

## 1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais vem sendo um problema cada vez mais frequente no Brasil, causando preocupação às autoridades responsáveis pelos setores de manejo e proteção florestal, tanto em áreas de preservação como nas de exploração comercial (Ferraz & Vettorazzi, 1997).

A ocorrência de incêndios, além dos danos ambientais, como a liberação de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (gás de efeito estufa), morte da macro e micro fauna, depauperamento do solo, eliminação de microorganismos responsáveis pelos processos de decomposição e aeração do solo, destruição da matéria orgânica e alteração do equilíbrio do meio, ainda provoca sérios prejuízos à biodiversidade nas áreas de preservação e às empresas de exploração de florestas plantadas (Cianciulli, 1981).

Os períodos de maior ocorrência dos incêndios florestais são nos meses do ano em que as condições ambientais ficam favoráveis, ou seja, sem chuva, alta temperatura e baixa umidade relativa, que ocorrendo por vários dias irá possibilitar a redução da umidade da matéria vegetal viva e morta, aumentando sua inflamabilidade. Sob tais condições, os riscos de incêndios são elevados e seu agravamento se dá quanto maior for a sequência de dias sob as condições favoráveis. Esses períodos são facilmente detectáveis através do balanço hídrico regional, sendo esse, de acordo com Batchelder & Hirt (1966), uma alternativa para o monitoramento do risco.

Existem diversos métodos de estimativa do risco de incêndios, os quais são utilizados visando auxiliar na prevenção e planejamento de combate. Dentre esses, o mais empregado no Brasil é a Fórmula de Monte Alegre (FMA), método acumulativo, que requer dados de umidade relativa às 13h e chuva diária (Cianciulli, 1981). Esse método vem sendo largamente utilizado, inclusive em sistemas de mapeamento de risco, utilizando-se sistemas de informações geográficas (Ferraz & Vettorazzi, 1996 e Ferraz & Vettorazzi, 1997).

Apesar da simplicidade e facilidade de uso, a FMA tem como inconveniente a utilização da umidade relativa às 13h, dado que frequentemente não está disponível para sistemas de monitoramento em larga escala, o que acaba dificultando seu emprego, principalmente em áreas que dispõe apenas de dados de temperatura e chuva.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar uma alternativa preliminar para a determinação do risco de incêndios florestais, utilizando-se a deficiência hídrica acumulada como variável ambiental.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado utilizando-se dados meteorológicos provenientes de uma estação automática,

<sup>1</sup> Setor de Agrometeorologia, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. E-mail: pcsentel@esalq.usp.br

<sup>2</sup> Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite / EMBRAPA, Campinas, SP.

em Piracicaba, SP (Lat.: 22°42'S, Long.: 47°38'W, Alt.: 546m), durante os anos de 1999 e 2000. Foram utilizados dados diários de temperatura média do ar (T) e chuva (P), e a umidade relativa às 13h (UR<sub>13h</sub>), os quais foram empregados no cálculo da Fórmula de Monte Alegre (Cianciulli, 1981) e do balanço hídrico climatológico de Thornthwaite & Mather (1955), com a evapotranspiração potencial sendo estimada pelo método de Thornthwaite.

A Fórmula de Monte Alegre, determina o risco de incêndio a partir das seguintes expressões:

$$FMA_{hoje} = 100 UR_{13h}^{-1}$$

$$FMA_{ac} = FMA_{ontem} \cdot f + FMA_{hoje}$$

em que: FMA<sub>hoje</sub> é o risco de hoje, FMA<sub>ontem</sub> o risco acumulado até ontem, FMA<sub>ac</sub> o risco acumulado até hoje, f um fator de correção, variando de 0 a 1, dependente da chuva ocorrida nas últimas 24h. O FMA<sub>ac</sub> indica o nível de risco, sendo nulo para valores menores ou iguais a 1, pequeno para valores entre 1,1 e 3, médio para valores entre 3,1 e 8, alto para valores entre 8,1 e 20 e muito alto para valores acima de 20.

Os valores de FMA<sub>ac</sub> foram correlacionados aos valores de deficiência hídrica acumulada (DEF<sub>ac</sub>), obtida do balanço hídrico climatológico, para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm, avaliando-se o grau de ajuste entre as variáveis. Para acúmulo da DEF, utilizou-se o seguinte critério: acumulou-se os valores de DEF sempre que eles forem sequenciais; quando a DEF do período foi igual a zero, zerou-se o valor de DEF<sub>ac</sub> e reiniciou-se novo acúmulo a partir daí. A contabilização do índice de risco FMA foi feita diariamente, enquanto que a da DEF foi feita para períodos quinquidiais, levando-se em conta apenas os valores de FMA do quinto dia, que correspondiam ao final do quinquídio.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os balanços hídricos climatológicos dos anos de 1999 e 2000, utilizados neste estudo, que caracterizam os períodos de maiores riscos de ocorrência de incêndios, comparando-os ainda ao balanço hídrico normal para Piracicaba, SP. Observa-se que esses anos tiveram período de estiagem bastante pronunciados, bem acima da média, justificando sua utilização.

A Figura 2 apresenta a relação entre a DEF<sub>ac</sub> e o índice de risco de incêndios FMA<sub>ac</sub> para o período analisado. Observa-se que houve excelente ajuste entre as variáveis, com R<sup>2</sup> > 0,95, tanto pela função quadrática (Figura 1a) como pela função linear (Figura 1b), sendo que em ambos os casos o coeficiente linear foi igual a zero.

Isso permite o estabelecimento da estimativa da FMA<sub>ac</sub> a partir da DEF<sub>ac</sub>, utilizando-se a partir daí a escala de risco de Monte Alegre, assim como o desenvolvimento de uma escala de risco baseada exclusivamente na deficiência hídrica, como pode-se ver na Tabela 1.

Apesar da fase preliminar deste estudo, é visível a potencialidade do método proposto, sendo este uma alternativa simples e prática para a determinação do risco de incêndio em locais onde se dispõe apenas de dados de temperatura e chuva.



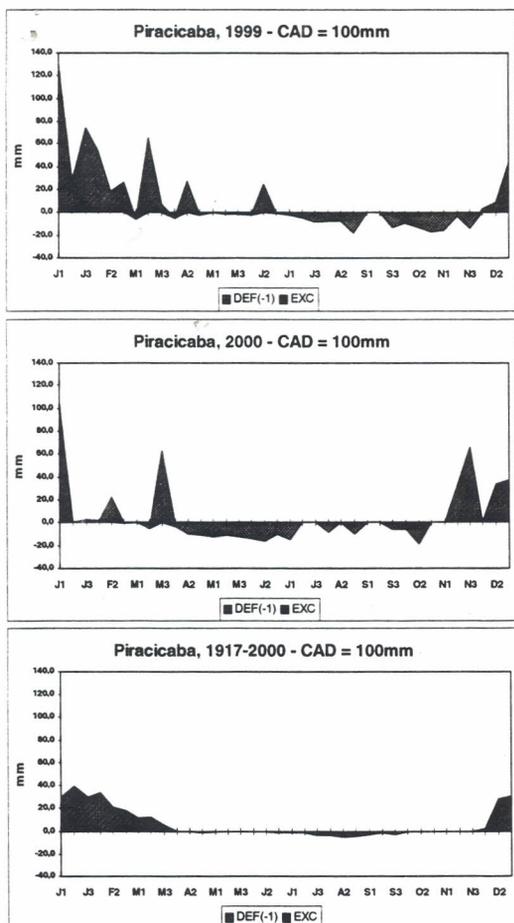


Figura 1. Extrato do balanço hídrico climatológico para os anos de 1999, 2000 e para um ano normal, em Piracicaba, SP

Tabela 1. Índice de risco de incêndio baseado na deficiência hídrica acumulada, obtida do balanço hídrico climatológico de Thornthwaite & Mather (1955), CAD = 100mm

DEFac	Grau de Risco
< 1,0	Nulo
1,0 a 2,9	Pequeno
3,0 a 6,9	Médio
7,0 a 14,9	Alto
≥ 15,0	Muito Alto

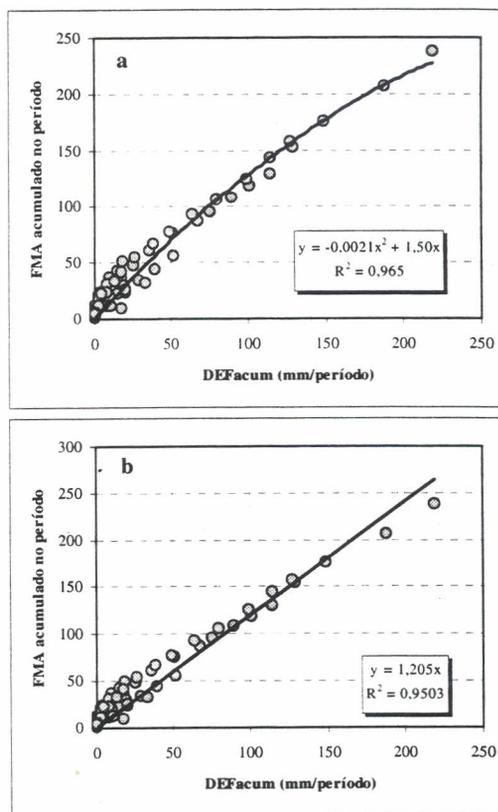


Figura 2. Relação entre  $FMA_{ac}$  e  $DEF_{ac}$ , nos anos de 1999 e 2000, em Piracicaba, SP

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batchelder, R.B., Hirt, H.F. *Fire in tropical forests and grasslands*. US Army - Earth Sciences Division. 380p. 1966.
- Ciunciulli, P.L. *Incêndio Florestal: Prevenção e Combate*. Nobel, 1981. 169p.
- Ferraz, S.F.B., Vettorazzi, C.A. Emprego de um SIG no mapeamento de risco de incêndios florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, Belo Horizonte. Resumos. p.45-46, 1996.
- Ferraz, S.F.B., Vettorazzi, C.A. Emprego do índice de Monte Alegre em um sistema de informações geográficas na produção de mapas diários de risco de incêndios em áreas florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba. Anais. p. 401-403, 1997.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R. *The water balance*. Publications in Climatology. Laboratory of Climatology, New Jersey, v.8, 104p. 1955.