



## Desempenho do índice de perigo de incêndios FMA no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT

Arlindo de Paula MACHADO NETO<sup>1,2\*</sup>, Ronaldo Viana SOARES<sup>2</sup>, Antônio Carlos BATISTA<sup>2</sup>, Daniela BIONDI<sup>2</sup>, Anderson PEDRO Bernardina BATISTA<sup>3</sup>, Robson Borges de LIMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Inventário Florestal e Estatística Espacial, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

<sup>4</sup>Laboratório de Biometria e Manejo Florestal, Universidade Estadual do Amapá, Macapá, AP, Brasil.

\*E-mail: arlindo.neto08@gmail.com

Recebido em maio/2017; Aceito em agosto/2017.

**RESUMO:** O estudo teve como objetivo, analisar o desempenho da Fórmula de Monte Alegre (FMA) no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNCG) de 2005 a 2014. Os dados meteorológicos utilizados para o cálculo da FMA foram obtidos no banco de dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica localizada no município de Cuiabá. Dos 3.650 dias avaliados, as classes de perigo nulo e pequeno ocorreram em média 52,97%, enquanto as classes de perigo médio, alto e muito alto ocorreram em média em 47,23%. Foi observado que o índice previu um maior número de dias concentrados nas classes “nulo”, indicando que a fórmula necessita de ajustes nas classes de perigo do índice. O valor obtido para o *skill score* foi de 0,0333 e a porcentagem de sucesso apresentou um valor de 54,22. Observou-se que dos 23.737,76 ha queimados, 98,63% foram queimados quando o índice apresentou um grau de perigo muito alto. Apesar de necessitar de ajustes, a FMA apresentou um bom desempenho, com 67,41% dos incêndios ocorrendo nos dias em que o índice indicava a classe de perigo “muito alto”, demonstrando que a fórmula pode ser adotada como subsídio de prevenção dos incêndios florestais no parque.

**Palavra-chave:** incêndios florestais, unidade de conservação, porcentagem de sucesso.

### Performance of the FMA fire hazard index at Chapada dos Guimarães-MT national park

**ABSTRACT:** The objective of this study was to analyze the performance of the Monte Alegre Formula (FMA) in the National Park of Chapada dos Guimarães (PNCG) from 2005 to 2014. The meteorological data used to calculate the AMF were obtained from the historical database of the Institute National Meteorological Service (INMET), of the meteorological station located in the city of Cuiabá. Of the 3,650 days evaluated, the null and small hazard classes occurred on average 52.97%, while the medium, high and very high hazard classes occurred on average at 47.23%. It was observed that the index predicted a higher number of days concentrated in the "null" classes, indicating that the formula needs to be adjusted in the hazard classes of the index. The value obtained for the skill score was 0.0333 and the success percentage presented a value of 54.22. It was observed that of the 23,737,76 ha burned, 98.63% were burned when the index presented a very high degree of danger. Despite the need for adjustments, the FMA performed well, with 67.41% of the fires occurring on days when the index indicated the "very high" hazard class, demonstrating that the formula can be adopted as a fire prevention subsidy forest in the park.

**Keywords:** forest fires, conservation unit, percentage of success.

## 1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais causam diversos danos ambientais todos os anos em várias regiões do Brasil e do mundo. Dentro deste contexto, o conhecimento de parâmetros associados ao comportamento do fogo se torna uma ferramenta básica de suma importância na prevenção e combate destes sinistros. De acordo com Assis et al. (2014), os incêndios florestais estão ligados de forma direta a diversos fatores como: a composição vegetal, representada pelo material combustível, o relevo e as variações meteorológicas.

De acordo com Brando et al. (2014), o desmatamento seguido dos incêndios florestais contribui de forma significativa para a fragmentação das florestas e as oscilações no micro e mesoclima. Para Fiedler et al. (2006), os incêndios florestais causam vários prejuízos ecológicos,

econômicos e sociais, ocorrendo em fazendas, margens de estradas, proximidades de zonas urbanas, áreas de cultivo florestal, unidades de conservação, entre outras localidades.

No Brasil, devido sua biodiversidade, algumas áreas foram criadas com o objetivo de garantir a conservação das espécies da fauna e flora locais. Essas áreas, denominadas de Unidades de Conservação (UCs), possuem regimes especiais de uso e regulamentação própria de suas atividades e dependendo de sua localização, podem ser atingidas por incêndios que variam em frequência, número e intensidade, ocasionando prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

A verdadeira quantificação do perigo de incêndios é complexa, uma vez que há vários fatores envolvidos a serem considerados, como aspectos climáticos, tipo de combustível,

riscos de incêndio e a probabilidade de ignição (HEIKKILÄ; GRÖNQVIST; JURVÉLIUS, 2007).

Índices de perigo são valores numéricos, geralmente apresentados sob forma de escalas, que indicam a possibilidade de ocorrência de incêndios assim como a facilidade de propagação do fogo, de acordo com as condições atmosféricas do dia ou de uma sequência de dias (SOARES, 1985). Segundo Viegas et al. (2004), o conhecimento do grau de perigo de incêndios em uma região se configura como uma forma de prevenção, pois esses índices refletem a possibilidade de ocorrência de um incêndio ser deflagrado, de acordo com as condições meteorológicas da área, podendo ser estimado de modo objetivo aos índices já existentes.

Atualmente no Brasil o índice mais utilizado é a Fórmula de Monte Alegre, que foi desenvolvida a partir de dados da região central do Paraná e que considera o perigo de incêndio florestal como função de duas variáveis: umidade relativa do ar das 13 horas e chuva diária (SOARES; BATISTA, 2007).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo determinar o índice de causalidade e o índice de perigo dos incêndios florestais através da Fórmula de Monte Alegre (FMA) no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, no estado de Mato Grosso de 2005 a 2014.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área

O Parque Nacional de Chapada dos Guimarães (FIGURA 1), foi criado através do Decreto nº 97.656 de 12 de abril de 1989 e possui 32.630 ha distribuídos no Bioma Cerrado. Segundo o IBAMA (2002), 61,2% da área do parque estão inseridos no município de Cuiabá e o restante (38,8%) faz parte do município de Chapada dos Guimarães. De acordo com Myers et al. (2000), o PNCG tem um papel importante na preservação do Cerrado por proteger uma amostra significativa do bioma que vem, historicamente, sendo devastado, onde dos 1.783.200 km<sup>2</sup> originais, restavam intactos no início desta década 356.630 km<sup>2</sup>, ou seja, 20% do bioma original, ficando evidente a necessidade de sua proteção.

O clima no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, conforme a classificação de Köppen, inclui-se nas categorias Aw (na Depressão Cuiabana) e Cw (na Chapada). Ambas se caracterizam pela presença marcante de uma estação chuvosa (outubro a março) e uma seca (abril a setembro). Na estação seca ocorrem as “friagens”, invasão da massa polar sobre o continente, levando a quedas bruscas de temperatura. As temperaturas médias anuais variam de 25° C (na Baixada Cuiabana) a 21,5° C (nos topos elevados da Chapada dos Guimarães), sendo que as temperaturas máximas diárias, na Baixada Cuiabana, podem superar os 38° C e as mínimas, no topo da Chapada, caem a menos de 5° C nas estações mais frias. A precipitação média anual permanece entre 1650 e 2100 mm de chuva, sendo a umidade relativa, de novembro a abril, inferior a 80% e, nos meses secos, inferior a 60%. A presença de ilhas com microclima nas encostas cria condições ambientais propícias para a sobrevivência de espécies diferentes daquelas das regiões planas e baixas, (ICMBIO, 2009).

Por possuir uma grande beleza cênica, o parque tem sido objeto de preocupação pelos seus gestores, devido aos diversos problemas ambientais que a região atravessa todos os anos. O crescimento urbano desordenado da cidade de

Chapada exerce uma grande pressão no parque, que sofre com o aumento no número dos imóveis urbanos e rurais na região. O parque é cercado por diversas propriedades em seu entorno que também causam problemas como o acúmulo de lixo, a degradação ambiental ocasionada pelos turistas nos principais pontos de visitação e mirantes e constantes incêndios florestais no entorno e interior do parque.

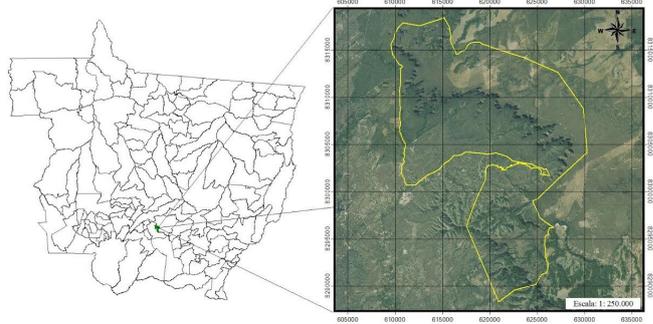


Figura 1. Localização da área de estudo.

Figure 1. Location of the study area.

### 2.2. Obtenção e análise dos dados

Os dados meteorológicos utilizados para o cálculo da FMA foram coletados no banco de dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica localizada no município de Cuiabá no período de 2005 a 2014. O índice da FMA é cumulativo e utiliza como variáveis a umidade relativa do ar, de forma direta, e a precipitação pluviométrica, como fator restritivo ao cálculo (TABELA 1). A equação para determinação do índice é:

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left( \frac{100}{H_i} \right) \quad (\text{Equação 01})$$

sendo: FMA = Fórmula de Monte Alegre; H = umidade relativa do ar (%), medida às 13 horas; n = número de “i” dias sem chuva maior ou igual a 13,0 mm.

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

Table 1. Restrictions to the sum of the FMA according to the rainfall of the day.

Chuva do dia (mm)	Modificação do 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 a somatória (FMA = 0) e recomençar 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.  
Table 2. FMA Hazard Scale.

Valor da FMA	Classe de perigo
≤ 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).

Para analisar o desempenho da FMA foi utilizado o método conhecido como *Skill Score* (SS) (SAMPAIO, 1999). Os procedimentos de cálculo utilizados foram apresentados por Nunes (2005), baseados em uma tabela de contingência que contém os valores observados e os valores previstos para um evento em uma população, como apresentado nas Tabelas 3 e 4.

As variáveis necessárias para o cálculo foram:

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;

$PS = G / N$

Tabela 3. Tabela de contingência.

Table 3. Contingency table.

Evento	Observado		Total previsto
	Incêndio	Não incêndio	
Previsto Incêndio	a	b	$N2 = a + b$
Previsto 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. Cálculo da tabela de contingência.

Table 4. Calculation of the contingency table.

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

FONTE: Nunes (2005).

Para análise do desempenho da Fórmula de Monte Alegre foi utilizada a mesma classificação proposta por Nunes (2005), onde se consideraram como não indicativo da probabilidade de ocorrência de incêndios as classes de perigo nulo e pequeno e como indicativos da probabilidade de ocorrência de incêndios as classes médio, alto e muito alto. A partir dessa definição, foram calculados o *skill score* e a porcentagem de sucesso.

### 3. RESULTADOS

Os dados históricos para análise do índice de perigo de incêndios foram coletados a partir do dia 01 de janeiro de 2005 até 31 de dezembro de 2014. Foram avaliados 3.650 dias, sendo que as classes de perigo nulo e pequeno ocorreram em média 52,97% dos dias avaliados, enquanto as classes de perigo médio, alto e muito alto ocorreram em média em 47,23% (Tabela 5).

A figura 2 apresenta o número de dias previstos para cada classe de perigo de incêndio, calculados através da FMA, no período de 2005 a 2014.

De acordo com Tetto et al. (2010), considerando a possibilidade de ocorrência de incêndios florestais de uma sequência de dias e para uma distribuição apropriada das variáveis, é desejável que o maior número de dias previstos esteja agrupado na classe “médio”, decrescendo gradualmente para as classes “nulo” e “muito alto”, indicando desta forma que o índice está ajustado para a região. Na figura 3 são apresentadas as frequências de incêndios, em valores absolutos, para cada classe de perigo da escala de FMA. A fórmula apresentou um bom desempenho para o parque, com 67,41% dos incêndios ocorrendo nos dias em que o índice indicava a classe de perigo “muito alto”.

Tabela 5. Comportamento do índice de perigo de incêndios (FMA) para o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT de 2005 a 2014.

Table 5. Fire Hazard Index (FMA) behavior for the Chapada dos Guimarães-MT National Park from 2005 to 2014.

Ano	Classe de perigo de incêndios			
	Nulo + pequeno		Médio + alto + muito alto	
	Número de dias	Participação (%)	Número de dias	Participação (%)
2005	155	42,47	210	57,53
2006	175	49,95	190	52,05
2007	170	46,58	195	53,42
2008	274	75,07	91	24,93
2009	226	61,92	139	38,08
2010	169	46,30	196	53,70
2011	166	45,48	199	54,52
2012	193	52,88	172	47,12
2013	185	50,68	180	49,32
2014	213	58,36	152	41,64
Total	1.926	-	1.724	-
Média	192,6	52,97	172,4	47,23

155

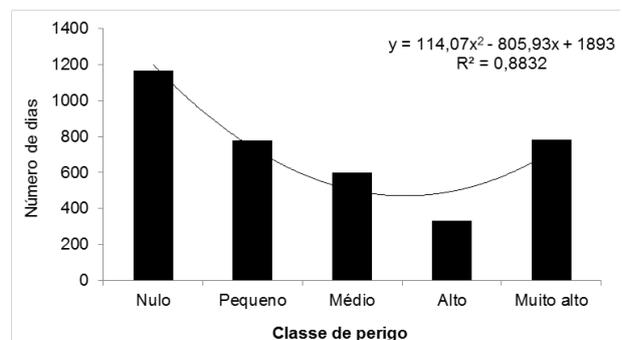


Figura 2. Número de dias previstos nas classes de perigo de 2005 a 2014 no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães – MT. Figure 2 Number of days foreseen in hazard classes from 2005 to 2014 in the Chapada dos Guimarães National Park - MT.

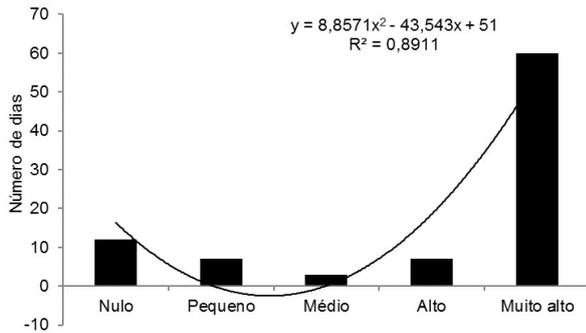


Figura 3. Número de dias com ocorrência de incêndios nas classes de perigo de 2005 a 2014 no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães – MT.

Figure 3. Number of days with occurrence of fires in hazard classes from 2005 to 2014 in the National Park of Chapada dos Guimarães - MT.

Em relação ao desempenho do índice, a Tabela 6 apresenta o número de dias em que o FMA previu a ocorrência e não ocorrência de incêndios e os dias com e sem incêndios observados no parque.

Tabela 6. Número de dias que o FMA previu ocorrência e não ocorrência de incêndios no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT de 2005 a 2014.

Table 6. Number of days that the FMA predicted occurrence and no occurrence of fires in the National Park of Chapada dos Guimarães-MT from 2005 to 2014.

Condição	Número de dias	
	Observados	Previstos
Incêndio	68	1724
Não incêndio	15	1926

A partir dos valores apresentados foram calculados o *skill score* e a porcentagem de sucesso através das tabelas de contingências 7 e 8. Observou-se que o índice previu um número de incêndios de 1.724 dias e só ocorreram 68, ou seja, o índice acertou 68 e errou 1.656 dias. A previsão para não ocorrência de incêndios pelo índice foi de 1.926 dias, onde houve um acerto de 1.911 e um erro de 15 dias. O valor obtido para o *skill score* foi de 0,0333 e a porcentagem de sucesso apresentou um valor de 54,22

Tabela 7. Contingência para FMA no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT de 2005 a 2014.

Table 7. Contingency for FMA in the National Park of Chapada dos Guimarães-MT from 2005 to 2014.

Evento	Observado		Total previsto
	Incêndio	Não incêndio	
Previsto	68	1656	1724
	15	1911	1926
Total observado	83	3567	3650

Tabela 8. Cálculo de contingência para FMA no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT de 2005 a 2014.

Table 8. Calculation of contingency for FMA in the National Park of Chapada dos Guimarães-MT from 2005 to 2014.

Evento	Observado		Total previsto
	Incêndio	Não incêndio	
Previsto	0,8193	0,4643	1,2835
	0,1807	0,5357	0,7165
Total observado	1	1	2

A Tabela 9 apresenta a área total queimada por nível de perigo e também a porcentagem da área queimada por incêndio, durante o período analisado, onde é observado que dos 23.737,76 ha queimados, cerca de 98,63% foram queimados quando o índice apresentou um grau de perigo muito alto.

#### 4. DISCUSSÃO

Em relação a porcentagem de sucesso o presente estudo apresentou valores superiores aos encontrado por Nunes et al. (2010), que ao analisar a eficiência da FMA para o Distrito Florestal de Monte Alegre – PR, observaram valores de SS = 0,0517 e PS = 34,32. Os mesmos autores também avaliaram a FMA<sup>+</sup> e observaram valores de SS = 0,1165 e PS = 55,63.

Tabela 9. Extensão das áreas queimadas em relação as escalas de perigo da FMA no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT de 2005 a 2014.

Table 9. Extension of the burned areas in relation to the FMA danger scales in the Chapada dos Guimarães-MT National Park from 2005 to 2014.

Perigo de Incêndio	Área Total Queimada (ha)	Percentual (%)
Nulo	87,70	0,37
Pequeno	27,89	0,12
Médio	183,04	0,77
Alto	27,00	0,11
Muito alto	23.412,13	98,63
TOTAL	23.737,76	100,00

Sampaio (1999), em um estudo realizado em São Paulo, no período de 1984 a 1995, observou valores de SS = 0,0607 e PS = 36,92; Borges et al. (2011), no Espírito Santo, encontraram no período de 2003 a 2006 valores de SS = 0,0946 e PS = 38,54%; e Tetto (2012), para o município de Telêmaco Borba – PR, obteve valores de 0,0663 e 39,58 para *skill score* e porcentagem de sucesso respectivamente. Observou-se que o índice previu um maior número de dias concentrados nas classes “nulo”, indicando que a fórmula necessita de ajustes nas classes de perigo do índice, corroborando com Souza, Casavecchia e Stangerlin (2012), que analisaram a eficiência da FMA em nove municípios do estado de Mato Grosso e observaram que a distribuição da FMA é uma condição não desejável para o comportamento do número de dias previstos, por não seguir uma tendência decrescente, da classe nulo para muito alto, esperada para o comportamento dessa variável, o que pode indicar que FMA encontra-se desajustada para a região.

Machado, Silva e Biudes (2014) concluíram que a FMA demonstrou sensibilidade em prever ocorrência futura de incêndios nos bairros de Cuiabá, ao estar positivamente correlacionada com as ocorrências de queimadas e registros de focos de calor. No entanto, os autores salientam que é necessário o desenvolvimento de estudos complementares sobre a distribuição espacial do número de queimadas por bairros em Cuiabá - MT. De acordo com Nunes et al. (2010), provavelmente o desajuste observado é causado pela mudança nos regimes de chuva e consequentemente de umidade relativa ao longo do tempo. Segundo Tetto et al. (2010) e Borges et al. (2011), o aumento dos valores da classe “nulo” para a “muito alto” é desejável para o índice, muito embora as classes ainda possam ser aprimoradas, reduzindo as classes “médio” e “alto” e aumentando a classe “muito alto”. Philipp (2007), ao avaliar a FMA nos anos de 2003 e 2004 nos municípios de Sorriso, São José do Rio

Claro, Tangará da Serra e Matupá em Mato Grosso, observou que a maior ocorrência de focos de calor ocorreu de maio a setembro (estação seca), assim como a FMA indicou a estação seca como a época com a maior possibilidade de perigo de incêndios, demonstrando assim um bom desempenho para as condições dessas regiões. O autor também verificou uma tendência dos focos de calor se concentrarem nas classes de perigo “alto” e “muito alto”, onde o valor médio da frequência relativa dos focos observados nessas classes foi de 90,55%, indicando desta forma uma grande possibilidade de ocorrência de incêndios florestais e denotando a efetiva possibilidade da Fórmula de Monte Alegre vir a ser adotada no Mato Grosso.

No presente estudo apesar do índice ter previsto valores abaixo do esperado, a análise da área queimada, em cada nível de perigo, apresentou uma sensível diferença entre o nível de perigo ‘muito alto’ e os demais níveis. Dos 23.737,76 ha queimados no interior do parque nos 10 anos analisados, 23.412,13 ha foram queimados nos dias em que o índice apresentava o nível de perigo “muito alto”, ou seja, 98,63% da área total queimada, denotando uma relação direta entre os dias que apresentaram níveis críticos com a extensão da área queimada no parque, pois quando a FMA indicou níveis de perigo muito elevados, extensas áreas foram queimadas pelos incêndios. Este fato demonstra que a fórmula apresentou um ótimo desempenho em relação à extensão da área queimada, indicando que nos meses considerados críticos e principalmente nos dias que a fórmula apresentar a classe de perigo “muito alto” se faz necessário um aumento na vigilância, visando evitar que os incêndios se deflagrem no parque consumindo grandes áreas em seu interior e entorno.

## 5. CONCLUSÕES

A FMA apresentou um bom desempenho pois a maioria dos incêndios e as maiores extensões de áreas queimadas foram observadas nos dias em que o índice indicava a classe de perigo “muito alto”, denotando desta forma a eficiência do índice. Desta forma é importante que a FMA seja incorporada como ferramenta de prevenção dos incêndios no interior do parque, com seu monitoramento diário nos próximos 5 anos, com o objetivo de verificar se o índice continua com esse desempenho ou se ao longo do tempo haverá uma queda do índice devido as alterações meteorológicas, principalmente em função da variação no regime das chuvas.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASSIS, F. R. V.; MENDONÇA, I. F. C.; SILVA, J. E. R.; LIMA, J. R. Uso de geotecnologias na locação espacial de torres para detecção de incêndios florestais no semiárido Nordeste. *Floresta*, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 133-142, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v44i1.32618>.
- BORGES, T. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R. dos.; LOUREIRO, E. B.; MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 18, n. 2, p. 153-159, 2011.
- BRANDO, P. M.; BALCH, J. K.; NEPSTAD, D. C.; MORTON, D. C.; PUTZ, F. E.; COE, M. T.; SILVÉRIO, D.; MACEDO, M. N.; DAVIDSON, E. A.; NÓBREGA, C. C.; ALENCAR, A.; SOARES FILHO, B. S.; MONTEIRO, P.; SILVÉRIO, D. V.; NOBREGA, C. 2014. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Science*. U.S.A., v. 111, n.17, p. 6347-6352. doi: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1305499111>.
- FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. de Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 153-161, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050981896>.
- HEIKKILÄ, T. V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire management: handbook for trainers**. Helsinki: Ministry for Foreign Affairs of Finland, 2007. 248 p.
- IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis. **Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais**. Documento Técnico. PREVFOGO. 2002.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Plano de manejo: Parque Nacional da Chapada dos Guimarães**. Relatório final editado em abril de 2009. Disponível em [www4.icmbio.gov.br/parna\\_guimaraes](http://www4.icmbio.gov.br/parna_guimaraes).
- MACHADO, N. G.; SILVA, F. C. P.; BIUDES, M. S. Efeito das condições meteorológicas sobre o risco de incêndio e o número de queimadas urbanas e focos de calor em Cuiabá-MT, Brasil. *Ciência e Natura*, v. 36 n. 3, p. 459-469, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X11892>
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. DA FONSECA.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. 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*, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 247-258, 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, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v40i2.17827>.
- PHILIPP, M. P. **Análise do perigo de incêndio em municípios do estado de Mato Grosso por meio da Fórmula de Monte Alegre**. 90f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá: 2007.
- SAMPAIO, O. B. **Análise da eficiência de quatro índices, na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos – SP**. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- SOARES, R. V. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF, 1985. 213p.
- SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: UFPR, 2007.
- SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. *Scientia Plena*, v. 8, n. 5, p. 1-14, 2012.

- VIEGAS, D. X.; REIS, R. M.; CRUZ, M. G.; VIEGAS, M. T. Calibração do sistema canadiano de perigo de incêndio para aplicação em Portugal. **Silva Lusitana**, Lisboa, v. 12, n. 1, p. 77-93, 2004.
- 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**, v.38, n. 87, p. 409-417, 2010.
- TETTO, A. F. **Comportamento histórico dos incêndios florestais na Fazenda Monte Alegre no período de 1965 a 2009**.114f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.