
2	16	18	20	20	20	20	20	20	20	20
3	12	14	15	16	16	17	17	17	16	12
4	10	12	13	14	15	15	15	15	13	10
5	9	11	12	12	13	13	13	12	10	8
6	8	9.5	11	11	12	12	12	11	9	
7	7.5	9	9.5	10	10	10	10	9.5	7.5	
8	7	8.5	9	9.5	9.5	9.5	9.5	8.5		
9	6.5	8	8.5	9	9	9	9	7.5		
10	6	7.5	8	8.5	8.5	8.5	8	6		
11—12	5.5	6	7	7	7.5	7.5	6.5	6		
13—14	5	5.5	6	6	6	6	4			
15—16	4.5	5	5.5	5.5	5.5	5	4			
17—18	4	4.5	5	5	5	3				
19—20	4	4	4.5	4.5	4	2				
21—22	3.5	4	4	4	3					
23—24	3.5	3.5	3.5	3	2					
25—26	3	3	3	3.5	2					
27—28	3	3	2.5	1.5						
							Fine Fuel Moisture	Drying Factor		
29—30	2.5	2.5	2	1.5			16.0 or more		0	
31—32	2.5	2.5	1.5				10.0 - 15.9		1	
33—34	2	2	1				7.0 - 9.9		2	
35—36	2	1.5	1				5.0 - 6.9		3	
37—38	1.5	1					4.0 - 4.9		4	
39—40	1	1					3.0 - 3.9		5	
41+	1	1					2.9 or less		7	

Table 2. — FINE FUEL MOISTURE - TRANSITION
HERBACEOUS STAGE

WET BULB DEPRESSION (Degrees)	DRY BULB TEMPERATURE (Degrees F)									
	100 to 110	90 to 99	80 to 89	70 to 79	60 to 69	50 to 59	40 to 49	30 to 39	20 to 29	10 to 19
	PERCENT									
0	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+
1	25	28	30	30	30	30	30	30	30	30
2	21	23	20	25	25	25	25	25	25	25
3	17	19	20	21	21	22	22	22	21	17
4	15	17	18	19	20	20	20	20	18	15
5	14	16	17	17	18	18	18	17	15	13
6	13	15	16	16	17	17	17	16	14	
7	13	14	15	15	15	15	15	15	13	
8	12	14	14	15	15	15	15	14		
9	12	13	14	14	14	14	14	13		
10	11	13	13	14	14	14	13	11		
11—12	11	11	12	12	13	13	12	11		
13—14	10	11	11	11	11	11	9			
15—16	9.5	10	11	11	11	10	9			
17—18	9	9.5	10	10	10	8				
19—20	9	9	9.5	9.5	9	7				
21—22	8.5	9	9	9	8					
23—24	8.5	8.5	8.5	8	7					
25—26	8	8	8	7.5	7					
27—28	8	8	7.5	6.5						
							Fine Fuel Moisture	Drying Factor		
29—30	7.5	7.5	7	6.5			21.0 or more		0	
31—32	7.5	7.5	6.5				15.0 - 20.9		1	
33—34	7	7	6				12.0 - 14.9		2	
35—36	7	6.5	6				10.0 - 11.9		3	
37—38	6.5	6					9.0 - 9.9		4	
39—40	6	6					8.0 - 8.9		5	
40+	6	6					7.9 or less		7	

Table 3. — FINE FUEL MOISTURE - GREEN HERBACEOUS STAGE

WET BULB DEPRESSION (Degrees)	DRY BULB TEMPERATURE (Degrees F)											
	100 to 110	90 to 99	80 to 89	70 to 79	60 to 69	50 to 59	40 to 49	30 to 39	20 to 29	10 to 19	0 to 9	10 to 19
0	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+
1	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+	30+
2	26	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	22	25	25	26	26	27	27	27	26	22	22	22
4	20	22	23	24	25	25	25	25	23	20	20	20
5	19	21	22	22	23	23	23	22	20	18	18	18
6	18	20	21	21	22	22	22	21	19	18	18	18
7	18	19	20	20	20	20	20	20	18	16	16	16
8	17	19	19	20	20	20	20	19	18	16	16	16
9	17	18	19	19	19	19	19	18	16	14	14	14
10	16	18	18	19	19	19	18	16	14	12	12	12
11-12	16	16	17	17	18	18	17	16	14	12	12	12
13-14	15	16	16	16	16	16	16	14	12	10	10	10
15-16	15	15	16	16	16	16	15	14	12	10	10	10
17-18	14	15	15	15	15	15	13	12	10	8	8	8
19-20	14	14	15	15	14	14	12	10	8	6	6	6
21-22	14	14	14	14	14	13	12	10	8	6	6	6
23-24	14	14	14	14	13	12	12	10	8	6	6	6
25-26	13	13	13	13	13	12	12	10	8	6	6	6
27-28	13	13	13	13	12	12	12	10	8	6	6	6
29-30	13	13	12	12	12	12	12	10	8	6	6	6
31-32	13	13	12	12	12	12	12	10	8	6	6	6
33-34	12	12	12	11	11	11	11	10	8	6	6	6
35-36	12	12	12	11	11	11	11	10	8	6	6	6
37-38	12	11	11	11	11	11	11	10	8	6	6	6
39-40	11	11	11	11	11	11	11	10	8	6	6	6
41+	11	11	11	11	11	11	11	10	8	6	6	6

Tabelas 1, 2 e 3 — Umidade do combustível fino, para os três estados possíveis da vegetação (seca, transição e verde).

Tabela 4 — Índice acumulado corrigido. § Tomado de Nelson, 1964 (The National fire danger rating system).

BUILDUP INDEX YESTERDAY	TOTAL 24-HOUR PRECIPITATION (Inches)											
	0.11 to 0.20	0.21 to 0.30	0.31 to 0.50	0.51 to 0.70	0.71 to 0.90	0.91 to 1.20	1.21 to 1.81	1.81 to 2.21	2.21 to 2.80			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
3-5	3	3	3	2	2	2	1	0	0			
6-9	6	6	5	4	3	2	1	0	0			
10-15	10	10	8	6	5	4	2	1	0			
16-20	16	14	12	9	7	5	3	2	1			
21-25	21	18	15	12	9	6	3	2	1			
26-30	26	22	18	14	10	8	4	2	1			
31-35	31	26	21	16	12	9	5	3	1			
36-40	35	30	23	18	14	10	5	3	1			
41-45	40	34	26	20	15	11	6	3	2			
46-50	44	37	29	22	16	12	6	3	2			
51-60	50	42	32	24	18	13	7	4	2			
61-70	58	48	37	26	19	14	8	4	2			
71-80	67	54	40	29	21	15	9	4	2			
81-90	76	58	43	31	23	16	9	4	2			
91-100	80	64	46	33	24	17	9	5	3			
101-120	92	69	50	35	25	18	10	5	3			
121-150	160	76	54	37	27	19	10	5	3			
151-200	126	86	58	39	28	20	11	5	3			
201-250	140	95	65	42	29	21	11	6	4			
251-300	155	105	70	45	30	22	12	6	4			
301-400	185	115	75	48	32	23	12	6	4			
401+	230	135	80	50	35	24	13	7	4			

CORRECTED BUILDUP INDEX

Table 5. — ADJUSTED FUEL MOISTURE

BUILDUP INDEX	FINE FUEL MOISTURE (Percent)														
	1	1.5	2	2.5 or 3	3.5 or 4	4.5 or 5	5.5 or 7	7.5 or 9	9.5 or 11	12 to 14	15 to 17	18 to 20	21 to 25	26+	
	PERCENT														
0	11	11	12	12	13	14	16	17	19	22	24	27	30+	30+	
1-5	10	11	11	12	13	14	15	17	19	21	24	27	30	30+	
6-12	9.5	10	10	11	12	13	14	16	18	20	23	26	29	30+	
13-19	8.5	9	9.5	10	11	12	13	15	17	19	22	25	28	30+	
20-29	7.5	8	8.5	9	10	11	12	14	16	18	21	24	27	30	
30-39	6.5	7	7.5	8	9	10	11	13	15	17	20	23	26	29	
40-49	5.5	6	6.5	7	8	9	10	12	14	16	19	22	25	28	
50-69	4.5	5	5.5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	27	
70-89	3.5	4	4.5	5	6	7	8	10	12	14	17	20	23	26	
90-99	3	3.5	4	5.5	5.5	6	7.5	9.5	11	14	16	19	23	26	
100-149	2	2.5	3	4	4.5	5.5	7	8.5	10	13	16	18	22	25	
150-199	2	2.5	3	3.5	4	5	6.5	8	10	13	15	18	22	25	
200-399	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	18	21	24	
400+	1	1.5	2	3	3.5	4.5	6	7.5	9.5	12	15	17	21	24	

Table 6. — SPREAD INDEX

(Percent) MOISTURE FUEL	WIND SPEED (MPH 20-foot Standard)															
	0-1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-12	13-15	16-19	20-24	25-29	30+
	INDEX															
30+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29-30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6
27-28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	8	9
25-26	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	6	7	8	9	11	13
23-24	1	2	3	3	4	4	5	6	7	8	10	11	13	15	17	17
21-22	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	13	15	17	20	22
19-20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17	19	22	25	29
17-18	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	21	24	28	32	36
15-16	8	10	11	12	14	15	17	18	19	20	22	26	30	34	39	44
14	9	11	12	14	16	18	20	21	22	25	26	28	30	34	39	44
13	10	12	14	16	18	20	21	23	25	26	28	30	33	37	43	48
12	11	13	15	17	19	21	23	25	27	28	31	36	41	47	53	62
11	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	34	39	44	51	58	68
10	13	16	18	20	22	25	27	29	31	33	37	42	48	56	63	73
9.5	14	17	19	21	23	26	28	30	33	35	38	44	50	58	66	76
9	14	17	20	22	24	27	29	32	34	36	40	46	52	60	68	79
8.5	15	18	21	23	25	28	30	33	36	38	42	47	54	63	71	83
8	15	19	22	24	26	29	31	34	37	39	43	49	56	65	74	86
7.5	16	19	22	25	28	30	33	35	38	40	45	51	58	67	76	89
7	17	20	23	25	28	31	34	37	39	42	46	53	60	69	79	93
6.5	17	21	24	26	29	32	35	38	40	43	48	54	62	72	82	96
6	18	22	25	27	30	34	37	39	42	45	50	56	64	74	85	99
5.5	18	22	25	28	31	35	38	41	44	47	51	58	66	77	88	100
5	19	23	26	29	32	36	39	42	46	48	53	60	69	79	91	100
4.5	20	24	27	30	33	37	40	43	47	50	55	62	71	82	94	100
4	21	24	28	31	34	38	41	45	48	51	57	64	73	84	97	100
3.5	21	25	29	32	35	39	42	46	49	53	58	66	75	87	100	100
3	22	26	30	33	36	40	43	47	50	54	60	66	77	89	100	100
2.5	23	27	31	34	38	42	45	49	52	56	62	70	80	92	100	100
2	24	28	32	35	39	43	46	50	54	58	64	72	82	94	100	100
1.5	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	65	74	84	97	100	100
1	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	67	76	86	100	100	100

Tabela 5 — Correção da umidade do combustível.

• Tabela 6 — Índice final de perigo de incêndio (propagação)

§ Tomando de Nelson, 1964 (The national fire danger rating system).

1.3 Interpretação dos índices determinados:

A divisão dos possíveis valores do Índice de Perigo em cinco classes é recomendada para se interpretar o grau de perigo:

Classe	Intervalos	Grau de Perigo	Côr repres.
1	0 — 4	Baixo	Verde
2	5 — 9	Moderado	Azul
3	10—19	Alto	Amarelo
4	20—39	Muito Alto	Laranja
5	> 40	Extremo	Vermelho

O comportamento do fogo que pode ser geralmente esperado de acôrdo com essas classes é o seguinte:

(1) Baixo — os combustíveis não queimam prontamente através de pequenas fontes de fogo, entretanto uma fonte de calor mais intensa, como um raio, pode começar pequenos incêndios em turfa ou madeira caída. O fogo em gramados secos e abertos pode queimar livremente poucas horas após uma chuva, mas incêndios florestais propagam-se lentamente ou moderadamente ligeiro. A média dos incêndios é de moderada intensidade, embora altas concentrações de combustível, especialmente em camadas, possam queimar bem. Fagulhas podem saltar a curta distância, mas não são persistentes. Os incêndios provavelmente não se tornarão sérios e o contrôle é relativamente fácil.

(2) Moderado — incêndios podem começar da maioria das causas acidentais, mas exceto através de raios em algumas áreas, o número de focos é geralmente baixo. O fogo em gramados secos e abertos queimam intensamente e se propagam rapidamente em dias de vento. Incêndios florestais propagam-se lentamente ou moderadamente ligeiro. A média dos incêndios é de moderada intensidade, embora altas concentrações de combustível, especialmente em camadas, possam queimar bem. Fagulhas podem saltar a curta distância, mas não são persistentes. Os incêndios provavelmente não se tornarão sérios e o contrôle é relativamente fácil.

(3) Alto — Todos os combustíveis finos mortos queimam prontamente e os incêndios começam facilmente da maioria das causas. Fogos campestres tem possibilidade de escaparem desde que não cuidados. Os incêndios se propagam rapidamente e fagulhas de curta distância são

comuns. Alta intensidade de queima pode ser desenvolvida em pendentes ou em concentrações de combustíveis finos. Os incêndios podem tornar-se sérios e seu contrôle difícil, a menos que sejam atacados prontamente enquanto pequenos.

(4) Muito alto — os incêndios começam facilmente de todas as causas e imediatamente após a ignição se propagam e aumentam de intensidade rapidamente. "Incêndios de manchas", originários de fagulhas, são um constante perigo. Quando os incêndios passam de combustíveis "leves" para combustíveis "pesados", podem rapidamente desenvolver características de alta intensidade tais como saltar fagulhas a longa distância e produzir redemoinhos de fogo. O ataque direto à cabeça de tais incêndios é raramente possível poucos minutos após haverem iniciado.

(5) Extremo — os incêndios iniciam rapidamente, se propagam furiosamente e queimam intensamente. Todos os incêndios são potencialmente sérios. O desenvolvimento de alta intensidade de queima será normalmente mais rápido e poderá provir de menores focos de fogo que a classe "muito alto" (4). O ataque direto raramente é possível e pode ser perigoso, exceto imediatamente após a ignição. Os incêndios que se propagam em direção a combustíveis "pesados" ou em povoamentos de coníferas podem se tornar impossíveis de manejar enquanto permanecerem condições extremas de queima. Sob tais condições, a única ação de contrôle segura e efetiva é sobre os flancos, até que as mudanças de tempo ou suprimento de combustível diminuam sua intensidade.

2. CANADÁ:

Os estudos para o estabelecimento do Índice de Perigo de Incêndio foram

iniciados em 1929, na província de Ontário. Em 1939 já se utilizavam os índices em três províncias e nos Parques Nacionais da região ocidental. As investigações continuaram nos anos seguintes, chegando-se ao sistema atual (Canadian Forest Fire Weather Index), publicado pelo Serviço Florestal daquele país em 1970.

O cálculo do Índice de Perigo se baseia no estado da vegetação ou sua inflamabilidade, que por sua vez depende dos fatores meteorológicos. De acordo com as condições climáticas, a vegetação estará mais ou menos úmida e o fogo se propagará com maior ou menor facilidade. Os estudos para o estabelecimento do índice analisaram, por um lado a correlação entre a secagem do combustível vegetal e os fatores meteorológicos; por outro, o comportamento de incêndios reais e experimentais em diversos casos. Para se verificar como secam os combustíveis foram feitas determinações sistemáticas de umidade por meio de pesagens de material e secagem posterior em estufa, ao mesmo tempo que se media a umidade atmosférica. Os trabalhos se realizaram com todos os tipos de combustíveis, porém principalmente com os mais próximos do solo, tais como folhas secas, ramos caídos, húmus, turfa, etc. Para confeccionar a tabela, se atribuiu a cada tipo de combustível um peso equivalente à superfície ocupada pelo mesmo na região circunscrita ao Estado. Por outra parte, se estabeleceu uma correlação entre a umidade atmosférica, a chuva e o

vento segundo a estação do ano. Com todos esses dados, se estabeleceram as tabelas básicas, que com a experiência de anos sucessivos se tem transformado.

2.1 Dados necessários ao cálculo:

Se tomam medidas da umidade relativa, chuva caída e velocidade do vento. Se recolhe também informações sobre direção do vento, visibilidade e estado do céu. Estes últimos dados servem para prever as condições de detenção e extinção dos incêndios. As Observações são feitas à 1 hora p.m.

2.2 Métodos de cálculo:

Para a determinação do índice, existem as seguintes tabelas fundamentais:

— Tabela nº 1. Índice de sequia — segundo a duração da estiagem ou da importância da chuva se obtém um índice de sequia.

— Tabela nº 2. Chuva caída — de acordo com a quantidade de chuva caída se corrige o índice inicial de perigo, transformando-o em uma letra chave.

— Tabela nº 3. Umidade relativa e vento — estes dois fatores determinam a letra chave final.

— Tabela nº 4. Índice de Perigo — a letra chave final e o índice de sequia dão o de perigo, diferenciado segundo seja primavera, verão ou outono.

2.3 Interpretação dos índices determinados:

A escala de perigo vai de 0 a 16. Estes números, para maior facilidade de assimilação estão associados a uma palavra que os qualifica, do seguinte modo:

Classe	Índice de Perigo	Grau de Perigo
1	0	Nulo
2	1 — 4	Baixo
3	5 — 8	Médio
4	9 — 12	Alto
5	13 — 16	Extremo

3. UNIÃO SOVIÉTICA:

A U.R.S.S., ao lado dos E.U.A., Canadá e Austrália, é um dos países onde os estudos e a utilização dos índices de perigo de incêndio estão mais evoluídos e disseminados. Infelizmente, devido à dificuldade de encontrar literatura adequada, não podemos apresentar os índices utilizados na União Soviética de modo

mais detalhado como fizemos para os Estados Unidos. Apresentaremos apenas um resumo dos índices mais conhecidos e divulgados.

Uma característica que chama a atenção nos índices publicados da União Soviética é a preocupação em desenvolver o cálculo do grau de perigo de fogo baseado mais em termos de inflamabilidade do que de propagação, como ocorre

em outros países. Por este motivo, os índices que conhecemos daquele país não usam diretamente a velocidade do vento nos cálculos, se bem que talvez o conhecimento desse fator meteorológico possa ser um acessório complementar para o técnico responsável pelo serviço de prevenção de incêndios.

3.1 Índice de Nesterov:

É talvez o índice de perigo de incêndio soviético mais conhecido e mais difundido no mundo. Este índice, também chamado de inflamabilidade, determina o grau de perigo de incêndio através da somatória dos dias perigosos, baseado no déficit de saturação de cada dia. A equação do índice é $G = \sum_{n=1}^n (d.t)$, onde n é o número de dias sem chuva, d é o déficit de saturação do ar em milibares e t é a temperatura do ar, todos tomados à 1 hora p.m. Sempre que há ocorrência de chuvas o índice é corrigido, pois a precipitação reduz o grau de inflamabilidade da vegetação.

A interpretação dos resultados obtidos na aplicação do índice depende das condições locais. Por exemplo, Snytkin (1964) distingue 4 classes principais de perigo de incêndio baseado no índice de Nesterov e constrói escalas do grau de perigo mostrando, para cada um dos 18⁺ diferentes tipos de floresta (principalmente coníferas, mas incluindo algumas áreas exploradas e de madeiras duras), os valores do índice nos quais os incêndios são prováveis.

3.2 Índice Higrotérmico:

Carkina (1965) discute o índice higrotérmico de perigo de fogo, $K = (C/T)n$, onde C é a precipitação total do mês, T é a soma das temperaturas médias diárias do mês e n a porcentagem de dias sem chuva. K formava uma relação hiperbólica com o número de incêndios no mês e baseado nesta relação, foi construída uma escala do grau de perigo de 5 classes, variando de "nenhum perigo" ($K \geq 30.1$) a "extremo perigo" ($K = 0$ a 5). Outro índice de perigo de incêndio, $K = (T.d)/C$, onde T é a temperatura média à 1 hora p.m. por n dias, d é a média do déficit de saturação por

n dias e C é a média de precipitação para n dias foi desenvolvido. Este K está relacionado parabolicamente com o número de incêndios no mês (correlação = 1.0) e uma segunda escala de perigo de fogo com 5 classes foi construída, variando de nenhum perigo ($K=0-10$) a extremo perigo ($K \geq 85$).

3.3 Aparelho indicador do Perigo de Incêndio:

Sesukov (1970) dá uma descrição ilustrada do desenho e as especificações de um aparelho russo para medir o grau de perigo de fogo. O aparelho tem seis vasos de diferentes tamanhos, enchidos com um dielétrico ("perlite"). As variações no conteúdo de umidade e a condutividade elétrica é medida por eletrodos parelhados, conectados a um medidor. As leituras do instrumento foram comparadas com o índice de Nesterov e 205 testes de combustão foram feitos com vários tipos de combustível. O instrumento deu uma indicação correta (combustão ou não combustão) em 93% dos casos, enquanto o índice de Nesterov foi preciso em apenas 65% dos casos. Uma escala de perigo de incêndio para vários tipos de floresta da região leste da U.R.S.S. está sendo formada, baseada nas leituras do instrumento.

3.4 Índice logarítmico de perigo de incêndio:

Helicyn (1970) desenvolveu um índice logarítmico, $\sum \log (t-r)$, onde t é a temperatura em grau centígrados e r é o ponto de orvalho, medidos à 1 hora p.m. em cada dia, após a última chuva igual ou superior a 2,5 mm. Este índice mostrou ser (segundo o autor) mais preciso que o de Nesterov ($\sum d.t$), pois ele leva em consideração o número de dias do período sem precipitação. O índice de Nesterov, por outro lado, não procede deste modo e assim não dá crédito ao fato de que a secagem do combustível é mais rápida durante vários dias frios e secos que durante poucos dias quentes e secos.

4. AUSTRÁLIA:

As peculiaridades dos bosques de *Eucalyptus* obrigaram aos pesquisadores australianos a desenvolverem um siste-

ma próprio baseando-se em observações realizadas em mais de 5.000 incêndios reais e em mais de 800 incêndios experimentais. Também se utilizou a experiência dos Estados Unidos, principalmente para o índice do sequia.

As florestas australianas, constituídas fundamentalmente por eucaliptos, apresentam características peculiares com respeito aos incêndios. Em primeiro lugar, se observa que quase todas as espécies toleram bem o fogo. Por outro lado, sob o eucaliptal geralmente não cresce sub-bosque. O combustível fino se compõe de folhas caídas, pedaços de casca, etc. Por outra parte, os eucaliptos produzem fogos secundários devido à explosão das "bolsas" cheias de óleos essenciais, situadas nas folhas e sob a casca.

Para analisar estas características se examinou o efeito do conteúdo de umidade do combustível e da velocidade do vento na velocidade de propagação do fogo; a variação diária do referido conteúdo de umidade; a variação da velocidade do vento a 10m de altura em zona aberta e a 1.50m entre o povoamento; a relação entre a quantidade de combustível e a velocidade de propagação; o efeito das pendentes; e o processo de dispersão do fogo por transporte mecânico das cascas e folhas inflamadas.

De todo este trabalho se deduziu um sistema para elaborar uma tabela de perigo de incêndio, publicada pela primeira vez por McArthur em 1958.

4.1 Dados necessários ao cálculo:

Para a determinação do índice, se toma a temperatura do ar, a precipitação, a umidade relativa e a velocidade

do vento. A duração do período de seca também se anota, assim como a situação atmosférica, se é instável ou não. A quantidade de combustível (em toneladas por acre) se deve conhecer aproximadamente também para poder determinar os dados complementares do índice. As medições devem ser feitas à 1 hora p.m.

4.2 Métodos de cálculo:

Se obtém inicialmente o índice de sequia. Para tanto se corrige o do dia anterior, segundo a chuva caída. Depois, o índice corrigido e a temperatura do ar dão o fator de sequia nas tabelas. Este, somado ao índice corrigido dá o índice de sequia de hoje.

O índice de sequia é um dos parâmetros necessários para se obter o de perigo. Com ele (índice de sequia), a chuva caída e o número de dias desde que choveu pela última vez se obtém no medidor um novo fator de sequia. Este último, a umidade relativa e a velocidade do vento dão o índice de Perigo.

O medidor consiste de uma série de escalas circulares montadas sobre um eixo. Girando-as se compõe os fatores para calcular o índice. No verso do medidor, existe uma tabela auxiliar que dá, em função do Índice de Perigo e a quantidade de combustível, a velocidade de avanço do possível incêndio, a altura das chamas e a distância média de possíveis propagações por fagulhas.

4.3 Interpretação dos índices determinados:

A escala de perigo vai de 0 a 100 e se divide nas 5 seguintes classes:

Classe	Valor do índice	Grau de perigo
1	0 — 4	Baixo
2	5 — 11	Moderado
3	12—23	Alto
4	24—49	Muito alto
5	50—100	Extremo

5. ESPANHA:

O Serviço de Incêndios Florestais, desde sua criação considerou de grande interesse o estabelecimento de um sistema de determinação do Índice de Pe-

rigo de Incêndio como instrumento auxiliar das medidas de prevenção e luta contra os incêndios. Por não existir estudos na Espanha sobre este assunto, e com o objetivo de dispor rapidamente de um procedimento de cálculo, se lançou

mão da experiência de outros países, especialmente Estados Unidos e Canadá. Após uma série de estudos, inclusive testando a eficiência de ambos no Distrito Florestal de Barcelona, optou o S.I.P. pelo sistema Canadense, "devido a sua maior simplicidade e propriedade de generalização" (Velez Muñoz, 1968).

Apesar da boa adaptabilidade do sistema canadense, foram observados alguns detalhes não satisfatórios, que tem sido corrigidos, procurando-se uma perfeita adaptação do sistema às condições daquele país. Por exemplo, o índice se mostrou pouco elástico, já que o limite máximo era 16 e devido a prolongadas épocas secas, o índice permanecia às vezes mais de dois meses indicando o mesmo valor. Isto foi corrigido através da soma de mais um fator, devido à secas prolongadas. O efeito de ventos desfavoráveis (quente e seco) também foi incorporado ao índice original, estabelecendo-se assim um índice adequadamente adaptado às condições climáticas espanholas.

5.1 — Dados necessários ao cálculo:

Para determinar o valor do índice se tem os seguintes dados: precipitação, umidade relativa do ar, duração da seca (número de dias consecutivos em que não houve chuva maior que 1,3mm), velocidade e direção do vento. As observações são feitas ao meio dia solar, isto é, à 1 hora p.m. pelo horário oficial.

5.2 — Métodos de cálculo:

Para inciar os cálculos, quando não se tem dados anteriores, pode-se partir de um índice de séquia igual a 3 e um índice de perigo igual a 8. Os índices obtidos a seguir alcançam plena validade após uma semana de observações e cálculos.

O sistema proposto compreende, além das tabelas do método canadense, uma tabela de seca prolongada e outra de vento desfavorável:

— Tabela nº 1. Índice de séquia — entrando na tabela com o índice de séquia de ontem e a precipitação do dia, se obtém o índice de séquia de hoje.

— Tabela nº 2 — Chuva caída — é a primeira tabela de correção do índice de perigo. Através do índice de perigo de ontem e da precipitação do dia, se obtém a "primeira letra chave".

— Tabela nº 3. Umidade relativa e vento — é a segunda correção do índice de perigo. Entrando na tabela com a primeira letra chave (tab. 2), a umidade relativa e velocidade do vento, se encontra a "letra final".

— Tabela nº 4. Perigo de Incêndio — constitui a terceira correção do índice de perigo. Entrando na tabela correspondente ao período do ano em que se está (existem dois) com a letra chave final (tab. 3) e o índice de séquia, se determina o índice de Perigo do dia.

— Tabela nº 5. Seca prolongada — constitui uma nova correção, devido à insuficiência do índice de séquia canadense. O valor encontrado nesta tabela com o número de dias consecutivos sem chuva (ou inferiores a 1,3mm) na primeira coluna (composta por duas sub-colunas). Na segunda coluna teremos o número que se deve somar ao índice de Perigo. Se chover um ou dois dias seguidos, o valor a somar se reduzirá ao que indica a tabela através das colunas subsequentes. Ao terceiro dia de chuva o valor a somar será nulo.

— Tabela nº 6. Vento desfavorável — se houver vento desfavorável, soma-se o valor encontrado nessa tabela (de acordo com a velocidade do referido vento) ao índice obtido anteriormente. Se não existir nenhuma direção de vento que influa no grau de perigo, não se leva em conta este fator.

5.3 — Interpretação dos índices determinados:

A seguinte escala foi adotada, tomando em conta os diversos valores que o índice pode alcançar:

Classe	Valor do índice	Grau de perigo
1	.....0	Nulo
2	.....1 — 4	Baixo
3	.....5 — 8	Médio
4	.....9 — 12	Alto
5	.....13 ao mais	Extremo

O comportamento esperado dos incêndios, de acordo com as classes adotadas é o seguinte:

(1) Nulo — geralmente não existe risco de incêndios. Podem ser originados por raio, porém sua propagação é praticamente nula.

(2) Baixo — os incêndios podem originar-se por fogueiras ou outras fontes caloríficas de certa intensidade. Se propagam lentamente e são de fácil extinção.

(3) Médio — os incêndios podem originar-se por fósforos e tendem a propagar-se. Não existe dificuldade na extinção quando se atua com rapidez.

(4) Alto — os incêndios se iniciam facilmente de fósforos, brasas ou pontas de cigarro. Se propagam rapidamente e são de difícil extinção.

(5) Extremo — os incêndios podem produzir-se por pequenas fagulhas, que ardem com intensidade propagando o fogo com grande violência. Sua extinção é extraordinariamente difícil.

TABELA I
INDICE DE SEQUIA

Índice inicial de sequia	Altura de chuva em milímetros									
	0,0 a 1,3	1,4 a 2,5	2,6 a 3,6	3,7 a 4,6	4,7 a 5,6	5,7 a 7,6	7,7 a 9,6	9,7 a 11,7	11,8 a 13,5	13,0 a más
	INDICE DE SEQUIA DE HOY									
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	5	4	2	1	0	0	0	0	0	0
5	6	5	3	1	0	0	0	0	0	0
6	7	6	4	2	1	0	0	0	0	0
7	8	7	5	3	2	0	0	0	0	0
8	9	8	6	4	2	1	0	0	0	0
9	10	9	7	5	3	1	0	0	0	0
10	11	10	8	6	4	2	0	0	0	0
11	12	11	9	7	5	3	0	0	0	0
12	13	12	10	8	6	3	1	0	0	0
13	14	13	11	9	7	4	1	0	0	0
14	15	14	12	10	8	5	2	0	0	0
15	16	15	13	11	9	6	3	0	0	0
16	17	16	14	12	10	7	4	1	0	0
17	18	17	15	13	11	8	4	1	0	0
18	19	18	16	14	12	9	5	2	0	0
19	20	19	17	15	13	10	6	3	0	0
20	21	20	18	16	14	11	7	4	1	0
21	22	21	19	17	15	12	8	4	1	0
22	23	22	20	18	16	13	9	5	2	0
23	24	23	21	19	17	14	10	6	3	0
24	25	24	22	20	18	15	11	7	3	0
25	25	25	23	21	19	16	12	8	4	0

TABELA 2

LLUVIA CAIDA

Tabela 1 — Índice de sequia de hoje, determinado através do índice inicial de sequia (de ontem) e da quantidade de chuva em mm.

Tabela 2 — Primeira letra chave, determinada através do índice inicial de perigo (de ontem) e da quantidade de chuva em mm.

§ Extraídas de Montes, vol. 24, nº 143, 1968.

Índice inicial de perigo	Altura de lluvia en milímetros						
	0,0	0,1	0,6	1,1	1,9	3,1	12,8
	a	a	a	a	a	a	o
	0,5	1,0	1,8	3,0	12,7	más	
	PRIMEIRA LETRA CLAVE						
0	d	c	c	b	b	a	a
1	e	d	d	b	b	b	a
2	f	e	d	c	b	b	a
3	g	e	d	c	c	b	a
4	h	f	e	c	c	b	a
5	i	f	e	c	c	b	a
6	j	g	e	d	c	b	a
7	k	g	e	d	c	b	a
8	l	g	e	d	c	b	a
9	m	g	e	d	c	b	a
10	n	h	e	e	c	b	a
11	o	h	f	e	c	b	a
12	p	h	f	e	c	b	a
13	q	i	f	e	c	b	a
14	r	i	g	e	c	b	a
15	s	l	g	e	c	b	a
16	t	l	g	e	c	b	a

6. ARGENTINA:

O cálculo do Índice de Perigo foi estabelecido na Argentina em 1956. Como base se empregaram as tabelas canadenses de 1946, elaboradas por Beall.

Da mesma forma que os outros sistemas, se baseia no fato de que os fatores meteorológicos modificam a umidade do material florestal e portanto sua inflamabilidade. Por outra parte, influem também na propagação do fogo.

O índice de perigo é calculado como uma combinação de outros dois: o de inflamabilidade e o de secagem. O de inflamabilidade mede o estado do combustível, enquanto o de secagem reflete sua possível evolução, originando-se de ambos o de Perigo.

6.1 — Dados necessários ao cálculo:

São necessários dados de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar

e velocidade do vento, todos tomados à 1 hora p.m.

6.2 — Métodos de cálculo:

Para o cálculo existem as seguintes tabelas fundamentais:

— Índice de inflamabilidade (tempo úmido) — quando a chuva é superior a 0,25mm se obtém o índice em função dessa precipitação e do índice do dia anterior.

— Índice de inflamabilidade (tempo seco) — quando a precipitação é inferior a 0,25mm. Está dividida em três tabelas: para temperaturas menores que 15°C; de 16 a 25°C; e maiores que 26°C. O índice de inflamabilidade é dado, em cada uma delas, através da umidade relativa, velocidade do vento e índice do dia anterior dão o índice de sequia de hoje.

— Índice de Perigo de Fogo — o índice de inflamabilidade e o de sequia combinados dão o perigo de fogo.

TABELA 3
HUMEDAD RELATIVA Y VIENTO

Primera letra clave	HUMEDAD RELATIVA																								
	30% o menos VIENTO					31% a 40% VIENTO					41% a 55% VIENTO					56% a 75% VIENTO					76% o más VIENTO				
	0	7	14	21	29	0	7	14	21	29	0	7	14	21	29	0	7	14	21	29	0	7	14	21	29
a	f	f	gg	gg	h	e	e	f	f	gg	e	e	f	f	gg	c	e	e	f	gg	b	c	d	d	e
b	gg	gg	gg	gg	h	f	f	gg	gg	h	f	f	gg	gg	h	d	e	e	f	gg	c	d	e	e	f
c	h	h	h	h	i	gg	gg	h	h	i	gg	gg	h	h	i	e	f	f	gg	gg	d	e	e	f	gg
d	i	i	i	i	j	h	h	i	i	j	h	h	i	i	j	f	gg	gg	gg	gg	e	f	f	gg	gg
e	j	j	j	j	k	i	i	j	j	k	i	i	j	j	k	gg	h	h	h	h	f	gg	gg	gg	gg
f	k	k	k	k	l	j	j	k	k	l	j	j	k	k	l	h	i	i	i	i	gg	h	h	h	h
g	l	l	l	l	m	k	k	l	l	m	k	k	l	l	m	i	j	j	j	j	h	i	i	i	i
h	m	m	m	m	n	l	l	m	m	n	l	l	m	m	n	j	k	k	k	k	i	j	j	j	j
i	n	n	n	n	o	m	m	n	n	o	m	m	n	n	o	k	l	l	l	l	j	k	k	k	k
j	o	o	o	o	p	n	n	o	o	p	n	n	o	o	p	l	m	m	m	m	k	l	l	l	l
k	p	p	p	p	q	o	o	p	p	q	o	o	p	p	q	m	n	n	n	n	l	m	m	m	m
l	q	q	q	q	r	p	p	q	q	r	p	p	q	q	r	n	o	o	o	o	m	n	n	n	n
m	r	r	r	r	s	q	q	r	r	s	q	q	r	r	s	o	p	p	p	p	n	o	o	o	o
n	s	s	s	s	t	r	r	s	s	t	r	r	s	s	t	p	q	q	q	q	o	p	p	p	p
o	t	t	t	t	t	s	s	t	t	t	s	s	t	t	t	q	r	r	r	r	p	q	q	q	q
p	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	r	s	s	s	s	q	r	r	r	r
q	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	s	t	t	t	t	r	s	s	s	s
r	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	s	t	t	t	t
s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t

TABELA 3 — Letra chave final, determinada através da primeira letra chave, umidade relativa e velocidade do vento.
§ Extraída de Montes, vol. 24, nº 143, 1968.

T A B E L A 4

TABLA DEL PELIGRO DE INCENDIO

PERÍODO DE PRIMAVERA Y VERANO

PERÍODO DE OTOÑO

Letra clave final	Índice de sequía de hoy					
	0	4	7	11	17	25
a	a	a	a	a	a	25
3	6	10	16	24		
	INDICE DE PELIGRO DE HOY					
b	0	0	1	3	4	5
c	0	0	1	3	4	5
d	0	1	2	3	4	5
e	1	2	3	4	5	6
f	3	4	5	6	7	8
g	4	5	6	7	8	9
h	5	6	7	8	9	10
i	6	7	8	9	10	11
j	6	7	8	9	10	11
k	7	8	9	10	11	12
l	8	9	10	11	12	13
m	9	10	11	12	13	14
n	9	10	11	12	13	14
o	10	11	12	13	14	15
p	10	11	12	13	14	15
q	11	12	13	14	15	16
r	11	12	13	14	15	16
s	12	13	14	15	16	16
t	12	13	14	15	16	16

Letra clave final	Índice de sequía de hoy					
	0	4	7	11	17	25
a	a	a	a	a	a	25
3	6	10	16	24		
	INDICE DE PELIGRO DE HOY					
b	0	0	1	3	4	5
c	0	0	1	3	4	5
d	0	1	2	3	4	5
e	1	2	3	4	5	6
f	2	3	4	5	6	7
g	3	4	5	6	7	8
h	4	4	5	6	7	8
i	4	5	6	7	8	9
j	5	6	7	8	8	9
k	5	7	8	9	9	10
l	6	7	8	9	10	11
m	7	8	9	9	10	11
n	7	8	9	10	11	12
o	8	9	10	11	12	13
p	9	10	11	12	13	14
q	9	10	11	12	13	14
r	10	11	12	13	14	15
s	11	12	13	14	15	16
t	11	12	13	14	15	16

TABELA 4 — Índice de Perigo de Incêndio, determinado através da letra chave final e do índice de sequia de hoje.

Na realidade são duas tabelas, para serem usadas de acôrdo com a estação do ano: uma para a Primavera e Verão e a outra para o Outono. Durante o inverno praticamente não há perigo de incêndio, devido às condições climáticas do país.

§ Extraída de Montes, vol. 24, nº 143, 1968.

6.3 Interpretação dos índices determinados

A escala de perigo vai de 0 a 16 e está dividida nas seguintes classes:

Classe	Valor do índice	Grau de perigo
1.....	0.....	Sem perigo
2.....	1 — 4....	Baixo
3.....	5 — 8....	Moderado
4.....	9 — 12....	Alto
5.....	13—16....	Muito alto

7. BRASIL

No Brasil não existe ainda um serviço ou órgão que trate dos problemas de incêndios florestais, pois o Instituto Bra-

sileiro de Desenvolvimento Florestal ainda não despertou para o problema, apesar das vultosas perdas que anualmente os incêndios florestais causam, principalmente nas regiões centro e sul do país. Portanto não existe ainda uma orientação oficial nem estudos concretos para a adção de um Índice de Perigo de Incêndio de caráter geral. Algumas indústrias privadas adotam o índice usado nos Estados Unidos, sem nenhuma adaptação, nem sequer no sistema de medidas decimal que é utilizado no Brasil.

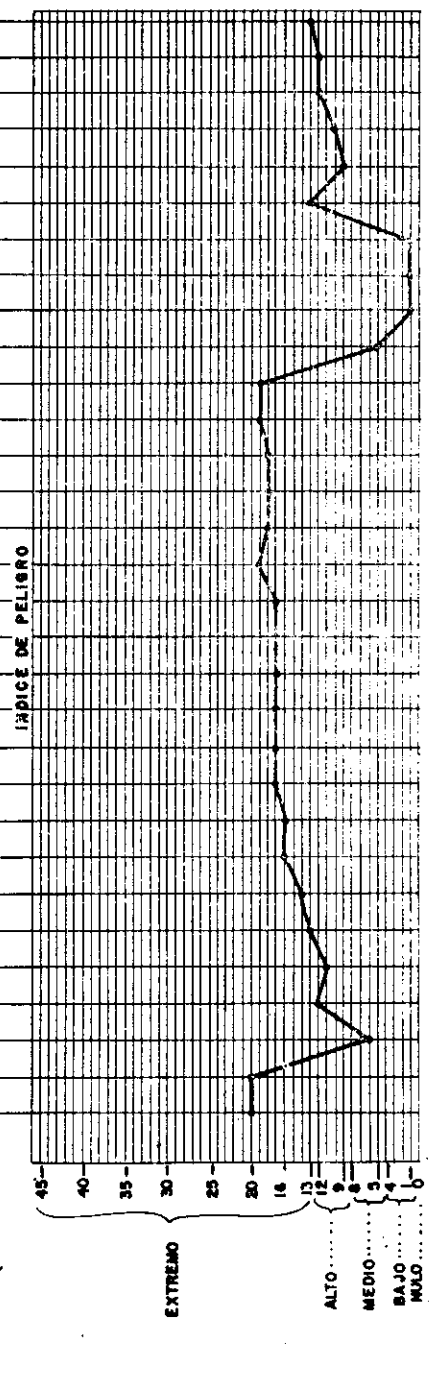
Em 1963, a Divisão de Estudos e Pesquisas Metereológicas do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, devido ao catastrófico incêndio ocorrido no Estado do Paraná, promoveu a divul-

GRAFICA DEL PELIGRO DE INCENDIOS

Estacion meteorologica de _____

Observaciones en el mes de _____ 19__

Provincia de _____	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
FECHA	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)			
LLOVIA EN mm	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
HUMEDAD RELATIVA %	23	35	63	31	47	53	55	21	27	16	34	20	28	24	25	20	15	31	25	40	24	70	57	45	58	80	45	38	34	25	40				
VELOCIDAD VIENTO km/h	8	25	15	15	0	0	15	16	15	20	15	4	0	8	4	8	8	0	20	15	15	8	12	10	8	20	11	15	20	10	5				
DIRECCION DEL VIENTO	E	E	E	E	-	W	W	NW	NW	NW	N	E	E	SE	SE	S	SE	SE	E	N	N	N	N	N	N	S	S	E	E	E	E				
INDICE DE SEQUIA	25	25	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	13	0	0	1	2	3	4	5	6	7				
DIAS ANTERIORES CONSECUTIVOS SIN LLUVIA	40	41	-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	-	-	-	0	1	2	3	4	5	6				
INDICE CANADIENSE	16	16	6	10	9	11	12	16	14	15	15	15	15	15	15	15	18	10	16	16	16	4	1	1	1	4	8	10	12	13					
SEQUIA VIENTO DESFAVORABLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
SEQUIA PROLONGADA	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
INDICE CORREGIDO	20	20	8	12	11	13	14	16	16	17	17	17	17	17	17	19	18	18	18	19	19	5	1	1	1	13	9	10	12	12	13				
NO DE INCENDIOS																																			
SUPERFICIE AFECTADA																																			
ARROLADA m																																			
DESARROLADA m																																			
TOTAL ha																																			



FORMULARIO USADO PELO SERVIÇO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DA ESPANHA PARA REGISTRO DE DADOS METEOROLOGICOS E DE PERIGO DE INCÊNDIO
 Extraido de "MONTES" vol 24, nº143-1968

gação de dois índices, considerados os mais viáveis às condições do país, considerando-se a "precária situação da aparelhagem do Serviço de Meteorologia" do interior do país. Estes índices tem sido utilizados por algumas indústrias particulares, porém nota-se claramente que necessitam de uma melhor adaptação às condições climáticas locais. Esses índices são:

7.1 — Índice de Perigo de Fogo (fórmula de Angstrom):

Desenvolvido na Suécia por Angstrom, baseia-se fundamentalmente na umidade relativa e na temperatura do ar, tomados à 1 hora p.m.:

$$B = 5.H - 0,1(t - 27)$$

sendo **H** a umidade relativa do ar, **t** a temperatura do ar e 5 e 0,1 valores constantes. Sempre que **B** for menor que 2,5 haverá perigo de incêndio.

7.2 — Índice de Inflamabilidade (ou de Nesterov):

Desenvolvido na União Soviética por Nesterov, este índice dá uma idéia melhor do grau de perigo que o anterior, devido ao seu caráter acumulativo:

$$G = \sum_{n=1}^n (d.t)$$

sendo **n** o número de dias sem chuva, **t** a temperatura do ar e **d** o déficit de saturação do ar (tensão máxima menos tensão real de vapor de água em mb), todos tomados à 1 hora p.m.

Sendo o índice acumulativo, o índice de hoje será igual ao índice de ontem mais o produto de **d.t** de hoje. No caso de chuva, o índice sofre as seguintes reduções:

— Inferior a 2mm — considerar como sem chuva e continuar o cálculo normalmente.

— De 2 a 5mm — abater 25% no valor de **G** calculado (de ontem) e somar o valor de **d.t** de hoje.

— De 5 a 8mm — abater 50% no valor de **G** calculado (de ontem) e somar o valor de **d.t** de hoje.

— De 8 a 10mm — abandonar a soma anterior de **G** e recomeçar novo cálculo a partir do **d.t** de hoje.

— Superior a 10mm — interromper o cálculo e recomeçá-lo no dia seguinte, segundo as regras do caso anterior. No caso da chuva persistir por vários dias volta-se a calcular somente depois que a chuva pare.

O grau de perigo é interpretado segundo a seguinte tabela:

Valor de G	Grau de perigo
< 300	Nenhum risco
300 — 500	Risco fraco
500 — 1000	Risco médio
1000 — 4000	Grande perigo
> 4000	Perigosíssimo

APLICAÇÕES E UTILIDADE DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIO

O Índice de Perigo de Incêndio é um valioso instrumento para os responsáveis pela prevenção e combate aos incêndios florestais, pois ao fornecer o grau de perigo, ou seja, a probabilidade de ocorrência dos incêndios, permite um planejamento mais racional e econômico dos meios de combate aos incêndios florestais nas diversas épocas do ano. Os seguintes pontos podem ser definidos como aplicação e utilidade dos índices de perigo:

1. Conhecimento do grau de perigo — medindo a inflamabilidade do combustível florestal, o índice permite conhecer diariamente o estado em que se encontra a vegetação florestal e o seu potencial de fogo.

2. Planejamento da prevenção — as medidas preventivas deverão ser intensificadas quando o índice sobe. Por outro lado, se o índice indica não haver perigo as medidas de prevenção e prontidão para o combate podem ser atenuadas, conseguindo-se assim uma certa economia no setor de proteção, pois o pessoal e equipamento de alerta podem ser designados para outros trabalhos.

3. Permissão para queimas — o índice deve ser um dos fatores fundamentais a se levar em conta para conceder permissão para queima. Quando o perigo é alto ou extremo, não se deve fazer

concessões para o uso do fogo de nenhuma maneira.

4. **Fixação das zonas de perigo** — um estudo comparado da extensão dos incêndios e dos valores dos índices em vários anos permite determinar as zonas mais perigosas bem como as épocas em que este perigo é maior.

5. **Comportamento do fogo** — os sistemas que determinam também o índice de propagação (E.U.A. e Austrália p. ex.), possibilitam uma boa idéia do compor-

tamento do fogo de acordo com os valores desses índices.

6. **Advertência pública do perigo de incêndios** — com a finalidade de que todas as pessoas que visitam a floresta (técnicos florestais, caçadores, excursionistas, acampadores, etc.) saibam também o grau de perigo de incêndio, convém divulgar, através dos meios disponíveis, os valores dos índices. Essa divulgação ajuda a formar na população uma maior conscientização para os problemas que os incêndios podem causar às florestas.

BIBLIOGRAFIA

1. BARNEY, R. J. National fire-danger rating system fine-fuel moisture content tables — an Alaskan adaptation. U.S. For. Serv. Res. Note n° PNW-109, 1969, 12p.
2. BROWN, J. K. Hourly variation in fire danger in the Lake States. U.S. For. Serv. Note n° LS — 45, 1964. 2 p.
3. CANADIAN FOREST FIRE WEATHER INDEX. Canadian Forestry Service. Ottawa, 1970. 25 p.
4. CARKINA, A. P. Construction of local fire-danger scales (as exemplified by the Kostroma region). Sborn. Rabot Lesn. Hoz. Vsesojuz. Nanc. Issled. Inst. Lesovod. N° 50, 1965. pp. 252-280. Orig. não consultado, tirado do For. Abst. Vol. 29.
5. CASTELLANOS, O. e PAPARA, A. Tables of fire danger. An. Adm. Nac. Bosques, Buenos Aires, 1956. pp. 143-176.
6. CHENEY, N. P. Predicting fire behaviour with fire danger tables. Australian Forestry 32 (2): 71-79. 1968.
7. COUNTRYMAN, C. M. Rating fire danger by the multiple basic index system. Journal of For. 64 (8): 531-536. 1966.
8. CROSBY, J. S. Probability of fire occurrence can be predicted. U.S. For. Serv. Technical Paper Central States For. Exp. Sta. N° 143, 1954. 14 p.
9. FAHNESTOCK, G. R. Two keys for appraising forest fire fuels. U.S. For. Serv. Res. Note N° PNW — 99, 1970. 26 p.
10. HAINES, D. A. e SANDO, R. W. Climatic conditions preceding historically great fires in the North Central Region. U.S. For. Serv. Res. Paper N° NC — 34, 1969. 19 p.
11. HAINES, D., MAIN, W. e JOHNSON, J. VON. Relation between the national fire danger spread component and fire activity in the Lake States. U.S. For. Serv. Res. Pap. N° NC-41, 1970. 8 p.
12. KARLIKOWSKI, T. The evaluation of applicability of prognostic methods for the status of forest fire hazard during years 1965-1966. Proc. 14 th. Cong. Inst. Union For. Res. Organ. Munich, 1967. pp. 802-818. Orig. não cons. For. Abst. vol. 29.
13. KIIL, A. D. e QUINTILIO, D. Occurrence and behavior of forest fires related to fire danger rating in Alberta, 1957-1963. Inform. Rep. For. Res. Lab. Calgary N° A-X—25, 1969. 20 p.
14. KORNIL'EV, N. V. Investigation of ignition conditions in source forest types. Lesn. Hoz. 17(7): 78-82. 1963. Orig. não cons. Tirado do For. Abst. vol. 25.
15. LINDENMUTH, A. W. JR. Development of the 2-index system of rating forest fire danger. J. For. 59(7): 504-509. 1961.
16. NELSON, R. M. The national fire danger rating system: derivation of spread index for eastern and southern states. U.S. For. Serv. Res. Pap. N° SE-13, 1964. 44 p.
17. SESUKOV, M. A. Determining fire danger by an indicator instrument. Lesn. Hoz. N° 5: 77-881. 1970. Orig. não consult. Tirado do For. Abst. 32(1).
18. SNYTKIN, G. V. Determining fire danger in the Timirjazev lespromkhoz (Tomsk region). Lesn. Hoz. 17(1): 59-51. 1964. Orig. não cons. Tirado do For. Abst. vol. 25.
19. SOARES, R. V. Proteção Florestal. Curitiba, Centro de Pesquisas Florestais, 1971. 180 p. (mimeografado).
20. STOLJARCUK, L. V. Forest fire prediction by meteorological factors. Lesn. Hoz. 22(10): 66-68. 1969. Orig. não consult. Tirado do For. Abst. 31(3).
21. TELICYN, G. P. Logarithmic index of fire weather danger for forests. Lesn. Hoz. N° 11: 58-59. 1970 Orig. não consult. Tirado do For. Abst. 32(3).
22. VELEZ MUÑOZ, R. Indices de peligro de incendio. Montes, Madrid, 24(143): 149-447. 1968.
23. VINES, R. G. A survey of forest fire danger in Victoria (1937-1969). Austral. For. Res. 4(2): 39-44. 1969.
24. WILLIAM, D. E. Forest fire control (in Canada). For. Chronicle 43(1): 83-92. 1967.