

DETECÇÃO DE FOCOS DE CALOR NO ESTADO DO PARANÁ NO ANO DE 2005 E COMPARAÇÃO COM O ÍNDICE DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL

Luisnei Martini¹
Flávio Deppe²
Marciel Lohmann³

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo sobre a incidência dos focos de calor detectados pelo sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) no Estado do Paraná, Brasil, durante o ano de 2005. Foi realizada uma avaliação comparativa destes focos de calor com os valores diários do Risco de Incêndio Florestal (RIF), gerados a partir da formulação matemática do Índice de Monte Alegre (IMA). Estes focos de calor foram espacializados e com base nestas informações, criou-se mapas mensais indicando a ocorrência destes eventos sobre o território paranaense. Assim, foi possível realizar uma análise das regiões que tiveram uma maior incidência de focos de calor ao longo do ano de 2005. Em virtude desta análise, foi possível verificar qual o mês onde estas ocorrências foram mais significativas, e dentro deste determinado mês, foram selecionados os dias onde ocorreram os maiores números de focos de calor. O objetivo principal foi de realizar um comparativo do Risco (diário) de Incêndio Florestal com os focos de calor e identificar áreas onde os valores do RIF foram elevados para as datas selecionadas. Sendo assim, fornecendo informações confiáveis sobre possíveis incêndios florestais aos órgãos interessados, como a defesa civil e o corpo de bombeiros, para programarem suas ações de combate e prevenção de incêndios.

ABSTRACT: This work presents a study about the occurrence of hot spots detected by AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sensor, in Paraná state, Brazil, during 2005. The comparative analysis was carried out using data from a daily Forest Fire Index, called "Índice de Monte Alegre" (IMA). The hot spots were mapped in a monthly basis indicating the spatial occurrence in Paraná state. Therefore, it was possible to define regions which presented highest incidence of hot spots during 2005. Also, it was possible to define specific days presenting more hot spots. These hot spots were then plotted into the daily Forest Fire Index maps. The objective was to compare hot spots with the high values of the Forest Fire Index, for the selected days. The analysis can be used to validate hot spots detection, as well as to produce valuable information to government agencies such as fire brigades corporations, in order to plan their activities of fire prevention and firefight.

Palavras-chave: Focos de calor, Risco de Incêndio Florestal, NOAA 12.

INTRODUÇÃO

A maioria dos incêndios florestais no estado do Paraná ocorre entre os meses de maio a setembro, normalmente neste período, os índices pluviométricos são baixos e também ocorre a formação de geadas, fazendo com que a vegetação (pastagens, capoeira ou florestas) torne-se seca,

¹ Luisnei Martini, Eng. Cartógrafo, M.Sc., Instituto Tecnológico SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR, Caixa Postal 19.100, CEP 81.531-990, Curitiba, PR, Brasil, E-Mail: luisnei@simepar.br, Tel.: +55 41 3320-2091.

² Flavio Deppe, Ph.D., Instituto Tecnológico SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR, Caixa Postal 19.100, CEP 81.531-990, Curitiba, PR, Brasil, E-Mail: deppe@simepar.br, Tel.: +55 41 3320-2090.

³ Marciel Lohmann, Geógrafo, M.Sc., Instituto Tecnológico SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR, Caixa Postal 19.100, CEP 81.531-990, Curitiba, PR, Brasil, E-Mail: marciel@simepar.br, Tel.: +55 41 3320-2091.

com um vigor vegetativo baixo ou nulo, favorecendo o início e/ou a propagação de incêndios florestais.

O monitoramento do índice de Risco de Incêndio Florestal aliado ao monitoramento de variáveis meteorológicas possui grande importância na caracterização de regiões que apresentam potencialidades de ocorrência destes incêndios. Desta forma, em função da possibilidade de identificação de regiões que possuem déficit de chuva, baixa umidade e também com a ocorrência de geadas, o que de maneira conjunta, caracteriza o potencial de ocorrências de incêndios.

Informações referentes aos Índices de Risco de Incêndio Florestal proporcionam subsídios às seguintes atividades: (i) Prevenção de incêndios, (ii) Combate aos incêndios, (iii) Dimensionamento de equipes, (iv) Dimensionamento de infra-estrutura, (v) Planejamento de ações de manutenção, (vi) Vigilância e monitoramento de incêndios.

A utilização dos Índices de Risco de Incêndio Florestal no estado do Paraná foi incentivada pelo incêndio ocorrido em 1963, o qual destruiu uma área de 2.000.000 de hectares (aproximadamente 10% da área total do estado) na região de Tibagi, neste incêndio foram destruídos diversos tipos de vegetação, causando um dano irreparável à Fauna e a Flora da região. O Índice de Monte Alegre (IMA), desenvolvido em 1972 (Soares, 1972) vem sendo utilizado por diversas empresas e instituições para estimar o grau de perigo de incêndio e subsidiar atividades de prevenção e combate a incêndios.

Neste trabalho é realizada uma comparação entre os focos de calor detectados pelo sensor AVHRR do satélite NOAA 12, com passagens noturnas, e os Riscos diários de Incêndios Florestais.

RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL:

O Risco de Incêndio Florestal é calculado levando em conta a formulação matemática para o Índice de Monte Alegre. Para o estado do Paraná são utilizados os dados da rede telemétrica de estações meteorológicas do SIMEPAR. As estações meteorológicas realizam coleta de dados de temperatura, umidade, precipitação, vento entre outras variáveis (Deppe et al., 2004). Os dados meteorológicos são coletados automaticamente pelas estações, com frequência de 1 em 1 minuto, sendo que ao final de cada hora são calculadas estatísticas referentes ao período, como média, valores máximos e mínimos de cada hora.

O Índice de Monte Alegre (IMA) foi desenvolvido a partir de dados da região central do Paraná (Soares, 1972) e considera o Risco de Incêndio Florestal como função de duas variáveis: chuva diária e umidade relativa do ar às 13:00h. O IMA é acumulativo, ou seja, quanto mais longa for a sequência de dias com baixa umidade relativa e sem chuva, maior será o risco climático de incêndio florestal. Dependendo da intensidade da chuva ocorrida, o índice sofre abatimentos em seus valores. Quando a chuva diária exceder 12,9 mm o IMA volta a zero, e o Risco de Incêndio

Florestal é nulo. A Equação 01 representa a fórmula utilizada para o cálculo do Índice de Monte Alegre.

$$IMA = \sum_{i=1}^n \frac{100}{H} \quad (01)$$

onde: *IMA* = índice de Monte Alegre; *H* = umidade relativa do ar em %; *n* = nº de dias sem chuva.

O quadro 01 apresenta os valores de abatimento do índice conforme a chuva ocorrida, à medida que o quadro 02 mostra a relação entre o código de cores e os valores do índice de Monte Alegre.

Quadro 01 – Abatimento do IMA conforme a chuva ocorrida

Chuva diária (mm)	Modificações no cálculo
< 2,5	Nenhuma
2,5 – 4,9	Abater 30% no IMA calculado na véspera e somar o IMA do dia
5,0 – 9,9	Abater 60% no IMA calculado na véspera e somar o IMA do dia
10,0 – 12,9	Abater 80% no IMA calculado na véspera e somar o IMA do dia
> 12,9	Interromper o cálculo e recomeçar a somatória no dia seguinte

Quadro 02 – Severidade do Índice de Monte Alegre

Risco de Incêndio	Índice Monte Alegre
Nulo	<= 1,0
Baixo	1,1 - 3,0
Moderado	3,1 - 8,0
Elevado	8,1 - 20,0
Extremo	> 20,0

Para se obter informações representativas no espaço, as informações pontuais do IMA foram extrapoladas para todo o território paranaense por meio de técnicas geoestatísticas de interpolação.

O método utilizado para espacialização foi o kriging com semi-variograma exponencial, existente na extensão Spatial Analyst do software ArcGIS 9.1. Este método utiliza uma expressão polinomial para ajustar uma superfície analítica que inclua todos os pontos amostrais.

FOCOS DE CALOR:

Os focos de calor utilizados aqui são oriundos do sistema de detecção do INPE / CPTEC (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos). Maiores detalhes sobre o referido sistema, bem como a documentação técnica referente aos algoritmos de detecção de focos de calor pode ser consultada no site www.cptec.inpe.br.

Para que ocorra a detecção de focos de calor a partir de uma imagem NOAA/AVHRR três etapas demonstram-se necessárias: (1) Pré-processamento, que corresponde à leitura primária dos dados brutos recebidos dos satélites, registro, navegação e correção geométrica; (2) Processamento,

que compreende a calibração, a detecção de nuvens, o controle de qualidade e a correção atmosférica. Posteriormente é realizado o cálculo dos parâmetros geofísicos (temperatura de brilho, radiância e fator de radiância); e (3) Imagens transformadas em parâmetros físicos são então utilizadas como dados de entrada para a detecção de focos de calor. A descrição de algoritmos de métodos de detecção de focos de calor pode ser encontrada em Arino et al., 1993, Kennedy et al., 1993, Randriambelo et al., 1998, Minko et al., 1998 e Justice et al., 1996.

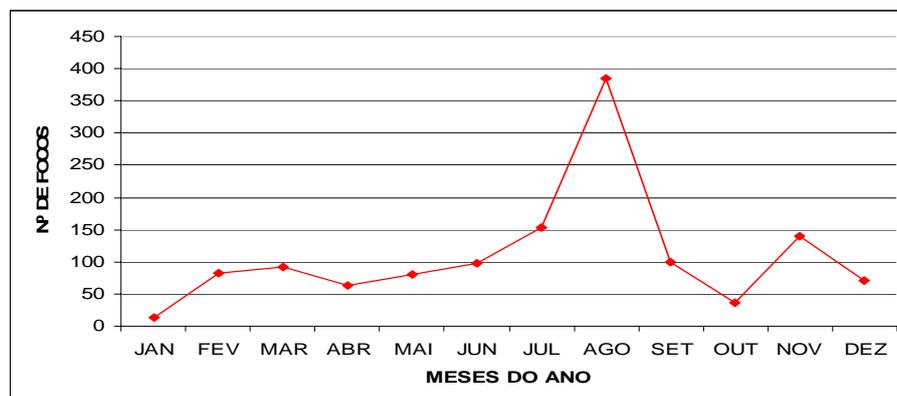
RESULTADOS E ANÁLISES:

Ao longo do ano de 2005, foram registrados 1316 focos de calor (Figura 01) no estado do Paraná (Gráfico 01), deste total, 30% dos focos (385 ocorrências) ocorreram somente no mês de agosto, que foi o mês onde houve o maior número destas ocorrências. Já o mês em que ocorreram menos focos foi o de janeiro, com apenas 14 focos de calor registrados.



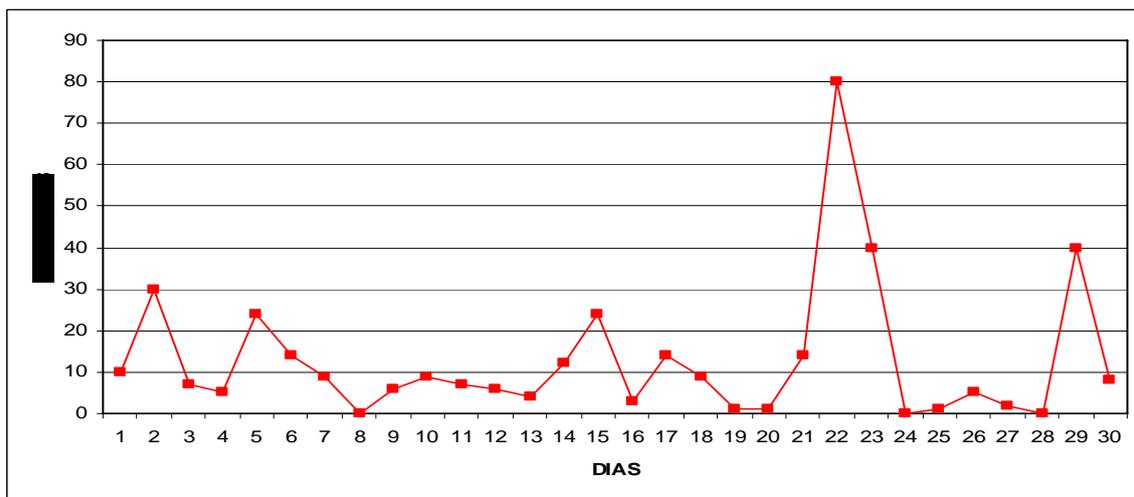
Figura 01 – Distribuição dos focos de calor para o estado do Paraná durante o ano de 2005

GRAFICO – 01 — Focos de calor no estado do Paraná em 2005



Fazendo uma análise sobre o mês de agosto, verificou-se que 131 focos ocorreram na região sudeste do estado, e em sua maioria sobre os municípios de Prudentópolis e de Ivaí, locais onde existe uma grande concentração de pequenas propriedades rurais, facilitando a ocorrência de queimadas para a preparação do solo para a agricultura familiar. Neste mês houve registros de focos em 27 dias, sendo que nos dias 02, 22, 23 e 29 foram as datas com um maior número diário de focos de calor registrados (Gráfico 02).

GRÁFICO 02 - Nº DE FOCOS DIÁRIOS NO PARANÁ NO MÊS DE AGOSTO DE 2005



Com relação à aplicação do Índice de Monte Alegre nas 4 datas com a maior ocorrência de focos de calor, foi possível verificar que o mesmo possuiu uma boa correlação com a distribuição espacial dos focos de calor detectados pelo sistema NOAA/AVHRR, pois 49% dos focos detectados apresentaram-se na classe de risco elevado (FIGURA 02) e os outros 51% enquadraram-se na classe de risco extremo (Quadro 03).

Quadro 03 – Número de focos de calor detectados e sua classificação no Índice de Monte Alegre

Data	Focos	IMA Nulo	IMA Baixo	IMA Moderado	IMA Elevado	IMA Extremo
02/08/2005	30	0	0	0	17	13
22/08/2005	80	0	0	0	41	39
23/08/2005	40	0	0	0	10	30
29/08/2005	40	0	0	0	24	16
Total	190	0	0	25	92	98
%	100	0,0	0,0	0,0	48,4	51,6

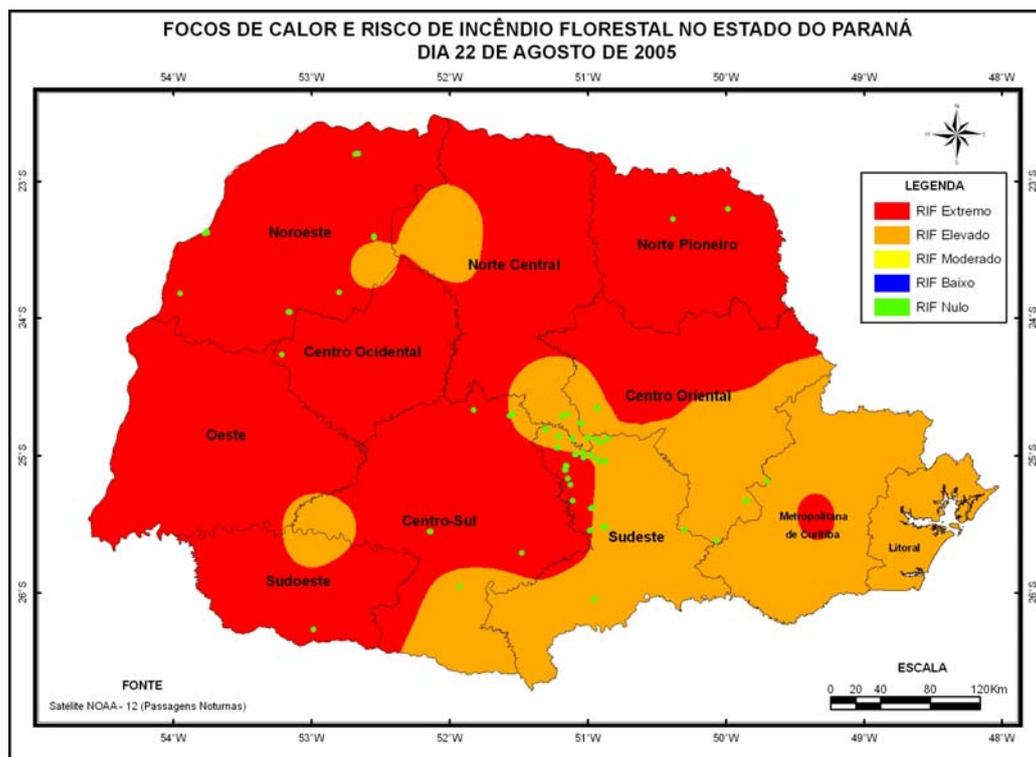


FIGURA 02 - Focos de calor X Índice de Monte Alegre para o dia 22/08/2006

CONCLUSÃO:

O Índice Monte Alegre (IMA) demonstrou-se sensível para o estado do Paraná, quando realizada comparação com focos de calor detectados através de imagens NOAA/AVHRR. A comparação também possibilitou verificar a existência de uma correlação entre o IMA e focos de calor, indicando assim, a vulnerabilidade, através das variáveis meteorológicas, de locais propensos a ocorrências possíveis incêndios florestais. Este tipo de análise pode fornecer uma informação mais confiável sobre possíveis incêndios florestais aos órgãos interessados, como a defesa civil e o corpo de bombeiros, para programarem suas ações de combate e prevenção de incêndios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDREWS, P. L.; BRADSHAW, L. S. FIRES. **Fire Information Retrieval and Evaluation System - a Program for Fire Danger Rating Analysis**. United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-GTR-367. 1997.

DEPPE, F.; DE PAULA, E. V.; MENEGHETTE, C. R.; VOSGERAU, J. **Comparação de Índice de Risco de Incêndio Florestal com focos de calor no estado do Paraná**. Revista Floresta. Volume: 34. UFPR. 2004.

LEE, B.S. **Fighting wildland fire with technology**. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta. 14 p. 2001.

SOARES, R.V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro paranaense, Brasil**. Turrialba, Costa Rica, CATIE/IICA. Dissertação de Mestrado, 1972.