

## Índices de risco de incêndios florestais em Juiz de Fora/MG

Fillipe Tamiozzo Pereira Torres<sup>1,2</sup>, Guido Assunção Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Florestal, UFV - [torresftp@yahoo.com.br](mailto:torresftp@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Presidente Antônio Carlos,  
Campus II, Ubá, Minas Gerais, Brasil.

Recebido em 13 de Fevereiro de 2008

---

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência dos índices FMA, Telicyn, Nesterov, P-EVAP e EVAP/P para a previsão de incêndios florestais em Juiz de Fora, definir a estação normal do fogo, definir o melhor horário de coleta dos dados e período de maior eficiência dos índices. De acordo com os resultados, a estação normal do fogo ficou caracterizada como o período compreendido entre os meses de junho à outubro. Observou-se a maior eficiência dos dados quando coletados às 15:00 horas e o índice EVAP/P como o mais eficiente quando utilizado durante o ano inteiro.

**Palavras chaves:** Incêndio florestal, eficiência, índice de previsão.

---

### Efficiency of indices of risk of forest fire in Juiz de Fora/MG

#### Abstract

The objective of this work is to analyze the efficiency of the indexes FMA, Telicyn, Nesterov, P-EVAP and EVAP/P for the forecast of forest fire in Juiz de Fora, with definition of the normal station of the fire, the best schedule of collection of the data and period of larger efficiency of the index. In agreement with the results, the normal station of the fire was characterized as the period from the months of June up to October. The largest efficiency of the data was observed when collected to the 15:00 hours and the index EVAP/P as the most efficient when used during the whole year.

**Key words:** Fire, efficiency, forecast.

#### Introdução

As notícias sobre as ocorrências de incêndios florestais no Brasil e em outras partes do mundo, causando alterações drásticas no ambiente e danos econômicos importantes, ressaltam a necessidade de se adotar mecanismos para reduzir o número de incêndios e a extensão de seus danos (Batista, 2000).

A alternativa utilizada pela maioria dos órgãos

responsáveis pela proteção dos recursos naturais é a adoção de técnicas e medidas de prevenção dentro de uma política adequada de planejamento de distribuição dos recursos destinados à proteção contra incêndios florestais.

Segundo Carapiá (2006), a redução sistemática dos habitats florestais, provenientes de sucessivos incêndios, tem estimulado o desenvolvimento de novas abordagens para a produção de mecanismos de prevenção, controle e

combate ao fogo. As primeiras iniciativas nesse sentido procuraram determinar o índice de risco ou as condições meteorológicas que contribuem para a ocorrência e a persistência de incêndios florestais.

Ainda de acordo com a autora, o índice de risco de incêndio ou perigo de incêndio constitui uma tentativa de quantificar a probabilidade de um fogo ocorrer e se propagar quando existe uma fonte de ignição. Este índice é representado por um único número e deve ser avaliado diariamente usando dados observados ou medidos. Mutch (1970) define como um termo geral que expressa o resultado dos fatores constantes e variáveis, os quais afetam as chances de um incêndio iniciar e propagar. Soares (1972) definiu índices de perigo de incêndios como sendo números que refletem antecipadamente a probabilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade do mesmo se propagar, de acordo com as condições atmosféricas em uma dada escala temporal.

A importância destes índices está ligada à tendência moderna de prevenção e pré-supressão de incêndios. É mais vantajoso evitar um incêndio ou mesmo atacá-lo imediatamente após o início do que combatê-lo após estabelecido e propagado (Sampaio, 1999).

Corroborando, Nunes (2005) afirma que dentre as medidas preventivas existentes, a utilização de um índice de perigo confiável é fator fundamental para um planejamento mais eficiente das medidas de prevenção e para a adoção de ações rápidas e efetivas nas atividades de combate aos incêndios florestais, visando à redução de perdas e, conseqüentemente, dos prejuízos financeiros advindos da ocorrência de eventos catastróficos.

Para Soares (1998) um importante aspecto a ser considerado quando se seleciona um índice já existente ou se desenvolve um novo, é que as informações necessárias ao seu cálculo estejam disponíveis na região ou país onde o mesmo será utilizado.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a estação normal do fogo e analisar a eficiência dos índices Fórmula de Monte Alegre – FMA (Soares, 1972); Índice Logarítmico de Telicyn; Índice de Nesterov; Índice acumulativo P-EVAP (Sampaio, 1991) e Índice acumulativo EVAP/P (Sampaio, 1991). Além de definir o melhor horário de coleta dos dados utilizados nos índices (13:00 ou 15:00 horas) e a eficiência da utilização dos índices durante o ano todo, durante a estação normal do fogo e fora da estação normal do fogo.

## Material e Métodos

Os dados para o presente estudo foram coletados durante o período de 1995 a 2004. Os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Com relação à temperatura e umidade foram utilizados 2 valores, uma medição realizada às 13:00 h e outra medida às 15:00 h.

As informações sobre as 3.118 ocorrências de incêndios florestais dentro da área urbana do município foram fornecidas pelo 4º Batalhão de Bombeiros Militares (4º BBM).

O município de Juiz de Fora, com uma população de 456.432 habitantes (IBGE, 2000), localiza-se no sudeste do Estado de Minas Gerais (Figura 1), na Mesorregião Geográfica da Zona da Mata Mineira, estando, o centro da cidade, nas coordenadas 21° 41' 20" S e 43° 20' 40" W (PJF, 1996).

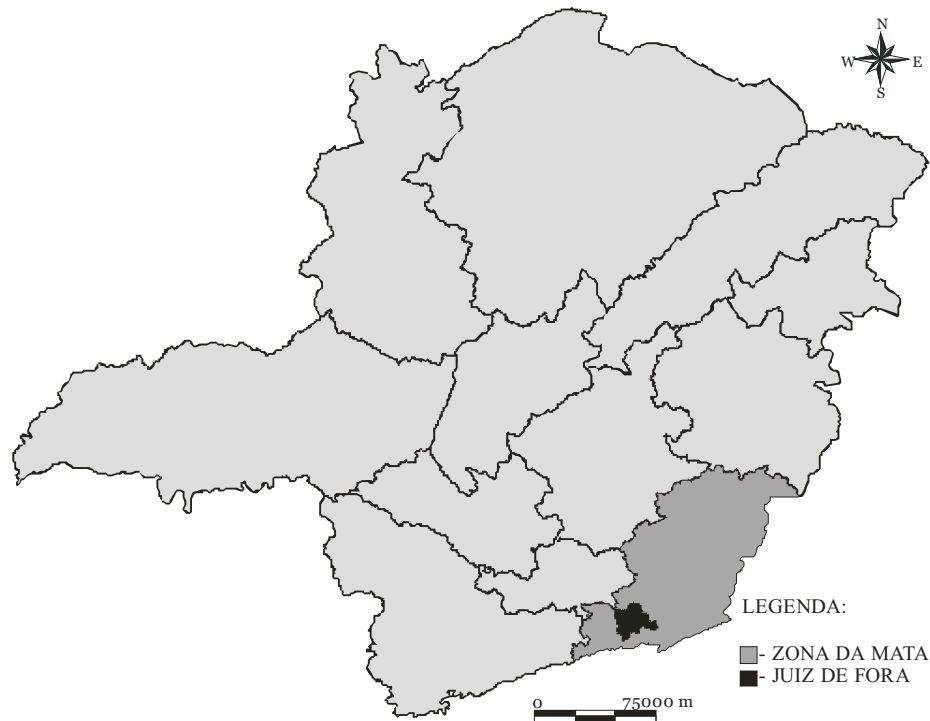
Conforme os dados do LabCAA, o clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas.

De acordo com a classificação de W. Koeppen, a região possui um clima denominado de Cwb, ou seja, um clima mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa também no verão.

Este clima pode também ser definido, genericamente, como Tropical de Altitude, por corresponder a um tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos, em vista do relevo local apresentar altitudes médias entre 700 m e 900 m, que contribuem para a amenização das suas temperaturas.

Os índices pluviométricos anuais obtidos pelo LabCAA nas últimas décadas (1973 – 2007), acusaram médias próximas a 1.536 mm e maiores índices mensais no mês de janeiro, com cerca de 298 mm, enquanto que a média térmica anual oscila em torno de 18,9°C. O mês mais quente (fevereiro) possui média próxima a 21,7°C e o mês mais frio (julho), 16,1°C.

Neste estudo foram utilizados cinco índices: o Índice de Nesterov com temperaturas medidas às 13:00 e às 15:00 h (Nesterov13 e Nesterov15); Índice Logarítmico de Telicyn com temperaturas medidas às 13:00 e às 15:00 h (Telicyn13 e Telicyn15); Fórmula de Monte Alegre



**Figura 1.** Localização da área de estudo  
**Figure 1.** Localization of Study area

(FMA) com umidades relativas do ar medidas às 13:00 e às 15:00 (FMA13 e FMA15); e os Índices acumulativos de precipitação – evaporação (P-EVAP) e da divisão da evaporação pela precipitação (EVAP/P) ambos sugeridos por SAMPAIO (1991).

### Fórmula de Monte Alegre - FMA

Equação básica:

$$FMA = \sum_{i=1}^n (100/H_i)$$

sendo:

FMA = Fórmula de Monte Alegre

H = umidade relativa do ar (%) medida às 13:00 e 15:00 horas

n = número de dias sem chuva

Sendo acumulativo, o índice está sujeito às restrições de precipitação, como mostra a Tabela 1:

### Índice Logarítmico do Telicyn - I

Equação Básica:

$$I = \sum_{i=1}^n \log (t_i - r_i)$$

sendo:

I = índice de Telicyn

t = temperatura do ar em oC medida às 13:00 e as 15:00 horas

r = temperatura do ponto de orvalho em °C

log = logaritmo na base 10

Restrição do índice: sempre que ocorrer uma precipitação igual ou superior a 2,5 mm, abandonar a somatória e recomeçar o cálculo no dia seguinte, ou quando a chuva cessar. No(s) dia(s) de chuva o índice é igual a zero.

**Tabela 1.** Modificação no cálculo da FMA de acordo com a precipitação.  
**Table 1.** Modification in the FMA calculation using the precipitation.

mm DE CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
>12,9	Interromper o cálculo (FMA=0), recomeçando a somatória no dia seguinte ou quando a chuva cessar

Fonte: Nunes (2005)

**Índice de Nesterov - G**

$$d = E(1-H/100)$$

Equação básica:

$$G = \sum_{i=1}^n d_i \cdot t_i$$

sendo:

d = déficit de saturação do ar em milibares

E = pressão máxima de vapor d'água em milibares

H = umidade relativa do ar em %

sendo:

G = Índice de Nesterov

d = déficit de saturação do ar em milibares

t = temperatura do ar em oC medida às 13:00 e as 15:00 horas.

No índice de Nesterov, a continuidade da somatória é limitada pela ocorrência de precipitações de acordo com a Tabela 2.

**P-EVAP**

O déficit de saturação do ar, por sua vez, é igual a diferença entre a pressão máxima de vapor d'água e a pressão real de vapor d'água, podendo ser calculado através da seguinte expressão:

O índice acumulativo P-EVAP, proposto por SAMPAIO (1991), relaciona a diferença entre a precipitação (P) e a evaporação (EVAP), ambas medidas diariamente, em mm. As restrições foram as mesmas do

**Tabela 2.** Modificação no cálculo de G de acordo com a precipitação.  
**Table 2.** Modification in the G calculation using the precipitation.

mm DE CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤2,0	Nenhuma
2,1 a 5,0	Abater 25% no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia
5,1 a 8,0	Abater 50% no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia
8,1 a 10,0	Abandonar a somatória anterior e recomeçar novo cálculo, isto é, G=(d.t) do dia
>10,0	Interromper o cálculo (G=0), recomeçando a somatória no dia seguinte ou quando a chuva cessar

Fonte: Nunes (2005)

índice de Nesterov (Tabela 2), sugerido pelo autor.

**EVAP/P**

O índice EVAP/P também é acumulativo e relaciona a divisão da evaporação pela precipitação, ambas medidas diariamente em mm. Para seu cálculo foram utilizadas as seguintes restrições (Tabela 3):

Para comparar os modelos, foi utilizado o método

**Tabela 3.** Restrição do índice EVAP/P

**Table 3.** Restriction of the EVAP/P index

mm DE CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
< 1	Não entra no cálculo
1 – 15	Dividir a EVAP/P da véspera pela chuva do dia
> 15	Interromper o cálculo, recomeçando no dia seguinte ou quando a chuva cessar. No dia da chuva EVAP/P = 0,00

Fonte: Sampaio (1991).

**Tabela 4.** Tabela de contingência do Skill Score

**Table 4.** Contingency table of the Skill Score

Previsto	Observado		Total previsto
	Incêndios	Não Incêndios	
<b>Incêndios</b>	a	b	N2 = a + b
<b>Não Incêndios</b>	c	d	N4 = c + d
<b>Total Observado</b>	N1 = a + c	N3 = b + d	N = a + b + c + d

Fonte: Nunes (2005).

N - Número total de observações.  $N = a + b + c + d$ ;

G - Número de acertos na previsão.  $G = a + d$ ;

p - Probabilidade de ter pelo menos um evento por dia.  $p = N1 / N$

q - Probabilidade de exceder o valor limite do índice.  $q = N2 / N$

H - Número esperado de acertos.  $H = N * (1 - p) * (1 - q) + N * p * q$ ;

SS - Skill score.  $SS = (G - H) / (N - H)$ ;

PS - Porcentagem de sucesso.  $PS = G / N$ ;

conhecido como *Skill score* (SS), que se baseia em uma tabela de contingência que contém os valores observados e os valores previstos para um evento em uma população. O SS é a razão da diferença entre os acertos na previsão (G) e o número esperado de acertos (H) e a diferença entre o número de dias observados (N) e o número de dias com previsão de acertos (Nunes, 2005). A Tabela 4 ilustra como são realizados os cálculos para se obter o *Skill score*.

As variáveis para a realização dos cálculos são:

Acerto nas previsões de ocorrências de incêndios =  $a / N2$ ;

Acerto nas previsões de não ocorrências =  $d / N4$ .

Para se determinar o desempenho de cada índice, foi necessário definir o limite que separava as ocorrências das não ocorrências de incêndio. Considerou-se que os índices não indicavam perigo de ocorrência quando o valor calculado fosse menor que o limite inferior da classe de grau médio dos respectivos índices e que indicavam perigo de ocorrência quando o valor dos índices fosse superior ao referido limite (Sampaio, 1999).

Os valores limites acima dos quais foi considerado

perigo de ocorrência foram: Nesterov  $\geq 501$ ; Telicyn  $\geq 3,6$ ; FMA  $\geq 3,1$ ; P-EVAP  $\leq 30,1$  e EVAP/P  $\geq 20,1$  (Sampaio, 1991).

A comparação da eficiência dos índices foi feita com base no percentual de sucesso em quatro situações diferentes: nas previsões de ocorrência; nas previsões de não ocorrência, no sucesso de previsão geral e no Skill score. Esta comparação foi feita em três épocas diferentes: considerando o ano completo, considerando somente a estação normal do fogo e considerando o período fora da estação normal do fogo.

Para se determinar a estação normal do fogo, foi feita uma análise inicial entre a distribuição mensal das ocorrências, totais mensais de precipitação, evaporação e insolação e média mensal da umidade relativa do ar. A partir desta análise se determinou qual dos elementos climáticos melhor se relacionou com a quantidade mensal de ocorrências, por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson (r) determinado pelo software Statistica 7 (StatSoft). A segunda análise foi feita entre o elemento mais correlacionado com as ocorrências e o total de

incêndios mensais, determinando, assim, a estação normal do fogo.

Nenhuma adaptação foi feita na estrutura dos índices originais, como nos fatores de modificação por causa da precipitação e limites acima dos quais (grau médio) considerou-se ocorrência de incêndio.

## Resultados e Discussão

### Definição da Estação Normal do Fogo

Ao se analisar os coeficientes de correlação (Tabela 5), observam-se uma alta correlação entre o total mensal de insolação, evaporação e média mensal de UR e boa correlação do total mensal da precipitação com o número de ocorrências mensais. Sendo que o total mensal de insolação obteve a maior correlação ( $r = 0.9871$ ).

Os valores de “r” quando negativos significam que quanto menor o valor do elemento climático, maiores serão as chances de ocorrências, por outro lado se o valor de “r” for positivo, quanto maior o valor do elemento

**Tabela 5.** Correlação linear de Pearson (r) entre o total de ocorrências de incêndios mensais e elementos meteorológicos mensais.  
**Table 5.** Linear correlation of Pearson (r) between the total of occurrences of monthly fires and monthly meteorological elements.

Fatores	r*
UR	-0.9276
Evaporação	0.9037
Insolação	0.9871
Precipitação	-0.7177

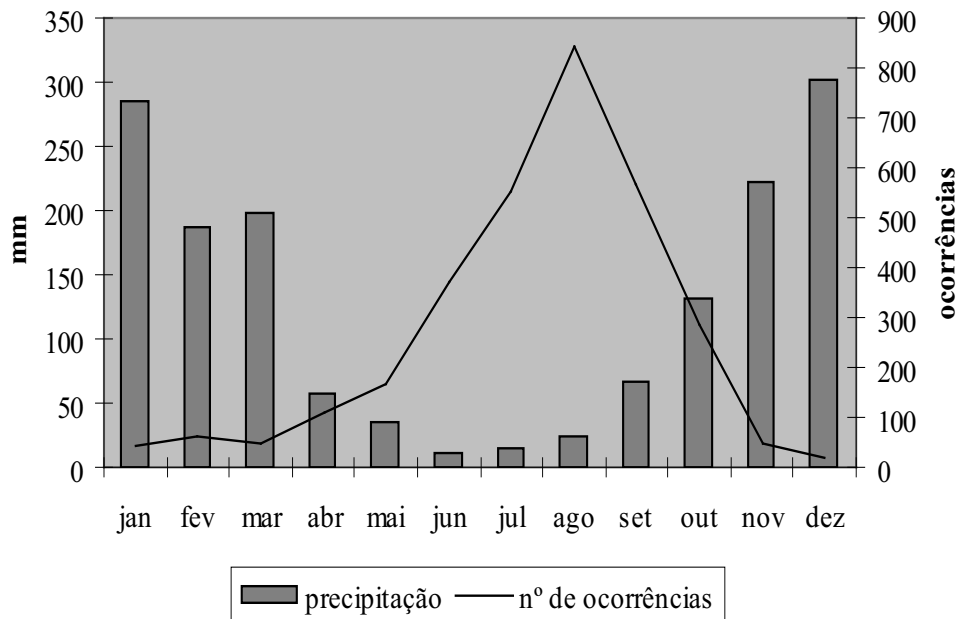
\* Coeficiente de Correlação de Pearson com nível de significância de 5%

climático, maior a probabilidade de ocorrências de incêndios.

Os dados indicam, também, o tempo de resposta do ambiente em relação às mudanças dos valores dos elementos climáticos, onde o valor de “r” mais próximo a zero apresentado pela precipitação, em relação aos outros elementos, pode ser explicado por Sampaio (1991). O autor observou que o período de maior ocorrência de incêndios começa dois meses após o início do período de escassez e termina também dois meses após o final deste período, concluindo que uma redução da precipitação não corresponde a um aumento imediato na ocorrência de

incêndios florestais, pois o solo e o material combustível continuam úmidos por algum tempo. Um aumento na precipitação também não corresponde a uma redução imediata na ocorrência de incêndios, pois estando o solo e o material combustível com baixo teor de umidade, as precipitações serão absorvidas até o ponto em que o material combustível não entre mais em ignição. O mesmo pode ser observado para o caso de Juiz de Fora através da Figura 2. De acordo com a mesma o mês com menor precipitação é o de junho, contudo o maior número de ocorrências encontra-se no mês de agosto.

Por outro lado, observou-se que para a insolação este



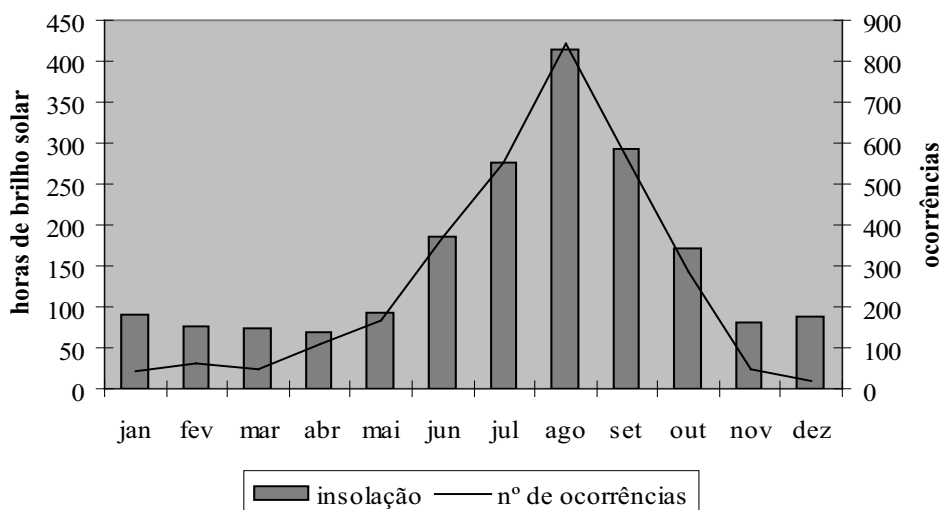
**Figura 2.** Relação entre o número de ocorrências e a precipitação.  
**Figure 2.** Relationship between the number of occurrences and the precipitation.

tempo de resposta é menor, onde a partir do aumento da insolação do mês de Maio para o mês de Junho, de 92 para 185 horas de brilho solar (total por mês), houve um aumento simultâneo de 167 para 371 ocorrências, enquanto que a queda de 171 horas nos meses de Outubro até 81 horas nos meses de Novembro representou uma diminuição de 286 para 50 ocorrências.

A estação normal do fogo foi definida como função

da insolação por causa do maior índice de correlação entre ela e as ocorrências, a sua relação com os demais elementos climáticos e a resposta simultânea entre o aumento da insolação e o de ocorrência de incêndios (Figura 3).

De acordo com dados, os meses de Junho, Julho, Agosto, Setembro e Outubro apresentaram maior quantidade de ocorrências e maiores valores de insolação



**Figura 3.** Relação entre o número de ocorrências e a insolação  
**Figure 3.** Relationship between the number of occurrences and the sunlight

definindo este período como a estação normal do fogo para o município de Juiz de Fora.

### Análise da eficiência dos índices

A eficiência dos índices, analisando-se o ano inteiro (Tabela 6), mostra que o Índice P-EVAP foi o mais eficiente nas previsões, seguido pelo Índice EVAP/P, Índice de Telicyn<sub>13</sub>, Telicyn<sub>15</sub>, Nesterov<sub>13</sub>, FMA<sub>15</sub>, Nesterov<sub>15</sub>, e FMA<sub>13</sub>.

Com relação ao acerto das previsões de não ocorrência de incêndios, a FMA<sub>15</sub> foi mais eficiente (Tabela 6), seguido por FMA<sub>13</sub>, Nesterov<sub>15</sub>, Nesterov<sub>13</sub>, Telicyn<sub>15</sub>, EVAP/P, P-EVAP e Telicyn<sub>13</sub>.

A porcentagem de sucesso geral das previsões (Tabela 6) indica em primeiro lugar, o índice EVAP/P, com 78% de sucesso, seguido de Telicyn<sub>15</sub>, P-EVAP, Telicyn<sub>13</sub>, FMA<sub>15</sub>, Nesterov<sub>15</sub>, FMA<sub>13</sub> e Nesterov<sub>13</sub> com 66%.

O Skill score (Tabela 6), ou desempenho médio dos índices de perigo de incêndios, acompanham o sucesso nas previsões de ocorrências, mantendo a mesma ordem de eficiência.

Os resultados apontam para uma maior eficiência dos dados, tanto de temperatura do ar quanto de umidade relativa do ar, quando medidos às 15:00, contrariando a literatura pesquisada (SOARES, 1972, 1998; NUNES, 2005; NUNES et al, 2005, 2006, 2007 e SAMPAIO, 1991, 1999) os quais indicam a medição realizada às

13:00 como a mais eficiente. Este fato pode ser explicado pelo horário de maior temperatura e menor umidade relativa do ar diurnas no município, que está próximo das 15:00 horas.

Determinado o horário de realização das medições mais eficiente como sendo o das 15:00 horas, a comparação da eficiência dos índices, de acordo com os outros dois períodos, levou em consideração apenas as medições realizadas neste horário.

Na estação normal do fogo, que vai de junho à outubro, o índice que apresentou melhor desempenho nas previsões de ocorrências de incêndios de acordo com o Tabela 7 foi o de Telicyn com 84.7% de acertos, seguido do EVAP/P com 84.2%, P-EVAP com 82.9%, Nesterov com 78.1% e FMA com 76.7%.

Quanto à eficiência dos índices nas previsões de não ocorrências (Tabela 7), a FMA apresentou melhor desempenho com 85.3% de acertos, seguida do índice de Nesterov, Telicyn, EVAP/P e P-EVAP.

Os resultados da porcentagem de sucesso nas previsões (Tabela 7) apontam para um empate entre FMA, Nesterov e Telicyn em primeiro lugar com 78%, seguidos do EVAP/P e P-EVAP.

Contudo ao se analisar o Skill score (Tabela 7), o índice de Telicyn foi o mais eficiente na estação normal do fogo, seguido do índice de Nesterov, EVAP/P, FMA e P-EVAP.

Com relação ao período fora da estação normal

**Tabela 6.** Comparação entre os resultados dos índices considerando o ano completo.

**Table 6.** Comparison among the results of the indices during the whole year.

Índices (jan-dez)	Porcentagem de sucesso			Skill score
	Nas previsões de ocorrências	Nas previsões de não ocorrências	Geral	
FMA <sub>13</sub>	56.4	89.6	68	0.388158
FMA <sub>15</sub>	58.2	89.9	70	0.420284
Telicyn <sub>13</sub>	72.3	73.7	73	0.460614
Telicyn <sub>15</sub>	70.2	80.6	76	0.511413
Nesterov <sub>13</sub>	59.7	81.5	66	0.330066
Nesterov <sub>15</sub>	57.8	88.1	69	0.406493
P-EVAP	76.9	74.8	75	0.473404



**Tabela 7.** Comparação entre os resultados dos índices durante a estação normal do fogo.**Table 7.** Comparison among the results of the indices during the normal station of the fire.

Índices (jun-out)	Porcentagem de sucesso			Skill score
	Nas previsões de ocorrências	Nas previsões de não ocorrências	Geral	
FMA <sub>15</sub>	76.7	85.3	78	0.415685
Telicyn <sub>15</sub>	84.7	66.0	78	0.506579
Nesterov <sub>15</sub>	78.1	78.8	78	0.440762
P-EVAP	82.9	53.1	70	0.3708
EVAP/P	84.2	58.0	74	0.435262

**Tabela 8.** Comparação entre os resultados dos índices fora da estação normal do fogo.**Table 8.** Comparison among the results of the indexes out of the normal station of the fire.

Índices (nov-mai)	Porcentagem de sucesso			Skill score
	Nas previsões de ocorrências	Nas previsões de não ocorrências	Geral	
FMA <sub>15</sub>	35.3	90.9	63	0.263373
Telicyn <sub>15</sub>	43.9	85.4	75	0.30722
Nesterov <sub>15</sub>	34.5	90.7	62	0.248733
P-EVAP	56.0	82.4	79	0.2779
EVAP/P	54.2	84.3	79	0.342076

do fogo (novembro à maio), (Tabela 8) o índice que apresentou maior porcentagem de sucesso nas previsões de ocorrências foi o P-EVAP com 56% de acertos, seguido do EVAP/P, Telicyn, FMA e Nesterov.

Analisando-se a eficiência nas previsões de não ocorrências (Tabela 8), os índices que apresentaram melhor desempenho foram a FMA e Nesterov ambos com

90.9% e 90.7% de acertos respectivamente, seguidos do índice de Telicyn, EVAP/P e P-EVAP.

A porcentagem de sucesso nas previsões (Tabela 8) coloca os índices de EVAP/P e P-EVAP em primeiro lugar com 79% de acertos, seguido pelo índice de Telicyn, FMA e Nesterov.

De acordo com os resultados do Skill score

(Tabela 8), o índice EVAP/P foi o mais eficiente no período fora da estação normal do fogo, seguido do índice de Telicyn P-EVAP, FMA e Nesterov.

A Tabela 9 apresenta um resumo do desempenho dos índices, considerando o cruzamento entre a época de estudo e o percentual de sucesso nas quatro situações (previsão de ocorrência, previsão de não ocorrência, percentual geral e *Skill score*).

Pode ser observado que para uma previsão geral o índice EVAP/P foi o mais eficiente durante o ano completo e fora da estação normal do fogo empatado com o índice P-EVAP. O FMA15 se destacou com melhor desempenho para prever as não ocorrências de incêndios nos três períodos estudados, o P-EVAP teve melhor desempenho para prever as ocorrências no ano completo e fora da estação normal do fogo, contudo, pelo *Skill score*, o índice que mais se destacou foi o EVAP/P durante o ano completo e fora da estação normal do fogo.

**Tabela 9.** Desempenho dos índices estudados de acordo com a época do ano e com o percentual de sucesso.

**Table 9.** Performance of the indices studied in agreement with the time of the year and with the percentile of success.

Época do ano	Porcentagem de sucesso			Skill score
	Nas previsões de ocorrências	Nas previsões de não ocorrências	Geral	
Ano completo	P-EVAP	FMA <sub>15</sub>	EVAP/P	EVAP/P
Estação Normal do fogo	Telicyn15	FMA <sub>15</sub>	FMA <sub>15</sub> Telicyn <sub>15</sub> Nesterov <sub>15</sub>	Telicyn <sub>15</sub>
Fora da Estação Normal do Fogo	P-EVAP	FMA <sub>15</sub>	P-EVAP EVAP/P	EVAP/P

## Conclusões

De acordo com os resultados conclui-se que:

- os índices apresentaram maior eficiência quando utilizaram os dados de umidade relativa e temperatura mensurados às 15:00 horas;

- os índices estudados apresentaram maior percentual de acerto para as previsões de não ocorrência, considerando o período fora da estação normal do fogo;

- os índices apresentaram maior percentual de acerto para as previsões de ocorrências durante a estação normal do fogo;

- a variável climática insolação teve alta correlação com as ocorrências de incêndios, mostrando ser a mais indicada na definição da estação normal do fogo;

- nas três épocas estudadas o índice que teve melhor desempenho foi o FMA15 para as previsões de não ocorrência;

- os índices que apresentaram melhor desempenho geral foram EVAP/P para o ano completo; EVAP/P e P-EVAP para a época fora da estação normal do fogo e FMA15, Telicyn15 e Nesterov15 para a estação normal do fogo;

- para as previsões de ocorrência o índice P-EVAP teve melhor desempenho, considerando o ano completo e o período fora da estação normal do fogo;

- nas previsões de ocorrência o índice Telicyn15 foi o que apresentou melhor desempenho durante a estação normal do fogo.

- o índice EVAP/P obteve o melhor desempenho de acordo com o *Skill score* para o ano completo e o período fora da estação normal do fogo, enquanto que o índice Telicyn15 foi o mais eficiente dentro da estação normal do fogo.

## Referências Bibliográficas

BATISTA, A.C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais: **Floresta**, V.30, (1/2) pp.45-54, 2000.

CARAPIÁ, V.R. **Predição do índice de risco de incêndios e modelagem computacional do comportamento do avanço da frente do fogo no Parque Nacional da Floresta da Tijuca**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. 197p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000.

MUTCH, R. W. Wildland Fires and Ecosystems – A Hypothesis. **Ecology**, V.51, (6) pp. 104-151. 1970.

NUNES, J. R. S. **FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba: UFPR, 2005. 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NUNES, J. R. S. *et al.* Estimativa da umidade relativa das 13:00 h, com base nos dados das 9:00 h e das 15:00 h, para o Estado do Paraná: **Floresta**, V.35 (2) pp.247-258. 2005.

NUNES, J. R. S. *et al.* Especificação de um sistema computacional integrado de controle de incêndios florestais: **Floresta**, V.36, (2) pp.201-211, 2006.

NUNES, J. R. S. *et al.* Ajuste da Fórmula de Monte Alegre Alterada - FMA+ para o estado do Paraná: **Floresta**, V.37, (1) pp.1-14, 2007.

PJF. **Plano Diretor de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Concorde, 1996.

SAMPAIO, O. B. **Estudo comparativo de índices, para previsão de incêndios florestais, na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1991. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

SAMPAIO, O. B. **Análise da eficiência de quatro índices na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos - SP**. Curitiba: UFPR, 2005. 157p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

SOARES, R.V. Índice de Perigo de Incêndio. Curitiba: **Floresta**, V. 3, (3) pp.19-40. 1972.

SOARES, R. V. Desempenho da “Fórmula de Monte Alegre” índice brasileiro de perigo de incêndios florestais: **CERNE**, V.4, (1) pp.87-99. 1998.