



AValiação DA EFICIÊNCIA DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE PARA O MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA – PR

Bruna Kovalsyki¹, Alexandre França Tetto², Antonio Carlos Batista², Nilton José Sousa², Igor Kiyoshi Takashina³

¹Mestranda no programa de pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná – UFPR (kovalsyki.b@gmail.com) Curitiba - Brasil.

²Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais – UFPR.

³Graduando em Engenharia Florestal na UFPR.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

Os índices de perigo de incêndios florestais são uma importante ferramenta para o planejamento das atividades de prevenção e combate. Eles indicam a probabilidade de ocorrência dos incêndios ou a facilidade de sua propagação. Um dos índices mais utilizados no Brasil é a Fórmula de Monte Alegre (FMA), que é cumulativo, e utiliza como variáveis a umidade relativa do ar, de forma direta, e a precipitação pluviométrica, como fator restritivo ao cálculo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da FMA para o município de Ponta Grossa – PR, um importante polo madeireiro, no período de 2006 a 2013. Para isso, foram utilizados os dados meteorológicos fornecidos pelo SIMEPAR, bem como os registros de ocorrência de incêndios, obtidos por meio do SysBM do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná. Os valores estimados pela FMA foram interpretados por meio de sua escala de perigo, a qual classifica os dias nas seguintes classes: nulo, pequeno, médio, alto e muito alto. Posteriormente, foram determinadas as distribuições do número de dias por classe de perigo e por dia de ocorrência de incêndios. A eficiência da FMA foi avaliada por meio do *Skill Score* (SS) e da Porcentagem de Sucesso (PS). Os resultados mostraram a ocorrência de 1596 incêndios no período, que se concentraram nos meses de julho e agosto. Por meio do comportamento das classes de perigo de incêndios e pela distribuição nas classes das ocorrências de incêndios observadas, pode-se observar que as classes de perigo estão ajustadas para o município. A FMA apresentou um SS de 0,2234 e uma PS de 53,86, o que demonstra o seu ajuste e bom desempenho para o município de Ponta Grossa.

PALAVRAS-CHAVE: FMA, incêndio florestal, índice de perigo de incêndios, proteção florestal.

PERFORMANCE OF MONTE ALEGRE FORMULA IN PONTA GROSSA COUNTY – PR

ABSTRACT

The forest fires danger indices are an important tool for prevention planning and control activities. It's indicates the likelihood of fires or ease of spreading. One of the most

widely used indices in Brazil is the Monte Alegre Formula (FMA), which is cumulative, and uses as variables the relative humidity, directly, and rainfall, as a restrictive factor calculation. The aim of this study was to evaluate the efficiency of the FMA for Ponta Grossa county, Paraná State, Brazil, a major timber hub, in the period 2006 to 2013. Were used meteorological data provided by SIMEPAR, as well as records of forest fires, obtained through SysBM from Military Police. The values estimated by the FMA were interpreted through the danger scale, which ranks the days in the following classes: null, small, medium, high and very high. Subsequently, were determined the distributions of the number of days per hazard class and per day of fire occurrences. The efficiency of the FMA was evaluated using the Skill Score (SS) and the Percentage of Success (PS). The results showed the occurrences of 1596 fires, concentrated in the July and August. Through the behavior of forest fires hazard classes and the distribution of fires occurrences classes, it can be seen that the hazard classes are set for the county. The FMA presented a SS of 0.2234 and a PS of 53.86, which shows adjustment and good performance for the Ponta Grossa county.

KEYWORDS: FMA, forest fire, forest fire index, forest protection.

INTRODUÇÃO

Incêndio florestal é o termo utilizado para definir o fogo incontrolado, que se propaga livremente e consome os diversos tipos de materiais combustíveis existentes (NUNES, 2005). Segundo SOARES & BATISTA (2007), a possibilidade e frequência de ocorrência desse fenômeno está relacionada com as condições climáticas. TETTO, BATISTA & SOARES (2012) afirmam que este fator, combinado de forma ideal com os materiais combustíveis, resultaram nos maiores e mais destrutivos incêndios florestais no mundo.

Um dos casos mais emblemáticos foi o que ocorreu no estado do Paraná, em 1963, o qual atingiu aproximadamente dois milhões de hectares, 10% da superfície do estado. Além das áreas de floresta, reflorestamento e outros tipos de vegetação, cerca de 5.000 casas foram destruídas e 110 pessoas morreram (BATISTA, OLIVEIRA & SOARES, 2002; SOARES & BATISTA, 2007; TETTO, BATISTA & SOARES, 2011). Anteriormente a esta tragédia, no Brasil se desconhecia tabelas ou equações de previsão de perigo de incêndios florestais, porém, após este grande incêndio, a Divisão de Estudos e Pesquisas Meteorológicas do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura divulgou equações para estimativa do grau de perigo de incêndios, consideradas viáveis para as condições climáticas e estruturais do país: os índices de Angstron e de Nesterov, desenvolvidos na Suécia e na Rússia, respectivamente (TETTO et al., 2010).

SOARES & BATISTA (2007) relatam que os índices de perigo de incêndios são uma ferramenta extremamente útil na programação das atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais. Baseados nas condições atmosféricas do dia, ou de uma sequência de dias, os índices indicam a probabilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade do mesmo se propagar.

Em 1972, foi desenvolvido por Soares, o primeiro índice de perigo de incêndio do Brasil, denominado de Fórmula de Monte Alegre (FMA) (SOARES, 1972). Segundo TETTO et al. (2010), a FMA tem se mostrado eficiente para as regiões de clima similar ao da região centro paranaense, para qual a equação foi desenvolvida, necessitando de

adaptação na escala de perigo nos outros casos.

De acordo com NUNES et al. (2010), 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. De acordo com FERREIRA (2010), este planejamento é importante na medida em que, se os valores dos índices aumentarem, devem ser intensificados as medidas preventivas e de pré-supressão ao fogo, porém, quando os índices indicarem que o perigo é reduzido, as medidas de prevenção e prontidão podem ser atenuadas, baixando os custos operacionais. Outras aplicações citadas pelo autor são o estabelecimento de zonas de perigo em função do acompanhamento dos índices, que permite estabelecer as zonas potencialmente mais perigosas ou propícias à ocorrência de incêndios e a comunicação pública do grau de perigo, por meio da divulgação dos valores dos índices. Este conhecimento, acompanhado de outros esclarecimentos, ajudam a formar na população uma maior sensibilização/conscientização sobre os problemas que os incêndios podem causar às florestas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da Fórmula de Monte Alegre para o município de Ponta Grossa – PR, para o período de 2006 a 2013.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de Ponta Grossa localiza-se no segundo planalto paranaense, nas coordenadas 25° 05' 42" S e 50° 09' 43" W, com área territorial de 2025,7 km² (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES, 2013) (Figura 1).

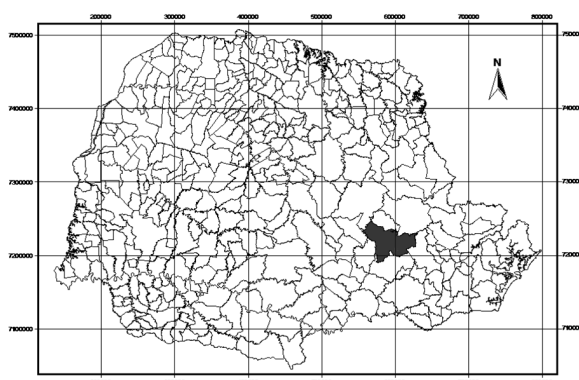


FIGURA 1 - Localização da área de estudo.
Fonte: autores (2014).

O clima da região, segundo Köppen, é classificado como Cfb, o qual corresponde a clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C (mesotérmico), verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR, 2000).

Processo Metodológico

Com os dados meteorológicos de umidade relativa, temperatura do ar e precipitação, medidos diariamente às 13 horas, fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), da estação meteorológica localizada no município de Ponta Grossa, calculou-se a Fórmula de Monte Alegre para o município de Ponta Grossa referente ao período de 2006 a 2013. Este índice é cumulativo e utiliza como variáveis a umidade relativa do ar, de forma direta, e a precipitação pluviométrica, como fator restritivo ao cálculo (TETTO et al., 2010; TAKASHINA et al., 2012) (Tabela 1). A determinação do índice é realizada por meio da equação a seguir:

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{H_i} \right)$$

Em que:

FMA – Fórmula de Monte Alegre;

H – umidade relativa do ar, em %, medida às 13 horas;

n – número de dias sem chuva \geq a 13,0 mm.

TABELA 1 - Restrições ao somatório da FMA de acordo com a precipitação pluviométrica do dia.

Chuva do dia (mm)	Modificação do cálculo
$\leq 2,4$	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.
$\geq 13,0$	Interromper a somatória (FMA = 0) e recomeçar o cálculo no dia seguinte ou quando a chuva cessar.

Fonte: SOARES (1972).

A interpretação da classe de perigo de incêndio estimado pela FMA é feita por meio da escala apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 - Escala de perigo da FMA.

Valor da FMA	Classe de perigo
$\leq 1,0$	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20,0	Alto
$> 20,0$	Muito alto

Fonte: SOARES (1972).

A fim de verificar se o índice está ajustado, foi realizada a análise das ocorrências de incêndios do município, por meio do Sistema de Registro e Estatística de Ocorrências (SysBM - versão 3.31) do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná, referentes ao período de 2006 a 2013. Foram analisados os registros diários de ocorrências referentes a incêndios florestais, sendo consideradas as classes de vegetação e/ou local de ocorrência: capoeira, caatinga, cerrado, vegetação rasteira, mata e/ou floresta, cultura agrícola, reflorestamento, rodovia, ferrovia, estrada rural, mangues, meio agropecuário, parque e pasto.

O desempenho da FMA foi realizado por meio do método conhecido como *Skill Score* (SS) e Porcentagem de Sucesso (PS) (SAMPAIO, 1999). Os procedimentos de cálculo utilizados foram os apresentados por NUNES (2005), baseados em uma tabela de contingência, que contém o número de dias observados e o número de dias previstos para ocorrência de incêndios florestais, como apresentado nas Tabelas 3 e 4. Consideraram-se como não indicativo da probabilidade de ocorrência de incêndios as classes de perigo “nulo” e “pequeno” somadas e como indicativos da probabilidade de ocorrência de incêndios as classes “médio”, “alto” e “muito alto” somadas.

TABELA 3 - Tabela de contingência.

Evento		Observado		Total Previsto
		Incêndio	Não Incêndio	
Previsto	Incêndio	a	b	$N2 = a + b$
	Não incêndio	c	d	$N4 = c + d$
Total Observado		$N1 = a + c$	$N3 = b + d$	$N = a + b + c + d$

Fonte: NUNES (2005).

TABELA 4 - Cálculos da tabela de contingência.

Evento		Observado		Total Previsto
		Incêndio	Não Incêndio	
Previsto	Incêndio	$a / (a + c)$	$b / (b + d)$	1
	Não incêndio	$c / (a + c)$	$d / (b + d)$	1
Total Observado		1	1	

Fonte: NUNES (2005).

As variáveis necessárias para o cálculo são:

N: número total de observações

$$N = a + b + c + d$$

G: número de acertos na previsão

$$G = a + d$$

H: número esperado de acertos

$$H = N \times (1 - p) \times (1 - q) + N \times p \times q$$

Onde: $p = N1 / N$ e $q = N2 / N$

SS: *skill score*

$$SS = (G - H) / (N - H)$$

PS: porcentagem de sucesso

$$PS = G / N$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de 2006 a 2013 foram constatadas 3180 ocorrências classificadas como “incêndio ambiental” pelo SysBM, tendo sido considerados, após consistência dos dados, 1596 registros de incêndios florestais (50,2% do total), que atingiram uma área de 1696,5 ha. Neste período, o ano que apresentou maior ocorrência foi 2006 (27%), seguido por 2007 (20,4%), conforme a Figura 2.

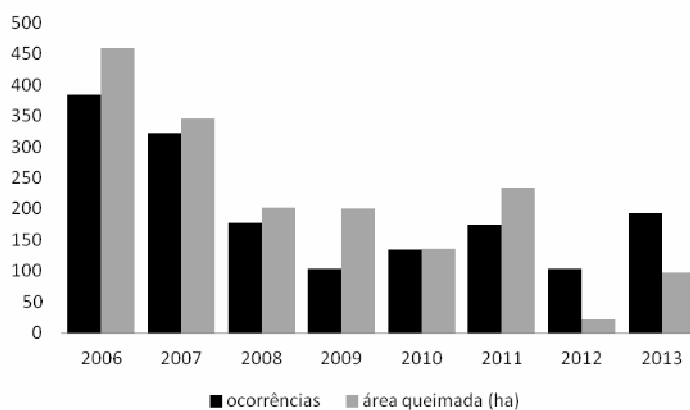


FIGURA 2 - Número de ocorrências e áreas atingidas pelos incêndios no período de 2006 a 2013.

VOSGERAU et al. (2006), em análise das ocorrências de incêndios para o estado do Paraná no período de 1991 a 2001, observou para o município de Ponta Grossa 2339 ocorrências. As tipologias mais atingidas no estado foram “mata”, vegetação rasteira e capoeira, que totalizaram 86,19% dos incêndios, sendo que a tipologia “mata” apresentou 31,11% de área atingida, seguida de vegetação rasteira (30,32%). De acordo com os mesmos autores, o principal reflexo desses incêndios é a degradação da qualidade do solo, em função da sua frequência e intensidade, causando prejuízos ainda à fauna e à flora. As tipologias que apresentaram maior área afetada para Ponta Grossa foram vegetação rasteira (40% da área total), capoeira (15,7%) e reflorestamento (14,2%).

Os meses em que mais ocorreram incêndios foram agosto (21% das ocorrências) e julho (15,3%), totalizando 14% e 13,8% de área afetada, respectivamente (Figura 3).

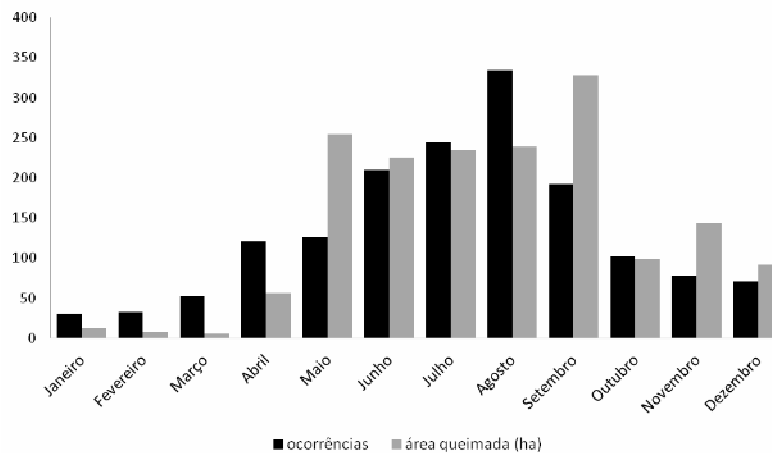


FIGURA 3 - Número de ocorrências e áreas atingidas pelos incêndios no período de 2006 a 2013.

O mês de setembro apresentou 12,1% das ocorrências de incêndios florestais, tendo correspondido ao mês com maior área afetada (19,3%). Cabe destacar que neste mês houveram seis incêndios que, somados, atingiram 58,9% da área afetada em setembro, os quais atingiram as tipologias: capoeira, vegetação rasteira, “mata” e/ou floresta e reflorestamento. O mês de maio apresentou a segunda maior área afetada (15%), com 7,9% das ocorrências, no qual um incêndio em 2006 correspondeu a 59% de área queimada neste mês, o qual atingiu a tipologia vegetação rasteira.

Segundo VOSGERAU et al. (2006), o período de maior incidência para o estado do Paraná foi de julho a setembro, período de final de inverno e começo de primavera, época da limpeza e preparo dos solos para plantio agrícola. Este período também foi observado por FERREIRA et al. (2012) para o estado do Paraná no ano de 2011 e concordam com os resultados deste trabalho, para o município de Ponta Grossa.

Com relação ao comportamento da FMA, a Figura 4 apresenta o número de dias previstos para cada classe de perigo de incêndio, no período de 2006 a 2013.

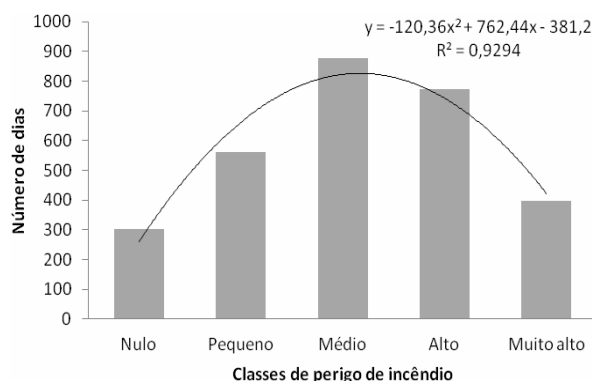


FIGURA 4 - Número de dias, para cada classe de perigo de incêndios da FMA, no período de 2006 a 2013.

Dos 2911 dias avaliados, as classes médio e alto apresentaram maior participação, com 30,1 e 26,5% do total de dias, respectivamente. As classes alto e muito alto totalizaram 40,2% dos dias de ocorrências previstas. Devido à falta de informação, 0,2% dos dias não foram classificados, sendo estes desconsiderados. Observou-se uma distribuição das classes semelhante à normal, apresentando uma linha de tendência dada pela função:

$$y = -120,36x^2 + 762,44x - 381,2 \quad (R^2 = 0,9294)$$

Em estudo do comportamento do FMA na Floresta Nacional de Irati – PR, TETTO et al. (2010), para o período de 2005 a 2007, observaram para a classe “alto” o maior número de dias previstos para ocorrência de incêndios, seguido da classe “médio”, além de constatarem que 52,76% dos dias estavam relacionados as classes de perigo alto e muito alto, assim os autores ajustaram as classes de perigo, devido a diferente localidade geográfica para qual o índice foi desenvolvido e periodicidade, em função das variações climáticas. Outro fator importante está relacionado à alocação de recursos para a prevenção aos incêndios florestais, sendo estes maiores quando a previsão de ocorrência dos incêndios se concentra nas classes alto e muito alto.

De acordo com TETTO (2012), considerando a possibilidade de ocorrência de incêndios de uma sequência de dias, uma distribuição desejável é aquela em que um maior número de dias é agrupado na classe médio, decrescendo gradualmente para as classes nulo e muito alto, indicando assim o ajuste das classes do índice para a área de estudo.

A Figura 5 apresenta a distribuição das ocorrências dos incêndios florestais, de acordo com as classes de perigo do dia em que ocorreram.

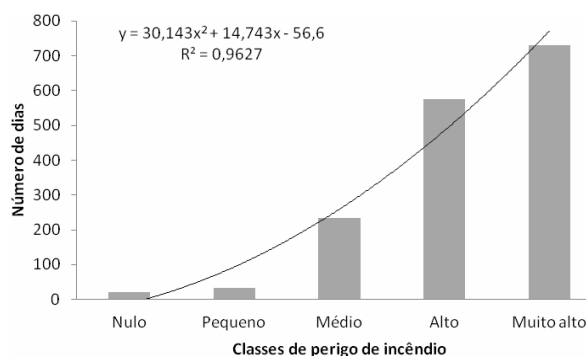


FIGURA 5 - Número de dias com ocorrência de incêndios em função das classes de perigo, no período de 2006 a 2013.

Observou-se na linha de tendência uma função crescente, dada pela seguinte equação:

$$y = 30,143x^2 + 14,743x - 56,6 \quad (R^2 = 0,9627)$$

Esse aumento dos valores da classe nulo para a muito alto é desejável para o

índice e indica estar ajustado para a região (TETTO, 2012). Para o município de Ponta Grossa verificou-se a seguinte distribuição das efetivas ocorrências pelas classes de perigo: 1,4% das ocorrências encontraram-se na classe nulo, 2,1% na classe pequeno, 14,7% na classe médio, 36,1% na classe alto e 45,7% na classe muito alto. Com isso, 81,8% dos incêndios ocorreram nas classes alto e muito alto. Após ajuste da FMA para região de Irati, TETTO et al. (2010) verificaram que os incêndios ocorreram 29,15% quando o índice era alto e 44,65% quando muito alto, totalizando 73,80% das ocorrências.

Com relação ao desempenho da FMA, calculou-se a partir da tabela de contingência (Tabela 5) o *skill score* e a porcentagem de sucesso (Tabela 6).

TABELA 5 - Tabela de contingência.

Evento	Observado		Total Previsto	
	Incêndio	Não Incêndio		
Previsto	Incêndio	744	1304	2048
	Não incêndio	39	824	863
Total Observado		783	2128	2911

TABELA 6 - Cálculos da tabela de contingência.

Evento	Observado		Total Previsto	
	Incêndio	Não Incêndio		
Previsto	Incêndio	0,9502	0,61278	1,56297
	Não incêndio	0,0498	0,38722	0,43703
Total Observado		1	1	2

O valor obtido para o *skill score* foi de 0,2234, enquanto a porcentagem de sucesso foi de 53,86. NUNES et al. (2010), ao analisar a eficiência da FMA⁺ para o Distrito Florestal de Monte Alegre – PR, observaram valores para SS = 0,1165 e para PS = 55,63; considerando o índice ajustado e com bom desempenho para o referido Distrito. Os mesmos autores também avaliaram a FMA, porém observaram valores inferiores (SS = 0,0517 e PS = 34,32). Resultado semelhante foi encontrado por TETTO (2012), para o município de Telêmaco Borba – PR, que obteve valores de 0,0663 e 39,58 para *skill score* e porcentagem de sucesso, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos observados por SAMPAIO (1999) para a Fórmula de Monte Alegre, sendo o *skill score* de 0,0607 e a porcentagem de sucesso de 36,92 para região de Agudos, estado de São Paulo. Segundo NUNES et al. (2010), os valores observados apontaram um desajuste da FMA, que pode ter sido causado pela mudança nos regimes de chuva e conseqüentemente de umidade relativa ao longo do tempo, o que dificulta a tomada de decisões em relação aos procedimentos de prevenção e combate aos incêndios florestais.

CONCLUSÃO

A Fórmula de Monte Alegre apresentou uma distribuição das classes semelhante à normal para os dias analisados, o que é desejável para o índice. O número de ocorrências de incêndios, registradas pelo SysBM, em função das classes de perigo apontou uma função crescente. Isso indica que a FMA apresenta-se ajustada para o município de Ponta Grossa, o que foi comprovado pelos valores de *skill score* e de porcentagem de sucesso obtido.

AGRADECIMENTOS

Ao Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, pelo fornecimento dos dados meteorológicos e ao acadêmico de Engenharia Florestal Heitor Ferreira, pelo auxílio referente ao SysBM.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C.; OLIVEIRA, D. S.; SOARES, R. V. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná**. Curitiba: Fupef; 2002. 82 p. (Série Técnica, nº2/02).

FERREIRA, A. R. R. **Sistema de informação geográfica e susceptibilidade a incêndio florestal: análise de metodologias em ambiente SIG**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território) - Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, Portugal. 2010.

FERREIRA, H. R.; TETTO, A. F.; BATISTA, A. C. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná no ano de 2011. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL, 3. E SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 11., 2012, Irati. **Anais do...** 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. **Caderno estatístico município de Ponta Grossa**. 2013. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=84000&btOk>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

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

NUNES, J. R. S.; FIER, I. S. N.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Desempenho da Fórmula de Monte Alegre (FMA) e da Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) no distrito florestal de Monte Alegre. **Floresta**, Curitiba, v.40, n.2, p. 319 – 326, abr./jun.

2010.

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

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo.** 1rd ed. Curitiba. 2007. 264 p.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro-paranaense, Brasil.** 1972. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro Tropical de Ensino e Investigação, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas OEA, Turrialba, Costa Rica. 1972.

TAKASHINA, I. K.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. Comparação do índice de perigo de incêndios (FMA) entre os municípios de Londrina, Telêmaco Borba e Palmas – PR, no período de 2010 a 2100. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20., E EVENTO INICIAÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO, 5., 2012, Curitiba. **Livro de Resumos 20° EVINCI e 5° EINTI.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. p 416.

TETTO, A. F. **Comportamento histórico dos incêndios florestais na fazenda Monte Alegre no período de 1965 a 2009.** 2012. 114 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Prevenção e combate aos incêndios florestais. Curitiba: **SENAR-PR.** 2011.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010. **Floresta**, Curitiba, v.42, n.2, p. 391 – 398, abr./jun. 2012.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; NUNES, J. R. S. Comportamento e ajuste da Fórmula de Monte Alegre na floresta nacional de Irati, estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.87, p. 409 – 417, set. 2010.

VOSGERAU, J.L.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZIK, L. Avaliação dos registros de incêndios florestais no estado do Paraná no período de 1991 a 2001. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.1, p. 23 – 32, jan./abr. 2006.