



## Estimativa de risco de incêndios florestais em unidades de conservação no bioma caatinga no estado da Paraíba, Brasil

William de Sousa SANTOS<sup>1\*</sup>, Patrícia Carneiro SOUTO<sup>2</sup>, Jacob Silva SOUTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil.

\* E-mail: william.ufcg@gmail.com

Recebido em janeiro/2017; Aceito em junho/2017.

**RESUMO:** Os impactos das frequências dos incêndios florestais têm modificado os diversos ambientes naturais protegidos. Com a utilização de dados climáticos objetivou-se neste estudo gerar índices de riscos de incêndios florestais em Unidades de Conservação da Paraíba utilizando a Fórmula de Monte Alegre. Para o cálculo da FMA foram utilizados dados diários de precipitação e umidade do ar no período de 2008 a 2012, dos municípios onde se localizam as Unidades de Conservação, cujas informações foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia. Os dados climáticos de pluviosidade diária e umidade relativa do ar dos municípios foram sistematizados em planilhas Excel para posterior cálculo dos índices de risco de incêndios florestais. O cálculo do índice foi realizado mensalmente pela somatória dos valores diários de cada mês, sendo o risco de incêndio classificado conforme a escala de perigo em Nulo, Pequeno, Médio, Alto e Muito Alto. As classes de risco de incêndio Alto e Muito Alto foram as que obtiveram os maiores índices em todas as Unidades de Conservação. Os meses de setembro e outubro registraram os maiores valores para a classe Muito Alto em todas as Unidades de Conservação.

**Palavras-chave:** florestas secas, Fórmula de Monte Alegre, áreas protegidas.

Estimated risk of forest fires in protected areas in the caatinga biome in the state of Paraíba, Brazil

**ABSTRACT:** The impacts of the frequencies of forest fires have modified the various natural environments protected. With the use of climate data aimed in this study to generate indexes of risks of forest fires in Protected Areas of the Paraíba using the Monte Alegre Formula (MAF). For the calculation of the MAF have been used daily data of rainfall and air humidity in the period from 2008 to 2012, of the municipalities where are located the Protected Areas, whose information has been obtained from the National Institute of Meteorology. The climatic data of rainfall and daily relative humidity of the air of the municipalities were organized in Excel spreadsheets for later calculation of the indexes of risk of forest fires. The calculation of the index was carried out on a monthly basis by the sum of the daily values of each month, with the risk of fire, classified according to the scale of danger in null, small, medium, high and very high. The classes of fire risk is high and very high were those that obtained the highest rates in all the Protected Areas. The months of September and October recorded the highest values for the class very high in all the Protected Areas.

**Keywords:** dry forests, Monte Alegre Formula, protected areas.

### 1. INTRODUÇÃO

Um incêndio florestal é caracterizado quando o fogo fica incontrolável espalhando-se através da vegetação de forma a consumir os mais variados tipos de combustíveis florestais como folhas, galhos, gravetos, e restos de materiais lenhosos, dificultando seu controle e aumentando seu poder destrutivo.

Nos últimos anos as ocorrências deste fenômeno têm aumentado pelo mundo atingindo grandes áreas florestais. Ferreira-Leite et al. (2013), verificaram num período de 30 anos em Portugal (1981 à 2010) que na última década houve um aumento no número de incêndios florestais no país, bem como na área florestal atingida, destacando os anos de 2003, 2004 e 2005. Rodriguez et al. (2013) registraram no período de 2002 à

2011, 757 incêndios em Pinar del Rio, Cuba, os quais atingiram uma área de 14.303,14 ha.

No Brasil, o caso mais marcante de incêndio ocorreu no estado do Paraná (1963), atingindo aproximadamente 10% da superfície do estado (KOVALSYKI et al., 2014). Devido ao acontecido, a Divisão de Estudos e Pesquisas Meteorológicas do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, na época, divulgou as equações de Angstrom e Nesterov para estimativa do grau de perigo de incêndios, considerando-as úteis para as condições climáticas e estruturais do país (SOARES, 1972a).

No ano de 1972, após a constatação de inconsistências nas equações de Angstrom e Nesterov na previsão de incêndios, devido, principalmente, as mesmas serem usadas sem nenhuma adaptação às condições de clima onde foram aplicadas, foi

desenvolvido o primeiro índice de previsão de incêndios no país, a Fórmula de Monte Alegre - FMA. A FMA foi desenvolvida na Fazenda Monte Alegre, município de Telêmaco Borba, PR, fazendo uso de dados diários de precipitação e umidade relativa do ar durante 7 anos (1965 a 1971) (SOARES, 1972b).

Conhecer o grau de perigo diário é uma ferramenta útil no planejamento das atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais. Para isso, são utilizados os índices de perigo de incêndios que refletem a probabilidade de ocorrência e/ou propagação de um incêndio, em função das condições atmosféricas do dia ou de uma sequência de dias (SOARES e BATISTA, 2007).

As Unidades de Conservação são áreas destinadas à proteção e preservação de espécies animais e vegetais, tendo a função de manter a perpetuidade das espécies ao longo do tempo. Estas áreas se destacam pelo seu grau de preservação e equilíbrio entre os diversos compartimentos, que quando atingidas por incêndios, dependendo da intensidade e duração, afeta a biodiversidade e sustentabilidade dos ecossistemas locais.

Considerando que Unidades de Conservação da Paraíba normalmente não possuem um programa de prevenção de incêndios, tornando-as vulneráveis à ação do fogo, a elaboração de índices que avaliem o risco de incêndios se tornam indispensáveis para um planejamento eficiente destas áreas.

Este estudo objetiva gerar índices de perigo de incêndios com base em dados climáticos em Unidades de Conservação da Paraíba utilizando a Fórmula de Monte Alegre - FMA.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o levantamento das Unidades de Conservação (UC) geridas pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), localizadas no Bioma Caatinga, as quais são apresentadas na Tabela 1 de acordo com o município em que está inserida, a área e o decreto de criação de cada Unidade.

Na Figura 1 encontra-se a localização dos municípios nas diferentes mesorregiões do Estado da Paraíba com as respectivas Unidades de Conservação.

Para determinação do grau e do período crítico de perigo de incêndio nas UC's selecionadas foi utilizada a Fórmula de Monte Alegre (FMA). Esta fórmula foi desenvolvida por Soares em 1972 a partir de dados da região central do Paraná, sendo um índice cumulativo, simples, que considera o risco de incêndio florestal como função de duas variáveis: uma de forma direta, a umidade relativa do ar, medida às 13:00 horas e outra de forma indireta, a precipitação diária, sendo estas de fácil obtenção.

Tabela 1. Unidades de Conservação geridas pelo governo do Estado da Paraíba localizadas no bioma Caatinga nos Municípios onde estão inseridas.

Table 1. Conservation Units managed by the Paraíba State government located in the Caatinga biome in the Municipalities where they are located.

Unidade de conservação	Município	Área (ha)	Decreto de criação (Nº e data)
APA das Onças	São João do Tigre	36.000	22.880 de 25/03/2002
APA do Cariri	Cabaceiras	18.560	25.083 de 08/06/2004
MN Vale dos Dinossauros	Sousa	40	23.832 de 27/12/2002
PE Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira	Campina Grande	419,51	25.322 de 09/09/2004
PE Pedra da Boca	Araruna	157	20.889 de 07/02/2000
PE Pico do Jabre	Maturéia e Mãe D'água	851	23.060 de 19/06/2002

APA: Área de Proteção Ambiental MN: Monumento Natural PE: Parque Estadual

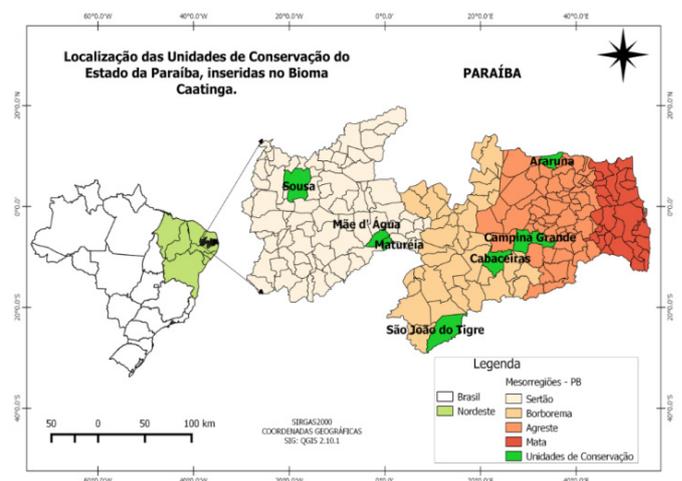


Figura 1. Localização dos municípios e mesorregiões onde estão inseridas as Unidades de Conservação no Bioma Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil.

Figure 1. Location of the municipalities and mesoregions where the Conservation Units in the Caatinga Biome are located in the State of Paraíba, Brazil.

A FMA é uma fórmula cumulativa, ou seja, quanto mais longa for a sequência de dias com baixa umidade relativa e sem chuva, maior será o risco de incêndio. Dependendo da intensidade da precipitação, ocorrem abatimentos em seus valores. Quando a precipitação diária ultrapassa 12,9 mm, a FMA volta à zero, e o risco é nulo (SOARES, 1998).

Para o cálculo da FMA foram utilizados dados diários de precipitação e umidade do ar no período de 2008 a 2012, dos municípios onde se localizam as Unidades de Conservação do bioma Caatinga no Estado, cujas informações foram obtidas junto ao INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e da Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba - AESA. De posse dos dados climáticos, foi feita a sistematização em planilhas eletrônicas para posterior cálculo dos índices através da seguinte equação:

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

sendo: FMA - Fórmula de Monte Alegre; n - número de dias sem chuva maior que 13 mm; e, Hi - umidade relativa do ar (%), medida às 13h00min.

A FMA é acumulativa, ou seja, quanto mais longa for a sequência de dias sem chuva e com baixa umidade relativa do ar, maior será o risco de incêndio. A quantidade diária de precipitação reduz o valor do índice, havendo modificação no cálculo conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Restrições na somatória da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, em função da ocorrência de precipitação.

Table 2. Restrictions on the sum of the Monte Alegre Formula (FMA) for fire hazard, due to the occurrence of precipitation.

FMA	Modificação no cálculo
< 2,5	Nenhuma, isto é, continuar o cálculo e a somatória
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA, isto é, $FMA_{hoje} = 0,7 * FMA_{ontem} + FMA_{i(hoje)}$
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA, isto é, $FMA_{hoje} = 0,4 * FMA_{ontem} + FMA_{i(hoje)}$
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA, isto é, $FMA_{hoje} = 0,2 * FMA_{ontem} + FMA_{i(hoje)}$
> 12,9	Interromper o cálculo anterior ( $FMA = 0$ ) e começar novo cálculo no dia seguinte.

Fonte: Adaptado de Alvares et al. (2014).

Para interpretar o grau de perigo de incêndio estimado pela FMA, faz-se uso de uma escala de perigo (Tabela 3) (SOARES, 1972b).

O cálculo do índice, no município em que se encontra a UC, foi realizado mensalmente pela somatória dos valores diários de cada mês, sendo o risco de incêndio classificado conforme a escala de perigo de incêndio discriminado na Tabela 3.

Tabela 3. Escala de perigo da Fórmula de Monte Alegre (FMA).  
Table 3. Danger scale of the Monte Alegre Formula (FMA).

Valor da FMA	Grau 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

### 3. RESULTADOS

Para o cálculo da FMA nas respectivas UC's, foram analisados 1.827 dias, compreendendo o período de 2008 a 2012. Durante o período avaliado verificou-se a possibilidade de ocorrência de incêndios em mais de 50% dos dias em todas as UC's, enquadrando-se nas classes alto a muito alto de risco de ocorrência de incêndios, com destaque para a Área de Proteção Ambiental das Onças que registrou valor de 62,6% para a escala de risco muito alto, indicando que essa UC necessita de maior atenção em virtude do risco detectado pela FMA. Observa-se que o ano de 2012 apresentou as maiores possibilidades de ocorrência de incêndios com relação a sua classificação de perigo em todas as UC's, registrando o maior número de dias com risco de ocorrência muito alto (Tabela 4).

Na Tabela 5 verifica-se a distribuição média dos dias por mês correspondentes ao período analisado, onde na APA das Onças apenas o mês de abril obteve o menor índice de perigo de ocorrência de incêndios com 40% dos dias, sendo os meses de junho a dezembro os mais propícios à ocorrência do fenômeno com mais de 85% de seus dias classificados de acordo com a classe de perigo alto e muito alto.

Na Área de Proteção Ambiental do Cariri as classes de perigo alto e muito alto foram sempre superiores a 58% dos dias em todos os meses avaliados. No Monumento Natural do Vale dos Dinossauros, as classes de perigo alto e muito alto de ocorrência de incêndios foram inferiores a 40% dos dias nos meses de janeiro a abril, estando os meses de junho a dezembro os mais propícios a ocorrências, com mais de 69% dos dias dos meses, evidenciando a distribuição sazonal e sendo um indicativo da época de maior suscetibilidade aos incêndios florestais.

É importante ressaltar os meses nos quais foram registrados os maiores valores para a classe de risco de incêndios muito alto. Ficou evidente que o mês de setembro foi destaque nos municípios onde se localizam as unidades de conservação APA

das Onças, MN Vale dos Dinossauros e o PE Pico do Jabre, sendo a primeira unidade de conservação localizada na mesorregião da Borborema e as demais localizadas na mesorregião do Sertão Paraibano. O mês de outubro foi destaque nas unidades de conservação APA do Cariri (Mesorregião da Borborema) e nos Parques Estaduais do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira e Pedra da Boca (Mesorregião do Agreste), localizadas em regiões de maiores altitudes no Estado da Paraíba.

Pode-se inferir que o grau de perigo de incêndio muito alto inicia primeiramente na Mesorregião do Sertão Paraibano, época caracterizada pela ausência de chuvas, altas temperaturas e baixa umidade relativa, fatores estes que favorecem a ocorrência desse evento.

Percebe-se, portanto, que a ocorrência de incêndios florestais está intimamente relacionada com a precipitação, já que os maiores percentuais de risco de ocorrência de incêndios para a Região Nordeste são observados nos meses de julho a dezembro, na ausência da precipitação, compreendendo a estação seca da região (Figura 2).

Figura 2. Precipitação média e umidade relativa do ar (%) média no período de 2008 a 2012 na Área de Proteção Ambiental Serra das Onças (A), Área de Proteção Ambiental do Cariri (B), Monumento Natural Vale dos Dinossauros (C), Parque Estadual Pico do Jabre (D), Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira (E) e no Parque Estadual Pedra da Boca (F).

Figure 2. Mean precipitation and relative air humidity (%) in the period between 2008 to 2012 in the Environmental Protection Area Serra das Onças (A), Environmental Protection Area of Cariri (B), Vale dos Dinossauros Natural Monument (C), Pico do Jabre State Park (D), Poeta e Repentista Juvenal Oliveira State Park (E) and Pedra da Boca State Park (F).

### 4. DISCUSSÃO

Em condições climáticas diferentes da Região Nordeste do Brasil, especificamente do Estado da Paraíba, Kovalsyki et al. (2014), avaliaram a eficiência da FMA para o Município de Ponta Grossa-PR no período de 2006 a 2013 e verificaram que as classes de perigo médio e alto apresentaram maior participação na previsão de ocorrência de incêndios, com 30,1 e 26,5% do total de dias, respectivamente, e as classes alto e muito alto totalizaram 40,2% dos dias de ocorrências prevista.

Para Alvares et al. (2014) os incêndios florestais podem variar bastante de região para região e durante as estações do ano.

Santana et al. (2011) e Santos et al. (2006), relataram que a estação de incêndios no Brasil em áreas protegidas se estende de junho a outubro, quando foram registradas 68,92% das ocorrências e 90,76% da área queimada no período de 1998 a 2002, mostrando que, efetivamente, o problema dos incêndios florestais no país

Tabela 4. Número de dias de acordo com as classes de perigo de incêndios florestais calculados pela Fórmula de Monte Alegre (FMA) no período de 2008 a 2012 nas Unidades de Conservação localizadas no Bioma Caatinga no Estado da Paraíba.

Table 4. Number of days according to the forest fire hazard classes calculated by Monte Alegre Formula (FMA) from 2008 to 2012 of Conservation Units located in the Caatinga Biome belonging to State of Paraíba.

Grau de perigo/ano	2008	2009	2010	2011	2012	Total	Percentual (%)
APA das Onças							
Nulo	10	18	14	14	3	59	3,3
Baixo	24	31	20	25	5	105	5,8
Médio	44	56	60	36	8	204	11,4
Alto	46	75	84	71	28	304	16,9
Muito alto	242	185	156	219	322	1124	62,6
Total	366	365	334*	365	366	1796	100,0
APA do Cariri.							
Nulo	12	17	9	17	4	59	3,2
Baixo	19	34	20	26	6	105	5,7
Médio	45	70	48	68	21	252	13,8
Alto	74	95	114	92	68	443	24,2
Muito alto	216	149	174	162	267	968	53,0
Total	366	365	365	365	366	1827	100,0
MN Vale dos Dinossauros							
Nulo	35	33	-	30	12	110	7,7
Baixo	49	60	-	53	16	178	12,4
Médio	64	57	-	71	35	227	15,9
Alto	46	62	-	70	56	234	16,4
Muito alto	141	153	-	141	247	682	47,7
Total de dias por ano	335	365	0**	365	366	1431	100,0
PE do Pico do Jabre							
Nulo	21	27	18	20	3	89	5,0
Baixo	29	43	32	33	4	141	7,9
Médio	57	71	50	70	14	262	14,6
Alto	93	71	84	93	29	370	20,6
Muito alto	166	153	150	149	316	934	52,0
Total de dias por ano	366	365	334	365	366	1796	100,0
PE Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira							
Nulo	20	26	15	29	13	103	5,6
Baixo	42	42	31	56	24	195	10,7
Médio	86	86	74	92	38	376	20,6
Alto	95	101	118	84	68	466	25,5
Muito alto	123	110	127	104	223	687	37,6
Total de dias por ano	366	365	365	365	366	1827	100
PE Pedra da Boca							
Nulo	22	30	11	23	8	94	5,2
Baixo	49	67	26	45	16	203	11,3
Médio	96	115	70	94	29	404	22,5
Alto	91	45	113	108	55	412	22,9
Muito alto	78	108	145	95	258	684	38,1
Total de dias por ano	336	365	365	365	366	1797	100

\* Não houve registro meteorológico em pelo menos um mês, impossibilitando o cálculo pela FMA.

\*\* Não houve registro meteorológico para o ano.

se concentra no inverno e primavera, que corresponde à estação seca do ano em quase todo o território nacional.

Sousa et al. (2012), avaliando os focos de ocorrência de incêndios florestais no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011, verificaram que os meses de agosto a outubro registraram os maiores focos de incêndios para região de Bom Jesus, sul do estado do Piauí.

Takashina et al. (2015), estudando o comportamento da precipitação nos municípios de Guarapuava, Laranjeiras do Sul e Quedas do Iguaçu, Estado do Paraná, observaram os menores registros de precipitação no período de março, julho e agosto, indicando uma maior probabilidade de ocorrência de incêndios.

Relacionando o grau de perigo com a ocorrência de incêndios, Tetto et al. (2010) observaram que não houve registro de ocorrência quando o grau de perigo era nulo na Floresta Nacional de Irati, Estado do Paraná. Observando que 0,37% dos incêndios ocorreram quando o grau de perigo foi classificado pequeno, 8,49% com o perigo médio, 29,52% com o perigo alto

e 61,62% com o perigo muito alto, ou seja, 91,14% dos incêndios ocorreram quando o perigo era alto ou muito alto. Semelhante a estes resultados, Kovalsyki et al., (2014) verificaram a seguinte distribuição das efetivas ocorrências de incêndios 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, ou seja, 81,8% dos incêndios ocorreram nas classes alto e muito alto.

De acordo com os dados apresentados pelos supracitados autores pode-se inferir que o uso de índices de risco de incêndios é uma ferramenta útil e eficiente, pois, permite prever e/ou estimar uma situação futura com relação a ocorrências de incêndios florestais baseada em dados climáticos de uma região, possibilitando assim, um melhor planejamento dos órgãos de proteção ambiental, principalmente para os responsáveis pela gestão das Unidades de Conservação.

Álvares et al. (2014) também ratificam a importância desse tipo de estudo, ressaltando que mesmo em uma região de tipo

Tabela 5. Média do número de dias por mês no período de 2008 à 2012 nas Unidades de Conservação localizadas no Bioma Caatinga no Estado da Paraíba de acordo com a classificação de perigo calculada pela Fórmula de Monte Alegre (FMA).  
Table 5. Average number of days per month in the period between 2008 to 2012 of Conservation Units located in the Caatinga Biome belonging to State of Paraíba according to the hazard classification calculated by the Monte Alegre Formula (FMA).

Grau de perigo/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
UC/Município												
APA das Onças												
Nulo	1,8	1,4	2,3	2,2	2	0,8	0,2	0	0	0,6	0,2	0,8
Baixo	2,2	2,6	4,8	5	3,8	1,2	0	0,4	0	0,4	0,4	1,2
Médio	3,4	5,6	6,3	10,8	6,6	4,6	0	0,8	0	0,6	0,8	2,6
Alto	6	5,6	10	5,4	8	7,2	6	4,8	0,6	0,4	2,4	6,4
Muito alto	17,6	13,2	7,8	6,6	10,6	16,2	24,8	25	29,4	29	26,2	20
UC/Município												
APA do Cariri												
Nulo	1	1	1,6	2	2,2	1,6	0,8	1	0	0,2	0	0,4
Baixo	2,2	1,4	2,6	3,4	2,8	3,2	1,6	2,6	0	0,4	0	0,8
Médio	5,2	2,4	6,6	5,4	7,6	7,8	9,4	3,6	0,2	0,8	0	1,4
Alto	7,4	9,4	9,8	11,2	9,2	12,4	12,8	8,4	4,6	0,4	1,4	1,6
Muito alto	15,2	14,2	10,4	8	9,2	5	6,4	15,4	25,2	29,2	28,6	26,8
UC/Município												
MN Vale dos Dinossauros												
Nulo	4,5	4,5	6,5	7	3	0,5	0,3	0	0	0,5	0	0,8
Baixo	4,8	8,5	6,5	12	8,8	1,3	0,5	0	0	1,3	0	1
Médio	7,5	8,8	8,8	7,8	8,8	7,5	4	0,8	0	1,8	0,5	0,8
Alto	6	5,8	8,8	3	3,8	7,8	12	2,8	2,7	1,3	3,3	2,3
Muito alto	8,3	1	0,5	0,3	6,8	13	14	27,3	27,7	26,3	26,3	26,3
UC/Município												
PE Pico do Jabre												
Nulo	2,4	1,6	3,8	2,4	3,8	1,8	0,6	0,4	0	1	0,2	0,6
Baixo	3,8	3,4	4,3	5	5,8	3,4	0,6	0,8	0	0,8	0,4	0,8
Médio	6	7	6,8	6	8,4	7,2	3,4	4,8	0	1,8	1,2	1,2
Alto	9,6	7,2	8,3	7,2	4	11,4	9,2	8,4	3,2	1,6	3,8	1,8
Muito alto	9,2	9,2	8	9,4	9	6,2	17,2	16,6	26,8	25,8	24,4	26,6
UC/Município												
PE Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira												
Nulo	1,8	2,2	1,6	1,8	3,8	3,4	3	2	0,4	0,2	0,2	0,2
Baixo	3,6	2,8	2,2	4,8	6	7	6	4,8	0,8	0,4	0,4	0,6
Médio	6	5,6	5,8	9	8,2	13	15,2	10	3,8	0,8	0,8	0,8
Alto	7,2	12,2	10,4	4,6	7,4	5,8	6,8	12,8	12	0,4	3,8	2,4
Muito alto	12,4	5,6	11	9,8	5,6	0,8	0	1,4	13	29,2	25	27
UC/Município												
PE Pedra da Boca												
Nulo	1,4	1	2,6	3,8	2,2	2,8	3	1,4	0,6	0	0	0
Baixo	2,8	3	4,6	7	7	6,4	5,8	2,6	1	0	0	0,4
Médio	7	6,8	7,6	10,2	10,2	11,6	13,4	10,2	2,8	0	0	1
Alto	12	9,4	7	3	5,6	7,4	8,8	10,6	11,4	2	1	4,4
Muito alto	7,8	8,2	9,2	6	6	1,8	0	6,2	14,2	29	29	25,2

climático diferente de onde foi desenvolvida, a FMA demonstra ser adequada na previsão do grau de perigo de incêndios. Soriano et al. (2015) ao comparar os índices de risco de incêndios e definir o mais eficiente para as condições do Pantanal Sul-mato-grossense afirmam que a alta probabilidade de acerto na detecção de riscos de incêndio em qualquer grau e também nas classes de Alto risco, a Fórmula de Monte Alegre (FMA) pode ser considerada a mais adequada para estimar o risco de ocorrência de incêndio para a sub-região da Nhecolândia.

Torres (2006), ao estudar as relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora-MG, observou que os meses com maiores precipitações são os que apresentam a menor quantidade de ocorrência de incêndios, e que o mesmo acontece com relação à umidade relativa do ar, quanto maior a umidade do ar, menor a possibilidade de focos de incêndio. Quando a umidade do ar é baixa, especialmente no material combustível morto, maior será a disposição à combustão.

White e Ribeiro (2011) analisando a influência da precipitação na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, no período de 1999 a 2008, observaram que há maior incidência de incêndios nos meses de verão: dezembro, janeiro e fevereiro, totalizando 62,2% do total de ocorrências, e menor ocorrência nos meses de inverno: junho, julho e agosto, que somados, representaram 2,7% do total de ocorrências. Os autores ressaltam que há uma correlação

negativa e significativa entre a precipitação e a incidência de incêndios, estando esta, diretamente ligada a maior ou menor possibilidade de ocorrência deste fenômeno quanto à quantidade e distribuição da precipitação nos meses do ano.

Santana et al. (2011) ressalta, que o período de maior ocorrência de incêndios não inicia logo após o término das chuvas, visto que o solo e o material combustível, especialmente a serapilheira, continuam úmidos por algum tempo. Da mesma forma, o reinício do período de chuvas 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 que pode levar algum tempo.

Ressalva-se que nesse estudo os maiores riscos de ocorrência de incêndios foram registrados em todos os meses do período avaliado para as UC's do bioma caatinga, alertando que as ações preventivas como, o trabalho de educação e informação à população, orientação às comunidades rurais sobre as práticas de manejo do material combustível, a alocação de aceiros e a vigilância permanente nessas áreas devem ser colocadas em prática desde o início do ano de modo a identificar e combater os focos com maior eficiência, caso ocorra algum evento.

Outra forma de prevenção é descrita por Koproski et al. (2011), que destacaram a importância do uso de Sistema de

Informações Geográficas (SIG) na elaboração de mapas de risco de incêndios de forma a prevenir a ocorrência de tal fenômeno, sendo estes confeccionados a partir de informações georeferenciadas, quanto à vegetação, acessos, infraestrutura, declividade do terreno, altimetria, uso do solo, hidrografia e exposição solar, relacionando-as com o uso da vegetal, das áreas de influências de atividades humanas e orientação das encostas, sendo, portanto, estas informações disponibilizadas aos órgãos gestores das UC's, os quais devem ter certo grau de organização para utilização destas na prática.

A escassez de estudos sobre riscos de incêndios no bioma caatinga é uma constatação preocupante, principalmente quando se trata de fragmentos da vegetação nativa que, mesmo protegida por lei, vem sendo atingida por incêndios sazonais que reduzem a biodiversidade. Estudos dessa natureza possibilitam traçar um cenário e, a partir dos resultados obtidos pelo índice adotado, alertar as autoridades gestoras sobre a complexidade e as peculiaridades dos diferentes ambientes e estimular a adoção de propostas de prevenção a serem adotadas antes das épocas de maior risco de ocorrência de incêndios florestais.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos estudos e análises realizadas neste trabalho, pode-se concluir que as classes de risco de incêndio Alto e Muito Alto foram as que obtiveram os maiores índices em todas as Unidades de Conservação e o ano de 2012 se destacou com a classe de risco Muito Alto registrando os maiores índices;

Os meses de setembro e outubro registraram os maiores valores para a classe Muito Alto em todas as Unidades de Conservação;

Os valores mais elevados da FMA para a classe Muito Alto variou entre as Unidades de Conservação, mas, no geral, a partir do mês de agosto ocorreram acréscimos indicando a chegada do período de maior suscetibilidade a incêndios florestais;

As possibilidades de ocorrência de incêndios florestais são constantes nas Unidades de Conservação do Bioma Caatinga durante todo o ano, mesmo nos meses chuvosos da região.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; CEGATTA, I. R.; VIEIRA, L. A. A.; PAVANI, R. F.; MATTOS, E. M.; SENDELHAS, P. C.; STAPE, J. L.; SOARES, R. V. Perigo de incêndio florestal: aplicação da Fórmula de Monte Alegre e avaliação do histórico para Piracicaba, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 511-522, 2014.

FERREIRA-LEITE, F.; BENTO-GONÇALVES, A.; LOURENÇO, L.; ÚBEDA, X.; VIEIRA, A. Grandes Incêndios Florestais em Portugal Continental como Resultado das Perturbações nos Regimes de Fogo no Mundo Mediterrâneo. **Silva Lusitana**, n° especial: 1-9, p. 129-144, 2013. <http://hdl.handle.net/1822/25046>

KOPROSKI, L.; PEREIRA, M. P.; GOLDAMMER, J. G.; BATISTA, A. C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras. O caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). **Revista Floresta**, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v41i3.24049>

KOVALSYKI, B.; TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOUSA, N. J.; TAKASHINA, I. K. Avaliação da eficiência da fórmula de monte alegre para o Município de Ponta Grossa - PR. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p. 208 - 2018, 2014.

LOURENÇO, L.; FERNANDES, S.; BENTO-GONÇALVES, A.; CASTRO, A.; NUNES, A.; VIEIRA, A. Causas de incêndios florestais em Portugal continental. Análise estatística da investigação efetuada no último quinquênio (1996 a 2010). **Cadernos de Geografia**, Coimbra, n. 30-31, p. 60-81, 2012. [http://dx.doi.org/10.14195/0871-1623\\_31\\_6](http://dx.doi.org/10.14195/0871-1623_31_6)

RODRÍGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; BECERRA, L. W. M. Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de monte alegre, brasil, e de Pinar Del Río, cuba. **Revista Floresta**, v. 43, n. 2, p. 231-240, 2013. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v43i2.27650>

SANTANA, J. A. S.; ARAUJO, I. M. M.; SENA, C. M.; PIMENTA, A. S.; FONSECA, F. C. E. Determinação dos períodos críticos de ocorrência de incêndios florestais na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 43-47, 2011.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Revista Floresta**, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v36i1.5510>

SOARES, R. V. Índice de Perigo de Incêndio. **Revista Floresta**, v.3, n.3, p. 19-40, 1972a. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v3i3.5732>

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro-paranaense, Brasil**. 1972b. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Ciências Florestais, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA. Turrialba, Costa Rica. 1972.

SOARES, R. V. Desempenho da “Fórmula de Monte Alegre” índice brasileiro de perigo de incêndios florestais. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 87-99, 1998.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: Editores Autônomos, 2007. 250p.

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O.; SANTOS, S. A. Eficiência de índices de risco de incêndios para o Pantanal sul-mato-grossense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 809-816, 2015. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509820231>

SOUSA, J. R. L.; BOTREL, R. T.; ALVES, A. R. Ocorrência de incêndios florestais na região de Bom Jesus, Sul do Estado do Piauí. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

TAKASHINA, I. K.; KOVALSYKI, B.; HO, T. L.; TETTO, A. F.; TETTO, A. C. Comportamento da precipitação pluviométrica em três municípios do estado do paraná, como subsídio para prevenção de incêndios florestais. **Enciclopédia Biosfera**, Mineiros, v. 11 n. 22, p. 749-758, 2015.

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. 409-17, 2010.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010. **Revista Floresta**, v. 42, n. 2, p. 391-398, 2012. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v42i2.22516>

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 18, p. 162-171, 2006.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 148-156, 2011. <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>