

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
ARLINDO DE PAULA MACHADO NETO

**DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL
DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014**

CURITIBA-PR
2016

ARLINDO DE PAULA MACHADO NETO

**DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL
DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador:

Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Co orientadores:

Prof. Ph.D. Ronaldo Viana Soares

Prof^a Dra. Daniela Biondi

**CURITIBA-PR
2016**

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Machado Neto, Arlindo de Paula

Diagnóstico dos incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães no período de 2005 a 2014 / Arlindo de Paula Machado Neto. – Curitiba, 2016.

147 f. : il.

Orientadora: Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Coorientadores: Prof. Ph.D. Ronaldo Viana Soares

Profª Dra. Daniela Biondi

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 28/11/2016.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Incêndios florestais – Mato Grosso. 2. Incêndios florestais – Prevenção e controle. 3. Incêndios florestais – Condições climáticas. 4. Teses. I. Batista, Antonio Carlos. II. Soares, Ronaldo Viana. III. Biondi, Daniela. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.43



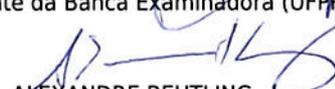
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL
Código CAPES: 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **ARLINDO DE PAULA MACHADO NETO**, intitulada: "**DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação.

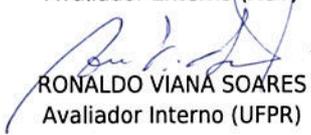
Curitiba, 28 de Novembro de 2016.


ANTÔNIO CARLOS BATISTA
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


ALEXANDRE BEUTLING
Avaliador Externo (UFMS)


ALEXANDRE FRANÇA TETTO
Avaliador Interno (UFPR)


CELSO DARCI SEGER
Avaliador Externo (AUT)


RONALDO VIANA SOARES
Avaliador Interno (UFPR)



Aos meus pais, Eli Jonas de Paula Machado e Cristina Marilana Rangel
Machado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por todas as conquistas alcançadas, em segundo lugar, agradeço a minha família pelo apoio incondicional, minha mãe, meu pai e meus irmãos e sobrinhos, pois vocês foram a força que me manteve firme na caminhada. Agradeço ao meu orientador, Professor Antonio Carlos Batista, por todo conhecimento adquirido e pela amizade, apoio e paciência. Agradeço aos meus co orientadores, Professor Ronaldo Viana Soares e Professora Daniela Biondi por todo apoio e incentivo. Agradeço ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, em especial ao analista ambiental Marcelo Lopes e a gerente do parque Cintia Brazão, por toda colaboração. Agradeço também a todo corpo docente da UFMT e a todos os novos e antigos amigos que sempre estiveram junto comigo. Meu muito obrigado a todos!

“Não temo o fogo que me adverte com suas chamas, mas livrai-me da brasa moribunda que se esconde sob as cinzas”.

Rabrinthanath Tagore

RESUMO

Os incêndios florestais atingem anualmente grandes áreas em todo o mundo. No Brasil, a falta de informações confiáveis e organizadas dificulta a elaboração de um banco de dados preciso e que permita estabelecer e embasar programas efetivos de prevenção dos sinistros. As Unidades de Conservação (UCs) apesar de possuírem restrições em relação ao seu uso e ocupação, também sofrem com a problemática dos incêndios florestais, comprometendo áreas consideradas importantes em termos de conservação. Desta forma, o preenchimento dos Registros de Ocorrências de Incêndios (ROIs) e o conhecimento sobre a estatística dos incêndios florestais são imprescindíveis para determinar o histórico de fogo nesses locais. O presente trabalho teve como objetivo traçar o diagnóstico dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães – MT, nos anos de 2005 a 2014. Foram analisados os registros de ocorrências de incêndios do parque e os dados meteorológicos fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os resultados demonstraram que no período de 2005 a 2014 ocorreram 89 incêndios queimando uma área total de 23.737,76 ha, correspondente a 72,75% da superfície do parque. Os meses que apresentaram os maiores números de ocorrências foram julho (9%), agosto (28,09%) e setembro (38,20%), indicando a necessidade de aumento nas ações de prevenção e controle, visando a redução dos incêndios nesses períodos. Em relação à classe de tamanho dos incêndios, a classe IV se destacou indicando a necessidade de melhorias no sistema de combate. As causas que mais se destacaram foram “incendiários” (42,7%) e “queima para limpeza” (20,22%) e o índice de causalidade da área foi de 6,6, denotando que a maioria dos incêndios ocorre por negligências ou incendiários. A maioria dos incêndios ocorreu das 13 às 17 horas. As tipologias florestais mais atingidas foram o Cerrado *strictu sensu* (56,18%) e campo sujo (21,35%). Os locais mais atingidos pelo fogo foram a Fazenda Chafariz (37,96%), Rio Claro (18,08%), Morro de São Gerônimo (16,99%) e Tope de Fita (8,93%). Foram detectados 440 focos de calor e o satélite AQUA conseguiu detectar 16 incêndios, demonstrando uma acurácia de 18%, com um erro de omissão de 82%. O estimador de *kernel* revelou uma alta densidade de focos no interior do parque nos anos em que houve a incidência dos maiores incêndios. Houve uma boa aproximação do estimador de *kernel* e das áreas atingidas pelos incêndios com as áreas queimadas, imageadas pelo satélite Landsat. A função K de Ripley indicou que os focos de calor se distribuíram de forma agregada no parque e 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.

Palavras-chave: Índice de causalidade, focos de calor, estimador de Kernel, unidades de conservação, Fórmula de Monte Alegre.

ABSTRACT

Forest fires annually reach large areas around the world. In Brazil, the lack of reliable and organized information makes it difficult to establish a precise database and establish and support effective accident prevention programs. Conservation Units (CUs), despite having restrictions regarding their use and occupation, also suffer from the problem of forest fires, compromising areas considered important in terms of conservation. In this way, the completion of the Fire Occurrence Records (ROIs) and the knowledge about the statistics of the forest fires are essential to determine the fire history in these places. The present work had the objective of tracing the diagnosis of the forest fires that occurred in the National Park of Chapada dos Guimarães - MT, from 2005 to 2014. The records of fire occurrences of the park and the meteorological data provided by the National Research Institute (INPE) and the National Institute of Meteorology (INMET). The results showed that in the period from 2005 to 2014, 89 fires occurred, burning a total area of 23,737.76 ha, corresponding to 72.75% of the park surface. The months that presented the highest number of occurrences were July (9%), August (28.09%) and September (38.20%), indicating the need for an increase in prevention and control actions, aiming to reduce fires in these Periods. In relation to the size class of the fires, class IV stood out indicating the need for improvements in the combat system. The most prominent causes were "incendiaries" (42.7%) and "burn for cleaning" (20.22%) and the area's causality index was 6.6, indicating that most of the fires occurred due to negligence or arsonists. Most fires occurred from 1:00 p.m. to 5:00 p.m. The most affected forest typologies were Cerrado strictu sensu (56.18%) and dirty field (21.35%). The most affected areas were Fazenda Chafariz (37.96%), Rio Claro (18.08%), Morro de São Gerônimo (16.99%) and Tope de Fita (8.93%). 440 foci of heat were detected and the AQUA satellite was able to detect 16 fires, showing an accuracy of 18%, with an omission error of 82%. The kernel estimator revealed a high density of foci within the park in the years in which the highest fires occurred. There was a good approximation of the kernel estimator and the areas affected by the fires with the burned areas, imagined by the Landsat satellite. Ripley's K function indicated that the heat sources were distributed in an aggregate form in the park and 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 subsidy for the prevention of forest fires in the park.

Keywords: Causality index, heat sources, Kernel estimator, conservation units, Monte Alegre formula.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	DENSIDADE DE FOCOS DE CALOR NO BIOMA CERRADO EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2003 A 2012.....	51
FIGURA 2 -	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	54
FIGURA 3 -	CORRELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, EXTENSÃO DA ÁREA QUEIMADA, UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	73
FIGURA 4 -	COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AO NÚMERO DE INCÊNDIOS, UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	80
FIGURA 5 -	TRABALHO RELIGIOSO EM ÁREA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	88
FIGURA 6 -	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	103
FIGURA 7 -	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA ANUAL EM RELAÇÃO À EXTENSÃO DAS ÁREAS QUEIMADAS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	104
FIGURA 8 -	MAPA DE KERNEL COM DENSIDADE DE FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 E 2014.....	112
FIGURA 9 -	MAPA DE KERNEL COM SOBREPOSIÇÃO DOS FOCOS DE CALOR DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	113
FIGURA 10 -	DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR ATRAVÉS DA FUNÇÃO K DE RIPLEY DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	114
FIGURA 11 -	LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS PELOS INCÊNDIOS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	117

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 -	MÉDIA ANUAL DE FLORESTA QUEIMADA NOS CONTINENTES NO PERÍODO 2003 A 2012.....	32
GRÁFICO 2 -	NÚMERO DE INCÊNDIOS E EXTENSÃO DA ÁREA QUEIMADA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	71
GRÁFICO 3 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014.....	74
GRÁFICO 4 -	ÁREA QUEIMADA NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	75
GRÁFICO 5 -	CONTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DAS CLASSES DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES – MT..	78
GRÁFICO 6 -	CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS CLASSES DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS POR ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	79
GRÁFICO 7 -	OCORRÊNCIAS MENSAIS DE INCÊNDIOS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES – MT..	80
GRÁFICO 8 -	NÚMERO DE INCÊNDIOS POR DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	82
GRÁFICO 9 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM FUNÇÃO DO HORÁRIO DE DETECÇÃO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES-MT.....	83
GRÁFICO 10 -	CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	84
GRÁFICO 11 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO A CAUSA E A EXTENSÃO DA ÁREA QUEIMADA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	91
GRÁFICO 12 -	DENDROGRAMA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS DIAS DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	93
GRÁFICO 13 -	DENDROGRAMA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	94
GRÁFICO 14 -	NÚMERO DE INCÊNDIOS POR ANO EM RELAÇÃO AO ÍNDICE DE CAUSALIDADE DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	96
GRÁFICO 15 -	NÚMERO DE INCÊNDIOS POR CLASSE DE TAMANHO EM RELAÇÃO AO ÍNDICE DE	

	CAUSALIDADE DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	97
GRÁFICO 16 -	ÍNDICE DE CAUSALIDADE POR ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	97
GRÁFICO 17 -	TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	99
GRÁFICO 18 -	NÚMERO DE FOCOS DE CALOR OBSERVADOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	105
GRÁFICO 19 -	NÚMERO DE FOCOS DE CALOR E OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	106
GRÁFICO 20 -	PORCENTAGEM DO NÚMERO DE FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	108
GRÁFICO 21 -	NÚMERO DE FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO A PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	109
GRÁFICO 22 -	NÚMERO DE FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO A ÁREA QUEIMADA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT...	110
GRÁFICO 23 -	NÚMERO DE DIAS PREVISTOS NAS CLASSES DE PERIGO NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	119
GRÁFICO 24 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO NAS CLASSES DE PERIGO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DE CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	120

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	ÁREA TOTAL DE FLORESTA QUEIMADA EM 12 PAÍSES DE 2003 A 2012.....	31
TABELA 2 -	QUANTIDADE DE FOCOS DE CALOR MENSIS DETECTADOS PELO INPE NO ESTADO DE MATO GROSSO, ENTRE 2005 E 2014.....	50
TABELA 3 -	CLASSE DE TAMANHO DOS INCÊNDIOS.....	62
TABELA 4 -	RESTRIÇÕES AO SOMATÓRIO DA FMA DE ACORDO COM A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DO DIA.....	67
TABELA 5 -	ESCALA DE PERIGO DA FMA.....	67
TABELA 6 -	TABELA DE CONTINGÊNCIA.....	67
TABELA 7 -	CÁLCULO DA TABELA DE CONTINGÊNCIA.....	68
TABELA 8 -	GRAU DE PERICULOSIDADE DO ÍNDICE DE CAUSALIDADE.....	69
TABELA 9 -	OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS E DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS QUEIMADAS POR ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	70
TABELA 10 -	CLASSE DE TAMANHO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS OCORRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	76
TABELA 11 -	DISTRIBUIÇÃO DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014.....	89
TABELA 12 -	CAUSAS DOS INCÊNDIOS POR DIA DA SEMANA NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	92
TABELA 13 -	CAUSAS DOS INCÊNDIOS POR MÊS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	95
TABELA 14 -	TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	98
TABELA 15 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS E ÁREA QUEIMADA DE ACORDO COM O LOCAL AFETADO POR INCÊNDIO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARAES DE 2005 A 2014.....	101
TABELA 16 -	VALIDAÇÃO DOS FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO AOS ANOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	107
TABELA 17 -	VALIDAÇÃO DOS FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	108
TABELA 18 -	COMPORTAMENTO DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO	

	PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	118
TABELA 19 -	NÚMERO DE DIAS EM QUE O FMA PREVIU OCORRÊNCIA E NÃO OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E OS DIAS COM E SEM INCÊNDIOS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	120
TABELA 20 -	CONTINGÊNCIA PARA FMA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	121
TABELA 21 -	CÁLCULO DE CONTINGÊNCIA PARA FMA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	121
TABELA 22 -	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS QUEIMADAS PELAS ESCALAS DE PERIGO DA FMA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	122
TABELA 23 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO ANO E DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	144
TABELA 24 -	RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AO DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	144
TABELA 25 -	ANOVA DOS DIAS DA SEMANA DE 2005 A 2014 PARA O PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	144
TABELA 26 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIA DOS INCÊNDIOS EM RELAÇÃO À CAUSA E AO DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	145
TABELA 27 -	RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS ÀS CAUSAS E AO DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	145
TABELA 28 -	ANOVA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS DIAS DA SEMANA NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	145
TABELA 29 -	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO À CAUSA E AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	146
TABELA 30 -	RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS ÀS CAUSAS E AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES – MT DE 2005 A 2014.....	146
TABELA 31 -	ANOVA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014.....	146
TABELA 32 -	RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AOS	

	MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	147
TABELA 33 -	ANOVA DOS MESES DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT.....	147

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 Incêndios florestais no bioma Cerrado.....	18
3.2 Incêndios florestais em unidades de conservação.....	23
3.3 Estatísticas dos incêndios florestais.....	30
3.3.1 Estatística dos incêndios florestais em unidades de conservação.....	33
3.3.2 Causas dos incêndios.....	34
3.3.3 Épocas de ocorrências.....	38
3.3.4 Locais de ocorrência.....	40
3.3.5 Extensão da área queimada.....	41
3.3.6 Tipo de vegetação atingida.....	42
3.4 Índice de perigo de incêndios.....	44
3.5 Incêndios florestais detectados por satélites.....	46
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
4.1 Caracterização da área de estudo.....	54
4.1.1 Clima.....	55
4.1.2 Geologia e geomorfologia.....	56
4.1.3 Vegetação.....	57
4.1.4 Uso e ocupação do solo.....	60
4.2 Obtenção e análise dos dados.....	61
4.2.1 Características dos incêndios.....	63
4.2.2 Imageamento da área e focos de calor.....	64
4.2.3 Índice de perigo de incêndios e de causalidade.....	66
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
5.1 Ocorrência de incêndios e extensão das áreas atingidas.....	70
5.2 Épocas de ocorrência.....	79
5.3 Dias da semana e horários.....	81
5.4 Causas.....	84
5.5 Tipo de vegetação atingida.....	98
5.6 Locais de ocorrência.....	100
5.7 Análise dos focos de calor.....	105
5.8 Desempenho do índice de perigo de incêndios FMA.....	118
6 CONCLUSÕES.....	124
7 RECOMENDAÇÕES.....	126
REFERÊNCIAS.....	127
APÊNDICES.....	143

1 INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais causam diversos danos ambientais todos os anos em várias regiões do Brasil e do mundo. Dentro deste contexto, conhecer o comportamento histórico do fogo se torna uma ferramenta básica de suma importância na prevenção e combate destes sinistros.

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.

Em algumas UCs o fogo ainda é visto como um vilão e seu uso é restrito ou até mesmo proibido, acarretando em acúmulo de matéria orgânica que, conseqüentemente agravam os incêndios que podem se tornar muito difíceis de serem controlados.

Além da falta de estrutura, equipamentos e pessoal treinado, poucas UCs do Bioma Cerrado possuem um banco de dados confiável do histórico de ocorrência dos incêndios, dificultando o conhecimento da dinâmica anual do fogo nas unidades. Informações sobre as causas dos incêndios, épocas de ocorrência, locais atingidos pelo fogo, tipo de vegetação atingida, tamanho dos incêndios, topografia e uso e ocupação do solo, são importantes na elaboração de um banco de dados confiável que é composto pelos dos Registros de Ocorrências de Incêndios (ROI). Os registros servem como uma base que toda unidade de conservação deve construir para traçar o perfil dos incêndios, com o objetivo de planejar, implantar e aperfeiçoar os programas de prevenção e controle dos mesmos, além de minimizar custos com o combate.

Poucas unidades também incorporam em seu plano de manejo algum índice de perigo de incêndio, com o objetivo de alertar tanto funcionários como o público que frequenta essas áreas sobre o grau de perigo diário de incêndios e adotar práticas que impeçam o início do fogo no local.

O imageamento via satélite também é um recurso pouco utilizado por gestores de unidades de conservação atingidas pelo fogo. Essas imagens

contribuem de forma significativa, indicando o tamanho da área queimada e servindo como ferramenta comparativa com a real ocorrência dos incêndios em campo. As imagens via satélite também podem ser geradas para enriquecer os bancos de dados das unidades, indicando as possíveis rotas de entrada dos incêndios de acordo com as atividades antrópicas realizadas em seu entorno.

O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNCG), no estado de Mato Grosso, é uma das unidades de conservação mais atingidas por incêndios florestais no Brasil, em face da intensa antropização do entorno e a falta de um planejamento específico de prevenção e combate ao fogo, o que têm causado incêndios frequentes e de grandes proporções em seu interior.

De acordo com os servidores do PNCG, desde 1992 inúmeros incêndios florestais têm ocorrido com frequência na área, consumindo grande parte da UC. Em 1995, um convênio com o Corpo de Bombeiros Militar foi firmado para a realização de combate aos incêndios florestais no Parque e na Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada dos Guimarães, que protege o entorno da UC federal. No entanto, essa parceria só veio a ser efetivada em 1998, porém terminando no ano seguinte.

Embora o PNCG esteja inserido no Bioma Cerrado, onde a maioria das espécies estão adaptadas à passagem do fogo, os constantes incêndios florestais que ocorrem na área comprometem a manutenção da biodiversidade local, além de afetarem brigadistas, funcionários e as comunidades do entorno.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral realizar o diagnóstico dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães nos anos de 2005 a 2014.

Para se alcançar o objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Determinar as principais causas e o índice de causalidade dos incêndios florestais no parque, suas respectivas épocas de ocorrências, número de ocorrências e seu comportamento mensal e anual, dias da semana e horário mais atingidos pelos incêndios, os locais mais atingidos pelo fogo, o tipo de vegetação atingida e a classe de tamanho dos incêndios;
- b) Comparar a quantidade de focos de calor com a frequência de incêndios;
- c) Avaliar a eficiência do satélite AQUA na detecção dos incêndios florestais;
- d) Estimar a distribuição espacial dos focos de calor no interior e *buffers* interno e externo do parque mediante o estimador de densidade de *kernel*, comparando o mesmo com as cicatrizes dos incêndios através de imagens Landsat.
- e) Analisar o padrão espacial dos focos de calor observados no interior do parque durante a série temporal de 10 anos, com base na função K de Ripley.
- f) Avaliar a eficiência da Fórmula de Monte Alegre como índice de perigo de incêndios do PNCG.
- g) Recomendar ações para os programas de manejo do fogo no parque, subsidiando alternativas de melhorias nas atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BIOMA CERRADO

Os incêndios florestais constituem um dos mais danosos eventos que provocam alterações nas formações vegetais, sejam elas naturais ou plantadas. 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.

As causas de geração dos incêndios são diversas, entretanto, as mais frequentes e preocupantes restringem-se a um pequeno grupo onde a ação humana se destaca, principalmente por meio de suas atividades no meio rural (RIBEIRO, 2004).

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. 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.

No Brasil, os incêndios florestais atingem áreas extensas, ocasionando prejuízos econômicos e perdas ecológicas significativas aos biomas que possuem regimes anuais de fogo. O Cerrado brasileiro é considerado resistente ao fogo, mas recentemente vem sofrendo com intensas atividades antrópicas e queimas sucessivas que ameaçam a integridade dos ecossistemas dessa formação fitogeográfica. Segundo Silva e Bates (2002), o Cerrado foi incluído na lista dos “*hotspots*”, sendo o segundo maior bioma brasileiro, possuindo um elevado nível de biodiversidade. No entanto, apesar de toda riqueza de espécies, vem sofrendo uma elevada perda de sua área original em consequência da antropização.

A inclusão do Cerrado nesta lista mostra que além da sua biodiversidade o bioma também é considerado um ambiente bastante ameaçado e que a manutenção de suas espécies depende de ações de conservação.

O Cerrado se distribui por 12 estados, com diferenças socioeconômicas que contribuem para o desmatamento total do bioma. Enquanto na Bahia e em Mato Grosso predominam os desmatamentos de grandes polígonos para a agricultura em larga escala, no Maranhão e Piauí a maior parte do desmatamento é destinado à atividade carvoeira. Os estados situados na região sudeste, como Minas Gerais e São Paulo, apresentam atualmente baixa contribuição ao desmatamento total, pois a maior parte da vegetação de Cerrado já foi removida ou alterada (MMA, 2014).

Espécies nativas de importância comercial e ecológica estão desaparecendo em função da ocupação desordenada, da expansão urbana e agropecuária, da exploração irracional e do uso indiscriminado do fogo (FIEDLER et al., 2004). Com uma área de 204 milhões de hectares, o Cerrado é considerado a savana de maior biodiversidade vegetal do mundo (PEREIRA et al., 2001).

Segundo Chaveiro e Castilho (2007), este sistema biogeográfico se compõe dos seguintes subsistemas: Campos Limpos, Campos Sujos, Cerrados *Stricto Sensu*, Cerradões, Matas Secas, Matas Úmidas, Veredas e Cerrados Rupestres. De acordo com Rigonato (2005), a vegetação mais representativa é denominada de Cerrado *Stricto Sensu*, por possuir uma peculiaridade que melhor representa o bioma, sendo predominante árvores, arbustos e subarbustos com troncos tortuosos, cascas grossas e folhas largas e grossas, além de gramíneas (Poaceae), possuindo grande probabilidade da ocorrência de incêndios na estação seca, como se registra frequentemente.

As áreas de Cerrado são caracterizadas por uma estação seca definida, período do ano em que a vegetação local é mais propensa ao fogo, sendo muito comum a ocorrência de incêndios devido a causas antrópicas e naturais (RAMOS-NETO, 2000). Os incêndios oriundos de causas naturais provocados por raios nesse ecossistema, apesar de pouco estudados são relativamente frequentes, ocorrendo principalmente na transição seca-chuva. Apesar da alta frequência, geralmente não atingem grandes áreas, uma vez que a chuva

posterior impede a propagação do fogo e o desenvolvimento de incêndios de maior magnitude (RAMOS-NETO, 2000; FIEDLER; MEDEIROS, 2002).

Ao final do período Terciário, o fogo provocou alterações na biogeografia das paisagens mundiais, assim como teve impacto na função dos ecossistemas (PAUSAS; KEELEY, 2009). De acordo com Vicentini (1999), a ocorrência de fogo no cerrado brasileiro é um fenômeno antigo, com evidências de carvão datadas entre 27.100 e 41.700 anos antes do presente, onde em épocas de sazonalidade, uma maior expansão de gramíneas C4 deve ter ocorrido devido à maior atividade do fogo (KEELEY; RUNDEL, 2005).

Além disso, a redução da cobertura arbórea causada pelo fogo foi de fundamental importância para a evolução de ecossistemas ricos em espécies herbáceas, bem como na formação e distribuição dos ecossistemas dominados por gramíneas C4 (BOND et al., 2005). Assim, as formações savânicas do bioma Cerrado são consideradas ecossistemas dependentes do fogo, por terem evoluído em sua presença (SIMON et al., 2009; PIVELLO, 2011). Neste sentido, Hoffman et al. (2012) afirmam que características morfológicas adaptativas da vegetação, como troncos suberizados que fornecem proteção térmica contra temperaturas elevadas, tornam muitas espécies do Cerrado tolerantes ao fogo.

No Brasil, alguns ecossistemas estão sujeitos a regimes anuais de fogo, porém o que irá diferenciar a frequência dos incêndios nesses locais são características relacionadas ao clima e ao material combustível. Para Ribeiro e Walter (2008), o bioma Cerrado apresenta resistência e estabilidade em relação às queimadas, devido a sua alta capacidade de resiliência e as propriedades florísticas e estruturais da vegetação após a ocorrência de incêndios. A retirada ou introdução inadequada do fogo pode alterar substancialmente o equilíbrio destes ecossistemas (SHLISKY et al., 2009).

Desta forma, Marcos et al. (2004) afirmam que a passagem do fogo é importante no bioma Cerrado, atuando na hierarquia de competição em comunidades vegetais, criando assim novas condições pós-fogo via plântula ou rebrotamento, para o recrutamento de várias espécies.

De acordo com Auld e Denha (2006) e Knox e Clarke (2006), as mudanças na temperatura do solo são fatores que influenciam o estímulo e o

recrutamento de diversas espécies. Plantas em ambientes sob influência do fogo geralmente possuem adaptações que lhes permitem sobreviver ou regenerar rapidamente, como por exemplo, a presença de espessa cortiça nos troncos de árvores e proteção das gemas (GIGNOUX et al., 1997). Além disso, algumas espécies também apresentam mecanismos reprodutivos estimulados pela passagem de fogo, como a indução da floração (MUNHOZ; FELFILI, 2007; RIBEIRO; FIGUEIRA, 2011), frutificação (CONCEIÇÃO; ORR, 2012), dispersão (COUTINHO, 1977), bem como a abertura de frutos (STOKES et al., 2004), germinação e quebra de dormência de sementes (COUTINHO, 1990). Desta forma, Dantas et al. (2013) afirmam que as paisagens tropicais sofrem influência do fogo na distribuição dos biomas florestais e savânicos, onde os incêndios acabam exercendo uma função reguladora nesses locais.

Apesar do Cerrado configurar-se como um bioma dependente do fogo, as frequentes queimadas têm ocasionado perdas de habitat de diversas espécies e até mesmo a mortalidade de árvores adultas consideradas resistentes ao fogo, em decorrência de incêndios sucessivos e de grandes intensidades. Segundo Ribeiro et al. (2012), o uso frequente do fogo, bem como a sua intensidade e duração, são fatores que comprometem e podem tornar limitada a capacidade de rebrota e sobrevivência das espécies do Cerrado.

Medeiros e Miranda (2008) afirmam que existe um aumento na taxa de mortalidade das plantas em virtude de queimadas anuais, que também impedem o crescimento e a produção de cortiça das rebrotas, em virtude dos indivíduos de menor porte serem mais sensíveis ao fogo. De acordo com Pinheiro e Duringan (2009), queimadas com menor frequência tornariam relativamente estável a estrutura vegetacional do Cerrado, enquanto a ausência total do fogo ocasionaria a substituição do bioma por outra fitofisionomia florestal.

Neste sentido, considerando que o fogo seja um dos fatores de seleção atuante em longo prazo nos ecossistemas savânicos, a supressão total deste seria tratada como um novo distúrbio (SPURR; BARNES, 1980) por isso muitos estudiosos defendem o manejo do fogo visando à conservação da diversidade biológica do Cerrado (MIRANDA et al., 2004; PIVELLO; SCARIOT, 2005).

Desta forma as queimadas no Cerrado devem respeitar intervalos prescritos de tempo, para que a capacidade de resiliência do ambiente não seja perdida, evitando deste modo a redução do bioma.

A transformação de áreas de cerrado em pastagens e monoculturas, por meios de sucessivas queimas para limpeza do terreno, são atividades que também aceleram a redução do bioma. A utilização do fogo visando a renovação de pastagens e a limpeza de áreas é, em geral, realizado sem a mínima preocupação com a segurança, tanto na área a ser queimada quanto no entorno.

Neste caso, além da necessidade de obediência aos aspectos legais para realização da queima controlada (Em conformidade com a PORTARIA N° 94/98-N, de 9 de julho de 1998, que regulamenta procedimentos referentes a queimadas), devem ser tomados alguns cuidados, como a construção de aceiros, a definição da melhor técnica de queima controlada e a presença de uma equipe treinada em combate ao fogo em caso de perda do controle da situação (FIEDLER et al., 2004).

Uma alternativa para redução dos incêndios no cerrado é a utilização da queima controlada, visando a redução do material combustível acumulado. No norte da Austrália, as práticas aborígenes de queimada foram integradas aos programas de manejo do fogo dos parques nacionais e das terras aborígenes (MORRISON; COOKE, 2003; MYERS, 2006). Abordagens flexíveis para o uso do fogo como ferramenta de manejo devem levar em conta a diversidade de respostas do ecossistema ao fogo, as diversas percepções culturais e as realidades econômicas das populações que dependem desses ecossistemas para seu sustento, conjugadas com as condições e as tendências de mudanças no regime de fogo (MYERS, 2006).

As técnicas tradicionais de uso do fogo devem ser reconhecidas, pois as mesmas se configuram como uma importante ferramenta de manejo da vegetação (material combustível) e devem ser incluídas em programas institucionalizados para consolidar e viabilizar medidas de prevenção aos incêndios. Entretanto, a adoção de tais medidas devem ser precedidas de análises de viabilidade, a fim de evitar incongruências com os propósitos atuais. Os melhores exemplos de conflitos decorrentes desse processo estão

no Parque Nacional de Kakadu na Austrália, uma vez que as práticas aborígenes de queimadas nem sempre foram coerentes com as metas de manutenção da biodiversidade (KEITH et al., 2002; MYERS, 2006).

No Brasil, o uso do fogo como ferramenta de manejo ainda é visto com restrições pelos órgãos ambientais oficiais, apesar de estudos indicarem o uso benéfico do fogo no cerrado, contribuindo para a manutenção dos processos ecológicos do referido bioma. O uso do fogo como ferramenta de manejo integrado, apesar da necessidade de mais estudos, pode ser importante para algumas áreas dentro do território nacional – como no Parque Nacional das Emas, onde esta prática poderia evitar que ocorressem grandes incêndios (RODRIGUES, 1996).

Tendo em vista a importância do fogo no cerrado, são necessárias medidas que possam estabelecer a integridade do bioma, minimizando seus impactos e garantindo a manutenção dos seus processos ecológicos, contribuindo desta forma com a preservação das espécies locais.

Uma vez compiladas informações fundamentais, a adoção de regimes de queima controlada obedecendo aos preceitos de uma queima prescrita para as diversas áreas de Cerrado proporcionaria o surgimento de uma nova dimensão para o manejo de áreas protegidas e um novo conceito de conservação por meio do uso do fogo como agente benéfico para o bioma.

3.2 INCÊNDIOS FLORESTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A conservação de espécies com frequência envolve o estabelecimento de áreas protegidas (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007). O parque Yellowstone nos Estados Unidos criado por Theodore Roosevelt, em 1872, é o primeiro parque dos tempos modernos (DOUROJEANNI; PÁDUA, 2007). De acordo com Bensusan (2006), uma das ferramentas mais utilizadas para a conservação da natureza consiste na criação de UCs. No Brasil, a primeira UC instituída foi o Parque Nacional do Itatiaia, na Serra da Mantiqueira, em 1937, entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (MEDEIROS, 2006).

De acordo com a Constituição Federal de 1988, é dever do poder público definir espaços territoriais para serem protegidos onde é vedada a

utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção (BRASIL, 1988). A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), no seu artigo 2º, assim a define:

Unidade de Conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2015) existem 326 UCs federais no Brasil, criadas por decreto presidencial ou lei, onde as mesmas possuem áreas ricas em biodiversidade e beleza cênica e se encontram divididas em dois grandes grupos, o de proteção integral e o de uso sustentável, totalizando 12 categorias de manejo, conforme apresentado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

As UCs de proteção integral são estabelecidas para a “manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais”; enquanto as de uso sustentável para “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável” (BRASIL, 2000).

Fazem parte das UCs de proteção integral as seguintes categorias: Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MN) e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS). As unidades de conservação de uso sustentável são formadas pelas categorias: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Um dos desafios na gestão das UCs brasileiras é a prevenção e o combate aos incêndios florestais. Apesar das ações do governo, os incêndios são considerados a principal ameaça às

unidades de conservação no país e vêm causando danos diretos e indiretos nessas áreas (IBAMA, 2009).

O Cerrado tem 8,2% de sua área protegida por unidades de conservação nos níveis federal, estadual e municipal, com o estabelecimento de uma área de 16.622.700 ha, sendo que aproximadamente 3,1% deste total consistem em unidades de proteção integral (BRASIL, 2012).

Em geral, as ocorrências de incêndio nestas unidades têm sua origem nas atividades antrópicas (MEDEIROS; FIEDLER, 2004; SOARES, 2009). O fogo é utilizado para diferentes fins, seja na agropecuária (renovação de pastagem e limpeza de área para cultivo), no extrativismo (produtos vegetais, caça e mineração), no desmatamento ilegal, em festividades (fogos de artifício e balões), em rituais religiosos e na queima de lixo (SOARES; BATISTA, 2007; IBAMA, 2009; SOARES, 2009).

Segundo Oliveira, Batista e Milano (2000), os incêndios florestais são uma ameaça constante à integridade das unidades de conservação, podendo gerar inúmeros danos e em certas ocasiões perdas irreparáveis ao ecossistema, afetando os vários componentes do ambiente, como o solo, a vegetação, a fauna e o ar atmosférico, além de causar prejuízos que podem ser incalculáveis do ponto de vista científico, conservacionista e financeiro.

Além dos prejuízos ambientais, o fogo também pode provocar a perda de vidas humanas, bem como prejuízos de ordem econômica, como perdas de estoques de madeira e gastos excessivos com o combate aos incêndios. A gestão de áreas naturais protegidas deve objetivar não apenas restringir a poluição, o desmatamento e demais formas de degradação por atividades humanas, mas também reduzir a ocorrência de incêndios nesses ambientes (IBAMA, 2009).

De acordo com Milano (2002), a prevenção e o combate aos incêndios florestais devem ser considerados prioritários dentro do plano de gestão e planejamento das unidades de conservação, visando desta forma cumprir os propósitos de conservação das UCs. Para proteger os biomas brasileiros da ação do fogo, o governo federal criou em 1989, por meio do Decreto nº 97635, o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) que atribui ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos

Naturais Renováveis (IBAMA) a competência de coordenar as ações necessárias à organização, implementação e operacionalização das atividades relacionadas à educação, pesquisa, prevenção e combate aos incêndios florestais e queimadas (SILVA JÚNIOR, 2007; IBAMA, 2009).

Ainda segundo esses autores, em 1998 as atribuições do Prevfogo foram ratificadas através do Decreto nº 2661, de 8 de julho de 1998, e no ano de 2001 o mesmo passou a ser um centro especializado dentro da estrutura do IBAMA, tendo autonomia técnica, administrativa e financeira, uma vez que lhe foi atribuída a responsabilidade pela política de prevenção e combate aos incêndios florestais em todo o território nacional. Sua atuação incluía atividades relacionadas a treinamento e capacitação de produtores rurais e brigadistas, campanhas educativas, além de monitoramento, pesquisa e manejo de fogo em unidades de conservação.

Com a criação, em 2007, do ICMBio (Lei nº 11.516/07 de 28 de agosto de 2007), órgão responsável pela gestão das unidades de conservação federais e por programas de conservação da biodiversidade, as ações relacionadas aos incêndios florestais nas UCs passaram a ser coordenadas, a partir de 2009, pela Coordenação Geral de Proteção (CGPro) e o Prevfogo continuou a atuar junto aos municípios, ainda vinculado ao IBAMA. Atualmente, o Prevfogo apoia o ICMBio em cursos de formação de brigadistas e no suporte em situações de combate a incêndios de grandes extensões (ICMBIO, 2010).

De acordo com Bontempo et al. (2011) a crescente preocupação com as mudanças climáticas associada com a perda da biodiversidade e com a crônica escassez de recursos financeiros e humanos nas UCs, torna prioritário o conhecimento do perfil dos incêndios florestais, bem como a logística associada ao seu combate, visando um planejamento efetivo de prevenção dos mesmos.

Para isso, a principal estratégia utilizada pelo Prevfogo, IBAMA e atualmente, pela CGPro (ICMBio), tem sido o preenchimento e análise do Registro de Ocorrência de Incêndios (ROIs) pelas UCs (BONTEMPO et al., 2011). Há quase 30 anos, a iniciativa de compilação dessas informações partiu das próprias equipes das unidades de conservação, ainda que de maneira esporádica.

No Brasil, as causas de incêndios em unidades de conservação têm sido principalmente devido ao uso incorreto do fogo para renovação de pastagens e limpeza de restos de culturas nas propriedades vizinhas (MEDEIROS, 2002). De acordo com o IBAMA (2009), a queima para renovação de pastagens foi a atividade antrópica que mais atingiu as unidades de conservação nos anos de 2005 a 2008, com uma frequência de 23% do total de ocorrências em 2005, 40% em 2006, 38% em 2007 e 46% em 2008.

A ocorrência de incêndios florestais em UCs pode ser considerada uma ameaça para a conservação da biodiversidade e manutenção de processos ecológicos. Estes incêndios são particularmente graves para áreas pequenas, em ecossistemas muito sensíveis ao fogo, áreas isoladas por cidades ou áreas com espécies raras e/ou ameaçadas de extinção. Nesses locais, há maior possibilidade de incêndios comprometerem a manutenção de populações de algumas espécies. Deve-se considerar ainda que parte das unidades de conservação no Brasil apresentam uma ou mais destas características de vulnerabilidade (MEDEIROS; FIEDLER, 2004).

Nas últimas décadas, as unidades de conservação localizadas em áreas de cerrado vêm sendo afetadas continuamente pela crescente ocupação antrópica, onde muitas vezes a área do entorno são convertidas em plantios agrícolas ou pastagens que quando queimadas podem atingir as UCs gerando incêndios florestais. A proteção das unidades de conservação contra o fogo torna-se mais eficiente e criteriosa quando existe um plano prévio das atitudes a serem tomadas no caso da ocorrência de incêndios. Os planos de prevenção e combate a incêndios florestais possuem três objetivos básicos de defesa, que são: prevenir tanto quanto possível o início dos incêndios, controlar os incêndios que não puderam ser prevenidos enquanto ainda pequenos e minimizar o tamanho e os danos dos incêndios ocorridos (SOARES; BATISTA, 1998).

Informações e estatísticas sobre ocorrências anteriores de fogo e aspectos gerais de uma determinada área são necessárias para o planejamento e elaboração de um plano de prevenção e combate aos incêndios. Esses dados são essenciais para o direcionamento das ações e futuras avaliações do plano, no sentido de se estabelecer com mais eficiência

os métodos e os objetivos da prevenção e do combate (RIBEIRO; LIMA; SIQUEIRA, 2002).

Sampaio (2006) constatou que ocorreram 1.878 incêndios em unidades de conservação federais no período de 1979 a 2003, havendo um crescimento de 66,2% no número de incêndios nos últimos anos analisados, correspondendo a 16,7% do período. Em análise realizada por Oliveira, Batista e Milano (2000) em 48 planos de unidade de conservação e de formas de proteção contra incêndios florestais, os autores identificaram como mecanismos de prevenção, controle e combate ao fogo, os seguintes critérios: a) vigilância, realizada por meio de torres de observação e de patrulhas móveis; b) alerta, feito por meio de placas, programas educativos e contatos com vizinhança; c) construção e manutenção de aceiros; d) aquisição e manutenção de equipamentos de combate; e) treinamento de pessoal para utilização de equipamentos apropriados ao combate de incêndios florestais e formação de brigadas anti-incêndios; e f) planos de prevenção e de combate.

De acordo com Matos (2004), um levantamento adequado das causas dos incêndios florestais nas unidades de conservação, suas frequências e suas consequências para o ecossistema florestal, entre outros conhecimentos, devem fazer parte de um planejamento adequado visando à prevenção e o combate aos sinistros nesses locais, sendo a pesquisa sobre os padrões históricos de incêndios florestais no seu interior e entorno um dos principais fundamentos para proteger as unidades de conservação.

Para Magalhães et al. (2011), o conhecimento de quando, onde e por que os incêndios ocorrem é fundamental na definição de políticas de prevenção que visem o estabelecimento das épocas de maior incidência, permitindo desta forma a estruturação dos programas de combate e o mapeamento das regiões de maior risco.

Pereira et al. (2004) afirmam que uma atuação efetiva sobre as causas dos incêndios florestais em áreas protegidas, bem como o investimento em prevenção, educação da população nas comunidades e rodovias próximas às unidades de conservação, são fatores chaves para evitar gastos onerosos com o combate. No Brasil, as unidades de conservação ainda possuem um sistema deficiente de coleta e análise dos dados relacionados aos incêndios florestais.

A formação de um banco de dados confiável com o histórico detalhado dos incêndios nas unidades ainda é muito deficiente. Dentro deste contexto, o preenchimento dos registros de ocorrências de incêndios é importante para um planejamento por parte da gestão em relação às atividades de prevenção dos sinistros. São através dos ROIs que as informações serão geradas com o objetivo de se analisar detalhadamente todos os parâmetros relacionados ao perfil dos incêndios nas UCs, contribuindo desta forma para a elaboração de um plano de prevenção eficiente contra os incêndios.

Segundo o IBAMA (2006) e Avelino et al. (2007), muitas unidades de conservação não possuem registros de ocorrências de incêndios, onde os mesmos também não se encontram nos relatórios produzidos pelo Prevfogo. De acordo com os autores, a ausência dessas informações também se deve à falta de pessoal capacitado na hora do preenchimento dos registros, bem como à incapacidade para coleta de dados ou até mesmo desestímulo no preenchimento.

Fiedler et al. (2006) destacam que o tamanho das áreas queimadas descritas nos ROIs na maioria das vezes são estimadas sem a utilização de GPS ou imagens de satélites, acarretando desta forma em informações imprecisas. Para Avelino et al. (2007), o não preenchimento dos ROIs leva a informações desbalanceadas num sentido de registro mais amplo relacionadas aos incêndios florestais nas UCs, comprometendo assim a análise dos registros. Os autores também afirmam que a falta desses registros dificulta a comparação entre as diferentes regiões, biomas e categorias das unidades, comprometendo a elaboração de planos específicos de prevenção e combate aos incêndios pelas unidades.

De acordo com o IBAMA (2006), algumas modificações foram implementadas nos ROIs, com o objetivo de facilitar o seu preenchimento e a coleta de dados e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade das informações. Os registros deixaram de possuir apenas espaços para inserção de textos livres, passando a ter também espaços predeterminados para marcação de possíveis situações contempladas na realidade local, contendo seis seções, sendo elas: I. localização do incêndio; II. dados meteorológicos;

III. dados do incêndio; IV. dados do combate; V. gastos efetuados; e VI. observações.

Além desses dados, para uma maior qualidade de informações sobre o local atingido pelos incêndios e para um planejamento bem elaborado contra a ocorrência dos mesmos, os registros de ocorrências devem levar em consideração alguns aspectos relevantes, tais como:

- a) causa, que permite um agrupamento padrão para as diferentes causas e ações de prevenção para as causas que ocorrem com maior frequência;
- b) época de ocorrência, que indica o período de maior frequência dos incêndios, onde as atividades de prevenção devem ser intensificadas antes desse período;
- d) tamanho da área atingida, que permite uma avaliação indireta da eficiência do combate de acordo com o tamanho da área queimada;
- b) local, que indica a região mais afetada, possibilitando ações estratégicas de prevenção e combate local.
- e) tipo de vegetação, que indica a vegetação mais suscetível aos incêndios.

3.3 ESTATÍSTICAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Para Soares (2009), é necessário se conhecer as estatísticas referentes aos incêndios florestais em uma região para que desta forma possa se estabelecer parâmetros adequados de uma política de prevenção contra os incêndios, minimizando custos e evitando gastos desnecessários, acima do potencial de danos, ou gastos pequenos que podem comprometer a sobrevivência do ecossistema. O mapeamento das queimadas ao longo do tempo, possibilita a geração de um banco de dados histórico que permite acompanhar as tendências e a causa das modificações de uso do solo e assim estabelecer políticas públicas, voltadas à proteção e à recuperação dos remanescentes florestais (CARVALHO; SCOLFORO, 2008).

Muitos países possuem informações completas sobre as estatísticas dos incêndios florestais, visando avaliar e minimizar os danos ocasionados, o que contribui bastante para a construção de planos de prevenção bem elaborados e efetivos. Segundo a Comissão Europeia (2013), de 1980 a 2012

ocorreram na região da Europa Mediterrânea uma média de 50. 000 incêndios anualmente, queimando cerca de meio milhão de hectares. Na mais recente análise realizada pela FAO (2015), foram relatados dados relacionados à área florestal queimada em diversos países (TABELA 1). De acordo com o relatório, houve uma média de 50 milhões de hectares queimados num período de 10 anos (2003 - 2012), o que representa 1,4% de toda área de floresta e 16% de toda a área queimada. Por falta de informações completas, o Brasil não teve sua área queimada estimada no relatório, o que denota a necessidade urgente da elaboração de um banco de dados a nível nacional relacionado aos incêndios florestais no país.

TABELA 1 – ÁREA TOTAL DE FLORESTA QUEIMADA EM 12 PAÍSES DE 2003 A 2012

País	ÁREA FLORESTAL QUEIMADA (1 000 ha)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
África do Sul	87,9	53,8	70,8	47,4	90,9	87,8	58,2	85,8	74,1	77,2
Austrália	-	-	-	8455,0	6655,0	5814,0	10230,0	2544,0	8491,0	10131,0
Bolívia	323,6	1134,0	561,6	836,7	903,3	466,3	72,9	1350,4	193,6	327,5
Canadá	1743,0	3184,0	1672,0	2256,0	1544,0	1721,0	781,0	3055,0	2434,0	2005,0
Chile	22,6	31,4	34,2	10,0	34,2	29,2	47,7	41,2	31,8	61,5
Cuba	6,0	12,9	42,4	71,5	17,2	26,4	45,5	21,9	39,7	11,4
Espanha	53,7	51,7	69,4	71,1	29,4	8,4	40,4	10,2	18,4	82,2
EUA	1679,0	3136,0	3640,0	3692,0	3362,0	1611,0	2091,0	790,0	-	-
Colômbia	9,5	6,2	2,7	0,5	11,1	0,4	6,2	36,8	8,6	2,8
Peru	1,7	-	71,4	1,9	2,6	11,6	0,8	2,9	1,3	16,8
Portugal	286,0	56,0	214,0	36,0	10,0	5,0	24,0	46,0	20,0	48,0
Uruguai	1,5	1,6	3,2	0,3	0,5	0,7	1,3	0,3	0,1	0,3

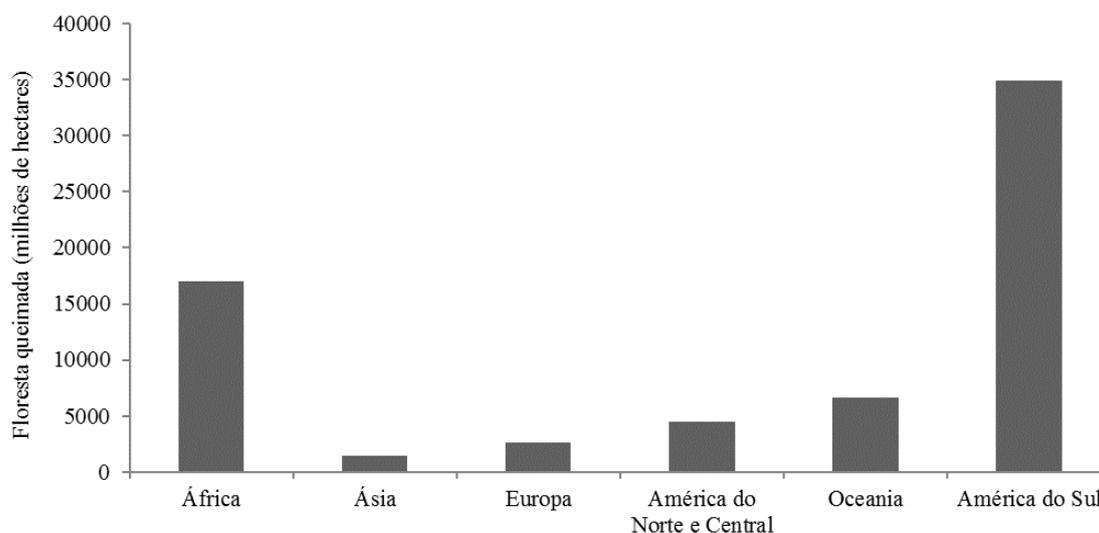
FONTE: FAO (2015), adaptado pelo autor (2016).

Em um estudo visando a melhoria das estatísticas de incêndios florestais na Europa Mediterrânea, Vilar et al. (2015) observaram para o período de 2000 a 2009, uma área queimada de 4.253.207 ha, onde cerca de 70% dos incêndios na Espanha e na Grécia, 60% na França, 55% na Itália e 45% em Portugal, apresentaram áreas queimadas superiores a 500 ha.

Já em uma análise global sobre a perturbação em áreas florestais em virtude de pragas, insetos, doenças, eventos climáticos e fogo, Lierop et al.

(2015) observaram no período de 2003 a 2012 que a África apresentou a maior área queimada, com mais de 213 milhões de hectares por ano. Deste montante, cerca de 17 milhões de hectares em terrenos florestais queimados a cada ano. Na América do Sul, uma média de 72 milhões de hectares de área queimada a cada ano, das quais 35 milhões de hectares eram terras florestais. A Oceania relatou 31 milhões de hectares de área queimada anualmente, das quais cerca de 7 milhões eram terras florestais. A Ásia apresentou aproximadamente 17 milhões hectares de área queimada por ano, das quais menos de 2 milhões eram terras florestais. Na América do Norte e Central, a média anual de floresta queimada foi de cerca de 5 milhões de hectares e na Europa cerca de 3 milhões de hectares foram de terrenos florestais queimados (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 - MÉDIA ANUAL DE FLORESTA QUEIMADA NOS CONTINENTES NO PERÍODO DE 2003 A 2012



FONTE: Lierop et al. (2015), adaptado pelo autor (2016).

Para a FAO (2007) existe uma séria imprecisão ou inexistência de dados relativos aos incêndios florestais na América do Sul, os quais muitas vezes não são disponibilizados de forma correta. No Brasil não existem estatísticas globais de longo prazo sobre ocorrência de incêndios florestais. O primeiro levantamento regional de causas prováveis de incêndios foi feito no

distrito florestal de Monte Alegre (Klabin do Paraná), em 1974, com registros a partir de 1965.

3.3.1 Estatística dos incêndios florestais em unidades de conservação

O primeiro levantamento realizado em áreas florestais protegidas no Brasil, englobou o período de 1983 a 1987 e o mais recente foi feito com dados de 1998 a 2002 (SOARES; BATISTA, 2007).

No Relatório de Ocorrências de Incêndios Florestais em Unidades de Conservação Federais elaborado em 2005, (IBAMA, 2007) foi apresentado dados históricos de incêndios florestais e áreas queimadas em unidades de conservação federais no Brasil no período de 1979 a 2005, sendo que os registros obtidos até 1989 foram provenientes, em sua grande maioria, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), como relatórios de fiscalização, memorandos, relatos e demais comunicações. De acordo com esse relatório, durante a década de 1990, após a criação do Prevfogo, o número médio de incêndios durante quase todos os anos assumiu um patamar acima de 50 registros, superando os observados durante a década de 80, sendo registradas 2502 ocorrências de incêndios em unidades de conservação federais no período de 1979 a 2005, queimando uma área de 1.927.992 hectares. Já no ano de 2006, de acordo com a mesma fonte o número de ocorrências registrado foi de 559, com uma área queimada no interior das unidades de 95.349 ha, enquanto a área total em zona de amortecimento foi de 11.825 ha.

De acordo com o relatório de ocorrências de incêndios florestais em unidades de conservação federais realizado pelo IBAMA (2009), no período de 2005 a 2008 foram registrados 625 incêndios no ano de 2005, 657 em 2006, 796 em 2007 e 534 em 2008, totalizando uma área queimada no interior das UCs de 79.025,00 ha em 2005, 107.748,00 ha em 2006, 185.881,50 ha em 2007 e 111.168,01 ha em 2008. Já na área do entorno das unidades, a área atingida pelos incêndios totalizou 32.165,80 ha em 2005, 5.517,00 ha em 2006, 59.848,20 ha em 2007 e 132.810,83 ha em 2008.

Para o IBAMA (2007), a obtenção e coleta de dados com qualidade é uma ferramenta importante para subsidiar ações, bem como estruturar as UCs com equipamentos adequados para o combate, tornando a estatística o início do processo de prestação de um serviço adequado às UCs.

3.3.2 Causas dos incêndios

O conhecimento das causas dos incêndios é importante dentro do plano de prevenção e combate, com o intuito de combater as que ocorrem com mais frequência. As principais causas apontadas para os elevados índices de ocorrência dos incêndios estão relacionadas com as mudanças climáticas e com o crescimento populacional, associado às alterações no uso e aproveitamento do solo (FAO, 2012).

É fundamental saber onde e quando ocorrem os incêndios e conhecer suas principais causas, porque, ao se conhecer a origem do incêndio, pode-se estabelecer um meio eficaz para prevenir ou minimizar suas consequências (SANTOS, 2004). De acordo com Castillo (2013), a identificação da causa responsável pelo incêndio é o ponto de partida da investigação, visando identificar o problema que está ocasionando os mesmos, para determinar as possíveis soluções que serão aplicadas, com o intuito de evitar que os incêndios voltem a ocorrer.

Existe uma grande variabilidade de causas de incêndios, que de acordo com Soares e Batista (2007), podem ser contornadas por meio do estabelecimento de agrupamentos padrões para as diferentes causas, tendo dados estatísticos comparáveis entre si, o que irá possibilitar um direcionamento mais específico. De acordo com a FAO, apresentado no trabalho de Soares (1988), as causas dos incêndios podem ser agrupadas em oito categorias ou grupos, conforme descrito abaixo:

- a) Raios - são os incêndios causados direta ou indiretamente por descargas elétricas da atmosfera, sendo a única categoria que não tem participação humana, por se tratar de uma causa natural. Os incêndios ocasionados por raios ainda são pouco estudados no Brasil e não

possuem um histórico de queima de grandes áreas, pois as chuvas que ocorrem durante as descargas elétricas, não permitem que os incêndios atinjam grandes proporções.

Incendiários - são incêndios provocados por pessoas em propriedades alheias de forma intencional, que podem ter como causa vingança, pessoas com distúrbio mental, piromaniacos ou qualquer outro motivo. Dados coletados no Brasil, no período de 1994 a 1997, revelaram que 56,6% dos incêndios foram provocados por incendiários, liderando o número de ocorrências. O aumento do número de incêndios provocados por incendiários é uma preocupação mundial, devido à dificuldade de se prevenir este tipo de incêndio (SOARES, 2004). Ainda segundo o autor na maior parte da Europa e dos Estados Unidos, os incêndios florestais ocasionados por incendiários lideram as estatísticas, sendo esta também a principal causa de incêndios florestais em vários outros países.

- b) Queimas para limpeza - incêndios provocados por práticas agrícolas que utilizam o fogo como ferramenta para limpeza do terreno e renovação de pastagens. Geralmente, os incêndios se originam quando o fogo fica fora de controle, tanto por descuido ou negligência, bem como, quando as condições meteorológicas mudam bruscamente, principalmente a variável direção e velocidade do vento.
- c) Fumantes - incêndios ocasionados por pontas de cigarros ou fósforos acesos que, quando em contato com a vegetação seca e uma combinação de fatores meteorológicos, podem deflagrar incêndios florestais. Esta categoria é na maioria das vezes responsável pela ocorrência de incêndios próximos a estradas, devido ao lançamento de pontas de cigarros acesas pelos motoristas e transeuntes.
- d) Fogos de recreação - são incêndios provocados por pessoas que utilizam a floresta como meio de recreação como: excursionistas, caçadores e pescadores, que na maioria das vezes têm a necessidade de acender fogueiras nas florestas e quando deixam o local esquecem ou não apagam o fogo corretamente.

- e) Estradas de ferro - incêndios provocados por atividades de ferrovias. Alguns fogos são iniciados por fagulhas das locomotivas e outras causas acidentais dos comboios (SOARES, 1988).
- f) Operações florestais - são incêndios provocados por trabalhadores dentro das florestas, exceto os incêndios provocados por pontas de cigarros.
- g) Diversos - incêndios cujas causas são conhecidas, mas pouco frequentes e por este motivo não se enquadram em nenhuma das categorias anteriormente citadas. Como exemplos, citam-se o incêndio causado pela queda de um avião, acidente rodoviário, balão de festa junina, operações militares ou o rompimento de linhas de transmissão (SOARES; BATISTA, 2007; HEIKKILÄ; GRÖNQVIST; JURVÉLIUS, 2007).

De acordo com a FAO (2007, 2008, 2012), existem causas que impactam diretamente no processo de ignição do material combustível e aquelas que podem impactar de forma indireta, não somente no surgimento dos incêndios, mas também em sua frequência, extensão e severidade. Dentre as causas indiretas, o crescimento populacional, que tem como consequência uma maior pressão no uso e aproveitamento da terra, é apontado como uma das principais causas.

As atividades relacionadas à presença humana são responsáveis pela ocorrência de incêndios em praticamente todas as regiões, com destaque para as atividades de queimas para limpeza do terreno ou outras atividades agrícolas, negligência ou incendiários (FAO, 2007). Segundo Heikkilä et al. (2007), cerca de 95% dos incêndios na região Mediterrânea, 90% no sul da Ásia, 85% na América do Sul, 80% no nordeste da Ásia e 59% nos Bálcãs, tiveram a presença humana como principal causa dos incêndios. Ainda de acordo com esses autores, os raios podem chegar a 70% das causas em regiões remotas do Canadá e da Federação da Rússia.

Na Finlândia, no período de 1952 a 1978, a principal causa foi o descuido no uso do fogo, com 1.406 registros, seguido por raios, com 507 registros de incêndios. Em Portugal, Lourenço et al. (2012) analisaram as causas dos incêndios, de 1996 a 2010 e concluíram que 90% dos mesmos tiveram origem

antrópica e que os grupos de causas incendiários e os incêndios que não puderam ser determinados se destacaram respectivamente com 885 e 2309 ocorrências médias por ano no período analisado.

No Brasil, em estudo realizado no Parque Nacional (PARNA) do Itatiaia não foram determinadas as causas de 88,2% dos incêndios. Dos determinados, 82,6% eram causas humanas, sendo 42,8% em função do uso do fogo para a limpeza e renovação de pasto. A atividade pecuária foi detectada como a mais impactante, sendo necessário o desenvolvimento de atividades de educação ambiental e assistência técnica específica para se tentar mudar a situação (AXIMOFF; RODRIGUES, 2011).

Em relatório mais recente de Ocorrência de Incêndios Florestais em Unidades de Conservação realizado pelo IBAMA (2010), o grupo incendiários contribuiu com 139 ocorrências e a queima para limpeza se destacou com um total de 254 ocorrências, sendo esse tipo de causa a mais frequente em várias regiões do país, como na Amazônia (NEPSTAD et al., 1999) e no Cerrado (MEDEIROS, 2002; MEDEIROS; FIEDLER, 2004).

De acordo com Koproski, Batista e Soares (2004), atividades como caça, pesca, queima de pastagens e exploração de produtos florestais foram identificadas como as principais causadoras de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande, se fazendo necessário o desenvolvimento de campanhas de educação ambiental no entorno da unidade, onde 92,3% dos incêndios estão ligados a causas humanas e 34% dos incêndios sendo de origem criminosa.

Fiedler et al. (2006) observaram que 88,24% dos incêndios ocorridos no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros em Góias, foram de origem antrópica, em sua grande maioria, criminosos, queima de pasto, garimpo, queima de beira de estrada, acidente (incluindo os aceiros), incendiários e causa antrópica desconhecida. Já os incêndios oriundos de causas naturais somaram 11,76%.

Tetto (2012), avaliando o perfil dos incêndios na Fazenda Monte Alegre no Paraná, no período de 1965 a 2009, constatou que o grupo incendiários obteve 56% das ocorrências, seguido pelo grupo diversos com 15,9%, queimas para limpeza com 10,1% e fumantes com 7,9%.

De acordo com Soares (1997), o aumento de causas de incêndios relacionadas aos grupos queimas para limpeza e incendiários é uma tendência que não ocorre somente no Brasil e pode ser explicada pela abertura de áreas para pastagens e monocultivos, disputas de posse de terras, pressão urbana e pela atração que o fogo provoca em algumas pessoas.

O índice de causalidade também se configura como uma importante ferramenta para estimação do risco de cada causa. De acordo com Vélez (2000), através da frequência dos incêndios para cada uma das causas presentes no local analisado, pode-se calcular a periculosidade específica de cada causa para obtenção do índice.

3.3.3 Épocas de ocorrência

O conhecimento das épocas em que mais ocorrem os incêndios em uma região é importante para elaboração de ações setoriais voltadas à prevenção dos sinistros no local. De acordo com Soares e Batista (2007), para se estabelecer um bom planejamento da prevenção contra os incêndios, deve-se analisar a distribuição mensal dos mesmos durante o ano, pois essas informações servirão como base indicadora das épocas de maior perigo.

Para Tebaldi et al. (2013), existe uma variação da ocorrência dos incêndios de região para região, onde na maioria das vezes, os meses com menor índice de precipitação e baixa umidade relativa do ar coincidem com a época do ano em que são registrados os maiores índices de ocorrência de incêndios. Segundo a FAO (2007), também existe uma variação na estação normal de perigo dos incêndios nos países da América do Sul, no qual essa diferença varia de acordo com o início do período chuvoso.

No sul da Argentina, do Chile e da Colômbia e no Uruguai e Venezuela, os incêndios ocorrem mais frequentemente nos meses de janeiro a maio e de novembro a dezembro. No norte da Argentina, do Chile e da Colômbia e na Bolívia, Brasil, Equador e Peru, os incêndios ocorrem mais intensamente no outono e inverno, associados ao período seco (FAO, 2007).

No Brasil, no levantamento realizado por Soares, Batista e Santos (2006), no período de 1983 a 1987 e 1998 a 2002, os autores observaram que

a estação de incêndios florestais no país se estende de junho a novembro e que praticamente não existe diferença entre as regiões, pois apenas o norte do Espírito Santo e o sul da Bahia apresentaram ocorrências mais significativas entre os meses de janeiro e março.

A estação normal de incêndios também é citada por outros autores como Fiedler et al. (2006), que ao analisar as épocas de maior ocorrência de incêndios florestais, no período de 1992 a 2003 no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, observaram que os incêndios ocorreram com maior frequência nos meses de julho a setembro, sendo setembro o mês mais crítico, seguido do mês de agosto e julho respectivamente, correspondendo a 64% do total das ocorrências de incêndios no período.

Em um estudo realizado por Koproski, Batista e Soares (2004), no Parque Nacional de Ilha Grande entre os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, os autores verificaram uma certa tendência para a caracterização da estação normal de perigo de incêndios, já que 60% dos mesmos ocorreram no período de agosto a setembro.

Soares e Santos (2002), analisando o perfil dos incêndios florestais no Brasil, no período de 1994 a 1997, observaram que a época de maior perigo de ocorrência de incêndios florestais consistiu nos meses de julho a novembro, ou seja, inverno e primavera, que segundo os autores corresponde à estação seca em quase todo território nacional.

Analisando os dados de registro de incêndios florestais dentro do Parque Nacional Serra de Itabaiana em Sergipe, White e Ribeiro (2011) observaram uma maior incidência dos incêndios nos meses de verão: dezembro, janeiro e fevereiro, que juntos representaram 62,2% do total de ocorrências, e uma menor ocorrência nos meses de inverno: junho, julho e agosto, que juntos, representaram 2,7% do total de ocorrências.

Medeiros e Fiedler (2004), em estudo realizado no Parque Nacional da Serra da Canastra, observaram que existiu ao longo dos anos um padrão conhecido da distribuição dos incêndios causados por raios na estação chuvosa e transição seca-chuva (setembro a abril) e uma concentração de incêndios de causa humana durante a estação seca, principalmente entre junho e outubro.

De acordo com o relatório de ocorrências de incêndios florestais em unidades de conservação federais realizado pelo IBAMA (2009), os dados por região do país de 2005 a 2008 demonstraram um acúmulo de ocorrências de incêndios nos meses entre junho e novembro para quase todas as regiões. Ainda de acordo com o instituto, essa tendência é típica principalmente das unidades situadas nas regiões centro-oeste e sudeste e deslocada um mês adiante na região norte. Para a região nordeste, o histórico de registros indica temporada de incêndios que se inicia em julho e se prolonga até março do ano seguinte. Ainda segundo o instituto, a longa duração da temporada de fogo nessa região pode ser explicada pela presença de unidades situadas em diferentes biomas, portanto, expostas a diferentes regimes de chuva durante o ano. Já a região sul apresenta um total de registros melhor distribuído ao longo dos anos analisados no relatório.

3.3.4 Locais de ocorrência

De acordo com Soares e Batista (2007), os incêndios florestais não ocorrem com a mesma frequência em todas as regiões, sendo que o conhecimento dos locais de maior ocorrência dos incêndios, por meio da coleta de dados estatísticos, são importantes para definir as regiões prioritárias de prevenção.

Segundo a FAO (2007), nos últimos dez anos em países como a Argentina, Chile, Equador e Uruguai, a ocorrência de incêndios próximos da interface urbano-rural tem se intensificado. Ribeiro e Viegas (2011) relatam que em Portugal e na Grécia, em 2007, o aumento dos incêndios na interface urbano-rural já foi observado, assim como na Austrália em 2009.

Segundo o Relatório das Ocorrências de Incêndios em Unidades de Conservação Federais realizado pelo IBAMA (2010), as UCs concentradas na região nordeste foram responsáveis pela maior parte dos registros de incêndios florestais, com 103 ocorrências, seguidas da região centro-oeste com 47 registros, a região sudeste com 32 registros, região norte com 5 e a região sul foi responsável pelo menor número de registros, com 3 no total. Ainda segundo o relatório, em relação ao tipo de UC, os parques nacionais representaram 66%

das ocorrências, as reservas biológicas 24% e as florestas nacionais 8% dos registros. O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, no Mato Grosso, apresentou o maior número ocorrências, com 36 registros de incêndios.

3.3.5 Extensão da área queimada

Segundo Soares e Batista (2007), o registro da área queimada em incêndios que não foram possíveis de serem evitados é um fator fundamental no planejamento de prevenção contra incêndios, bem como na avaliação dos sistemas de combate.

De acordo com a FAO (2006), a área média atingida pelos incêndios no mundo, no período de 1998 a 2002, foi de 27,7 milhões de hectares de florestas, o que equivale a 0,9% da área florestal dos países que repassaram essas informações, onde a África e a Ásia registraram os maiores percentuais de área queimada e a Europa os menores.

Segundo a FAO (2012), nos últimos 5.000 anos estima-se que tenham se perdido em todo o mundo cerca de 1,8 bilhões de hectares da cobertura florestal, numa taxa de desmatamento médio anual de 360.000 ha, onde o uso do fogo e a necessidade de combustíveis para satisfazer o crescimento populacional são apontadas como as principais causas de desmatamento, elevando para os níveis alarmantes de 5,2 milhões de hectares.

Williams et al. (2011) afirmam que o aumento dos incêndios de grandes proporções numa escala global tem ocasionado o surgimento dos “mega incêndios”, que no ano de 2009 alcançaram um percentual de 1 a 2% nos EUA, acarretando 85% dos custos totais de supressão e contabilizando aproximadamente 95% da área queimada no país.

Na América do Sul, a FAO (2007) registrou, no período de 1986 a 2004, uma média anual de área queimada de 2,9 milhões de hectares e no período de 1990 a 2004 foram registrados 282.629 incêndios florestais, que afetaram 50.353.945 hectares. No Chile, de acordo com a Incendios Forestales (2002), foram registrados 835.609 ha de área queimada no período de 1964 a 1986.

O Parque Estadual de Itaúnas – ES, registrou no ano de 2007 uma área queimada superior a 250 ha, enquanto o Parque Estadual Paulo César Vinha -

ES, registrou em 2008 uma área superior a 450 ha. Koproski, Batista e Soares (2004) contabilizaram 124.854,5 ha atingidos por incêndios no Parque Nacional de Ilha Grande no período de 1999 a 2003, onde a somatória da área queimada foi equivalente a 1,6 vezes a área do parque.

De acordo com o relatório de ocorrência de incêndios florestais em unidades de conservação federais realizado pelo IBAMA (2009), no período entre 2005 e 2008, foram queimados cerca de 79.025,00 ha em 2005, 107.748,00 ha em 2006, 185.881,50 ha em 2007 e 111.168,01 ha em 2008. No ano de 2009, o total de área, em hectares, queimada nos estados que constam no banco de dados de ROIs no Sisfogo, foi de 39.150,84 ha (IBAMA, 2010).

Fiedler, Merlo e Medeiros (2006) registraram 138.986 ha de área queimada pelos incêndios no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no período de 1992 a 2003, onde o fogo atingiu uma área maior nos anos de 1995, queimando cerca de 60% do parque e em 2003, quando 84% do parque foi queimado.

A classificação dos incêndios florestais por classe de tamanho permite avaliar a eficiência do controle dos incêndios, partindo do pressuposto de quanto maior for a eficiência de combate, maior a concentração de incêndios nas classes de menor área (SOARES; SANTOS, 2002).

Tebaldi et al. (2013), avaliando as condições para prevenção e combate dos incêndios nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo, registraram 25% das ocorrências dos incêndios na classe III (4,1-40,0 ha), 19% na classe IV (40,1 - 200,0 ha) e 12% na classe V (> 200,0 ha), com os anos de 2007 e 2008 registrando os maiores incêndios no interior das UCs estaduais, somando mais de 700 ha de áreas afetadas pelo fogo.

3.3.6 Tipo de vegetação atingida

O fogo pode ser um agente natural importante em muitos ecossistemas, mas em outros pode causar destruição. Florestas de coníferas e savanas são ecossistemas dependentes do fogo e tornaram-se adaptados e resistentes à sua ação. As florestas tropicais, no entanto, evoluíram sem a influência de incêndios e nesses locais o fogo pode gerar inúmeros danos, ou até mesmo

perdas irreparáveis a todo o ecossistema (ODUM, 1988; SOARES, 1980; CHANDLER et al., 1983).

De acordo com Soares e Batista (2007), informações sobre o tipo de vegetação atingida pelos incêndios permitem identificar as espécies florestais mais suscetíveis ao fogo em uma determinada área, visando um maior planejamento da prevenção no caso de plantios com elevado valor econômico ou ecossistemas ameaçados.

Em locais onde o fogo é um agente natural do sistema, as espécies são adaptadas aos regimes de incêndios naturais e podem se beneficiar após o fogo. Com o passar do tempo os ecossistemas criaram seu próprio regime de fogo, caracterizado pela frequência, intensidade, duração, tamanho e estação em que ocorrem os incêndios (CHANDLER, 1983).

Segundo a FAO (2007), cerca de 26% das áreas atingidas por incêndios na América do Sul se enquadram dentro da categoria “outras tipologias florestais” seguida por “outros usos do solo” com 20% e “florestas” com 17%, onde a Argentina, Bolívia, Chile e Uruguai tiveram em seus territórios cerca de 20% de regiões de campos e áreas naturais protegidas como áreas mais atingidas pelo fogo, seguida de capoeiras e cerrados no Brasil, Bolívia, Colômbia e Venezuela, com 13%.

De acordo com o perfil dos incêndios traçados pelo IBAMA em 2009, a principal vegetação atingida pelos incêndios registrados pelas brigadas foi pastagem cultivada, com 227 ocorrências. As florestas representaram o segundo tipo de vegetação mais atingida pelos incêndios, com 190 registros, seguida por áreas em regeneração, com 164 registros de ocorrências de incêndios e por vegetação arbustiva com 137. Apesar da importância que o assunto requer, em nenhum ano foi elaborado mapeamento com satélite da área de floresta em pé afetada pelo fogo, haja vista a dificuldade de se mapear as “cicatrices” de incêndios florestais, diferentemente do mapeamento do desmatamento realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (VERA DIAZ et al., 2002).

3.4 ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS

O conhecimento do grau de perigo diário é uma ferramenta útil na programação das atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais (SOARES; BATISTA, 2007). 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.

De acordo com Tetto (2012), existem vários índices de perigo de incêndios, como os índices de ocorrência Telicyn (BATISTA, 1990), Angstron, Nesterov e Fórmula de Monte Alegre (SOARES; BATISTA, 2007) e índices de propagação, como a Fórmula de Monte Alegre Alterada (NUNES; SOARES; BATISTA, 2005; SOARES; BATISTA, 2007), *Canadian Forest Fire Weather Index* (VIEGAS et al., 2004; MARLETTO; VENTURA, 2002), *The National Fire Danger Rating System* (SOARES, 1972), ICONA e "Italiano" (CFS) (MARLETTO; VENTURA, 2002).

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).

O índice FMA é acumulativo, ou seja, quanto mais longa for a sequência de dias com baixa umidade relativa e sem chuva, maior será o grau de perigo de incêndio. Dependendo da intensidade da chuva ocorrida, deve ser feito

abatimento em seus valores. Quando a chuva diária ultrapassa 12,9 mm, a FMA volta a zero e o grau de perigo é nulo (SOARES, 1972).

Em alguns casos, a FMA tem se mostrado eficiente para as regiões que apresentam um clima semelhante ao da região para a qual a equação foi desenvolvida, sendo necessária uma adaptação na escala de perigo nos outros casos. Para o estado do Paraná, onde a Fórmula foi desenvolvida, Martini, Deppe e Lohmann (2007) verificaram, com base nos focos de calor no período de 1999 a 2006, que há uma boa correlação entre FMA e distribuição espacial dos focos detectados através de imagens NOAA/AVHRR, apresentando 60,5% na classe de perigo extrema e 39,5% na classe elevada.

Soares (1987), comparando vários índices de perigo de incêndios para o município de Rio Branco do Sul – PR, concluiu que a FMA detectou 82% das ocorrências de incêndios, sendo mais eficiente e indicada para a região.

Deppe et al. (2004), também em estudo realizado no Paraná, encontraram correlação entre os índices de perigo de incêndio e a ocorrência de focos de calor, onde 52% dos focos de calor foram registrados na classe de perigo extremo, 46,4% na classe elevada e 1,5% na classe moderada, demonstrando dessa forma a eficiência do índice para o estado.

Soares (1998), em pesquisa realizada no Distrito Florestal de Monte Alegre, no estado do Paraná, observou que 20 anos após sua introdução a FMA manteve a mesma eficiência na previsão do grau de perigo de incêndio, se configurando como uma importante ferramenta de prevenção contra os incêndios na região.

Tetto et al. (2010), em um estudo realizado na FLONA do Irati - PR, concluíram que no período de 1971 a 2007, 46,24% dos dias se concentraram nas classes média e alta de perigo de incêndios, mesmo comportamento observado quando isolados os anos 2005 a 2007 (52,76%). As classes de perigo, apesar de estarem ajustadas para a região, foram aprimoradas, o que irá possibilitar um melhor planejamento e menor custo de prevenção de incêndios florestais na área.

Borges et al. (2011), analisando o desempenho de alguns índices de perigo de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo, verificaram uma tendência do índice FMA apresentar maior número de dias

com registros de incêndios concentrados nas classes de perigo alto e muito alto, sendo que os valores médios obtidos foram de 37,29 e 43,96%, respectivamente, totalizando 81,25%. De acordo com os autores, essa tendência crescente reflete o bom ajuste do índice, do ponto de vista de eficiência, proporcionado pela distribuição da concentração de dias com previsão de incêndio nas classes mais perigosas.

Para o estado de Mato Grosso, Souza, Casavecchia e Stangerlin (2012), analisando a eficiência da FMA em nove municípios do estado, 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.

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.

3.5 INCÊNDIOS FLORESTAIS DETECTADOS POR SATÉLITES

Um sistema eficiente de controle dos incêndios florestais baseia-se na rápida detecção e comunicação do mesmo para o acionamento das brigadas e demais estruturas de combate. Para a detecção dos incêndios, pode-se utilizar a vigilância terrestre por postos fixos ou móveis (rondas) e torres de observação, o patrulhamento aéreo com aeronaves e monitoramento por imagens de satélites (ICMBlo, 2010), que permitem a localização de focos de

calor no momento do incêndio ou de cicatrizes de áreas queimadas, que podem ser identificadas em imagens de até 3 anos após a ocorrência do fogo (FRANÇA; RAMOS; SETZER, 2007).

Batista (2004) salienta que o conhecimento inadequado da localização do incêndio, bem como a extensão da sua área queimada, prejudicam a estimativa do impacto do fogo no local, tornando importante uma rápida detecção e um eficiente monitoramento dos incêndios, para minimização de custos com o combate e o controle do fogo sem maiores danos ao ambiente. Para países de grande extensão territorial, como o Brasil, o monitoramento dos incêndios florestais, a nível nacional e em escalas regionais, através de imagens de satélites é o meio mais eficiente e de baixo custo, quando comparado com os demais meios de detecção.

Seja para a prevenção e combate aos incêndios florestais, para o manejo do fogo ou para os estudos da ecologia do fogo, os sistemas de detecção de incêndios constituem uma importante fonte de informação. Tanto o ICMBio, através da Coordenação Geral de Proteção Ambiental, quanto o IBAMA, através do PREVFOGO, possuem metodologias que se utilizam do sensoriamento remoto para identificação e localização dos incêndios. Além disso, também são utilizados como um dos componentes dessa metodologia os dados de focos de calor detectados por satélites e disponibilizados pelo INPE. No entanto, existe certo grau de incerteza e imprecisão nos sistemas de detecção por satélites, sendo necessária para seu refinamento, uma validação de campo e o retorno dessas informações (ICMBIO, 2010).

De acordo com o INPE (2014), desde 1987 o sistema de aperfeiçoamento e detecção de queimadas vem sendo aperfeiçoado com base na identificação dos focos de calor em imagens geradas e captadas a uma faixa termal média de 3,7 a 4, μm do espectro óptico, a bordo de diversos satélites. Esse sistema analisa mais de 100 imagens por dia especificamente para detectar focos de queima de vegetação e os dados são disponibilizados gratuitamente. O monitoramento de queimadas em imagens de satélites é especialmente útil para regiões remotas. No entanto, informações de outras áreas que auxiliem a interpretação e calibração desses dados são importantes para aprimorar a metodologia.

De acordo com Setzer et al. (2010), existe uma série de limitações na detecção de focos de calor por imagens que precisam ser compreendidas para a sua correta utilização. O elemento de resolução espacial (“pixel”) dos satélites de órbita polar tem 1 km x 1 km ou mais, e, portanto, uma queimada de algumas dezenas de metros quadrados será registrada como tendo pelo menos 1 km² ou, no caso dos satélites geoestacionários, 16 km².

A imprecisão na localização dos focos de calor é de cerca de 1 km, podendo chegar a 6 km. Trabalhos de validação de campo indicam que frentes de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura podem ser detectadas pelos satélites, porém, diversos fatores como: queimadas de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis, fogo em uma das encostas de determinada montanha, enquanto que o satélite só observou o outro lado, nuvens cobrindo a região na hora do imageamento e fogo apenas no chão de uma floresta densa, são fatores que podem impedir ou prejudicar a detecção dos focos de calor numa determinada área (INPE, 2011).

De acordo com o IBAMA (2009), quando um foco de calor é detectado no interior de uma unidade de conservação ou em seu *buffer* interno, ou seja, numa faixa de 5 km do limite da UC, é emitido um alerta amarelo e quando a ocorrência do incêndio é confirmada no interior da unidade é emitido um alerta vermelho. O lançamento, em 1972, do primeiro satélite Landsat possibilitou detectar alterações nas áreas florestais através do espaço. Desde então, as imagens termais e do infravermelho médio têm sido usadas na detecção de incêndios e estudos de mapeamento, permitindo que áreas queimadas e não queimadas sejam detectadas através do contraste entre os gradientes térmicos (REMMEL; PEREIRA, 2001).

Desde a década de 80, o INPE disponibiliza gratuitamente os dados de focos de calor no território nacional no Banco de Dados de Queimadas (BDQUEIMADAS). Atualmente, são processadas operacionalmente as seguintes imagens: AVHRR dos satélites polares NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18 e NOAA-19; MODIS dos satélites polares NASA TERRA e AQUA; e as imagens dos satélites geoestacionários GOES- 12 e MSG-2 (INPE, 2010).

De acordo com Tomzhinsky et al. (2011), a detecção de incêndios através da comparação com focos de calor tem sido uma ferramenta bastante utilizada atualmente nos planos de prevenção a incêndios.

A expressão focos de calor é utilizada para interpretar o registro de calor captado na superfície do solo por sensores espaciais. O sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) capta e registra qualquer temperatura acima de 47 °C e a interpreta como sendo um foco de calor. Os dados das passagens noturnas dos satélites NOAA e dos satélites TERRA e AQUA (sensor MODIS) são carregados no sistema de informações do IBAMA. Por meio de um sistema de informações geográficas, imagens de satélites e várias bases com informações detalhadas sobre o território nacional, a equipe de monitoramento identifica áreas de perigo de ocorrência de incêndios. Os focos de calor detectados nas áreas de perigo entram em um sistema de alerta que os classifica de acordo com a persistência, a localidade e o risco que oferecem (SFB, 2015).

Segundo o IBAMA (2007), os focos de calor são monitorados nas seguintes categorias de unidades de conservação: estações ecológicas, parques nacionais, reservas biológicas (unidades de conservação de proteção integral) e florestas nacionais (unidades de conservação de uso sustentável). O setor de monitoramento de queimadas monitora o interior e a zona de amortecimento de todas as unidades de conservação federais pertencentes a estas categorias. Como parte do esforço de monitorar e minimizar o fenômeno das queimadas, o INPE vem desenvolvendo e aprimorando desde a década de 1980 este sistema operacional de detecção de queimadas.

A partir de 1998, o trabalho passou a ser feito conjuntamente com o IBAMA/PROARCO, dando ênfase particular à Amazônia. Os dados são obtidos nas imagens termais dos satélites meteorológicos NOAA quatro vezes ao dia, GOES oito vezes ao dia, e TERRA e AQUA duas vezes por dia, e em seguida integrados a dois sistemas geográficos de informações (Spring Web-Queimadas e Terra Lib-Queimadas) que podem ser utilizados pela Internet. As informações são disponibilizadas operacionalmente aos usuários cerca de 20 minutos após as passagens dos satélites (DE SOUZA et al., 2004).

Todo o país e grande parte da América do Sul são cobertos pelas imagens, pois se utilizam recepções das estações do INPE em Cachoeira Paulista - SP e de Cuiabá - MT (CPTEC/INPE, 2014). De acordo com dados históricos do INPE, no período entre 2005 e 2014, foram detectados no estado de Mato Grosso um total de 297.175 focos de calor, o que representou uma média de 29.717,5 focos por ano (TABELA 2).

TABELA 2- QUANTIDADE DE FOCOS DE CALOR MENSIS DETECTADOS PELO INPE NO ESTADO DE MATO GROSSO, ENTRE 2005 E 2014

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2005	438	871	362	372	1641	2294	4172	11570	20551	7765	1368	246	51650
2006	947	383	448	161	269	856	1941	6218	12661	2327	1031	23	27265
2007	476	213	476	79	359	1339	1790	14453	25963	4890	299	81	50418
2008	245	180	180	274	119	403	1117	2875	7965	6326	190	159	20033
2009	527	248	325	169	516	979	1613	2250	3129	2579	588	171	13094
2010	298	431	605	769	1313	1025	3442	14608	18366	4465	768	846	46936
2011	171	119	252	345	547	974	1061	2628	6332	2007	1103	431	15970
2012	166	193	423	521	812	1651	2008	6195	10344	2837	375	492	26017
2013	269	375	563	338	739	1213	1630	3568	5576	1986	1064	447	17768
2014	315	199	655	859	933	1795	2255	7167	7081	5281	1018	466	28024
Total	3852	3212	4289	3887	7248	12529	21029	71532	117968	40463	7804	3362	297175
Média	385,2	321,2	428,9	388,7	724,8	1252,9	2102,9	7153,2	11796,8	4046,3	780,4	336,2	29717,5

FONTE: INPE (2016).

A partir da série histórica disponibilizada pelo INPE (2015), também é possível analisar a variabilidade espacial e sazonal dos incêndios no bioma Cerrado, através dos focos de calor registrados de 2003 a 2012 (FIGURA 1). Pode-se observar que existe uma sazonalidade dos incêndios no bioma Cerrado, onde nos meses com baixa pluviosidade e considerados críticos para ocorrência de incêndios (julho a outubro), existe uma alta densidade de focos. Já nos meses chuvosos e de transição seca-chuva, a densidade dos focos diminui sensivelmente devido ao aumento da precipitação pluviométrica.

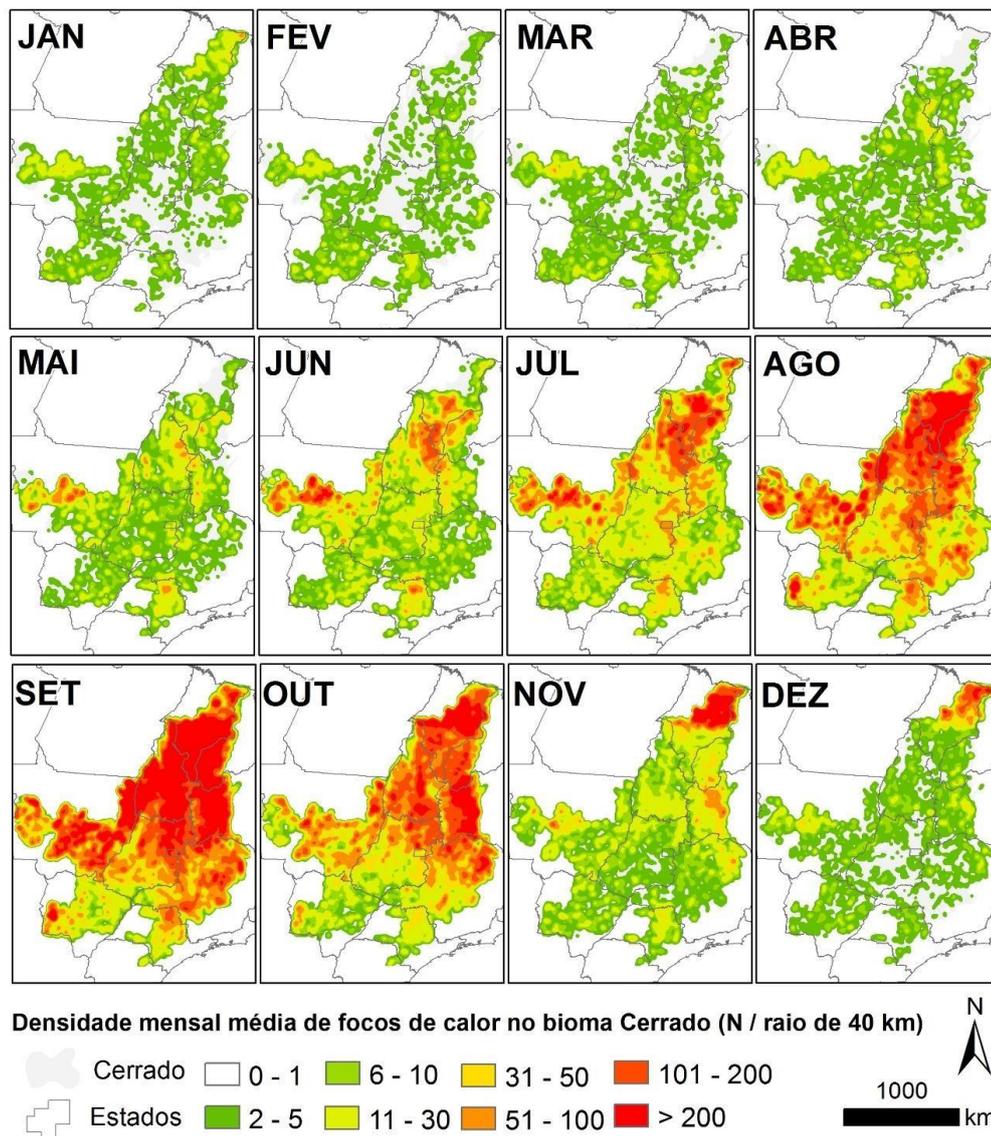


FIGURA 1- DENSIDADE DE FOCOS DE CALOR NO BIOMA CERRADO EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2003 A 2012
 FONTE: INPE (2016).

Em estudo sobre a avaliação de focos de calor através de sensoriamento remoto no Parque Nacional do Itatiaia, no período de 2008 a 2010, Tomzhinski ; Coura e Fernandes (2011) observaram que os polígonos dos grandes incêndios que ocorreram no Parque em 2001, 2007 e 2010, foram obtidos por interpretação de imagens dos satélites LANDSAT 5 e CBERS 2, onde também foi avaliada a efetividade e acurácia dos focos de calor identificados pelo banco de dados de queimadas (BDQUEIMADAS-INPE, 2010) para a área do Parque Nacional do Itatiaia e entorno de 3 km. Durante o

estudo foram analisadas informações dos satélites AQUA, TERRA, ERS-2, MGS-02 e os das séries NOAA e GOES para a área e período estudados, totalizando 92 focos de calor, cujas informações foram comparadas com as de 101 Registros de Ocorrência de Incêndio (ROIs). Os autores observaram uma omissão de 96% das detecções de focos de calor em relação aos incêndios registrados, onde os melhores resultados, tanto na detecção dos incêndios quanto na acurácia do posicionamento dos focos detectados em relação à área queimada, foram obtidos pelos satélites AQUA e TERRA, que carregam sensores MODIS.

Ramos et al. (2010), em estudo sobre a temporada de incêndios florestais no Brasil e as influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor, analisando uma série histórica de 2005 a 2010, concluíram que os focos de calor, como indicadores de incêndios florestais, apresentaram alta correlação com o desmatamento, em termos de distribuição espacial e também alta correlação com a quantidade de chuvas, em termos da densidade/intensidade (quantidade) dos focos de calor. Mesquita et al. (2011), analisando o histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, de 1973 a abril de 2010, com base em imagens Landsat, registraram os maiores números de focos de incêndio nos anos de 2003 a 2006.

Em um estudo sobre a dinâmica espacial e temporal dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional de Chapada dos Veadeiros e em seu entorno, no período de 1999 a 2009, utilizando imagens Landsat, Alves et al. (2013) obtiveram resultados que revelaram que no período de estudo, os anos de 2000 e 2007 foram os que apresentaram maior área atingida por incêndios florestais, onde a maioria dos incêndios ocorreram nas proximidades das bordas do parque.

Mesquita et al. (2011) apuraram uma área queimada de $6.413,62 \pm 4.025,38$ ha ($188,88 \pm 194,54$ polígonos) e $6.125,49 \pm 4.496,98$ ha ($441,40 \pm 430,46$) na área circundante, de 1984 a abril de 2010 no Parque Nacional da Chapada Diamantina na Bahia, utilizando imagens Landsat 5 com resolução espacial de 30 m, onde os autores observaram que existe uma variabilidade na extensão anual dos incêndios no Parque.

De acordo com o Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais em Unidades de Conservação Federais realizado pelo IBAMA no período de 2005 a 2008, foram contabilizados 6.972 casos de focos de calor em 2005, 5.503 em 2006, 9.989 em 2007 e 7.312 em 2008. Esses focos resultaram na geração de 277 alertas amarelos em 2005, 252 em 2006, 155 em 2007 e 267 em 2008. Para esses alertas amarelos, houve 55 incêndios confirmados em 2005, 48 em 2006, 59 em 2007 e 74 em 2008. Entre os alertas amarelos, vários não foram verificados em campo devido à falta de recursos humanos ou materiais da UC, resultando em quantidade menor do que a esperada de alertas vermelhos (IBAMA, 2009).

Segundo Batista (2004), existe uma série de limitações técnicas inerentes ao sistema utilizado na detecção de incêndios por satélites no Brasil, que, devido à falta de estudos básicos sobre o comportamento do fogo e as características ambientais associadas à ignição e propagação dos incêndios nos diversos ecossistemas, tornam o monitoramento dos incêndios florestais por satélites deficitário no país.

A comparação dos focos de calor, aliada à confirmação *in loco* dos incêndios em unidades de conservação, é uma ferramenta importante, que deve ser implementada nos planos de prevenção contra os incêndios, visando à adoção de medidas preventivas setoriais para áreas com grande número de focos de calor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNCG), localizado no estado de Mato Grosso, nos municípios de Cuiabá, capital do estado, e Chapada dos Guimarães. De acordo com 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. O limite do parque nacional está a 26 km da área urbana de Cuiabá e a 6 km de Chapada dos Guimarães, com acesso pela MT-251, rodovia asfaltada que serve de limite e passa dentro do parque nacional.

O Parque Nacional de Chapada dos Guimarães foi criado por meio do Decreto nº 97.656, de 12 de abril de 1989, e possui 32.630 ha ou 326,30 km², representando 0,036% da área do Mato Grosso, que possui 903.357,91 km² de extensão, 10,57% da área do Brasil (FIGURA 2).

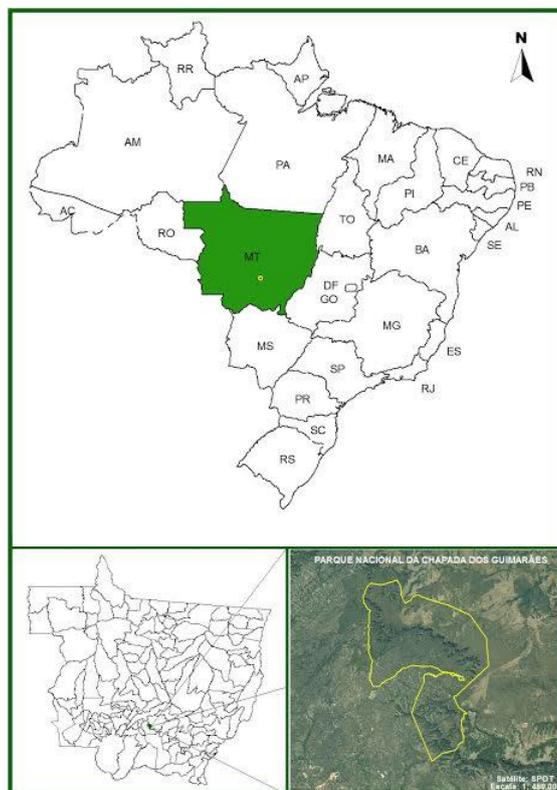


FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO
FONTE: O autor (2016).

O parque está inserido na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, que possui uma extensão de aproximadamente 496.000 km², dos quais 396.800 km² (80% da área total) se encontram em território brasileiro e 99.200 km² (20%) no Paraguai e na Bolívia. Aos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, que comportam a porção brasileira, pertencem 189.551 km² e 207.249 km², respectivamente, sendo que 64% desta área corresponde a planaltos e 36% a planícies (BRASIL, 1982).

O PNCG está situado na mesoregião centro-sul mato-grossense entre as coordenadas geográficas 15° 10' e 15° 30' de latitude sul e 56° 00' e 56° 40' de longitude oeste. A região do PNCG está completamente inserida no Bioma Cerrado, de rica diversidade biológica e com presença estimada de 160.000 espécies de flora e fauna, apresentando diversos endemismos para alguns grupos (MACHADO et al., 2004).

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 km² originais, restavam intactos no início desta década 356.630 km², ou seja, 20% do bioma original, ficando evidente a necessidade de sua proteção.

No cenário nacional, 4.056.980 ha de Cerrado estão inclusos em UCs federais (excetuam-se aqui as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e as UCs localizadas em ecótonos). Esse total representa aproximadamente 2% da área original do bioma, o que está muito longe da meta indicada pelo Congresso Internacional de Áreas Protegidas, ocorrido na Venezuela em 1997, e adotada pelo governo brasileiro como um alvo a ser atingido: 10% da área de cada bioma (ALHO, 2005).

4.1.1 Clima

O clima no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Aw (na Depressão Cuiabana) e Cwa (na Chapada).

No que concerne às precipitações pluviométricas, há duas estações: a chuvosa corresponde às estações primavera e verão, enquanto a seca

corresponde ao outono e inverno. Nessa variação sazonal podem ser caracterizados seis meses chuvosos e meses quentes, com oscilações de extremo quente a frio seco (MAITELLI, 1996). A estação chuvosa geralmente se concentra de outubro a março e a seca de abril a setembro. Na estação seca ocorre uma invasão da massa polar sobre a região, 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. A precipitação média anual varia entre 1.300 e 1.600 mm na Baixada Cuiabana e chega a 2.100 mm nas porções mais altas da Chapada dos Guimarães. A umidade relativa do ar é variável e durante as grandes precipitações chega a 80%, enquanto que na estação seca ela é de aproximadamente 30%, tendo atingido 12,9% no mês de agosto de 1991. A estação seca é caracterizada por um calor intenso, com chuvas esparsas que podem cair quando ocorre uma diminuição sensível de temperatura com ventos que podem atingir uma velocidade média de 4,5 km/h. (ICMBio, 2014).

4.1.2 Geologia e geomorfologia

A região da Chapada dos Guimarães é constituída por rochas sedimentares pertencentes à Bacia do Paraná e caracterizada pelas formações de relevos elaborados sobre as rochas de arenito da Formação Furnas, rochas argilíticas da Formação Ponta Grossa, bem como dos arenitos da Formação Botucatu (BRASIL, 2006).

As rochas pré-cambrianas correspondem a filitos e quartzitos da série Cuiabá. Na Formação Ponta Grossa há registros fossilíferos de rica fauna de invertebrados marinhos, como braquiópodes, tentaculites, gastrópodes, lamelibrânquios e trilobitas (ICMBIO, 2009).

As regiões morfológicas representadas nesta área compreendem o Planalto dos Guimarães e a Depressão Cuiabana. O Planalto dos Guimarães compreende o extremo nordeste da Bacia do Alto Rio Paraguai, tendo como

limites a norte os Planaltos Arruda-Mutum e o do Casca, a sul o Planalto dos Alcantilados e a oeste a Depressão Cuiabana e de São Jerônimo-Aquidauana (ICMBio, 2014).

A Chapada dos Guimarães possui altitudes que oscilam de 300 a 860 metros e se constitui num divisor natural das Bacias Amazônica, Platina e do Araguaia. Na Depressão Cuiabana está incluída toda área rebaixada situada entre a Chapada dos Guimarães e a Província Serrana, distribuída a partir do alto até o médio curso do Rio Cuiabá (ROSS; SANTOS, 1982). Acompanham os seus afluentes Rio Manso, Bento Gomes, Pinheiro, Jangada, Chiqueirão, Engenho, Quibó Grande e Ribeirão Pinheiro. A Chapada também é conhecida como Baixada Cuiabana (ALMEIDA, 1964).

A unidade geomorfológica Planalto dos Guimarães compreende três compartimentos individualizados ou subunidades: a Chapada dos Guimarães, com cotas que variam de 600 a 800 m; o Planalto do Casca, com cotas que vão de 300 a 600 m; e o Planalto dos Alcantilados, que oscila entre 300 e 650 m de altitude e que são drenados pelo alto curso dos rios São Lourenço e Poxoréo (BRASIL, 1982).

Os solos do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e do entorno são classificados, de forma abrangente, em três tipos: Areia Quartzosa Álica, Litólitos Distróficos, Concrecionários Distróficos (ICMBIO, 2009).

4.1.3 Vegetação

Nos municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães são encontradas diversas fitofisionomias: mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado sentido restrito (cerrado denso, cerrado típico, cerrado rupestre), campo sujo, campo limpo, vereda e palmeiral (BRASIL, 1982; ALHO et al., 2000) com nomenclatura adaptada segundo Sano et al. (2008).

De acordo com o relatório do ICMBio (2009), em termos de composição vegetal, o parque apresenta os seguintes domínios:

- a) Mata seca semidecídua: é considerada uma floresta de encosta ou interflúvio e que está associada às áreas das cabeceiras dos rios

perenes, como o Coxipó e o Aricá, e áreas de relevo acidentado, chegando aos sopés das morrarias com altitudes médias de 300 m.

As árvores apresentam porte de 20 m de altura, formando dossel contínuo que pode chegar a 30 m, constituindo tipicamente quatro estratos. Há árvores de domínio da Floresta Amazônica, como guanandi (*Calophyllum brasiliense*), copaíba-vermelha (*Copaifera langsdorffii*) e jatobá (*Hymenaea* spp.), além de palmeiras como o buriti (*Mauritia flexuosa*) e o babaçu (*Attalea speciosa*);

- b) Mata ciliar: ocorre em vales com canais de drenagem bem definidos. Algumas das espécies mais frequentes são: ingá-de-beira-de-rio (*Inga uruguensis*), gomeira-de-macaco (*Vochysia pyramidalis*), pindaíba-preta (*Xylopia emarginata*) e pau-pombo (*Tapirira guianensis*). Nas áreas de nascentes surgem buritizais;
- c) Mata de galeria: vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. Geralmente se localiza nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo. A altura média do estrato arbóreo varia de 20 a 30 metros, com presença de espécies epífitas, principalmente Orchidaceae, em quantidade superior às que ocorrem nas demais formações florestais do cerrado.
- d) Cerradão: também chamado de savana arbórea densa ou savana florestada, surge em capões nas áreas de cerrado sentido restrito e nas bordas da floresta semidecídua. É formado por árvores de 8 a 10 m de altura, com algumas atingindo 12 m, circunferência raramente ultrapassando 1 m, caules tortuosos e ramificação irregular. Há ainda três estratos inferiores: árvores de 5 a 7 m, arbustos de 2 a 3 m e estrato herbáceo composto por gramíneas, bromélias, aráceas e plântulas de espécies lenhosas. São espécies de destaque nessa formação: carvão-de-ferreiro (*Sclerolobium paniculatum*), marmelada (*Diospyros sericea*), pau-terra-do-campo (*Qualea grandiflora*), faveiro (*Pterodon* sp.) e combaru (*Dipteryx alata*);

- e) Cerrado sentido restrito: onde existem elementos arbustivos e arbóreos com cerca de 5 m de altura, com troncos finos e tortos, distribuindo-se de modo esparsos sobre um estrato herbáceo contínuo, entremeado de plantas lenhosas raquíticas e palmeiras com caules subterrâneos (acaules). Destacam-se entre as árvores de cerrado *stricto sensu*: faveiro (*Pterodon sp.*), abiu-carriola (*Pouteria ramiflora*) e pequiheiro (*Caryocar brasiliense*);
- f) Campo sujo: também chamado savana gramíneo-lenhosa, na qual prevalecem gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas e palmeiras acaules. Quando sujeito a fogo recorrente, pode ter parte de sua composição substituída por espécies com caules subterrâneos, mais resistentes. Esta formação altera-se gradualmente para campo limpo nos morrotes. As herbáceas são principalmente gramíneas (família *Poaceae*) e os subarbustos, principalmente das famílias *Compositae*, *Myrtaceae*, *Melastomataceae* e *Malvaceae*. Em áreas de solo hidromórfico formam-se as várzeas, com renques de buritis, orquídeas, briófitas e pteridófitas;
- g) Campo limpo: surge como uma formação caracterizada pela presença de dois estratos (arbustivo de 1 a 4 m e herbáceo) e também é denominada savana parque, sendo composta por gramíneas e ciperáceas entremeadas por acantáceas, genitáceas e convolvuláceas;
- h) Campo rupestre: ocorrem em afloramentos rochosos acima de 800 m de altitude, com distribuição restrita a poucas áreas do parque. Os indivíduos não ultrapassam 1 m de altura e abrangem, principalmente, as famílias *Eriocaulaceae*, *Bromeliaceae*, *Iridaceae*, *Melastomataceae* e *Orquidaceae*.
- i) Vereda: fitofisionomia em que a palmeira do buriti (*Mauritia flexuosa*) emerge em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. São circundadas por campo limpo, geralmente úmido e os buritis não formam dossel como ocorre no buritizal.

Entre os municípios que compõem a Bacia do Alto Paraguai, o da Chapada dos Guimarães foi considerado o maior em diversidade florística (MMA, 1997). Manchas de floresta úmida da bacia do Manso, marcadas pela presença de espécies endêmicas, foram consideradas a formação de maior diversidade na Bacia do Alto Paraguai (ALHO et al., 2000).

4.1.4 Uso e ocupação do solo

O uso da terra nas comunidades do entorno da UC é variável, havendo predominância de agricultura, pecuária e chácaras de lazer. A técnica agrícola mais utilizada é o gradeamento com uso de tração mecânica, com 22% dos moradores realizando esse tipo de prática (ICMBio, 2014).

Mais de 30% dos estabelecimentos não utilizam prática agrícola convencional como aplicação de calcário, agrotóxicos, adubação química e irrigação. Cerca de 12% dos moradores utilizam bordas de nascentes e margens de rios para pastoreio ou dessedentação do gado (ICMBIO, 2009).

No município de Chapada dos Guimarães, dados de 1997 indicam que cerca de 15% da vegetação natural deu lugar a atividades agropastoris, sobretudo pecuária extensiva em pastagem plantada com baixa capacidade de suporte (MMA, 1997).

De acordo com Alho et al. (2000), na bacia do Manso foram observados diversos graus de perturbação em praticamente todas as fitofisionomias, sobretudo devido a desmatamentos, extração seletiva de madeira, formação de pastagens e construção de usina hidrelétrica.

A pressão imobiliária sobre o município é grande, dado o caráter turístico e de lazer para os municípios vizinhos, em especial Cuiabá, o que gera aumento no número de imóveis destinados a condomínios e outros fins urbanos. Os principais produtos do agronegócio de Chapada dos Guimarães são a soja, o milho e o algodão herbáceo. O arroz, a mandioca e o feijão têm importância para a pequena produção familiar. A cana-de-açúcar é o único produto cuja produção no município de Cuiabá é superior a de Chapada dos Guimarães enquanto que a quantidade de mandioca produzida é semelhante

em ambos municípios. Para os demais produtos, a produção de Cuiabá é praticamente inexpressiva (ICMBio, 2014).

Embora o uso do fogo seja uma prática largamente utilizada no Mato Grosso, apenas 7% dos moradores do entorno do Parque declaram tal uso em seus estabelecimentos. Isso pode ser explicado pelo fato do uso do fogo ser regulamentado e apesar de existirem práticas possíveis com sua utilização, o mesmo ainda figura como uma prática social e ambientalmente condenável, de modo que poucos assumem seu uso. Assim sendo, o percentual de estabelecimentos que utilizam essa prática é certamente maior. Em comunidades como o Arraial dos Freitas, Coxipó do Ouro e Rio dos Peixes, onde o principal uso da terra está relacionado à construção de fazendas e Chácaras de lazer, o fogo aparece como um sério problema ambiental na comunidade. As comunidades que utilizam atividades como pecuária e extração de madeira também estão diretamente associadas à ocorrência de incêndios florestais no entorno, configurando-se desta forma como uma ameaça constante ao PNCG, principalmente nos períodos mais secos do ano (ICMBio, 2014).

4.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos junto à gerência do fogo do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, com autorização prévia do ICMBio. As informações relacionadas aos incêndios florestais no PNCG, no período de 2005 a 2014, foram obtidas por meio dos Registros de Ocorrência de Incêndios (ROIs) do Parque, bem como informações complementares por meio de comunicação pessoal junto à gerência do fogo. Alguns ROIs continham informações incompletas em relação aos dados dos incêndios, dessa forma, supõe-se que devido à falta de registros ou por deficiência no fornecimento dos dados, o número total de informações não corresponde ao total de incêndios ocorridos no Parque. Contudo, foi analisada uma amostragem abundante e representativa das informações dos incêndios, possibilitando um correto diagnóstico dos mesmos no período do estudo.

Os ROIs tinham as seguintes informações: a) localização do início do incêndio; b) extensão da área queimada; c) dados do terreno; d) dados meteorológicos; e) dados de detecção e combate; f) gastos efetuados; g) origem e causa; h) danos; i) observações complementares; j) responsável pelas informações. Os dados obtidos nos registros foram padronizados e tabulados, utilizando-se os programas EXCEL 2010 e Microsoft Office 2007 (MICROSOFT CORPORATION, 2006).

Para obtenção de uma maior quantidade de informações, os dados foram organizados e classificados de acordo com o número de ocorrências de incêndios, suas respectivas épocas de ocorrência, extensão da área queimada, causas, dias da semana, horário de detecção, classe de tamanho dos incêndios, tipo de vegetação atingida e número de ocorrência e suas respectivas áreas afetadas. As classes de tamanho dos incêndios foram ordenadas de acordo com o Sistema Europeu de Informações sobre Incêndios Florestais, conforme apresentado na tabela 3.

TABELA 3- CLASSE DE TAMANHO DOS INCÊNDIOS

CLASSE	INTERVALO DE CLASSE (ha)
I	0,01 – 1
II	1,1 – 5
III	5,1 - 10
IV	10,1 - 50
V	50,1 – 100
VI	100,1 – 500
VII	≥ 500

FONTE: O autor (2016).

Foi necessário realizar uma Análise Exploratória de Dados (AED) para os dados e variáveis em análise. A AED é necessária antes de se explorar adequadamente a natureza dos dados e suas propriedades, sendo um complemento importante que deve anteceder o uso de ferramentas estatísticas, evitando-se erros grosseiros e a análise parcial com a geração de resultados duvidosos. A análise de dados foi realizada com o intuito de revelar a normalidade e “outliers” mediante técnica gráfica de *box-plot*. Também foi realizada a análise de correlação de Pearson ($\alpha = 0,05$), para verificar se há ou

não relação probabilística entre as variáveis estudadas (RUPPERT, 2011). Todas estas análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico R, versão 3.3.1.

4.2.1 Características dos incêndios

As prováveis causas dos incêndios ocorridos no parque foram classificadas seguindo o agrupamento proposto por Soares e Batista (2007): raios, queimas para limpeza, incendiários, fumantes, fogos de recreação, operações florestais, estradas de ferro e diversos. Devido à ausência de estradas de ferro no interior e entorno do parque, esse grupo de causa não foi analisado. Também foi realizada uma análise multivariada utilizando-se a técnica de *cluster* (RODRIGUEZ; MENZONET, 2004; CHAS-AMIL; TOUZA; PRESTEMON, 2010) com o objetivo de indicar as causas homogêneas com base no número de ocorrências por dia da semana e pelos meses do ano e as variáveis que contribuíram para as eventuais diferenças. Foram elaboradas representações gráficas que resumiram o processo de agrupamento de uma análise de *clusters* ou conglomerados (dendrogramas) no qual foram formados *links* que conectaram os objetos similares cuja posição no diagrama está determinada pelo nível de similitude/dissimilitude entre os objetos (VILLARDÓN, 2011). Foi utilizada a distância euclidiana para apresentar o nível de similitude entre os objetos considerados, aplicada por Rodríguez e Menzonet (2004), além de uma análise de variância para verificar se existiam diferenças entre os grupos.

Os tipos de vegetação foram agrupados de acordo com as seguintes fitofisionomias: campo sujo, campo limpo, cerrado *strictu sensu*, mata ciliar, mata de galeria e vereda.

Para identificar a estação normal de incêndios, as informações relacionadas à ocorrência dos mesmos e suas respectivas áreas queimadas foram tabuladas de acordo com os meses do ano. Os dias da semana foram analisados para testar a hipótese de que as ocorrências se distribuem uniformemente através deles e não se concentram em finais de semana.

Também foi analisada a ocorrência dos incêndios de acordo com as horas do dia para verificar quando eles iniciaram. Foi realizada uma análise de variância para indicar se houve diferenças estatísticas entre os meses, os horários de ocorrência dos incêndios e os dias da semana.

Todas as análises estatísticas foram feitas com probabilidade de 95%, utilizando-se o programa Assistat 7.7 beta. As médias foram comparadas pelo teste de Student, Newman e Keuls (SNK), nos casos em que a análise de variância indicou diferenças significativas entre os tratamentos. Quando os dados não seguiram a distribuição normal foram usados testes não paramétricos (STEEL; TORRIE, 1960; SOARES, 1982).

4.2.2 Imageamento da área e focos de calor

Para interpretação das imagens Landsat, com base nos dados de ocorrência dos incêndios, foi estabelecida a distribuição espacial dos mesmos no período de 2005 a 2014, utilizando o programa ArcGis. Os arquivos *shapefile* foram adquiridos na base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os dados de focos de calor foram obtidos da base de dados do monitoramento de queimadas e incêndios florestais por satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para as análises apresentadas neste trabalho foram utilizados somente os dados do satélite de referência (AQUA), que mesmo indicando uma fração do número real de focos é mais indicado para analisar as tendências espaciais e temporais dos focos, tendo em vista que são utilizados o mesmo método e o mesmo horário de imageamento ao longo dos anos. A validação dos focos de calor, ou seja, a verificação *in situ* de eventos de fogo, foi gerada a partir dos sensores de satélites derivados a partir dos *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) para validar os produtos de detecção de queimadas disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

A partir da obtenção dos focos de calor foram estimadas as suas densidades através do estimador de *kernel*, no interior do parque e nos *buffers* interno (formado pela zona de amortecimento desde o limite da unidade até a

distância de 5 km) e externo (formado pela zona de amortecimento entre as distâncias de 5 a 10 km do limite da unidade) (IBAMA, 2007). O estimador de densidade *kernel* está presente na extensão *Spatial Analyst* do *software* ArcGis 9.3 (ESRI, 2006) e desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1 (um), na posição do ponto, a 0 (zero) na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores *kernel* sobrepostos e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN,1986). Com base na densidade de *kernel* foram criados mapas de focos de calor correspondentes aos anos analisados e um mapa com a sobreposição dos pontos correspondentes ao período de 2005 a 2014.

Os mapas com a densidade de *kernel* foram classificados em níveis que variam de acordo com a cor e tonalidade, sendo representados pelas seguintes cores: vermelha (densidade muito alta); laranja (densidade alta); amarela (densidade média); verde, com tonalidade mais clara (densidade baixa); e verde com tonalidade mais escura (densidade muito baixa).

A distinção de cores nos mapas auxilia na análise visual, pois quando é detectada uma faixa com uma tonalidade ou cor mais intensa, como a cor vermelha, significa que nesta região existe uma concentração elevada de focos de calor, pois os pontos segregados estão muito próximos criando este tipo de resultado. A forma contrária também segue o mesmo raciocínio, ou seja, quanto mais clara a cor, menos concentrados estão os focos na área. Também foram utilizadas imagens Landsat para a delimitação das cicatrizes deixadas pelos incêndios florestais no parque, com o objetivo de observar visualmente os focos de calor comparando a proximidade dos resultados das imagens com os dados processados pelo estimador de densidade de *kernel*.

Para avaliar a distribuição espacial dos focos de calor foi utilizada a função K de Ripley (1977), que consiste em um método baseado em contagem e distância, o qual utiliza as coordenadas (x, y) de cada evento ocorrido na área de estudo e avalia a distribuição espacial em diferentes escalas simultaneamente, trazendo maior flexibilidade em relação a outros métodos (RIPLEY, 1977; ANJOS, 2004; CAPRETZ, 2004; MACHADO et al., 2012). Por meio da estimativa da função K é possível testar a hipótese de Completa

Aleatoriedade Espacial (CAE), onde é investigada a possibilidade do padrão de distribuição espacial de um evento se comportar de forma agregada, aleatória ou regular. A CAE foi testada por meio de envelopes de confiança construídos por simulações de Monte Carlo.

Neste sentido, foi feita uma análise da distribuição espacial dos focos de calor no PNCG considerando a série temporal do estudo que foi de 10 anos (2005 a 2014), em que os focos para cada ano foram acumulados para identificar a configuração espacial ao longo da série temporal. Para o cálculo da função K de Ripley foi utilizado o pacote spatstat (BADDELEY; TURNER, 2005) na plataforma R (R CORE TEAM, 2016).

4.2.3 Índice de perigo de incêndios e de causalidade

A Fórmula de Monte Alegre (FMA) foi calculada para o PNCG no período de 2005 a 2014. 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 (TABELA 4).

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. A equação para determinação do índice é:

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

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 4 – RESTRIÇÕES AO SOMATÓRIO DA FMA DE ACORDO COM A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DO DIA

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 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 5.

TABELA 5 – ESCALA DE PERIGO DA FMA

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 6 e 7.

TABELA 6 – 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 7 – CÁLCULO 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;

$$PS = G / N$$

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.

O índice de causalidade foi obtido utilizando os registros de ocorrência dos incêndios florestais, no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães de 2005 a 2014. O índice foi obtido levando em consideração a frequência dos incêndios no parque para cada uma das 8 causas estudadas, onde as mesmas

foram calculadas segundo a periculosidade específica de cada causa, por meio da seguinte expressão:

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{\sum_1^5 c \cdot n_{ic}}{n_i}$$

Onde:

C_i = Índice de causalidade;

c = Coeficiente de periculosidade específica de cada causa;

n_{ic} = Número de incêndios de cada causa em cada ano;

n_i = Número de incêndios em cada ano;

a = Número de anos.

Para obtenção do índice foram agrupadas as categorias "intencionais", "negligências" e "raios". Também foram utilizados os seguintes coeficientes específicos de perigo: 10 para ocorrências intencionais, 5 para negligências e 1 para raios (RODRÍGUEZ, 1999; VÉLEZ, 2000). O grau de periculosidade do índice foi obtido através da escala apresentada na tabela 8, onde a periculosidade "grave" indica que a maior parte dos incêndios são produzidos por incendiários, a periculosidade "alta" indica negligências muito frequentes combinadas com atividades de incendiários muito intensas e a periculosidade moderada, baixa e muito baixa, expressa que só ocorrem incêndios acidentais ou por negligências pouco prováveis (VÉLEZ, 2000).

TABELA 8 – GRAU DE PERICULOSIDADE DO ÍNDICE DE CAUSALIDADE

Índice de causalidade	Periculosidade das causas
7 - 10	Grave
5 - 6	Alta
3 - 4	Moderada
1 - 2	Baixa
< 1	Muito baixa

FONTE: VÉLEZ (2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E EXTENSÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS

No período de 2005 a 2014 foram registrados 89 incêndios no interior do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, com uma média anual de 8,9 ocorrências. A área total queimada no período analisado foi de 23.737,76 ha, que corresponde a 72,75% do PNCG, ou seja, mais da metade do parque foi queimado nesse período. Os anos que apresentaram os maiores valores de área queimada foram: 2007 com 6.304,5 ha (26,56%), 2010 com 14.321 ha (60,33%) e 2012 com um total de 1.474,57 ha (6,21%) (TABELA 9).

TABELA 9 - OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS E DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS QUEIMADAS POR ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

ANO	INCÊNDIOS		ÁREA QUEIMADA	
	Nº	%	ha	%
2005	12	13,48	150,00	0,63
2006	17	19,10	674,45	2,84
2007	19	21,35	6304,50	26,56
2008	6	6,74	121,00	0,51
2009	10	11,24	41,74	0,18
2010	8	9,00	14.321	60,33
2011	1	1,12	0,50	0,0021
2012	6	6,74	1474,57	6,21
2013	4	4,49	50,00	0,21
2014	6	6,74	600,00	2,53
TOTAL	89	100	23737,76	100

FONTE: O autor (2016).

No período analisado foi observado que houve uma diminuição dos incêndios no decorrer dos anos e que o número de ocorrências no interior do parque não está diretamente relacionado à extensão da área queimada, pois no ano de 2010 embora tenham ocorridos 8 incêndios, o que representou 9,00% das ocorrências, foi registrada a maior área queimada do período, com uma extensão de 14.321,00 ha (60,33%), o que equivale a 43,88% da área do parque (GRÁFICO 2).

Nos anos de 2005, 2006 e 2007, quando foram registrados os maiores números de ocorrências, o somatório das extensões das áreas queimadas foi de 7128,95 ha, o que representou 30,03% do tamanho da extensão da área queimada no período analisado, alcançando um pouco mais da metade da área proporcional ao que foi queimada no ano de 2010.

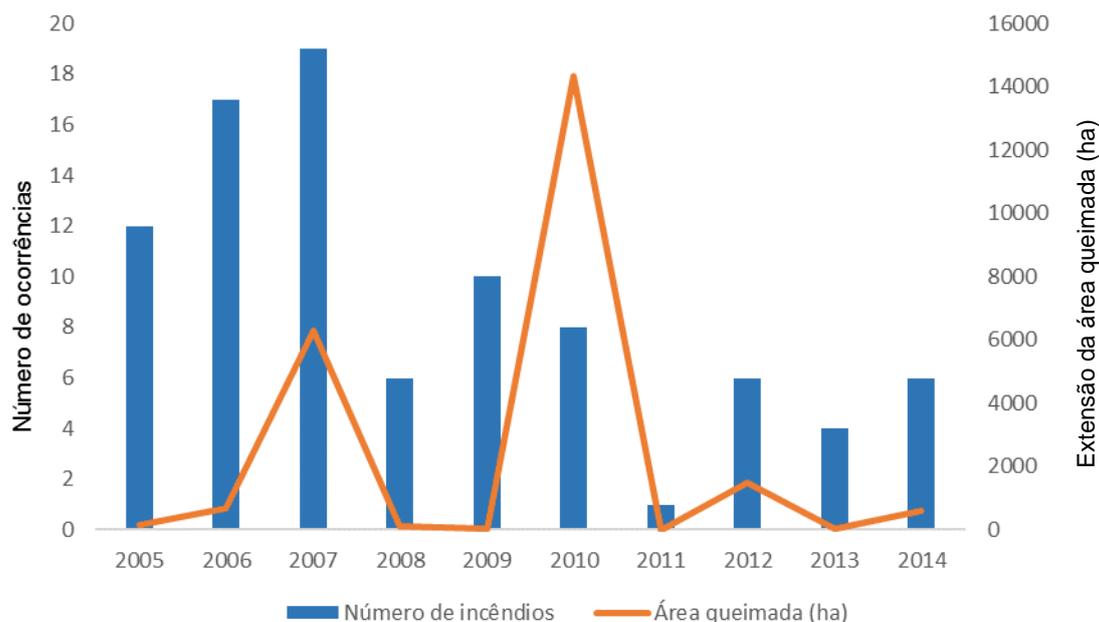


GRÁFICO 2 – NÚMERO DE INCÊNDIOS E EXTENSÃO DA ÁREA QUEIMADA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

O número total de incêndios também não se relacionou diretamente com a extensão da área queimada no estudo realizado por Ribeiro, Lima e Siqueira (2002), que avaliaram as ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, no período de 1988 a 1998.

Outros trabalhos também não apresentaram uma relação direta entre o número de ocorrências e o tamanho da área queimada, como no estudo realizado no período de 1999 a 2003 por Koproski, Batista e Soares (2004), no Parque Nacional de Ilha Grande, onde se observou, no ano de 2002, a ocorrência de dezessete incêndios, atingindo uma área de 27.000 ha, e em 2003 seis incêndios, que atingiram uma área aproximada de 37.000 ha.

A média anual de ocorrências do presente estudo (8,9) foi menor do que a encontrada por Koproski, Batista e Soares (2004), em estudo realizado no Parque Nacional de Ilha Grande, localizado entre os estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, onde foi observada a ocorrência anual média de 10,4 incêndios, no período de 1999 a 2003. A média anual também ficou abaixo do estudo realizado por Magalhães, Lima e Ribeiro (2011), no Parque Nacional da Serra da Canastra, estado de Minas Gerais, com 10,43 incêndios identificados.

Aximoff e Rodrigues (2011) encontraram uma média de 29,63 incêndios por ano no Parque Nacional do Itatiaia, entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Em estudo realizado no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás, Fiedler, Merlo e Medeiros (2006) registraram uma média anual inferior, com uma ocorrência de 5,0 incêndios no interior do parque.

No presente trabalho, o ano de 2007 se destacou, apresentando um total de 19 ocorrências, com uma média de 1,6 por mês, seguidos dos anos de 2006 e 2005, com 17 (média de 1,4) e 12 (média de 1,0) ocorrências, respectivamente. Os três anos que apresentaram os maiores índices de ocorrência totalizaram 53,93% das ocorrências do período analisado. O número elevado de ocorrências de incêndios nesses três anos está relacionado com as condições meteorológicas, pois de acordo com os dados coletados pelo INMET, houve um período prolongado de estiagem e baixa umidade relativa do ar nesse período.

De acordo com a figura 3, os coeficientes de correlação de Pearson foram não significativos, indicando que o número de ocorrências de incêndios não depende da extensão da área, dos valores médios de umidade relativa do ar e dos valores médios da precipitação. Os histogramas das variáveis sugerem tendência de não normalidade dos dados, havendo apenas uma relação altamente significativa (0.93^{***}) entre as variáveis umidade relativa do ar e precipitação, o que significou "*in loco*" o aumento dos incêndios com os baixos índices dessas duas variáveis meteorológicas.

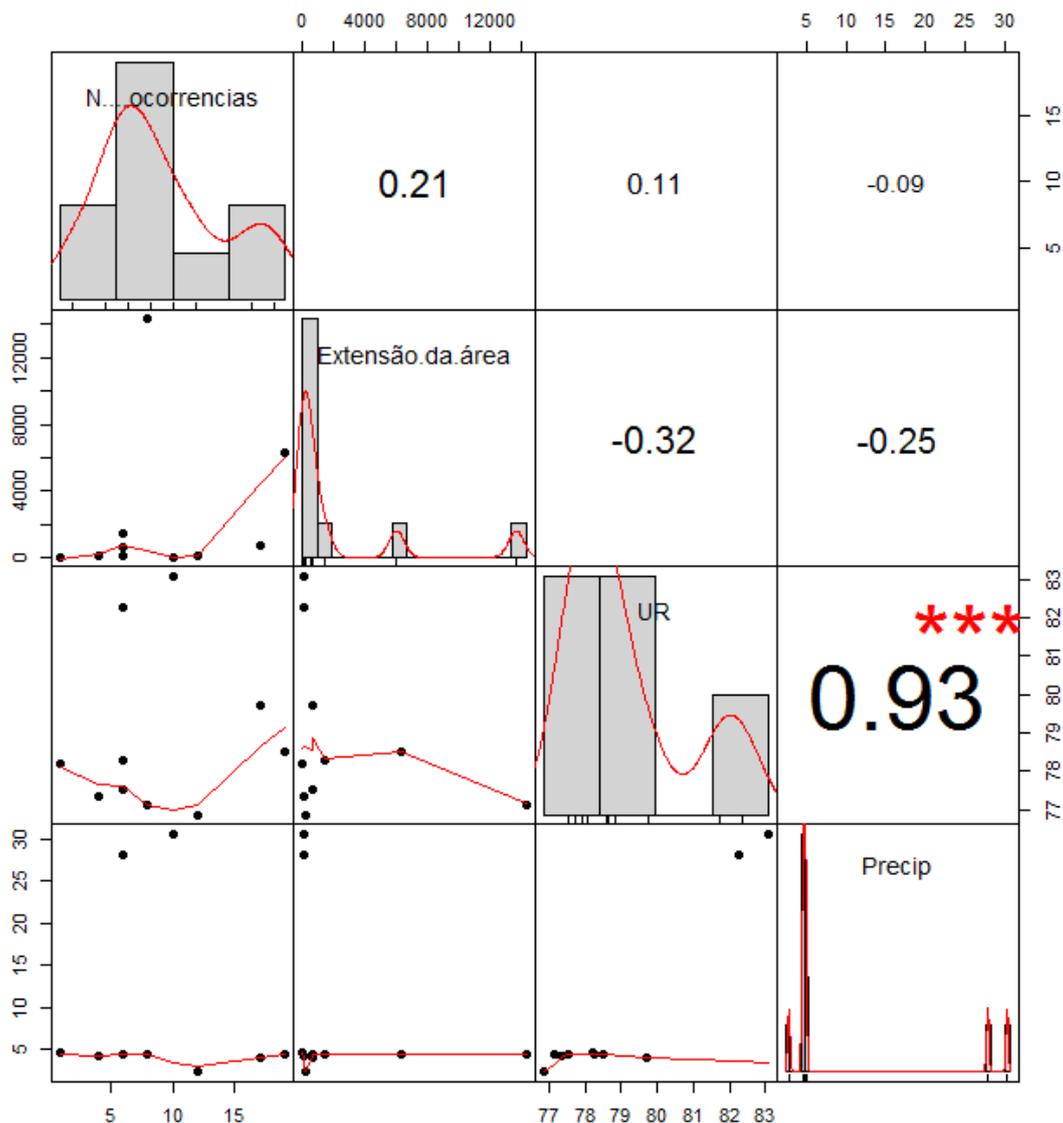


FIGURA 3 – CORRELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, EXTENSÃO DA ÁREA QUEIMADA, UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

FONTE: O autor (2016)

O grande número de ocorrências registrado no ano de 2007, com 19 incêndios, levou ao fechamento do PNCG à visitação, devido ao elevado número dos sinistros e perigo de ignição do material combustível verificado dentro e fora do parque.

De acordo com o Gráfico 3, os anos de 2005, 2006, 2007 e 2009 apresentaram um número de ocorrências acima da média anual e a linha de tendência demonstra uma queda no número de ocorrência de incêndios no PNCG.

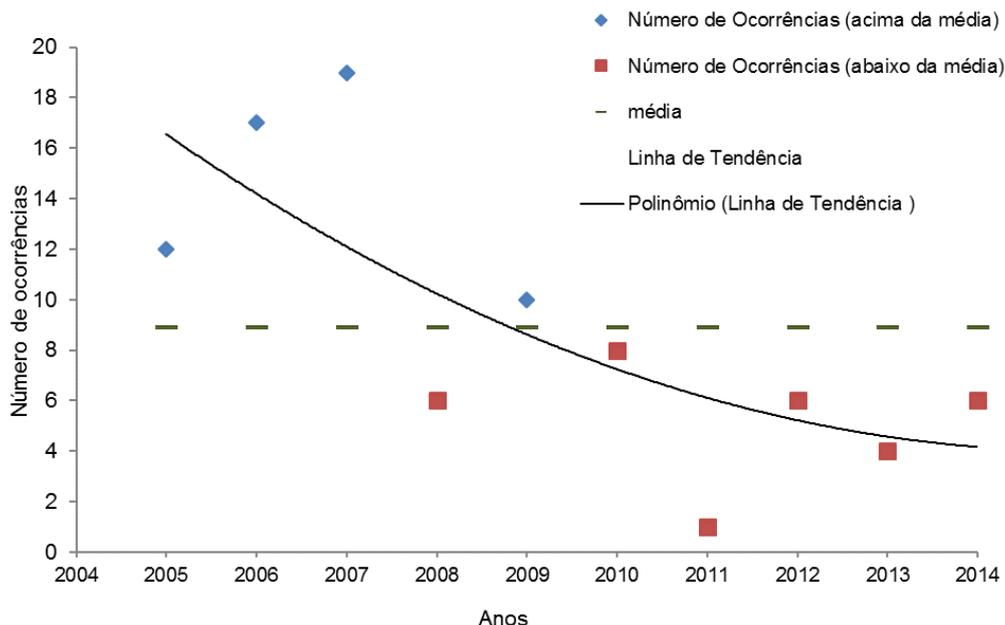


GRÁFICO 3 - NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014
 FONTE: O autor (2016).

Embora não tenham ocorrido grandes incêndios no parque há cerca de 2 anos, é importante intensificar as ações de prevenção, principalmente nos meses mais secos do ano, bem como trabalhar junto com a comunidade do entorno, elaborando programas de educação ambiental e ações conjuntas de monitoramento e fiscalização do uso do fogo na área.

A média da área queimada por ano foi de 2.373,78 ha, valor bem abaixo dos encontrados por outros autores para parques nacionais. Koproski, Batista e Soares (2004) analisaram as ocorrências de incêndios no período compreendido entre 1999 e 2003, no Parque Nacional de Ilha Grande, e constataram uma média anual de área queimada de 24.971,1 ha. Fiedler, Merlo e Medeiros (2006), em um estudo sobre a ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás, registraram no período de 1992 a 2003, uma média anual de 12.635,09 ha.

Aximoff e Rodrigues (2011) registraram uma média anual de 383 ha por ano no Parque Nacional do Itatiaia, localizado ao sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro, no período compreendido entre 2001 e 2008. Magalhães, Lima e

Ribeiro (2011), em um estudo sobre a avaliação dos incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, no período entre 1998 e 2008, registraram uma média anual de área queimada de 19.789,17 ha.

De acordo com o gráfico 4, pode-se observar que apenas os anos de 2007 e 2010 tiveram valores superiores à média anual e que a soma desses dois anos correspondeu a 86,89% da área queimada no período analisado. Segundo Ramos et al. (2011), o ano de 2010 foi aparentemente preocupante em relação aos incêndios florestais no Brasil, devido a uma série de fatores que favoreceram o aumento das áreas consumidas pelo fogo, pois foi um ano extremamente seco, contribuindo para a queima da biomassa acumulada dos dois anos anteriores, que foram bastante chuvosos. O fato do ano de 2010 ter sido antecedido por dois anos com elevada precipitação pluviométrica, permitiu o crescimento e o acúmulo de material combustível vegetal, favorecendo desta forma os incêndios, que quando deflagrados consumissem grandes áreas no interior do parque.

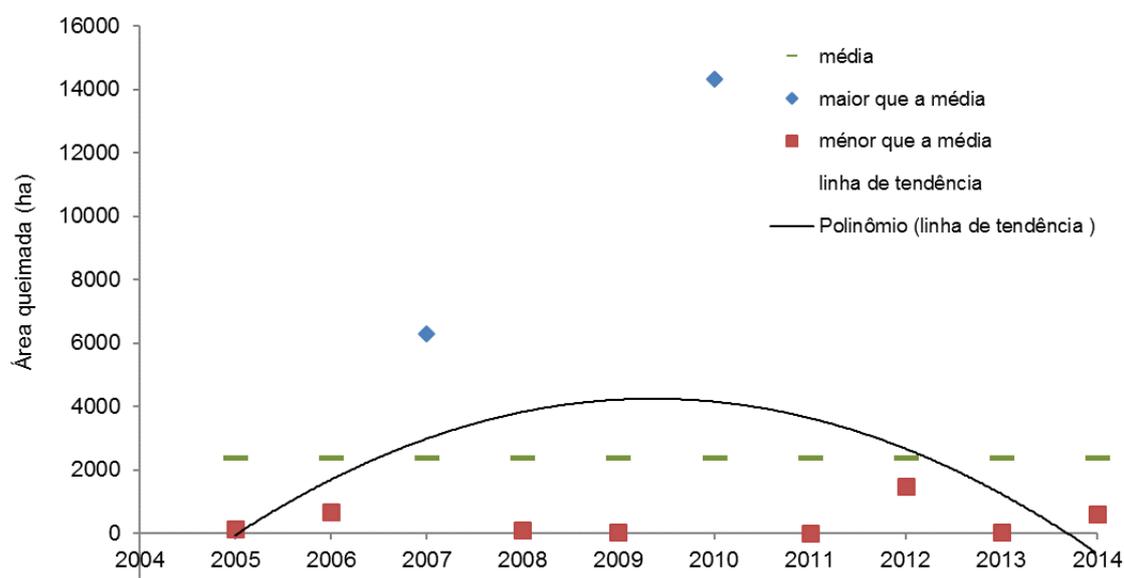


GRÁFICO 4 – ÁREA QUEIMADA NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

FONTE: O autor (2016).

Em relação ao tamanho, as duas classes que mais se destacaram foram: a classe III (5,1 - 10 ha) com 20 ocorrências, correspondendo a 22,47%, e a classe IV (10,1 - 50 ha) com 22 ocorrências, equivalendo a 24,72%.

De acordo com a tabela 10, os incêndios registrados na classe VII foram responsáveis por 7,87% das ocorrências, porém foram queimados 22.338 ha, o que correspondeu a 94,10% da área queimada no parque durante o período analisado. O maior número de incêndios na classe IV demonstra a necessidade de melhorias no sistema de proteção do parque, pois o aumento dos incêndios nas maiores classes indica uma deficiência nas ações de detecção, mobilização, deslocamento e combate aos sinistros.

Segundo Soares e Santos (2002), quanto maior a porcentagem de incêndios na classe I, maior é a eficiência do combate, pois a distribuição dos incêndios por classe de tamanho mostra a eficiência das ações de controle em uma determinada área.

TABELA 10- CLASSE DE TAMANHO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS OCORRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

CLASSE DE TAMANHO	INCÊNDIOS		ÁREA QUEIMADA	
	Nº	%	ha	%
I (0,1 – 1,0)	15	16,85	8,82	0,04
II (1,1 – 5,0)	12	13,48	32,93	0,14
III (5,1 – 10,0)	20	22,47	111,84	0,47
IV (10,1 – 50,0)	22	24,72	232,30	0,98
V (50,1 – 100,0)	7	7,87	368,35	1,55
VI (100,1 – 500,0)	6	6,74	645,52	2,72
VII (\geq 500,0)	7	7,87	22.338	94,10
TOTAL	89	100,00	23.737,76	100,00

FONTE: O autor (2016).

Utilizando a metodologia proposta por Ramsey e Higgins (1981) Magalhães, Lima e Ribeiro (2011) registraram no Parque Nacional da Serra da Canastra 28,77% dos incêndios na classe III (4,1 – 40 ha) e 42,01% das ocorrências na classe V (acima de 200 ha). Em um estudo realizado no Parque Nacional de Ilha Grande, no período de 1999 a 2003, Koproski (2005) registrou

50% dos incêndios na classe V (acima de 200 ha) e 18,4% na classe III (4,1 – 40 ha).

Tebaldi et al. (2013) observaram em unidades de conservação estaduais do Espírito Santo, 25% das ocorrências na classe II (0,1 – 4 ha) e 25% na classe III (4,1 – 40 ha). Os resultados encontrados pelos autores são semelhantes ao presente estudo, evidenciando a necessidade de aprimoramento do sistema de detecção e mobilização para um efetivo combate, na busca pela redução da duração dos incêndios e, conseqüentemente, da área queimada.

Tetto (2012) observou, na Fazenda Monte Alegre, no Paraná, 94,8% das ocorrências nas classes I (até 0,09 ha) e II (0,1 – 4 ha) e Rodriguez e Soares (2004) encontraram 96,56% das ocorrências nas classes I (até 0,09 ha) e II (0,1 – 4 ha), o que indica uma melhoria no sistema de proteção das respectivas áreas estudadas, pois uma menor área queimada denota uma maior eficiência em termos de prevenção e combate aos incêndios.

Considerando que a eficiência de um sistema de combate a incêndios será tanto melhor quanto maior for o número de incêndios com área queimada nas classes I e II, pode-se afirmar que a eficiência no combate aos incêndios florestais no PNCG é inferior aos valores registrados em alguns trabalhos, evidenciando assim a necessidade de aprimoramento do sistema de detecção e mobilização das brigadas para um combate eficiente, na busca pela redução da duração dos incêndios e, conseqüente uma diminuição da área queimada no parque.

A frequência do número de ocorrência de incêndios, em relação à classe de tamanho, de 2005 a 2014, é apresentada no gráfico 5. A frequência mais elevada em relação a classe de maior proporção, ou seja, incêndios que atingiram uma extensão maior do que 500 ha, foi observada em 2007, 2010, 2012 e 2014. A soma das classes de incêndios acima de 500 ha nesses quatro anos foi de 22.338,00 ha queimados, o que representou 94,10% da área queimada no período analisado. O menor registro ocorreu em 2011, onde a frequência anual foi da ordem de 0,5 ha, observado apenas na classe I (0,1 - 1 ha). Entretanto, no ano seguinte, incêndios de grandes proporções ocorreram

no parque, registrando a marca de 1.474,57 ha queimados, devido ao acúmulo de material combustível e baixos índices pluviométricos.

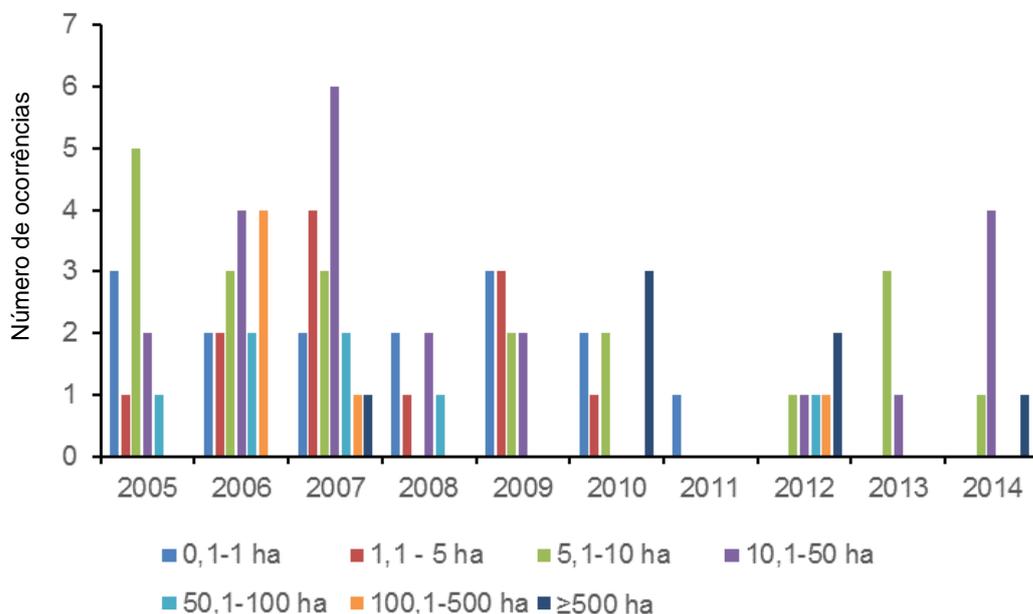


GRÁFICO 5 – CONTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DAS CLASSES DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

A frequência relativa dos incêndios em relação ao número de ocorrências por ano é observada no gráfico 6, onde pode-se verificar que nos anos de 2010 e 2012 foram registradas as maiores porcentagens dos incêndios na classe VII (acima de 500 ha) com 37,5 e 33,3% respectivamente. No ano de 2010 o parque registrou 8 ocorrências de incêndios, onde a maior delas consumiu 14.300,00 ha, se configurando como o maior incêndio do período analisado. Os anos que apresentaram os menores registros de ocorrência de incêndios foram: 2011 com 1 ocorrência na classe I e 2013 com 4 ocorrências, sendo 3 registradas na classe III (75%) e 1 registro de incêndio na classe IV (25%).

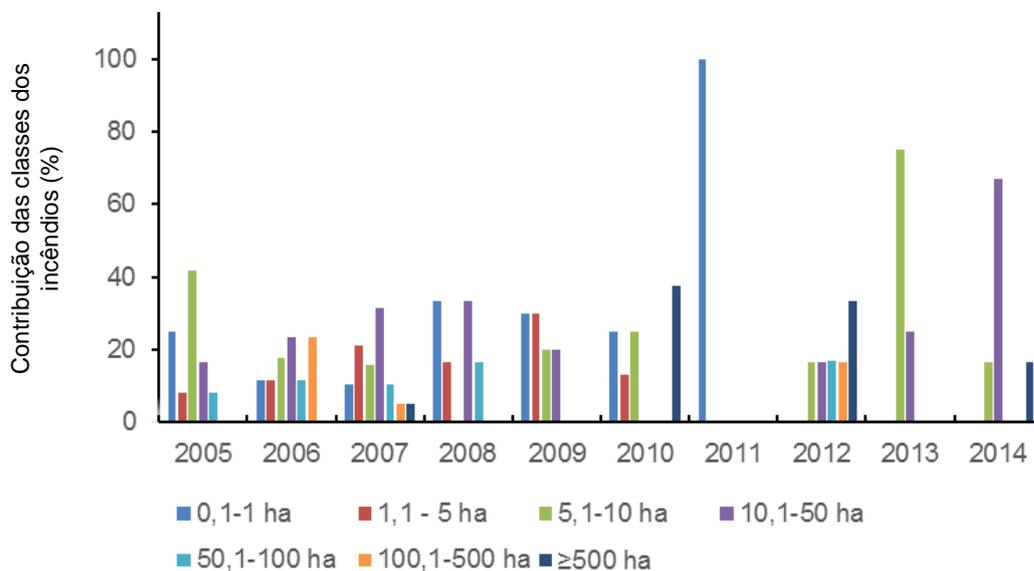


GRÁFICO 6 – CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS CLASSES DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS POR ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES -MT

FONTE: O autor (2016).

5.2 ÉPOCAS DE OCORRÊNCIA

Os meses que apresentaram as maiores ocorrências de incêndios no parque foram julho com 8 (9%), agosto apresentou 25 (28,09%) e setembro 34 (38,20%) (GRÁFICO 7). O somatório do número de ocorrências desses três meses foi de 67 incêndios, o que representou 75,29% das ocorrências no período analisado. Segundo Soares e Santos (2002), a maioria das ocorrências de incêndios florestais no Brasil se concentra no inverno e início da primavera, nos meses compreendidos entre julho e outubro, que corresponde à estação mais seca do ano em quase todo o território nacional. O fato da maioria dos incêndios se concentrar nesses meses está associado à baixa umidade relativa do ar e um déficit acentuado de precipitação.

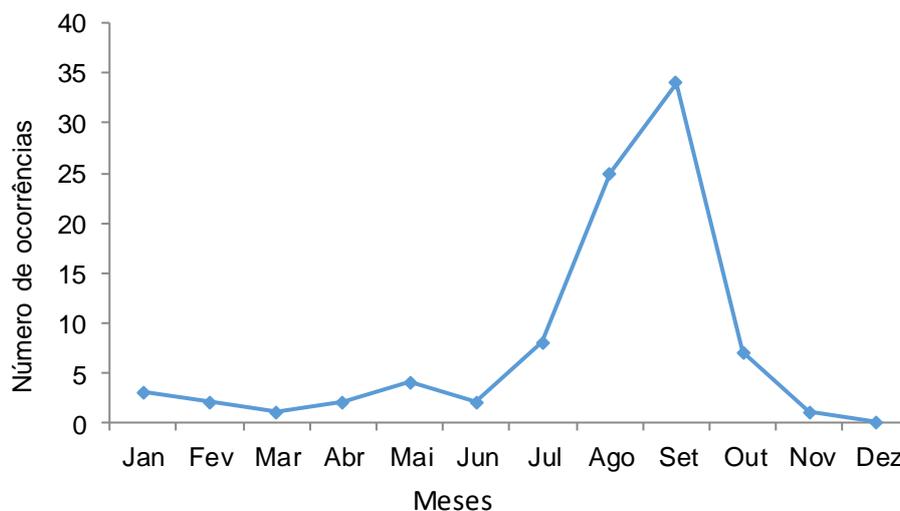


GRÁFICO 7 – OCORRÊNCIAS MENSAIS DE INCÊNDIOS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com a figura 4, todos os meses relacionados ao número de ocorrência de incêndios e a precipitação apresentaram uma relação assimétrica positiva em relação à média, representada pela linha azul, não se distribuindo normalmente. Em relação à umidade relativa, observa-se uma relação assimétrica positiva de agosto a dezembro, onde a mediana está localizada abaixo da média, devido a diminuição desta variável nesse período e nos demais meses é verificado uma relação assimétrica negativa.

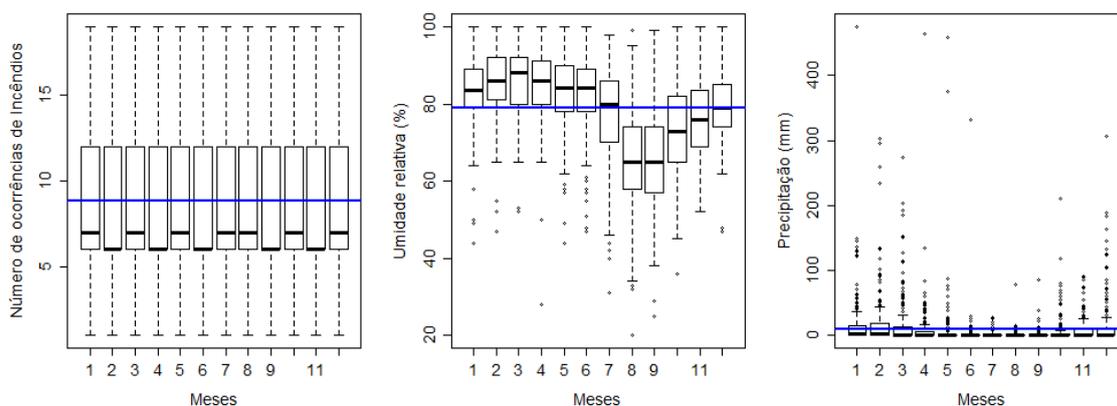


FIGURA 4 – COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AO NÚMERO DE INCÊNDIOS, UMIDADE RELATIVA DO AR E PRECIPITAÇÃO EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

Em estudo realizado por Vasconcelos et al. (2013) em Juiz de Fora - MG, os autores observaram que a maioria dos incêndios ocorreu no mês de agosto e que houve uma relação inversamente proporcional dos incêndios com os valores das variáveis meteorológicas de precipitação e umidade relativa do ar. Tetto (2012) em um estudo realizado no Paraná, observou uma maior concentração de incêndios nos meses de julho, agosto e setembro. Em outras regiões do país, esse período também foi citado por outros autores: agosto e setembro para o Paraná e Mato Grosso do Sul (KOPROSKI; BATISTA; SOARES, 2004), julho a setembro no Paraná (VOSGERAU et al., 2006), julho a setembro para Goiás (FIEDLER; MERLO; MEDEIROS, 2006), agosto e setembro para Minas Gerais (BONTEMPO; RIBEIRO; LIMA, 2007) e julho a outubro entre o Rio de Janeiro e Minas Gerais (AXIMOFF; RODRIGUES, 2011).

No Mato Grosso, o IBAMA (2010), analisando o perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação federais no ano de 2009, registrou a ocorrência de incêndios nesses locais, de julho a novembro, com uma maior concentração no mês de agosto.

Portanto, o período compreendido entre julho e setembro deve ser considerado como a estação normal de perigo de incêndios no parque e ações de prevenção e sensibilização do uso do fogo devem ser tomadas nos meses que antecedem esse período. É importante que os visitantes que frequentam o parque nos meses mais críticos sejam esclarecidos sobre as ações de prevenção contra os incêndios, com palestras educativas sobre os prejuízos causados pelo fogo ao ambiente, placas informativas sobre o perigo de incêndios no local e ações que visem à prevenção dos incêndios no parque.

5.3 DIAS DA SEMANA E HORÁRIOS

Em relação ao dia da semana, observou-se que apesar da segunda (17,98%), sexta (17,98%) e sábado (20,22%) apresentarem valores superiores, não houve diferença estatística significativa em relação aos demais dias da semana (Apêndice A).

Pode-se observar, no gráfico 8, que nos finais de semana ocorreram 18 incêndios no sábado e 13 no domingo, o que equivaleu a 34,83% das ocorrências no período analisado. A segunda e a sexta-feira se destacaram durante a semana, com a ocorrência de 16 incêndios cada, o que correspondeu a 35,95% das ocorrências no período.

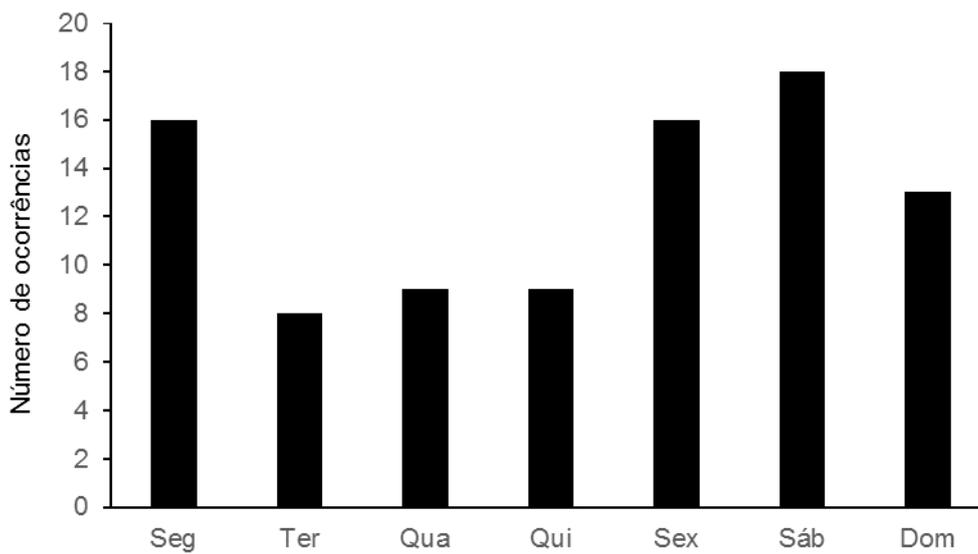


GRÁFICO 8 – NÚMERO DE INCÊNDIOS POR DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

Por se tratar de um parque nacional com uma elevada beleza cênica, o acréscimo do número de incêndios nos finais de semana está associado à circulação de pessoas nesse período no interior da unidade e nas áreas do seu entorno.

Segundo Ribeiro, Lima e Siqueira (2002), os finais de semana se configuram como um dos principais problemas dos incêndios em parques, pois nesse período a vigilância é reduzida, aumentando assim o número de ocorrência dos sinistros. Os autores também identificaram o aumento das ocorrências de incêndios nos finais de semana em um trabalho realizado no Parque Nacional da Serra da Canastra. Apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os dias, é importante a vigilância frequente em todos os dias da semana, sem distinção.

Em relação aos horários de detecção, nota-se no gráfico 9 que a maioria dos incêndios ocorreu entre 13 e 17 horas (69,66%), com alguns incêndios também iniciando nos horários noturnos, entre 18 e 20 horas (14,61%). Nesses horários é necessário aumentar a vigilância no parque, com os brigadistas em estado de prontidão, os mirantes de observação em estado de alerta e as rondas intensificadas.

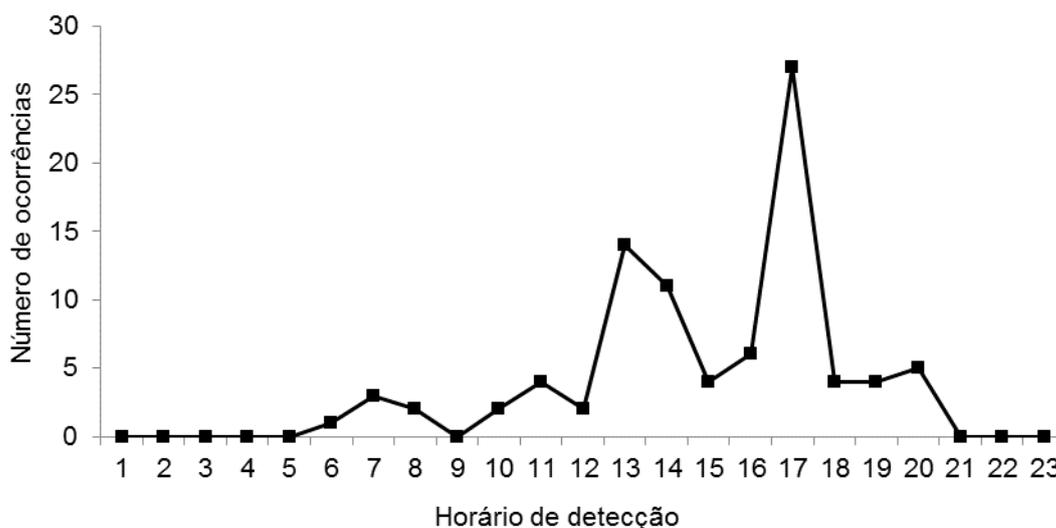


GRÁFICO 9 – NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM FUNÇÃO DO HORÁRIO DE DETECÇÃO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES-MT

FONTE: O autor (2016).

Resultados semelhantes foram obtidos por Tetto (2012), que avaliou o comportamento histórico dos incêndios na Fazenda Monte Alegre no Paraná, e constatou que 61,3% dos incêndios ocorreram entre às 12 e 17 horas.

Medeiros e Fiedler (2004) registraram, em um estudo realizado em Minas Gerais, que a maioria dos incêndios foi registrada entre às 10 e 18 horas. Rodriguez e Soares (2004) observaram que no Distrito Florestal de Monte Alegre, a maioria dos incêndios ocorreu entre às 14 e 18 horas, sendo registrados 61,85% dos incêndios nesse intervalo. Os autores observaram que existiu uma relação direta entre as ocorrências de incêndios e as condições meteorológicas diárias, que influenciam de forma significativa na umidade dos materiais combustíveis, tornando-os mais propícios à ignição nos períodos mais secos do dia.

5.4 CAUSAS

As principais causas identificadas no PNCG foram: incendiários com 42,7%, queima para limpeza com 20,22%, raios e diversos, ambos com 10,11% (GRÁFICO 10).

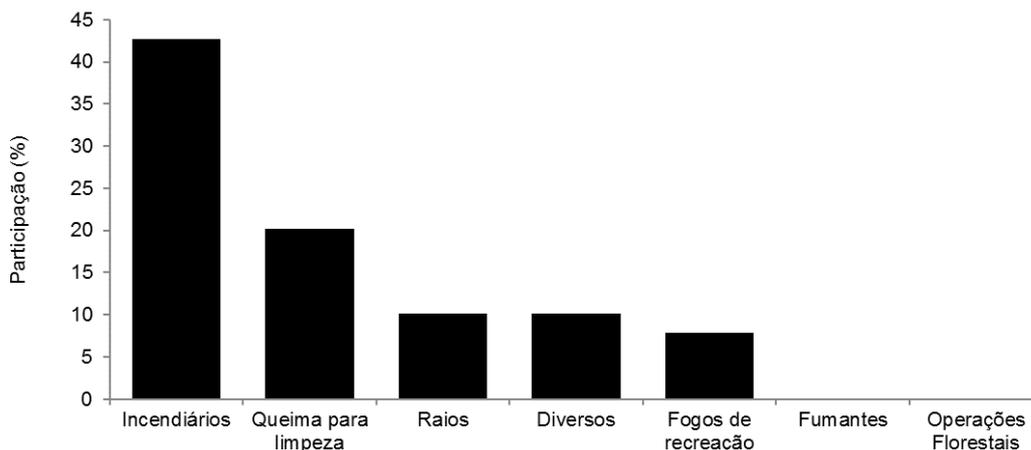


GRÁFICO 10 – CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

Em comparação com outros estudos em Parques Nacionais, os valores do presente trabalho corroboram com Fiedler, Merlo e Medeiros (2006), que observaram no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no período de 1992 a 2003, que os incêndios de origem criminosa foram os que mais se destacaram com 33,33%, seguido dos incêndios de causa desconhecida, com 25% e incêndios ocasionados por raios, que somaram 15% das ocorrências.

Soares e Santos (2002) relatam que 56,6% das causas dos incêndios florestais no Brasil seriam devido a causas relacionadas ao grupo incendiários. Medeiros e Fiedler (2004), avaliando os incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra, também observaram que cerca de 47% dos incêndios foram causados por incendiários, 23% de queima para limpeza e 30% dos incêndios não tiveram suas causas determinadas.

Koproski, Batista e Soares (2004) analisando a ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande, observaram que o grupo

incendiários foi o responsável pela maioria dos incêndios, com cerca de 34% das ocorrências e 19% dos incêndios não foram possíveis de determinar.

De acordo com Soares (1997), existe em todo o mundo uma grande preocupação pelos incêndios causados por incendiários. Em países como os Estados Unidos (BROWN; DAVIS, 1973), Espanha (VÉLEZ, 1990), Grécia (KAILIDIS, 1992), África do Sul (REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 1987), Argentina (VÉLEZ, 2000), Uruguai (VÉLEZ, 2000), Filipinas (FAO, 1998) e Portugal (FAO, 2002), os incendiários se destacam como a principal causa de ocorrência de incêndios.

Os incêndios causados por incendiários no PNCG causam prejuízos sociais e ambientais todos os anos e denotam uma necessidade de programas integrados de educação ambiental junto à população do entorno.

É necessário entender a visão que a população local tem sobre a UC e sua importância, pois este aspecto pode ser fundamental no aumento dos incêndios causados por incendiários. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2001), o simples fato da transformação da Serra da Bocaína em Parque Nacional aumentou significativamente os índices de ocorrências de incêndios criminosos na área.

Dentro deste contexto é importante uma gestão integradora e participativa junto à comunidade, com o objetivo de esclarecer sobre a importância do parque, bem como ações de educação ambiental, com o objetivo de informar a população sobre a importância da proteção do ecossistema local e dos prejuízos sociais e ambientais ocasionados pelos incêndios na área.

A queima para limpeza também se destacou como uma das principais causas de incêndios no parque a qual, de acordo com Soares e Santos (2002), é a segunda principal causa das ocorrências dos incêndios florestais no país. Aximoff e Rodrigues (2011) em um estudo no Parque Nacional do Itatiaia, no período entre 1937 e 2008, observaram que entre as causas humanas, a queima para limpeza se destacou com 42,8% das ocorrências.

De acordo com o relatório de ocorrências de incêndios em unidades de conservação federais 2006, elaborado pelo IBAMA (2007), dentre os incêndios ocasionados por ação antrópica, a queima para renovação de pastagens é a

maior entre as causas, com 31% das ocorrências determinadas e as queimas para cultivo, que englobam roça, desmate, limpeza de terreno, cana-de-açúcar e afins, constituem 11% das causas determinadas. Ainda de acordo com o relatório, o Parque Nacional da Serra do Cipó e o Parque Nacional das Sempre-vivas, ambos em Minas Gerais, estão entre as unidades de conservação mais afetadas por este tipo de incêndio.

Esse tipo de atividade na maioria das vezes é realizada sem obedecer aos preceitos de uma queima controlada, se transformando em incêndios que causam prejuízos anuais e de grande extensão ao PNCG. O crescimento das ocorrências de incêndios no grupo de queima para limpeza denota a carência no conhecimento do uso do fogo pela comunidade do entorno do parque e evidencia a necessidade da instrução e adoção de técnicas que possam evitar a deflagração de grandes incêndios.

É importante reconhecer a necessidade do uso do fogo por essas comunidades, desde que aliada a uma política de uso adequado e consciente do mesmo, em períodos oportunos para realização da queima e liberados por lei. Neste sentido, ações de informação e educação ambiental, em conjunto com novas práticas de manejo do solo, associadas às atividades de fiscalização e sanções penais para os incendiários, são importantes para redução dos incêndios no parque e para manutenção do ecossistema local.

Os incêndios ocasionados por raios também se destacaram no presente estudo, assim como em outras unidades de conservação do cerrado, observados por Ramos-Neto (2000), Medeiros (2002) e Medeiros e Fiedler (2004). Esses incêndios atingem menores proporções em razão das chuvas simultâneas, que favorecem a extinção dos focos, limitando-os a pequenas áreas (MEDEIROS; FIEDLER, 2004).

Em um estudo em unidades de conservação estaduais do Espírito Santo, Tebaldi et al. (2013) registraram que os incêndios ocasionados por raios somaram 15%. Fiedler, Merlo e Medeiros (2006), analisando a ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros em Goiás, observaram que esta causa somou 11,76% do total dos sinistros.

No Parque Nacional das Emas, França et al. (2007) observaram que a maioria dos incêndios foi causada por raios, assim como Magalhães, Lima e

Ribeiro (2011), que em um estudo no Parque Nacional da Serra da Canastra em Minas Gerais, registraram a ocorrência de 40,18% dos incêndios por raios. De acordo com o IBAMA (2007), de 2002 a 2006, os incêndios ocasionados por raios em unidades de conservação federais registraram uma porcentagem de 11%, com os parques nacionais das Emas em Goiás e o da Serra da Canastra em Minas Gerais apresentando a maior incidência das ocorrências.

A presença de fogo por causas naturais é reconhecida por cientistas em ecossistemas savânicos e de campo, com evidências de espécies vegetais inclusive dependentes do fogo em alguma etapa de seu ciclo de vida. Várias plantas apresentam adaptações gerais ao fogo, elemento que se mostra presente no ecossistema há cerca de 32.000 anos (SALGADO-LABORIAU; FERRAZ-VICENTINE, 1994).

Segundo Ribeiro, Lima e Siqueira (2002), os incêndios ocasionados por raios são importantes para algumas unidades de conservação do bioma Cerrado, pelo fato do fogo fazer parte dos processos ecológicos evolutivos de várias espécies, como as pirofíticas, ou seja, espécies que dependem da passagem do fogo para concluir seu ciclo de germinação, além de impedir a competição com outras espécies, não permitindo que o ecossistema seja substituído por outra fitofisionomia, eliminando as espécies sensíveis ao fogo.

Todos os incêndios do grupo de causas “diversos” foram ocasionados por trabalhos religiosos dentro do parque (FIGURA 5).



FIGURA 5 - TRABALHO RELIGIOSO EM ÁREA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
FONTE: ICMBio (2010).

Os responsáveis por esse tipo de incêndio utilizam velas acesas em seus rituais, o que pode causar incêndios na área. Neste sentido é importante a abertura de um diálogo por parte da gestão do parque, com as lideranças religiosas locais, com o intuito de informar aos mesmos a importância de não utilizar velas acesas em seus rituais.

Uma prática danosa para a unidade, que causa vários problemas (erosão principalmente), inclusive a ocorrência de incêndios e que também merece destaque entre as causas “diversas” é o motocross. Por duas ocasiões de surgimento de fogo em morrarias no interior do parque foi detectada a presença de motoqueiros, porém é difícil controlar ou inibir tal prática, tanto devido aos inúmeros acessos, quanto pela dificuldade de autuar/apreender os praticantes naquele tipo de relevo acidentado.

De acordo com a tabela 11, a causa que registrou uma maior extensão de área queimada foi queima para limpeza, que atingiu uma área de 13.771,00 ha, correspondendo a 58,01% da área queimada no período, corroborando com Soares e Santos (2002), que concluíram que as queimas para limpeza

correspondem ao grupo de causas responsável pela maior extensão de área queimada no país.

TABELA 11 - DISTRIBUIÇÃO DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES NO PERÍODO DE 2005 A 2014

CAUSA	INCÊNDIOS		ÁREA QUEIMADA	
	Nº	%	ha	%
Incendiários	38	46,91	2.522,27	14,70
Queima para limpeza	18	22,22	13.771	80,25
Raios	9	11,11	263,39	1,53
Diversos	9	11,11	547,90	3,19
Fumantes	0	0,00	0	0,00
Fogos de recreação	7	8,64	55	0,32
Operações Florestais	0	0,00	0	0,00
Subtotal	81	100,00	17.159,56	100,00
Indeterminados	8		6.578,2	
Total	89		23.737,76	

FONTE: O autor (2016).

Os incêndios que não tiveram as causas determinadas, somaram 6.578,2 ha de área queimada. A falta de informações, em relação às causas de vários incêndios, evidencia a necessidade da realização de perícias ambientais no PNCG, com o objetivo de elucidar qual a real causa dos incêndios, para que a mesma seja inserida nos registros de ocorrências e nos bancos de dados da unidade.

Oliveira et al. (2000), relatam que na maioria dos incêndios em unidades de conservação, a quantidade e qualidade das perícias são abaixo do esperado. Desta forma, as perícias no parque são importantes, pois as mesmas irão possibilitar a identificação das causas e dos agentes causadores dos incêndios, permitindo assim a elaboração de ações que visem a diminuição das ocorrências e da extensão das áreas queimadas no parque.

De acordo com o ICMBio (2009), as áreas que apresentam o maior número de ocorrências e as maiores áreas queimadas são as que possuem

ocupação humana em seu entorno, com a presença de chácaras de lazer, margens de estradas, áreas de garimpo, demais propriedades rurais e áreas de visitação descontrolada, que tem sua circulação aumentada nos finais de semana. Ainda segundo o instituto, a ocorrência de incêndios originados das chácaras de lazer costumam ser provocados pela queima de lixo e limpeza de terreno, sem que haja maiores cuidados para se evitar a propagação do fogo.

As pequenas propriedades rurais localizadas ao sul da UC utilizam fogo para limpeza de terreno e queima de lixo acumulado, aumentando ainda mais o risco de incêndios, pois essa área está situada na parte inferior da serra, onde qualquer foco pode proporcionar incêndios de difícil controle, tendo em vista a dificuldade de acesso, por conta da topografia acidentada da região.

Em um estudo realizado no Parque Nacional da Chapada Diamantina na Bahia, Gonçalves et al. (2011) também constataram que as áreas com maior recorrência de incêndios na região coincidiam com locais onde existem atividades antrópicas em seu entorno, como a criação de gado ou de equinos e muares.

O gráfico 11 apresenta o número de ocorrência de cada causa, em relação a extensão de área queimada em todos os anos analisados. A causa incendiários teve seu pico no ano de 2006 com a ocorrência de 10 incêndios no interior do parque, já a classe “queima para limpeza” apresentou os maiores valores nos anos de 2007 e 2009, ambos com 4 ocorrências. No ano de 2010, houve a maior extensão de área queimada, sendo incendiários e queima para limpeza os principais grupos de agentes causadores de incêndios com 4 e 3 ocorrências respectivamente.

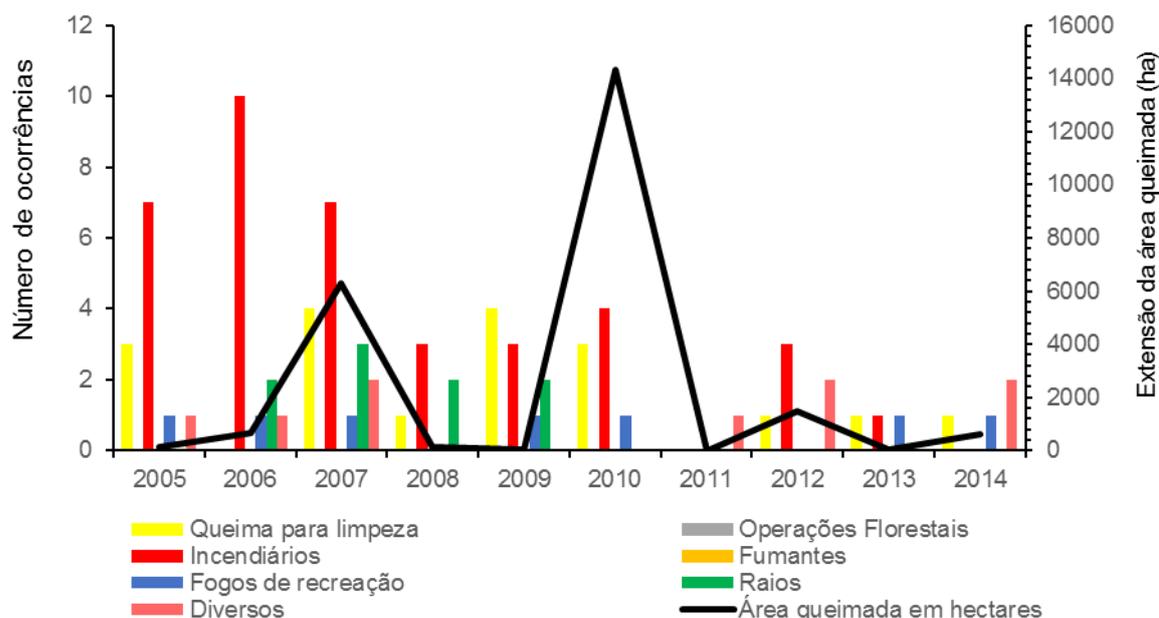


GRÁFICO 11 – NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO A CAUSA E A EXTENSÃO DA ÁREA QUEIMADA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

As causas dos incêndios no PNCG também foram identificadas em função dos dias da semana (TABELA 12). Observou-se que houve diferença estatística no número de ocorrências entre as causas, com os grupos incendiários e queima para limpeza destacando-se estatisticamente dos demais.

Os dias da semana que se destacaram com o maior número de ocorrências de incêndios no grupo incendiários foram a segunda-feira com 7 ocorrências, a sexta-feira com 8 e o sábado com 11, os quais corresponderam a 29,21% do período. Já no grupo de queima para limpeza, os dias que se destacaram foram a quinta-feira com 4 ocorrências, a segunda e a terça-feira, ambos com 3 ocorrências, os quais representaram 11,23% das ocorrências no período.

TABELA 12 – CAUSAS DOS INCÊNDIOS POR DIA DA SEMANA NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

CAUSAS	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	TOTAL
Queima para limpeza (b)	3	3	2	4	2	2	2	18
Operações florestais (d)	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendiários (a)	7	1	3	3	8	11	5	38
Fumantes (d)	0	0	0	0	0	0	0	0
Fogos de recreação (cd)	0	0	0	0	1	4	2	7
Raios (cd)	2	0	2	1	0	1	3	9
Diversos (cd)	2	2	1	1	2	0	1	9
Subtotal	14	6	8	9	13	18	13	81
Indeterminado	2	2	1	0	3	0	0	8
Total	16	8	9	9	16	18	13	89

FONTE: O autor (2016).

De acordo com a análise de *cluster*, com base no número de ocorrências por dia da semana (GRÁFICO 12), nota-se que das sete causas, quatro se agruparam duas a duas (diversos e raios e fumantes com operações florestais) e as demais permaneceram separadas.

O agrupamento de causas formou grupos, onde os incendiários apareceram isoladamente por apresentar o maior número de ocorrências, denotando uma distância (dissimilitude) entre as demais causas, o que justifica, segundo Vélez (2000), uma maior atuação nas fontes de calor, por meio de ações de vigilância e da modificação do comportamento humano por meio da persuasão, conciliação e sanção, aumentando assim as ações de prevenção desta causa.

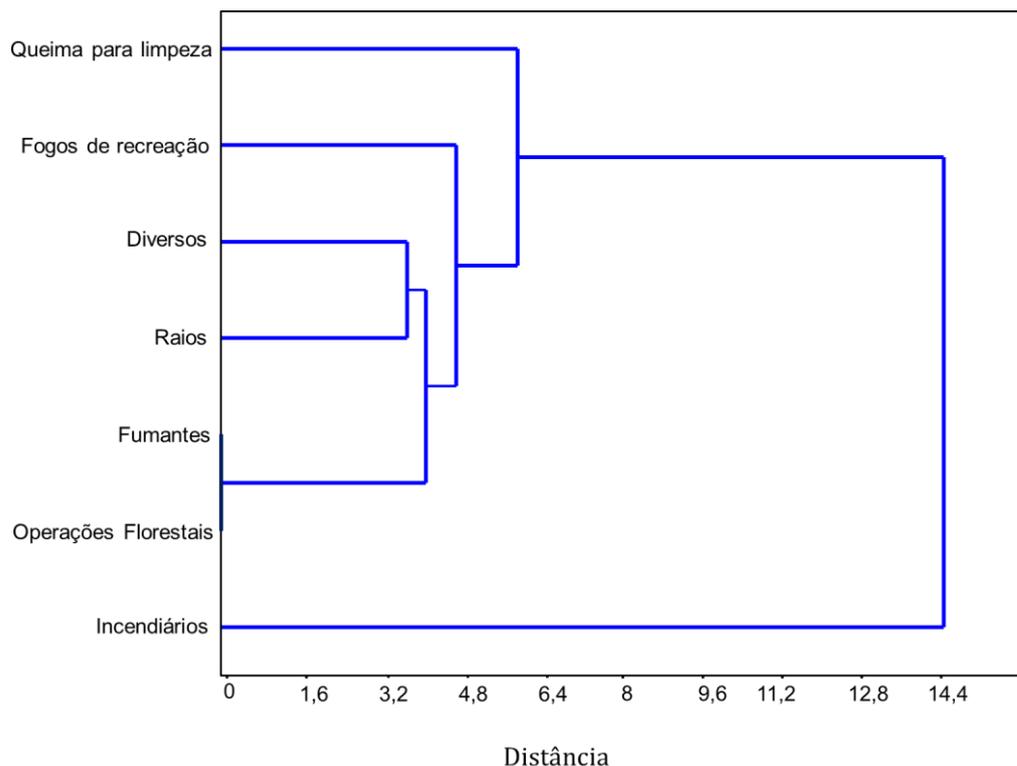


GRÁFICO 12 - DENDROGRAMA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS DIAS DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

O Gráfico 13 apresenta, com base nos meses do ano, a análise de *cluster* para as causas de incêndios. Das sete causas, duas se agruparam duas a duas (diversos e fogos de recreação e fumantes com operações florestais), sendo que as demais causas que apresentaram ocorrência de incêndios permaneceram separadas. Notou-se a dissimilitude entre incendiários e queima para limpeza com as demais causas, com destaque para incendiários. Dentro deste contexto, as causas incendiários e queima para limpeza merecem atenção especial durante as ações de prevenção aos incêndios, combatendo de forma efetiva as origens dessas duas causas, principalmente nos meses mais críticos do ano, visando assim a redução dos incêndios no parque.

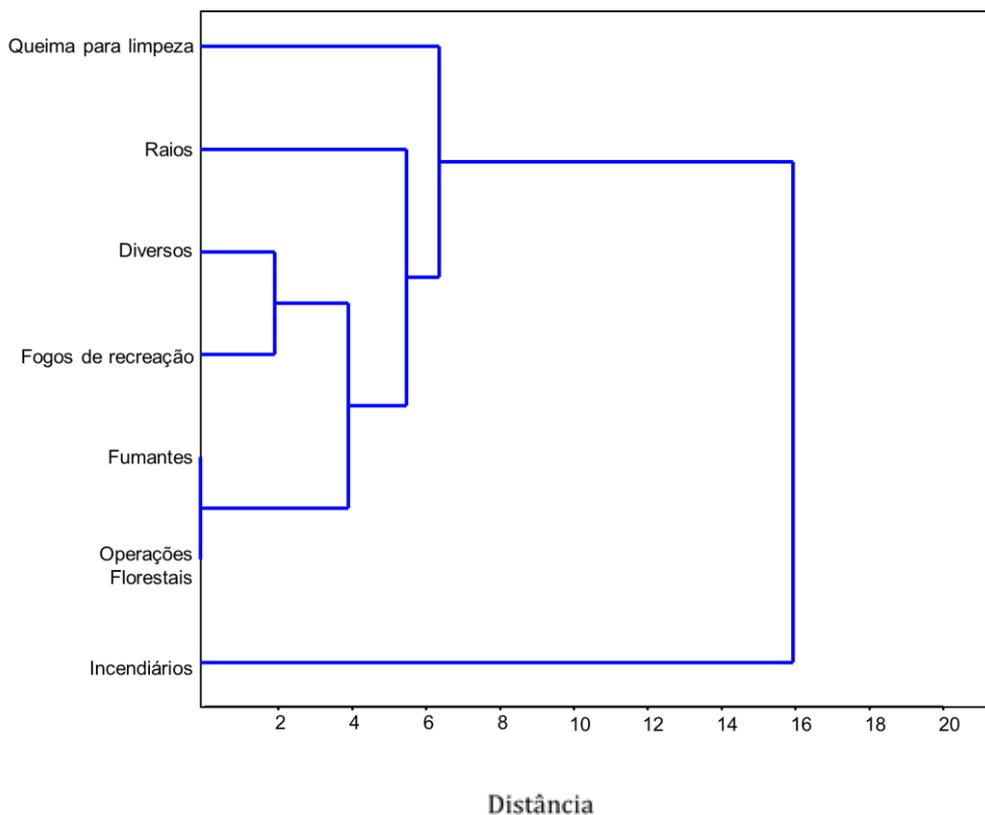


GRÁFICO 13 - DENDROGRAMA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

Na tabela 13 são apresentadas as causas em função dos meses do ano. Incendiários se diferenciou estatisticamente das demais causas, com destaque para os meses de agosto e setembro, que totalizaram 26 ocorrências, o que representou 29,21% para o período analisado.

O restante das causas apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre si. Desta forma, a vigilância no parque deve ser aumentada, com rondas frequentes e intensificadas nos meses de agosto e setembro, visando assim a redução das causas de origem criminosa, ocasionadas por incendiários nesse período.

TABELA 13 – CAUSAS DOS INCÊNDIOS POR MÊS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

CAUSAS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
Queima para limpeza ^{ab}	1	0	0	1	1	1	2	5	6	1	0	0	18
Operações florestais ^b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendiários ^a	2	2	0	0	1	1	3	14	12	2	1	0	38
Fumantes ^b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fogos de recreação ^{ab}	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	0	0	7
Raios ^{ab}	0	0	0	1	0	0	0	0	6	2	0	0	9
Diversos ^{ab}	0	0	1	0	1	0	1	3	2	1	0	0	9
Subtotal	3	2	1	2	3	2	7	24	29	6	1	0	81
Indeterminado	0	0	0	0	1	0	1	1	5	0	0	0	8
Total	3	2	1	2	4	2	8	25	34	7	1	0	89

FONTE: O autor (2016).

Em relação ao índice de causalidade, durante os 10 anos do presente estudo foram detectados 81 incêndios de causas conhecidas e agrupados nas classes intencionais, negligências e raios e 8 incêndios não tiveram suas causas determinadas.

Dentro da classe intencionais, que se configura como os incêndios ocasionados por incendiários, o ano de 2006 apresentou o maior número de ocorrências, com 10 incêndios no interior do parque (GRÁFICO 14).

Os incêndios ocasionados por negligência, ou seja, incêndios causados por queima para limpeza, operações florestais, fumantes, fogos de recreação, estradas de ferro e diversos, teve como destaque o ano de 2007, com 7 ocorrências, assim como os incêndios observados na classe raios, que apresentaram 3 ocorrências de incêndios no referido ano.

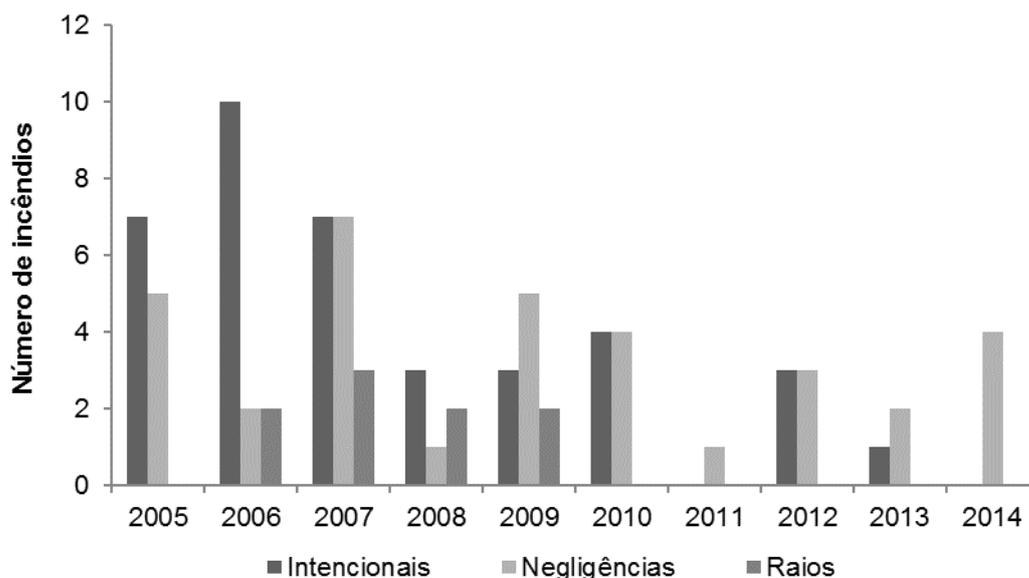


GRÁFICO 14 – NÚMERO DE INCÊNDIOS POR ANO EM RELAÇÃO AO ÍNDICE DE CAUSALIDADE DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

Em um estudo para determinar o índice de causalidade de incêndios florestais no distrito florestal de Monte Alegre no Paraná, Tetto et al. (2013) observaram, num período de 45 anos (1965 – 2009), a ocorrência de 1.571 incêndios distribuídos nas classes intencionais, negligências e raios e 105 incêndios de causas indeterminadas.

O gráfico 15 mostra que no presente estudo a maioria dos incêndios de causas intencionais (38) denotam a necessidade do aumento da vigilância no parque, devido os mesmos serem causados por incendiários. De acordo com Vélez (2000), dada as suas intenções, meios e circunstâncias utilizadas, os incendiários produzem pelo menos um incêndio cada vez que atuam.

Em relação aos incêndios ocasionados por negligências (34), também deve-se intensificar a vigilância, principalmente nas épocas de maior perigo de incêndios, aliada à implementação de ações voltadas a educação ambiental, para que seja possível reduzir o número de sinistros ocasionados por queimas para limpeza, fogos de recreação e diversos. Já os incêndios ocasionados por raios (9) devem ter os períodos de ocorrências registrados anualmente, para que se possa estabelecer uma relação entre o número de raios que caem e o

número de incêndios que os mesmos produzem, a fim de se planejar ações de prevenção e vigilância.

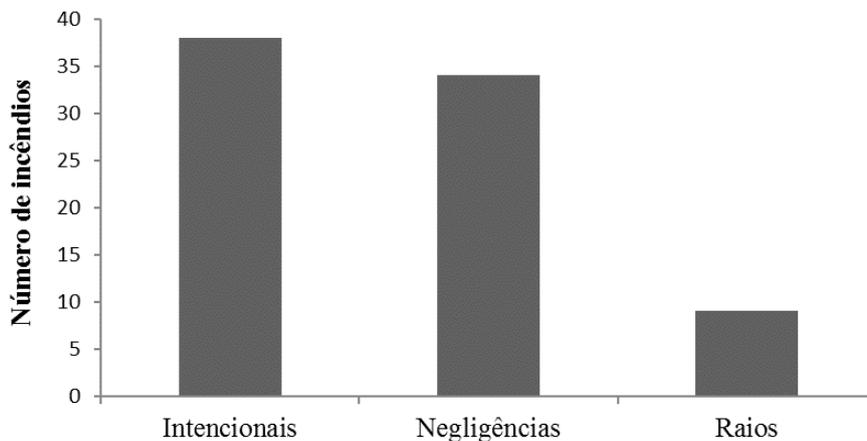


GRÁFICO 15 – NÚMERO DE INCÊNDIOS POR CLASSE DE TAMANHO EM RELAÇÃO AO ÍNDICE DE CAUSALIDADE DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

O índice de causalidade observado foi de 6,6, que se configura dentro da escala de periculosidade como um índice alto, ou seja, significa que a maioria dos incêndios são produzidos por negligências frequentes e incendiários. O gráfico 16 mostra o comportamento do índice por ano.

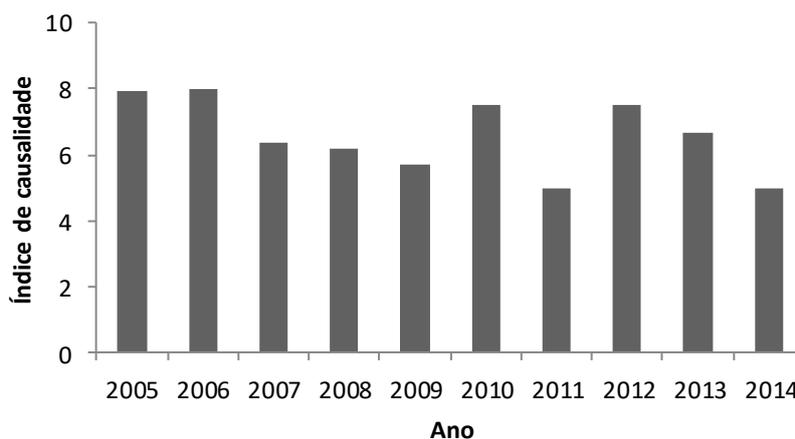


GRÁFICO 16 – ÍNDICE DE CAUSALIDADE POR ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

O valor do índice de causalidade corrobora com os dados observados por Tetto et al. (2013), que encontraram um índice de 6,7 para Fazenda Monte Alegre no Paraná, onde a maioria dos incêndios também ocorreram por ações de negligências e incendiários, tornando o índice alto em ambos os estudos.

5.5 TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA

De acordo com os registros de ocorrências de incêndios do parque, as tipologias florestais mais atingidas pelos incêndios foram o Cerrado *strictu sensu* com 56,18% das ocorrências, o campo sujo, com 21,35% e o campo limpo com 9,00% (TABELA 14).

TABELA 14 – TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

Tipo de vegetação atingida	INCÊNDIOS		ÁREA QUEIMADA	
	Nº	%	ha	%
Campo Sujo	19	21,35	3463,9	14,6
Campo Limpo	8	9,00	590,3	2,48
Cerrado <i>Strictu Sensu</i>	50	56,18	19.563,26	82,41
Mata Ciliar	7	7,86	82,8	0,35
Mata de Galeria	1	1,12	30	0,13
Vereda	4	4,49	7,5	0,03
TOTAL	89	100	23737,76	100

FONTE: O autor (2016).

Essas três tipologias foram responsáveis por 86,53% das ocorrências de incêndios no parque, demonstrando que as mesmas devem ter uma vigilância reforçada, iniciando no período que antecede a estação normal de incêndios.

Ao analisar o perfil dos incêndios florestais nos estados que constam no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Fogo (Sisfogo), o IBAMA (2009) registrou 137 ocorrências em vegetação arbustiva, 113 em campo limpo e 66 em veredas. Existe uma preocupação com os incêndios que ocorrem em áreas de Cerrado, devido o mesmo ser considerado um “*hotspot*”. Apesar de ser um bioma com características ecológicas evolutivas de

adaptação ao fogo, o acúmulo de material combustível deflagra grandes incêndios que levam à morte até mesmo árvores resistentes. Desta forma o manejo do fogo nas unidades de conservação que contemplam essa fitofisionomia é de suma importância para redução do material combustível local, minimizando assim os impactos ocasionados pelos incêndios.

De acordo com Soares e Santos (2002), inicialmente no Brasil as áreas mais atingidas pelos incêndios eram os cerrados, os campos e as capoeiras, porém recentemente houve uma evolução no perfil dos incêndios, em relação ao tipo vegetacional atingido, passando para a queima de florestas, o que demonstra um recorrente caráter destrutivo da biodiversidade. Segundo Medeiros (2002), o isolamento das unidades de conservação do cerrado tem agravado o impacto do fogo das espécies da fauna e flora, além de diminuir a existência de corredores ecológicos. Em relação à extensão da área queimada por tipologia florestal, observou-se que o Cerrado *strictu sensu* foi o tipo de vegetação mais atingido pelos incêndios no período analisado, queimando 19.563,26 ha, o que correspondeu a 82,41% da área queimada no período (GRÁFICO 17). A segunda tipologia mais atingida pelo fogo foi o campo sujo, queimando 3.463,00 hectares, equivalendo a 14,6%, seguido da tipologia campo limpo, com 590,3 ha, correspondendo a 2,48% do período analisado.

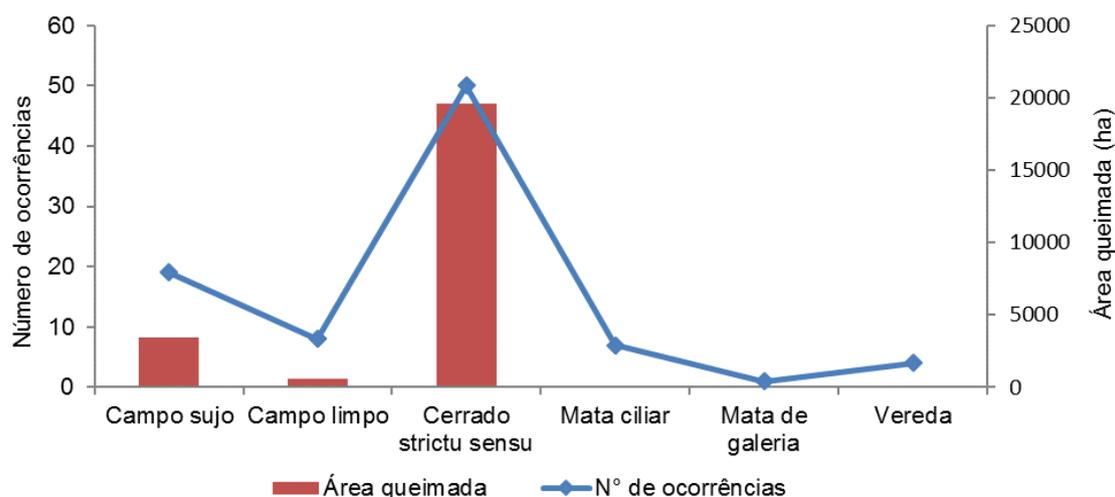


GRÁFICO 17 – TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

As tipologias que tiveram as maiores extensões afetadas pelos incêndios devem receber atenção especial em relação às ações de prevenção e combate aos incêndios, visando a diminuição da ocorrência dos mesmos nesses locais, de modo a estabelecer um regime de fogo ou supressão benéfico para a biota.

5.6 LOCAIS DE OCORRÊNCIA

Os locais mais atingidos pelo fogo e a extensão das áreas queimadas no período de 2005 a 2014 estão distribuídos conforme a tabela 15. As localidades mais afetadas pelos incêndios no período analisado e que merecem destaque devido à extensão da área queimada foram: Fazenda Chafariz (37,96%), Rio Claro (18,08%), Morro São Gerônimo (16,99%) e Tope de Fita (8,93%).

Em relação ao número de ocorrência, os locais com os maiores números de registros foram: Rio Claro (28,09%), Mutuca (24,71%), Médio Rio Claro (5,62) e Mata Fria ao Véu de Noiva (5,62%). Não houve uma relação direta entre o número de incêndios observados e a extensão da área queimada, pois a Fazenda Chafariz apesar de ter registrado apenas uma ocorrência, apresentou a maior extensão de área queimada, com um total de 9.012 ha consumidos pelo fogo, enquanto na Mutuca foram observados 22 incêndios para uma área queimada de 1.226,1 ha.

O maior número de registros na região do Rio Claro está intimamente associado com a proximidade desse local com a rodovia MT-251, que em seus 25 km de extensão tem contato direto com a UC, passando pelo interior do parque. De acordo com o ICMBio (2009), inúmeros incêndios se originam nas margens da rodovia, pois muitas vezes o capim crescido às margens da estrada cai sobre suas bordas, dificultando a passagem de pedestres e ciclistas, que ateiam fogo para limpá-la e facilitar seu trânsito. A entrada de vândalos no parque também é bastante facilitada pela rodovia, proporcionando que áreas interditadas pela gerência do fogo sejam invadidas por pessoas mal intencionadas.

TABELA 15 – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS E ÁREA QUEIMADA DE ACORDO COM O LOCAL AFETADO POR INCÊNDIO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARAES DE 2005 A 2014

LOCAL	INCÊNDIOS		MÉDIA ANUAL	ÁREA QUEIMADA		MÉDIA ANUAL
	Nº	%		ha	%	
Portão do Inferno	4	4,49	0,4	1.450,76	6,11	145,07
Rio Claro (próximo à MT-251)	25	28,09	2,5	4292,10	18,08	429,21
Médio Rio Claro	5	5,62	0,5	20,80	0,09	2,08
Mutuca	22	24,71	2,2	1.226,10	5,17	122,61
Veredas Paciência	2	2,25	0,2	147,50	0,62	14,75
Vale do morro da árvore só	1	1,12	0,1	10,00	0,04	1,00
Serra da Ruça	1	1,12	0,1	18,03	0,08	1,80
Morro São Gerônimo	3	3,37	0,3	4.025,80	16,99	402,58
Morraria Quebra Gamela	2	2,25	0,2	52,50	0,22	5,25
Salgadeira	1	1,12	0,1	6,70	0,03	0,67
Mata Fria ao Véu de noiva	5	5,62	0,5	455,40	1,92	45,54
Cânion Véu de noiva	2	2,25	0,2	177,50	0,75	17,75
Área próxima ao Rio dos Peixes	1	1,12	0,1	474,00	2,00	47,40
Tope de Fita	4	4,49	0,4	2120	8,93	212
Morro da Macumba	2	2,25	0,2	16,00	0,07	1,60
Cristal	1	1,12	0,1	9,50	0,04	0,95
Portão II	1	1,12	0,1	0,92	0,00	0,09
Acima da Cachoeira da bromélia	1	1,12	0,1	180,00	0,76	18,00
Antigo estacionamento das cachoeiras	1	1,12	0,1	0,15	0,00	0,01
Aras Talismã	1	1,12	0,1	11,00	0,05	1,10
Casa das conchas	1	1,12	0,1	18,00	0,08	1,80
Área próximo à cidade de Pedra	2	2,25	0,2	13,00	0,05	1,30
Fazenda Chafariz	1	1,12	0,1	9.012	37,96	901,2
Total	89	100	-	23.737,76	100	-

FONTE: O autor (2016).

Apesar da ocorrência de incêndios ser maior nas margens da MT-251, as estradas vicinais que penetram no parque nacional nas regiões dos córregos Mutuca, Mutuquinha e Rio Claro também estão fortemente associadas às ocorrências de incêndios. A proximidade com as rodovias tem se mostrado o principal fator de risco de surgimento de focos com potencial de atingir a unidade. O maior número de ocorrências próximo do Rio Mutuca está relacionado com a proximidade da área com as chácaras de lazer. Os incêndios originados nessa região costumam ser provocados pela queima de lixo e limpeza de terreno, sem que haja maiores cuidados para se evitar sua propagação.

De acordo com o ICMBlo (2009), as morrarias Tope de Fita, Serra da Ruça e Morro de São Jerônimo, localizadas na região ao sul do parque, são consideradas áreas críticas para o combate a incêndio devido a topografia muito acidentada, que dificulta o acesso das equipes de combate e até mesmo a detecção dos focos. A utilização do fogo para limpeza do terreno e queima de lixo nas pequenas propriedades rurais localizadas ao sul do parque, também é responsável pela maioria dos incêndios na região. O risco se agrava nestes locais por estarem situados em região de topografia acidentada. Também há sinais de caça nessa região, atividade que pode provocar incêndios pelo uso de armas de fogo ou por fogueiras de acampamentos de caçadores.

O número médio de ocorrências de incêndios por ano, para o período de 2005 a 2014 variou de 0,1 a 2,5. A área do Rio Claro próximo à rodovia MT-251, e do Mutuca apresentaram as maiores médias anuais de incêndios, totalizando 53,61% das ocorrências no parque, o que denota a importância de ações setoriais nesses locais, já que os mesmos são responsáveis pela maioria das ocorrências dos incêndios. A figura 6 mostra a espacialização das ocorrências dos incêndios no período de 2005 a 2014 no parque.

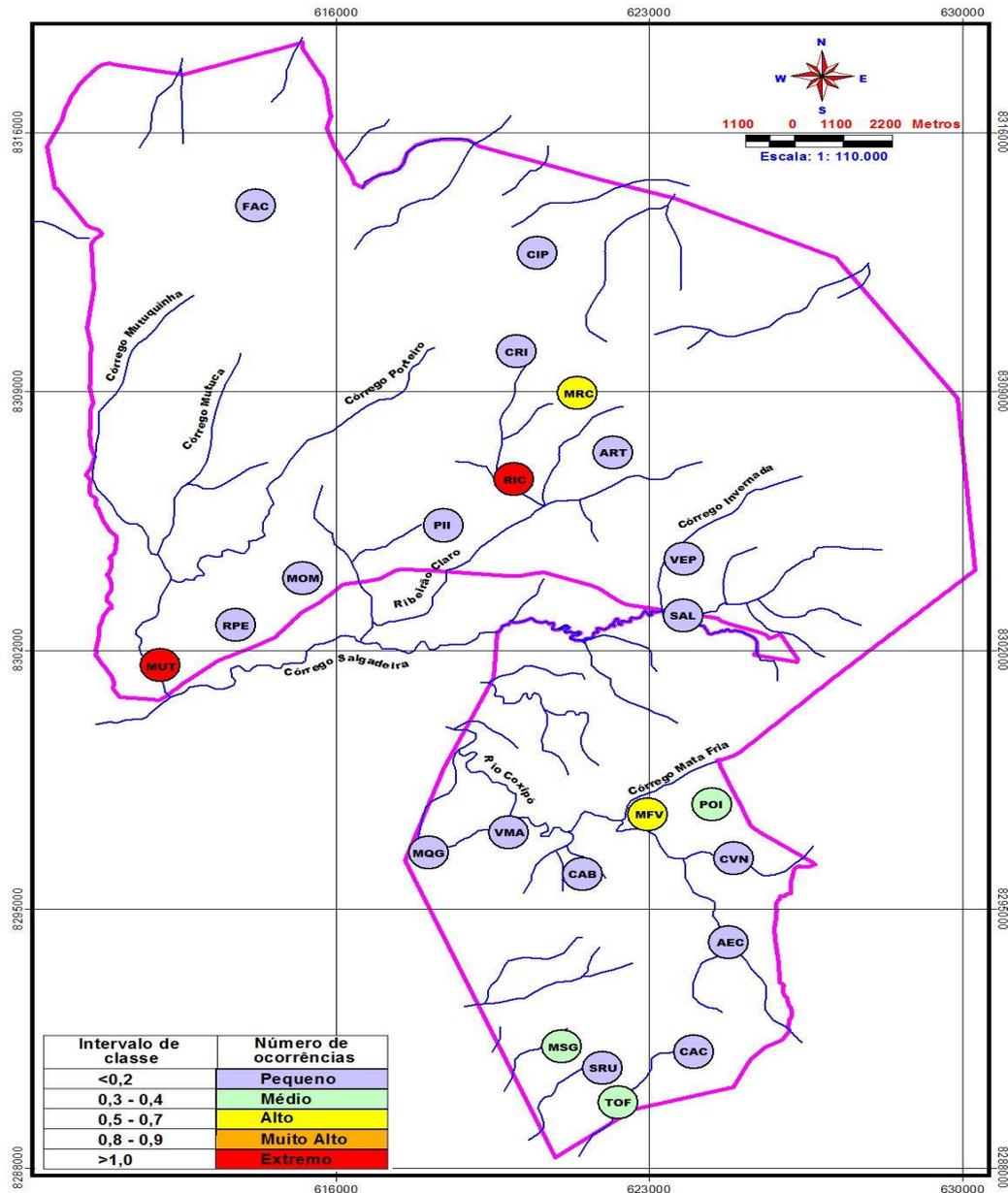


FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES -MT
 FONTE: O autor (2016).

A Fazenda Chafariz e o Rio Claro, apresentaram as maiores médias anuais em relação à área queimada, totalizando 56,04%. A figura 7 representa a espacialização desses locais no período de 2005 a 2014, onde é verificado o número médio anual de área atingida, que variou de 0,01 a 901,2 ha.

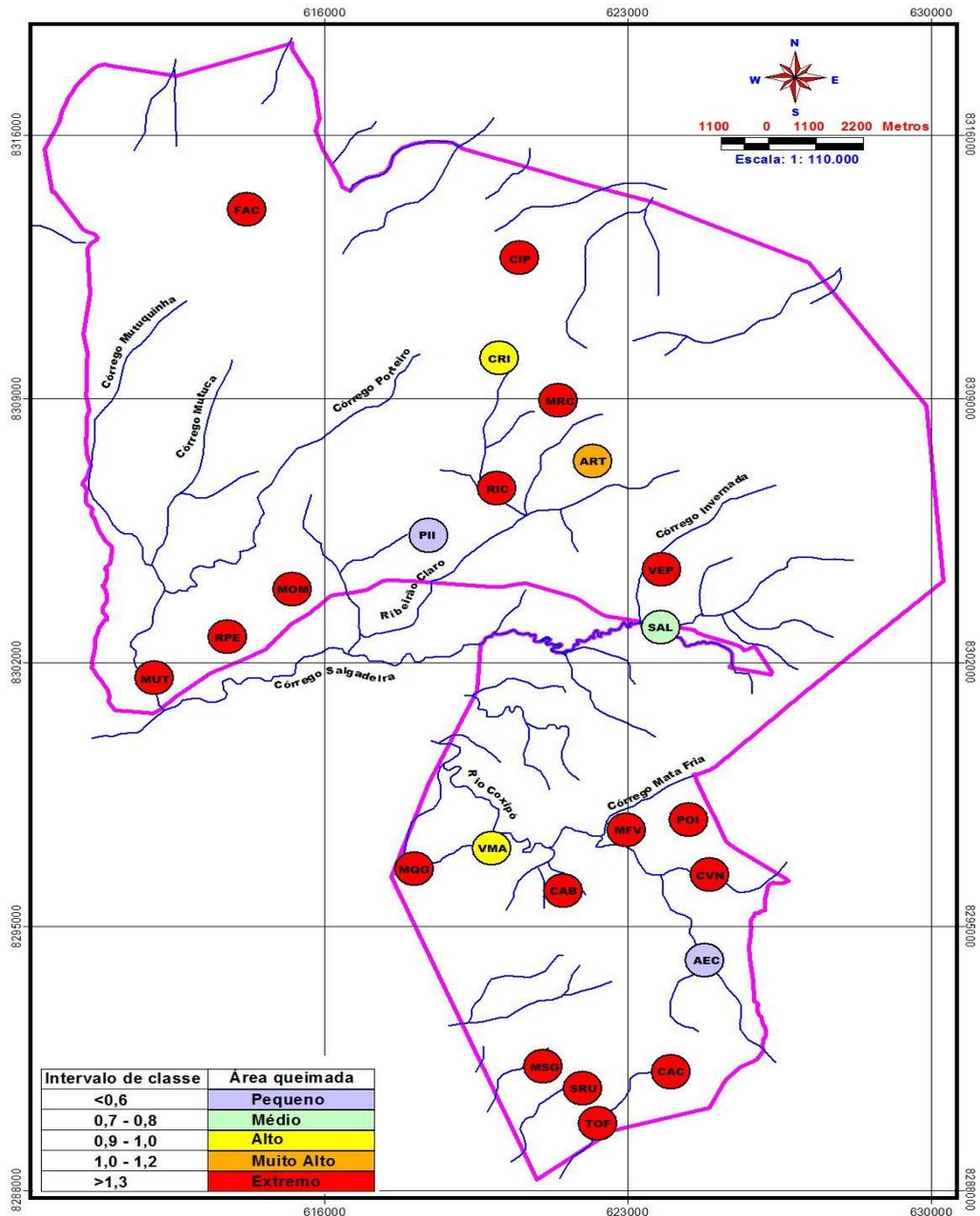


FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA ANUAL EM RELAÇÃO À EXTENSÃO DAS ÁREAS QUEIMADAS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

As duas maiores áreas queimadas (Rio Claro e Fazenda Chafariz), ocorreram devido o conjunto das condições meteorológicas adversas no período de ocorrência dos incêndios e do relevo de difícil acesso, facilitando assim o espalhamento do fogo pela unidade. Desta forma, é importante o aumento da vigilância nas épocas consideradas críticas para ocorrência de incêndios florestais no parque, principalmente nesses dois locais. A vigilância

também deve ser reforçada no entorno, pois de acordo com o ICMBio (2010), cerca de 74% das ocorrências no ano de 2010 foi na área de entorno da unidade, mas dois dos três maiores focos adentraram o parque e representaram aproximadamente 90% da área queimada.

5.7 ANÁLISE DOS FOCOS DE CALOR

Com base nos dados do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais por satélite do INPE, foram detectados 579 focos de calor no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2014 no PNCG. Os anos de 2007 e 2010 apresentaram os maiores valores com 133 e 213 focos, respectivamente (GRÁFICO18).

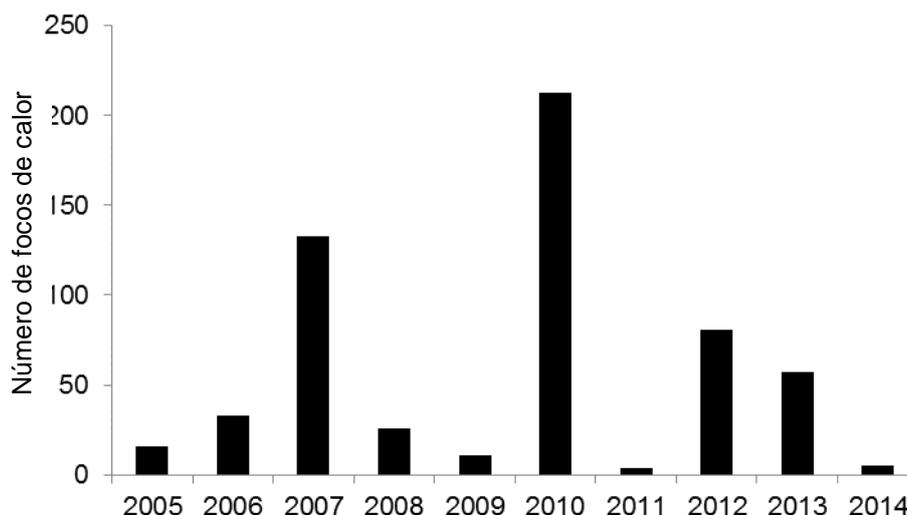


GRÁFICO 18 – NÚMERO DE FOCOS DE CALOR OBSERVADOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014
 FONTE: O autor (2016).

Tomzhinski, Coura e Fernandes (2011), em um estudo sobre a avaliação da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto no Parque Nacional do Itatiaia, detectaram através do satélite AQUA a ocorrência de 26 focos, concluindo que o satélite apresentou os melhores resultados, tanto em quantidade de detecções como na proximidade dos focos em relação à área atingida. De acordo com o gráfico 19, no presente estudo foram observados

mais focos de calor do que o número de incêndios registrados por ano. Este fato ocorre devido o satélite AQUA computar vários *pixels* durante um único incêndio, superestimando as informações, bem como alarmes falsos, ou seja, focos de calor que não se configuram como incêndios.

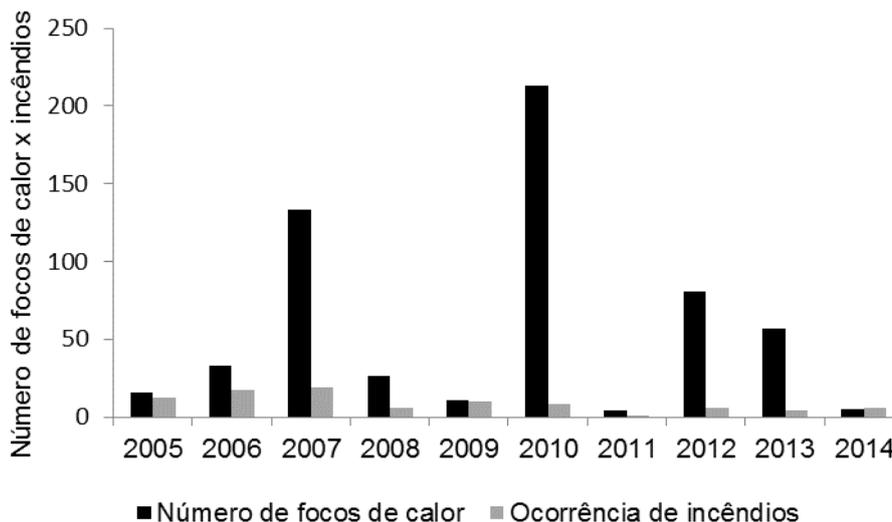


GRÁFICO 19 – NÚMERO DE FOCOS DE CALOR E OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

Fiedler, Merlo e Medeiros (2006) observaram no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás, a ocorrência de 184 focos de calor no interior da unidade, através de imagens do satélite NOAA-12, no período de 1992 a 2003. Os autores também puderam constatar que existiu uma maior incidência de focos de calor em relação ao número de ocorrências de incêndios registradas no parque durante o período analisado.

Em relação à validação dos focos de calor em campo, a tabela 16 mostra que dos 89 incêndios ocorridos no parque, o satélite AQUA conseguiu detectar 16 incêndios, o que denota uma baixa acurácia (18%) e consequentemente um erro de omissão de 82%. Isto se deve à inadequação do satélite para detectar incêndios florestais reais.

TABELA 16 – VALIDAÇÃO DOS FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO AOS ANOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

INCÊNDIOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Registrados	12	17	19	6	10	8	1	6	4	6	89
Detectados pelo satélite	0	3	10	0	0	3	0	0	0	0	16
Não detectados pelo satélite	12	14	9	6	10	5	1	6	4	6	73
Total detectado (%)	0	17,6	52,6	0	0	37,5	0	0	0	0	18

FONTE: O autor (2016).

Ao analisar a acurácia dos dados dos satélites AVHRR e MODIS, usando dados de campo do estado do Pará em 2001 e Mato Grosso em 2002, Cardoso et al. (2004) também observaram erros de omissão pelos satélites. Durante a detecção podem ocorrer erros de omissão, que se referem às queimadas que aconteceram e o satélite não as identificou como focos de calor (PANTOJA et al., 2005).

De acordo com Pantoja e Brown (2007), a credibilidade das informações relacionadas à acurácia das estimativas de fogo é importante para que representantes dos órgãos responsáveis pela prevenção dos incêndios possam cada vez mais utilizar essas informações na tomada de decisões.

Os focos também foram analisados em relação aos meses do ano em que os mesmos foram detectados, podendo-se observar um maior número de focos de calor concentrados nos meses de agosto (210) e setembro (319). Os focos de calor nesses dois meses representaram 36,27 e 55,09% respectivamente, totalizando 91,36% dos focos detectados no período analisado (GRÁFICO 20).

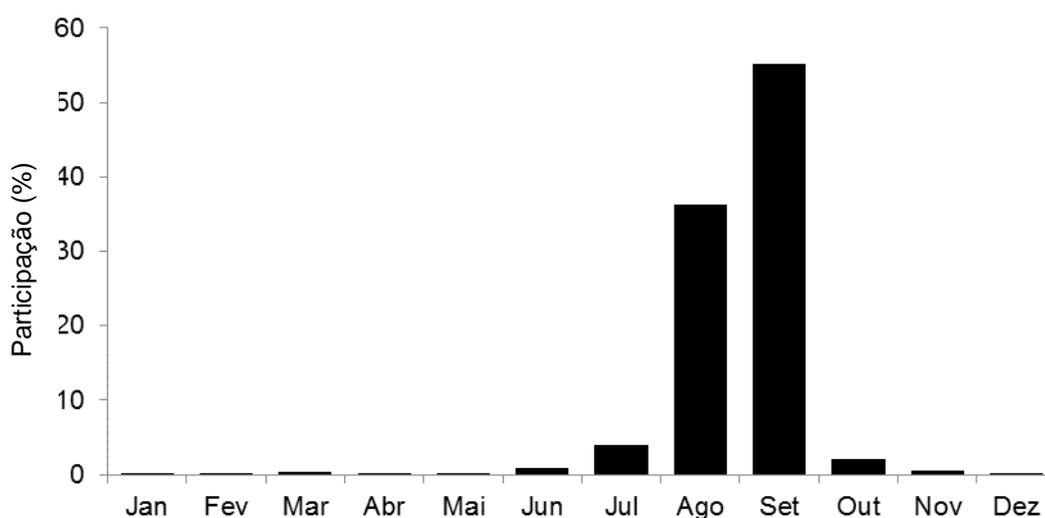


GRÁFICO 20 – PORCENTAGEM DO NÚMERO DE FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

A validação dos focos em relação aos meses também mostrou que dos 16 incêndios detectados pelo satélite AQUA, 5 foram no mês de agosto e 10 em setembro, com uma omissão de 20 e 29,4% respectivamente (TABELA 17).

TABELA 17 – VALIDAÇÃO DOS FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

INCÊNDIOS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Registrados	3	2	1	2	4	2	8	25	34	7	1	0
Detectados pelo satélite	0	0	0	0	0	1	0	5	10	0	0	0
Não detectados pelo satélite	3	2	1	2	4	1	8	20	24	7	1	0
Total detectado (%)	0	0	0	0	0	50	0	20	29,4	0	0	0

FONTE: O autor (2016).

A concentração dos focos de calor nos meses de agosto e setembro corroboram com Freire (2005), que em um estudo sobre o mapeamento de focos de calor por incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos

Guimarães, também observou uma maior concentração dos focos nos meses de agosto e setembro.

Ramos, Nascimento e Oliveira (2011), analisando a temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010, observaram que a maioria dos focos de calor também se concentrou nos meses de agosto e setembro, havendo também uma forte correlação entre a quantidade de chuvas e o número dos focos de calor, pois essas duas variáveis apresentaram uma correlação inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a quantidade de chuvas, menor foi a quantidade de focos de calor.

Desta forma, o longo período de estiagem nos meses de agosto e setembro no PNCG contribuiu para o aumento do número de focos de calor nesses meses, existindo uma forte associação entre as condições meteorológicas da região e a distribuição dos focos de calor nos períodos mais secos do ano, como mostra o gráfico 21.

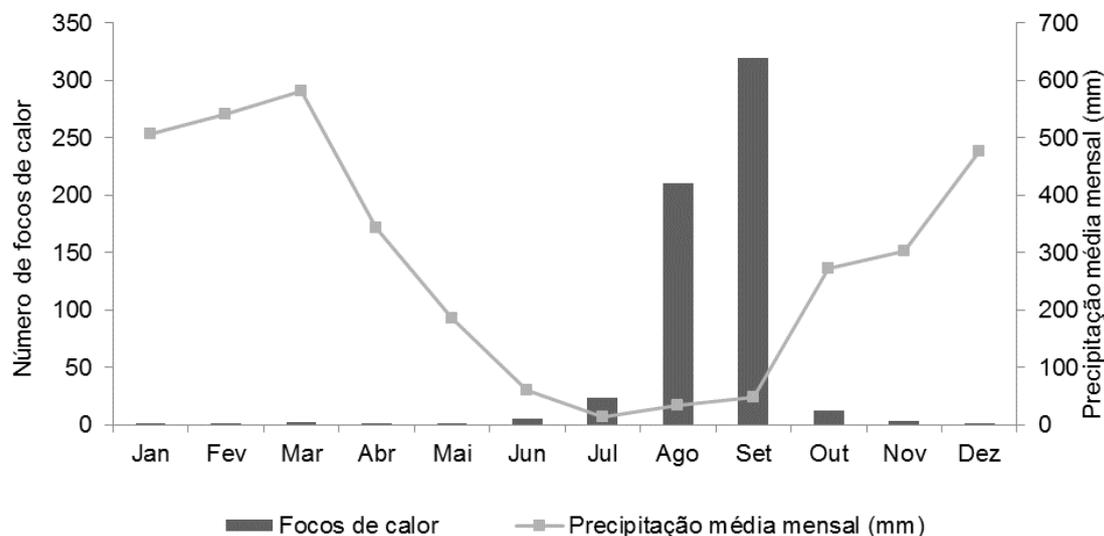


GRÁFICO 21 – NÚMERO DE FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO A PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

A maioria dos focos de calor se concentrou em áreas ocupadas por pequenas propriedades rurais, como as chácaras de lazer no entorno do parque, nas margens das rodovias, próximos de áreas agrícolas e pastagens, bem como em locais de maior atrativo turístico.

Dentro deste contexto, é importante que as informações do mapa da estrutura fundiária do parque sejam cruzadas com a série histórica dos focos de calor, para a verificação dos mesmos em determinados locais. Essas análises irão confirmar se a eclosão dos focos provavelmente são de origem antrópica, observando sua proximidade com a área de produção e manejo de pastagens associadas à malha viária existente no local.

O gráfico 22 apresenta a extensão das áreas queimadas em relação ao número de focos de calor no período do estudo. Observou-se que o ano de 2010 apresentou o maior número de focos de calor (213) e a maior extensão de área queimada (14.321,00 ha). O ano de 2007 apresentou a segunda maior extensão de área queimada (6.304,5 ha) no interior do parque e o segundo maior número de focos de calor (133).

De acordo com as observações, houve uma relação diretamente proporcional entre o número de focos de calor e a extensão das áreas queimadas, ou seja, quanto maior o número de focos, maior o tamanho das áreas queimadas durante o ano. Este fato denota a importância das informações geradas pelos satélites em relação ao número de focos de calor dentro da unidade, tornando importante a confirmação dos incêndios em campo como parâmetro comparativo.

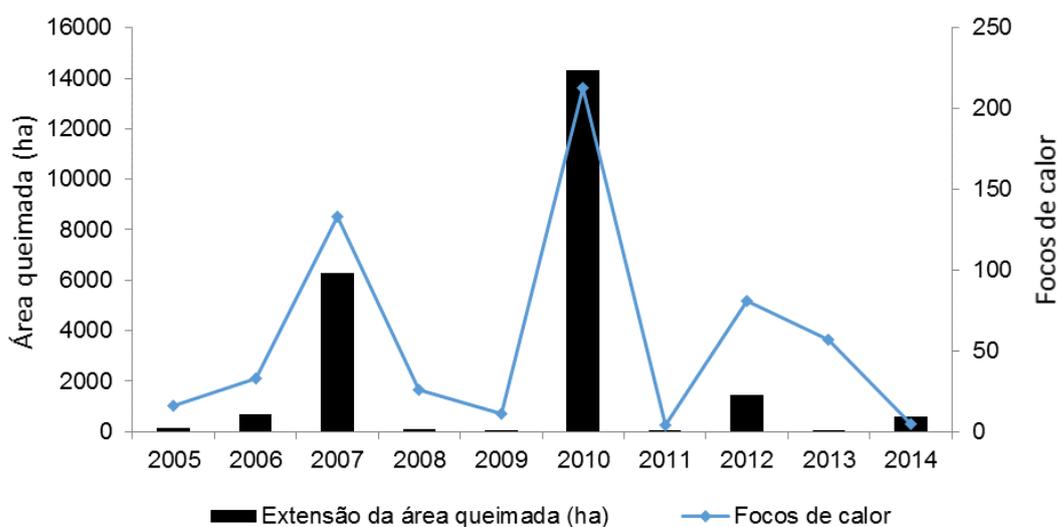
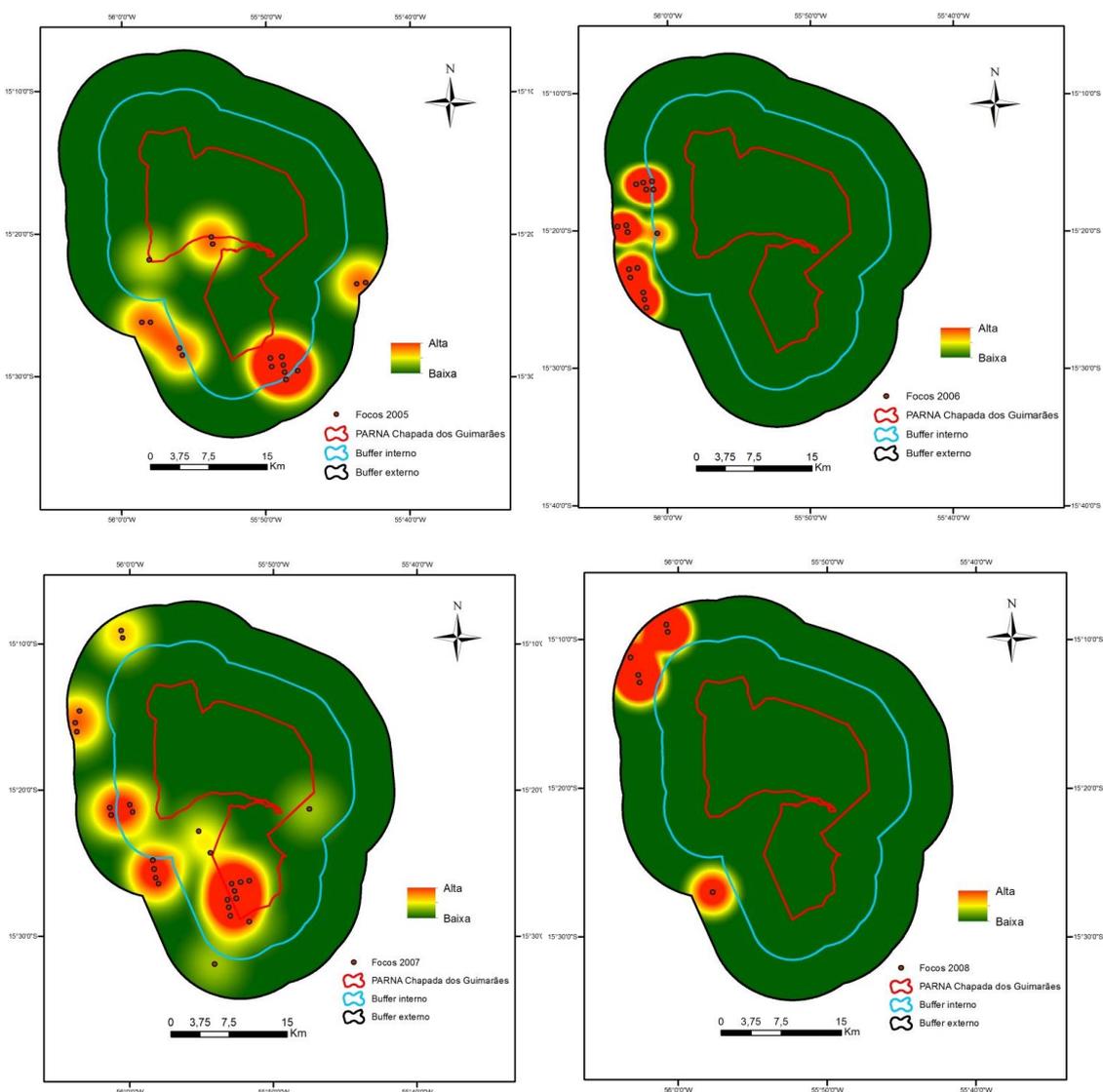


GRÁFICO 22 – NÚMERO DE FOCOS DE CALOR EM RELAÇÃO A ÁREA QUEIMADA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

Na figura 8 estão apresentadas as regiões de concentração dos focos de calor no PNCG através do estimador de *kernel*, que permitiu uma visão geral da sua distribuição espacial. Os mapas foram elaborados a partir dos dados do sensor AQUA com informações dos focos de calor no período de 2005 a 2014. Analisando os mapas de densidade de *kernel*, percebe-se que a classe de densidade “alta” compreendida na cor vermelha, apresentou uma forte incidência no interior do parque nos anos 2007, 2010 e 2012. Este fato pode ser explicado pela ocorrência de maiores incêndios nesses anos. Já os anos de 2005 e 2013 apresentaram extensões médias, localizadas no interior do parque, representadas pela cor laranja. A baixa densidade de focos ocorreu nos anos 2006, 2008, 2009, 2011 e 2014, onde os respectivos incêndios não ultrapassaram 1000 ha de extensão.



continua

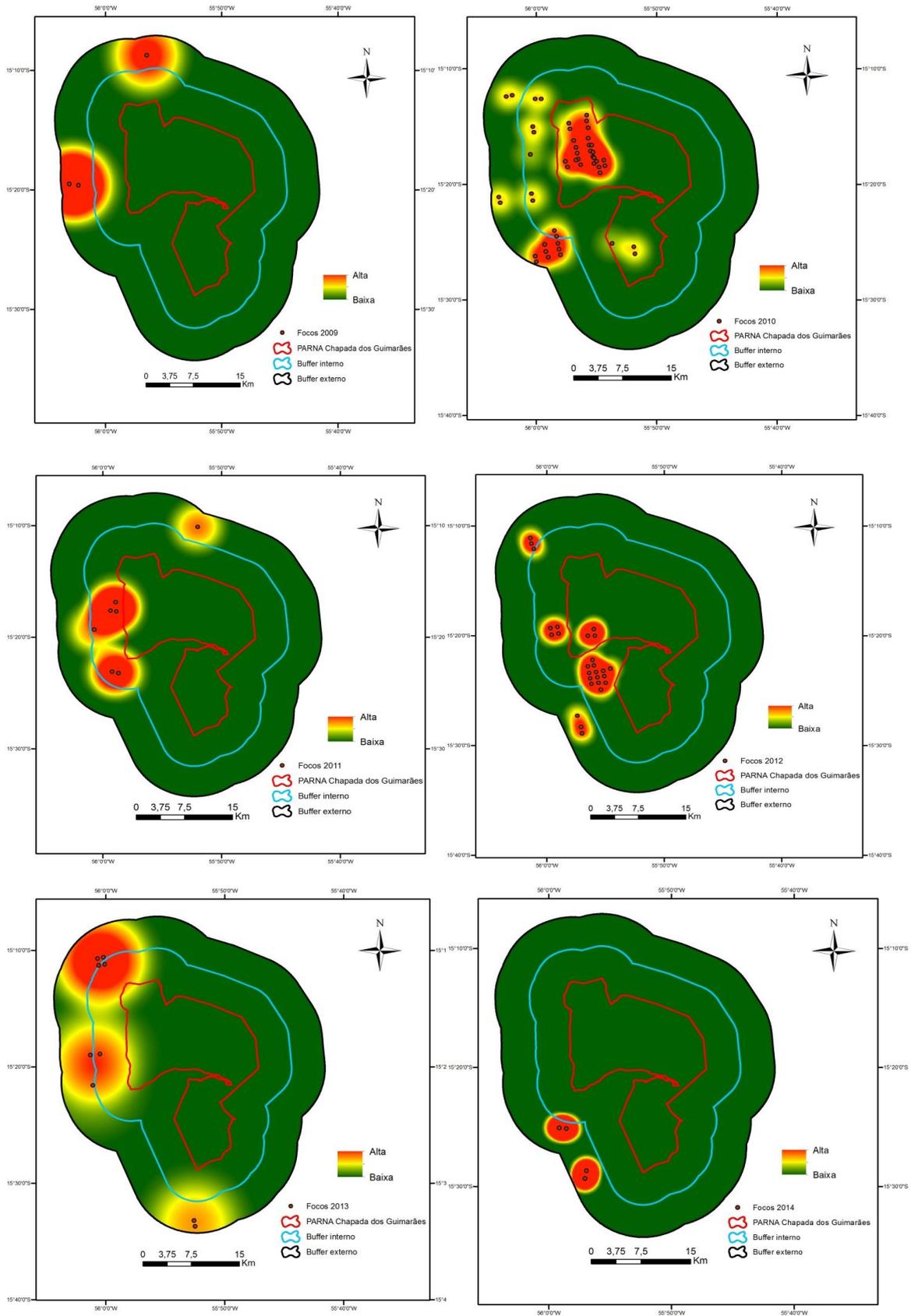


FIGURA 8 - MAPA DE KERNEL COM DENSIDADE DE FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 E 2014
 FONTE: O autor (2016).

As observações foram compatíveis com os resultados obtidos por Pantoja et al. (2005) e Pantoja e Brown (2007), que observaram uma omissão dos satélites de 65 a 100% das ocorrências de incêndios menores.

As omissões dos incêndios menores podem ter ocorrido devido o menor tempo de duração e o curto período da frente do fogo no parque. Em relação à omissão dos incêndios de médio porte, este fato pode ocorrer devido à topografia acidentada da região e ao espaço temporal de passagem do satélite.

A figura 9 apresenta a sobreposição da densidade dos focos no período analisado. É possível inferir que as zonas onde houve uma maior densidade de focos de calor são também as zonas que apresentaram os maiores incêndios no parque.

Em todos os anos foi detectada uma alta incidência de focos nos “buffers” interno e externo do PNCG, o que evidencia que a maioria dos incêndios ocorre de fora para dentro do parque.

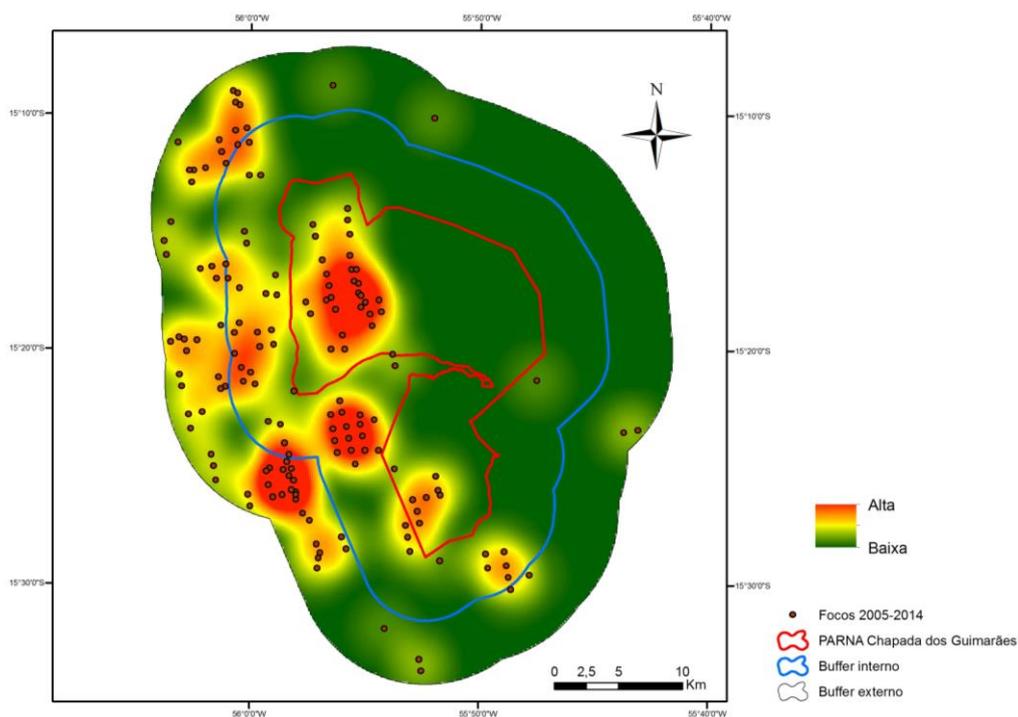


FIGURA 9 – MAPA DE KERNEL COM SOBREPOSIÇÃO DOS FOCOS DE CALOR DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

O resultado gráfico da função K de Ripley para a distribuição dos focos de calor durante a série temporal de 10 anos, está apresentado na figura 10.

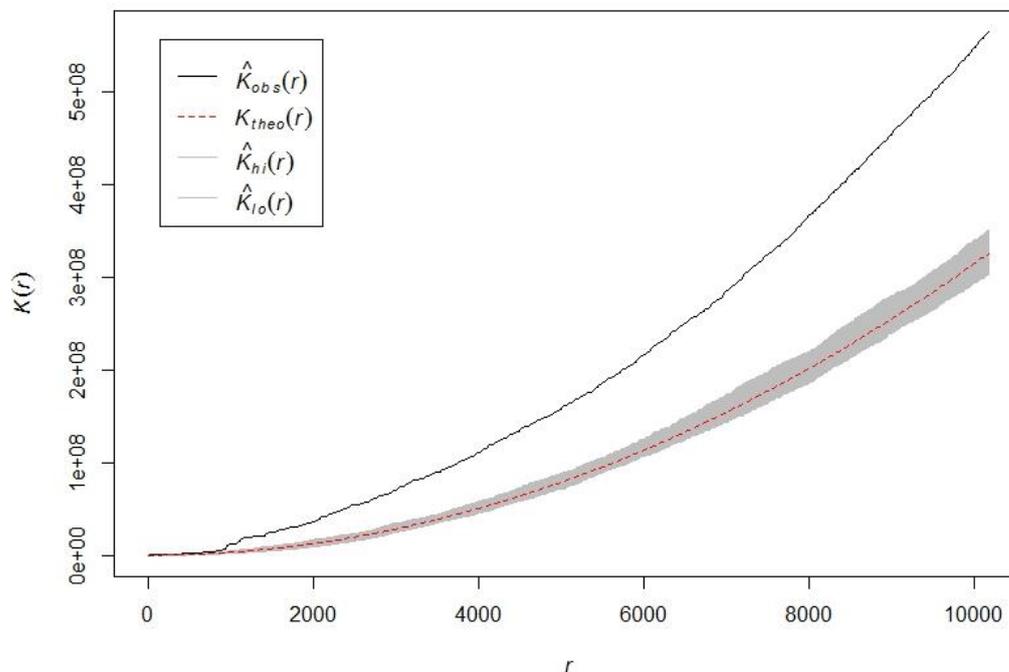


FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR ATRAVÉS DA FUNÇÃO K DE RIPLEY DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

Os valores acima do limite superior do envelope de confiança indicam tendência ao agrupamento, valores abaixo da linha tracejada (limite inferior do intervalo de confiança), indicam regularidade e se os valores estiverem dentro do intervalo de confiança indica aleatoriedade espacial (RIPLEY, 1977).

A função K de Ripley, calculada para a distribuição dos focos de calor no PNCG, rejeitou a hipótese de completa aleatoriedade espacial (CAE), indicando que os focos de calor se distribuíram de forma agregada no parque, durante a série temporal de 10 anos. Esses resultados corroboram com a análise do estimador de *kernel* do presente estudo, que também indicou uma concentração (maior intensidade) de focos de calor no parque.

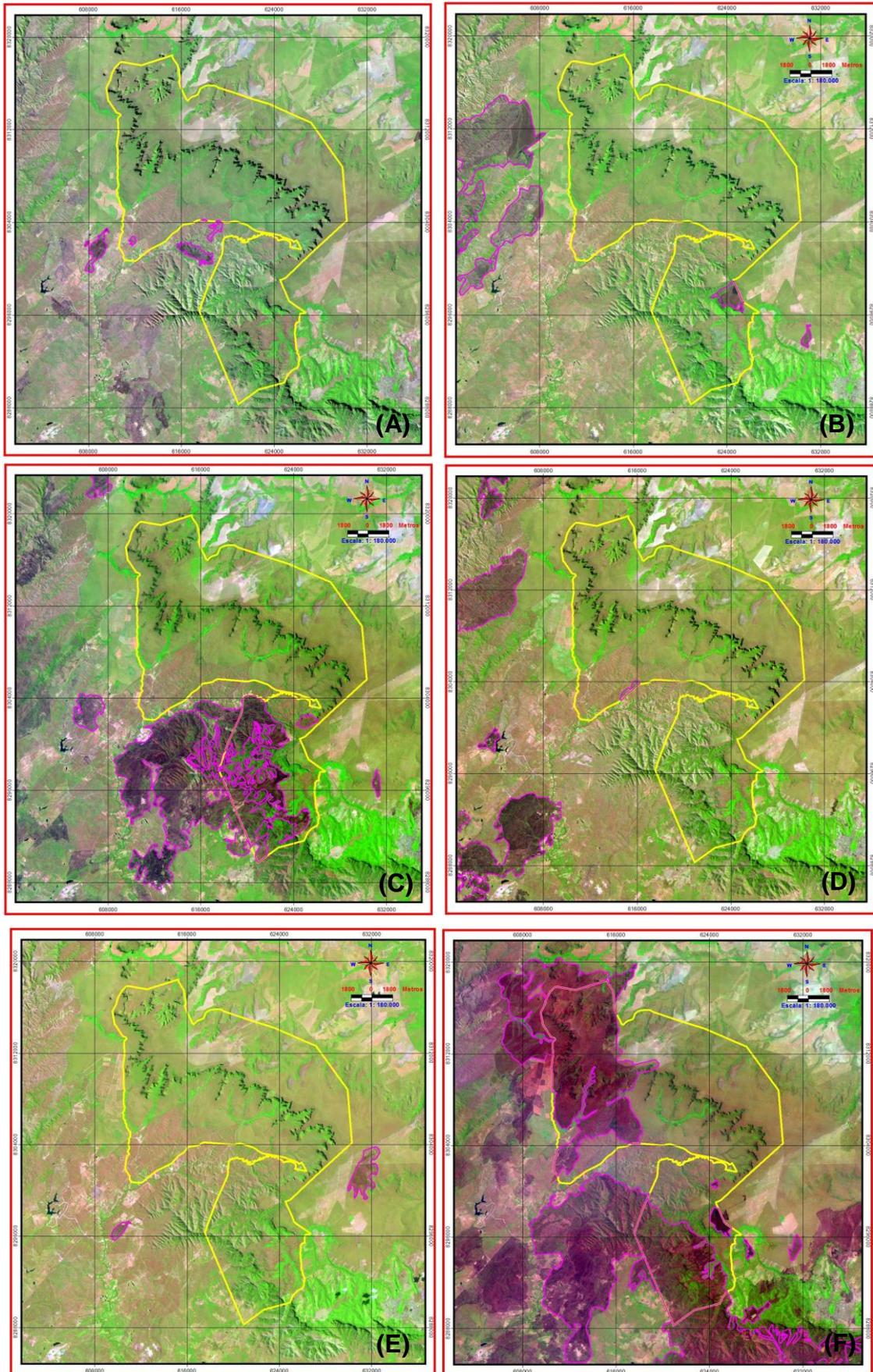
O padrão agregado dos focos de calor também indica que a ocorrência de um foco aumenta a chance de ocorrência de outros focos, elevando desta forma o risco dos sinistros. Se forem considerados os pequenos incêndios,

pode-se inferir que este padrão pode estar associado às práticas de manejo e condições do uso do solo. Sendo assim, sugere-se estudos que relacionem os agrupamentos encontrados no presente estudo com agrupamentos de comunidades vizinhas ao parque.

Já em relação aos maiores incêndios, o padrão agregado possivelmente está relacionado com a queima para renovação de pastagem e limpeza em áreas próximas ao parque, aliadas as condições propícias de propagação (baixa umidade relativa do ar, maior velocidade do vento e vegetação com baixo teor de umidade), porém se deve destacar que outros fatores também podem influenciar a proporção de um incêndio, como a demora na detecção e na mobilização de pessoal, deslocamento e forma de combate.

De acordo com Câmara et al. (2002), uma distribuição espacial que difere da aleatoriedade merece ser objeto de uma análise minuciosa. Desta forma, os resultados obtidos sugerem uma investigação sobre as interações ambientais e sociais que possam elucidar os agrupamentos dos focos de calor no parque, subsidiando assim programas de prevenção de incêndios em seu interior e entorno.

Através de imagens Landsat, observaram-se as cicatrizes dos incêndios detectados no período analisado (FIGURA 11).



continua

conclusão

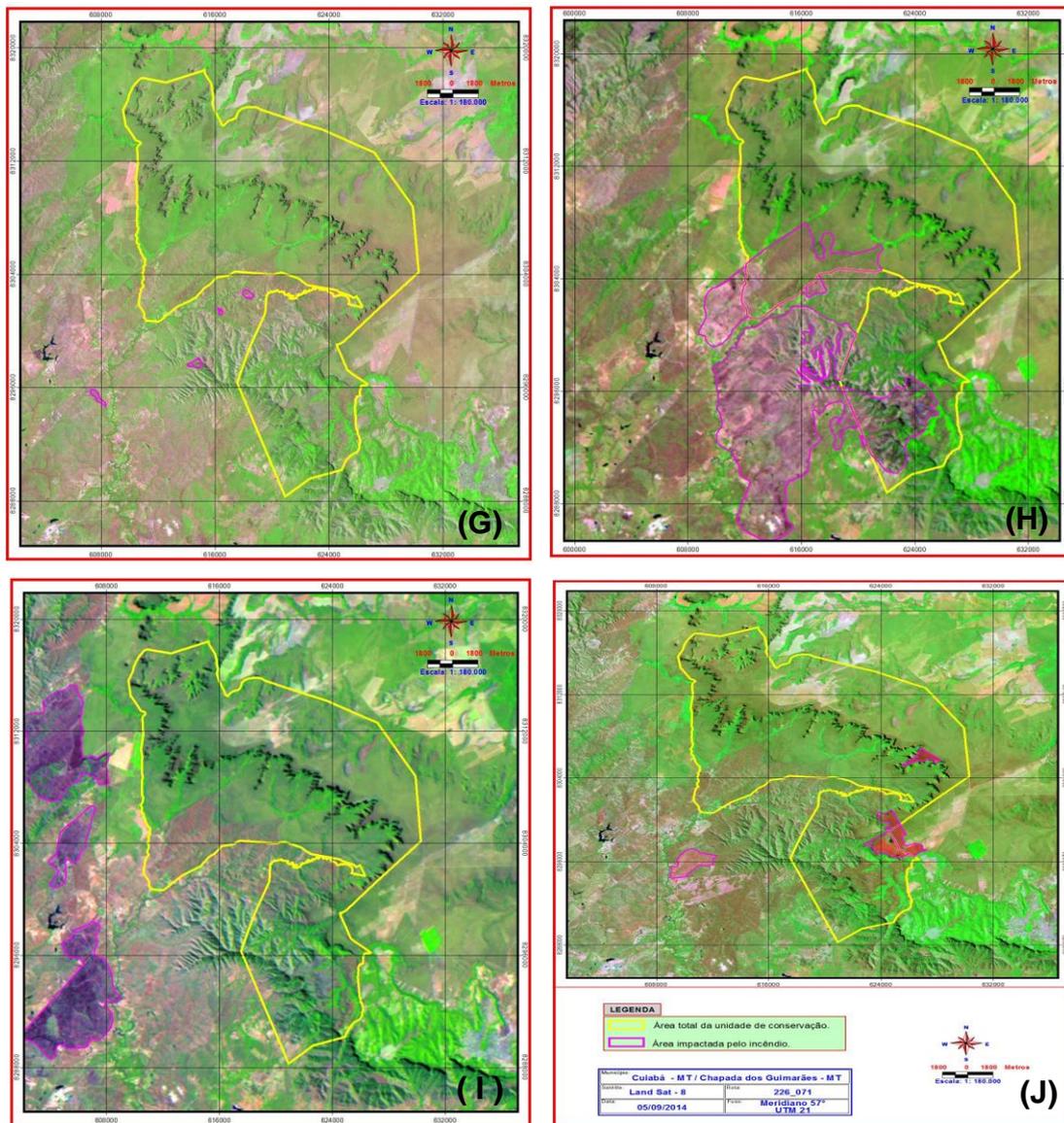


FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS PELOS INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES – MT: (A) 2005; (B) 2006; (C) 2007; (D) 2008; (E) 2009; (F) 2010; (G) 2011; (H) 2012; (I) 2013; (J) 2014
 FONTE: O autor (2016).

Os incêndios anuais que ocorreram no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães foram decorrentes de vários fatores que propiciaram sua deflagração, como condições meteorológicas, cobertura vegetal, topografia e ações antrópicas que contribuem com o aumento dos sinistros.

O cruzamento das informações via satélite com a confirmação dos incêndios *in loco* permite verificar a eficiência desse tipo de monitoramento, visando ações de detecção e combate de forma rápida e segura.

No presente estudo, apesar da validação ter se mostrado baixa, dos 89 incêndios registrados no PNCG, em nenhum caso o acionamento da brigada foi em função de alerta por detecção remota de foco de calor.

De acordo com o INPE (2014), a utilização do monitoramento dos incêndios via satélite é mais utilizado para áreas remotas, além disso o mesmo não substitui o monitoramento terrestre, mas o complementa. Desta forma, o período de monitoramento feito via satélite dos focos de calor deve coincidir com a época de maior ocorrência dos incêndios, contribuindo com ações de prevenção, aliadas a confirmação dos mesmos em campo, denotando a eficiência do sistema.

5.8 DESEMPENHO DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS FMA

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 18).

TABELA 18 – COMPORTAMENTO DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

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

FONTE: O autor (2016).

O gráfico 23 apresenta o número de dias previstos para cada classe de perigo de incêndio, calculados através da FMA, no período de 2005 a 2014. 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.

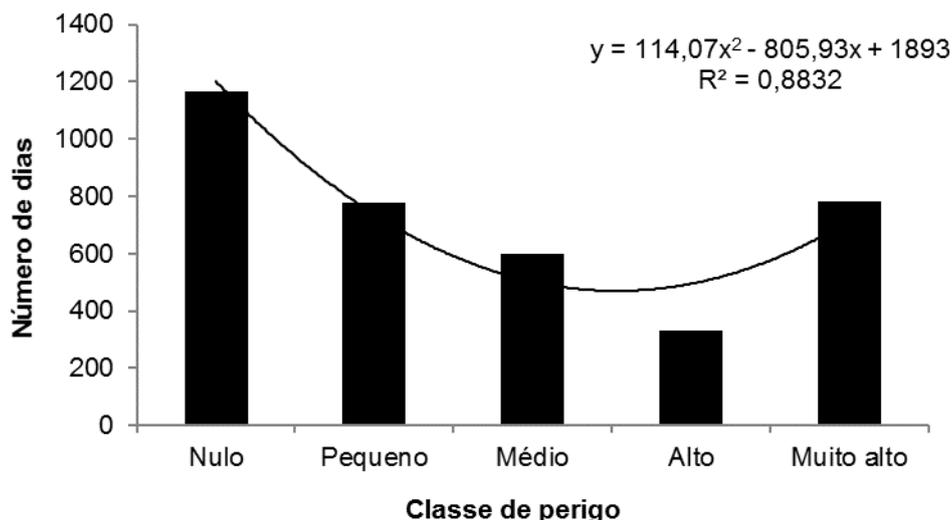


GRÁFICO 23 – NÚMERO DE DIAS PREVISTOS NAS CLASSES DE PERIGO NO PERÍODO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

FONTE: O autor (2016).

Segundo Tetto et al. (2010), para uma distribuição apropriada dessas variáveis, considerando a possibilidade de ocorrência de incêndios de uma sequência de dias, 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. No gráfico 24 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 PNCG, com 67,41% dos incêndios ocorrendo nos dias em que o índice indicava a classe de perigo “muito alto”. O bom desempenho da fórmula corrobora com Philipp (2007), que avaliou o desempenho e a eficiência da FMA para cinco municípios do estado de Mato Grosso. O autor verificou uma tendência dos focos de calor se concentrarem nas classes de perigo “alto” e “muito alto”, onde os valores médios 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.

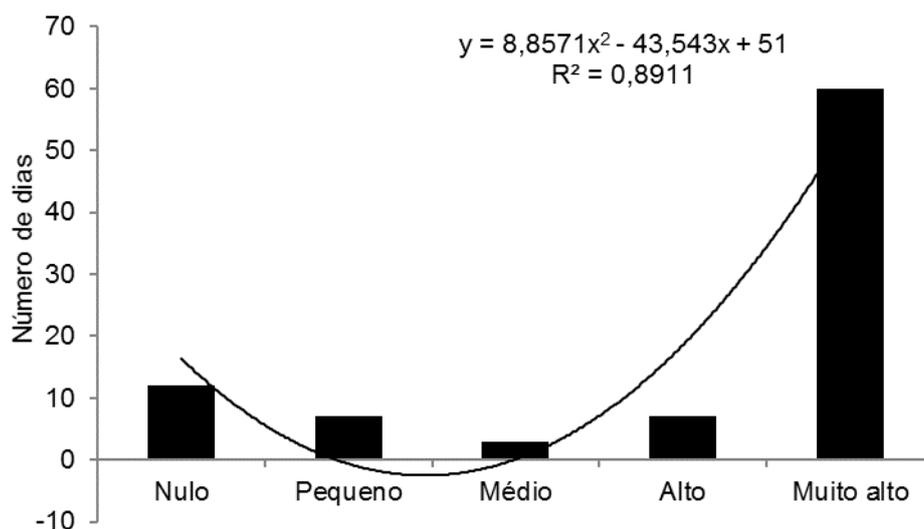


GRÁFICO 24 – NÚMERO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO NAS CLASSES DE PERIGO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DE CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com 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”. Em relação ao desempenho do índice, a tabela 19 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 19 – NÚMERO DE DIAS EM QUE O FMA PREVIU OCORRÊNCIA E NÃO OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E OS DIAS COM E SEM INCÊNDIOS DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

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

FONTE: O autor (2016).

A partir dos valores apresentados foram calculados o *skill score* e a porcentagem de sucesso através das tabelas de contingências 20 e 21. 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.

TABELA 20 – CONTINGÊNCIA PARA FMA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

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

FONTE: O autor (2016).

TABELA 21 – CÁLCULO DE CONTINGÊNCIA PARA FMA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

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

FONTE: O autor (2016).

O valor obtido para o *skill score* foi de 0,0333 e a porcentagem de sucesso apresentou um valor de 54,22. O presente estudo apresentou valores relacionados a porcentagem de sucesso, 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⁺ e observaram valores de SS = 0,1165 e PS = 55,63.

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. De acordo com Nunes et al. (2010), provavelmente o desajuste observado é causado pela mudança nos regimes de chuva e conseqüentemente de umidade relativa ao longo do tempo.

A Tabela 22 apresenta a área total queimada por nível de perigo e também a porcentagem da área queimada por incêndio, durante o período analisado.

TABELA 22 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS QUEIMADAS PELAS ESCALAS DE PERIGO DA FMA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

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

FONTE: O autor (2016).

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, 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 interior do parque consumindo grandes áreas.

O monitoramento diário da FMA, aliado ao monitoramento das variáveis relacionadas ao clima é importante, principalmente em regiões que possuem variações meteorológicas e apresentam potencialidades de ocorrência de incêndios florestais. Neste sentido o índice se configura como um instrumento de prevenção e pode ser incorporado à gestão do uso do fogo, visando uma melhoria no planejamento das ações de combate, advertência pública e estado de alerta dos brigadistas nos períodos mais críticos do ano.

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 CONCLUSÕES

Com base nos registros de ocorrência de incêndios dos 10 anos analisados no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, pode-se concluir que:

- 1) A principal causa dos incêndios foi “incendiários”, porém a causa “queima para limpeza” foi a responsável pela maior extensão de área queimada e o índice de causalidade foi considerado alto demonstrando que a maioria dos incêndios foi ocasionado por negligências frequentes combinadas com atividades de incendiários, denotando a necessidade do aumento da vigilância no parque, para esses dois grupos de causas;
- 2) A maioria dos incêndios ocorreu nos meses de julho, agosto e setembro, sendo este período caracterizado como a estação normal de perigo de incêndios no parque;
- 3) Houve uma diminuição no número de incêndios no decorrer do período;
- 4) Não houve diferença significativa no número de ocorrências ao longo dos dias da semana e a maioria dos incêndios ocorreu das 13 às 17 horas;
- 5) A Fazenda Chafariz e o Rio Claro foram os locais mais afetados pelos incêndios, devido a sua proximidade com a rodovia MT-251;
- 6) As tipologias florestais mais atingidas pelos incêndios foram o cerrado *strictu sensu*, o campo sujo e o campo limpo.
- 7) As classes de tamanho que registraram os maiores números de ocorrências foram as III e IV, o que indica uma deficiência nas operações de combate;
- 8) A maioria dos focos de calor concentrou-se nos meses de agosto e setembro, havendo uma relação diretamente proporcional entre o número de focos de calor e as extensões das áreas queimadas, ou seja, quanto maior o número de focos, maior o tamanho das áreas queimadas durante os anos analisados.
- 9) O satélite AQUA, apresentou uma baixa acurácia, detectando 18% dos incêndios em campo;

10) O estimador de *kernel* detectou uma alta densidade de focos no interior e entorno do parque nos anos em que houve a incidência dos maiores incêndios, com uma boa aproximação do estimador e das áreas atingidas pelo fogo e imageadas pelo satélite Landsat.

11) A função K de Ripley rejeitou a hipótese de completa aleatoriedade espacial (CAE), pois os resultados dos valores observados indicaram que os focos de calor se distribuíram de forma agregada durante a série temporal de 10 anos.

12) 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.

7 RECOMENDAÇÕES

Para que haja uma redução dos incêndios florestais no interior do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, recomenda-se:

- a) Treinamento periódico da brigada de incêndios nos períodos que antecedem a estação normal de fogo, visando uma maior eficiência no combate;
- b) Aumento na vigilância no interior e entorno do parque das 13 às 17 horas, principalmente nos meses de julho, agosto e setembro, tendo em vista que estes foram os meses de maior ocorrência dos incêndios;
- c) Elaborar programas de educação ambiental e cursos de capacitação junto à comunidade do entorno, com o objetivo de reduzir os incêndios oriundos de atividades antrópicas;
- d) Realizar anualmente queimas controladas nas margens da rodovia MT-251, evitando dessa forma que o material combustível se acumule e impeça a passagem de transeuntes, o que conseqüentemente impedirá a ocorrência dos incêndios e que os mesmos avancem para o interior do parque;
- e) Treinar as equipes de combate para o correto preenchimento dos registros de ocorrência de incêndios;
- f) Implementar um banco de dados, com todas as informações relacionadas aos incêndios no parque, padronizando cada local atingido pelo fogo, com suas respectivas características;
- g) Elaborar um plano de prevenção contra os incêndios florestais, caracterizando o mesmo de acordo com as reais necessidades do parque;
- h) Mapear a espacialização dos imóveis rurais presentes no interior e entorno do parque, com o intuito de identificar se os mesmos possuem uma relação direta com o agrupamento dos focos de calor;
- i) Adotar o monitoramento diário da FMA, como ferramenta de prevenção dos sinistros no parque pelos próximos 5 anos, propiciando também o acompanhamento anual do desempenho do índice.

REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R. Desafios para a conservação do Cerrado, em face das atuais tendências de uso e ocupação. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: MMA, 2005. p. 369-381.
- ALHO, C. J. R.; CONCEIÇÃO, P.N.; CONSTANTINO, R.; SCHLEMMERMEYER, T.; STRUSSMANN, C; VASCONCELLOS, L. A. S.; OLIVEIRA, D. M. M. **Fauna silvestre da região do rio Manso, MT**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Edições Ibama: Centrais Elétricas do Norte do Brasil, 2000.
- ALMEIDA, F. F. M. de. **Geologia do centro oeste mato-grossense**. Rio de Janeiro: IBGE, 1964. Boletim.
- ALVES, M. M.; MATRICARDI, E. A. T.; PEREIRA, R. S. Dinâmica espaço temporal do fogo entre 1999 a 2009 no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 752-768, 2013.
- 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.
- AULD, T. D.; DENHAM, A. J. How much seed remains in the soil after a fire?. **Plant Ecology**, v. 187, n. 1, p. 15-24, 2006.
- AVELINO, A. S.; CUNHA, A. M. C.; RAMOS, R. M.; DERSCHUM, F. G.; AIRES, F. S.; GOUVEIA, G. P.; LOPES, F. P. L. Avaliação dos registros de ocorrência de incêndios em unidades de conservação federais. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO SOBRE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS, IV., 2007, Viçosa. **Anais...** UFV/DEF/SIF. 444p. p. 326-338.
- AXIMOFF, I.; RODRIGUES, R. de C. Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 83-92, 2011.
- BADDELEY, A.; TURNER, R. Spatstat: An R package for analyzing spatial point patterns. **Journal of Statistical Software**, U.S.A, v.12, n.6, p.1-42, 2005.
- BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 237-241, 2004.
- _____. **Incêndios Florestais**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1990. 115 p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. H. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 176 p.

BOND, W. J.; WOODWARD, F. I.; MIDGLEY, G. F. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New phytologist**, U.S.A., v. 165, n. 2, p. 525-538, 2005.

BONTEMPO, C. G.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; DOULA, S. M.; SILVA, E.; JACOVINE, L. A. G. Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI): evolução, desafios e recomendações. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n.2, p. 247-263, 2011.

BONTEMPO, G. C.; RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S. Incêndios florestais: ocorrência, prevenção e educação um estudo de caso nos parques abertos à visitação pública em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, V., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais – Trabalhos técnicos**, Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2007.

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.; SILVERIO, 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:10.1073/pnas.1305499111.

BRASIL. 2012. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. **Unidades de Conservação por bioma**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivos/areas_protegidas/cnuc/tabela_us_bioma_%2012junho2012.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2014.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 18 nov. 2015.

_____. Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 ago. 2002.

_____. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de

Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina – RJ**. 2001. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/parna_bocaina/index.php?id_menu=50. Acesso em: 29/09/2014.

_____. **Folha SD.21 Cuiabá**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/ Departamento Nacional de Produção Mineral, 1982. Projeto RADAMBRASIL.

_____. 2006. **Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno, SIG Cuiabá**. Vol.1. Ministério das Minas e Energia, CPRM.

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest fire: control and use**. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1973. 686 p.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; DRUCKS, S.; CARVALHO, M. S. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2002. 186 p.

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, como a função K de Ripley**. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CARDOSO, M.; HURTT, G.; MOORE, B.; NOBRE, C. A.; BAIN, H. Passive ground-based analyses for interpreting satellite fire data – applications to AVHRR and MODIS active fire detections in Amazônia. In: CONFERÊNCIA CIENTÍFICA DO LBA – EXPERIMENTO DE GRANDE ESCALA DA BIOSFERA-ATMOSFERA NA AMAZÔNIA, III., Brasília. **Anais...**Brasília, 2004. p. 80.

CARVALHO, L. M. T.; SCOLFORO, J. R. S. **Inventário florestal de Minas Gerais**: Monitoramento da flora nativa 2005-2007. Lavras: UFLA, 2008.

CASTILLO, M. S. **Integración de variables y critérios territoriales como apoyo a la protección contra incêndios forestales. Área piloto: Valparaíso Chile central**. 247 f. Tese (Doctoral Ingeniería Forestal), Universidad de Córdoba, Córdoba, 2013.

CHAVEIRO, E. F.; CASTILHO, D. Cerrado: patrimônio genético, cultural e simbólico. **Revista Mirante**, Pires do Rio, v. 2, n. 1, p. 2-13, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A.; ORR, B. J. Post-fire flowering and fruiting in *Vellozia sincorana*, a caulescent rosette plant endemic to Northeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 94-100, 2012.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II – As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato

herbáceo arbustivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 5, p. 57-64, 1977.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. (Ed.). **Fire in the tropical biota**. Berlim, p. 85-105, 1990.

CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. Fire Effects on Wildlife. In: CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. **Fire in forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1983. p. 203-253.

CHAS-AMIL, M. L.; TOUZA, J.; PRESTEMON, J. P. Spatial distribution of humancaused forest fires in Galicia (NW Spain). **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 137, p. 247 – 258, 2010.

DANTAS, V. L.; BATALHA, M. A.; PAUSAS, J. G. Fire drives functional thresholds on the savanna–forest transition. **Ecology**, v. 94, n. 11, p. 2454-2463, 2013.

DEPPE, F.; PAULA, E. V. de; MENEGHETTE, C. R.; VOSGERAU, J. Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 119-126, 2004.

DE SOUZA, P. A. L.; SISMANOGLU, R. A.; LONGO, K. M.; MAURANO, L. E.; RECUERO, F. S.; SETZER, A. W.; YOSHIDA, M. C. Avanços no Monitoramento de queimadas realizado no INPE. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, SBMET, Agosto de 2003, Fortaleza, CE, **Anais...**, Fortaleza, 2004.

DOUROJEANNI, M. J.; PÁDUA, M. T. J. **Biodiversidade: a hora decisiva**. Curitiba: Editora da UFPR, 2007. 282 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. Inc. **ArcGIS Professional: Gis for the desktop**, versão 9.3. CA. 2006.

EUROPEAN COMMISSION. **Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2012**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.2788/58397>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). **Global Forest Resources Assessment**. Roma: FAO, 2015. 253 p. FAO Forestry Paper 352.

_____. **Global forest land-use change 1990–2005**, by E.J.Lindquist, R. D'Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D. Eva, P. Mayaux, J. San-Miguel-Ayanz & H-J. Stibig. FAO Forestry Paper No. 169. Food and Agriculture Organization of the United Nations and European Commission Joint Research Centre. Rome, FAO, 2012.

_____. Fire management: voluntary guidelines principles and strategic actions. Rome, 2008. 63 p. (Working paper FM17E).

_____. Fire management global assessment. Rome, 2007. 135 p. (Forest paper 151).

_____. **Fire management:** global assessment 2006. Roma: FAO, 2007. 156 p. FAO Forestry Paper 151.

_____. **Global forest resources assessment:** progress towards sustainable forest management. Roma: FAO, 2006. 320 p. FAO Forestry Paper 147.

_____. **Fire situation in United States.** International Forest Fire News, New York, v. 26, p. 2-14, 2002.

_____. **Fire situation in United States.** International Forest Fire News, New York, v. 19, p. 74-75, 1998.

FIEDLER, N. C., AZEVEDO, I. N. C., REZENDE, A. V., MEDEIROS, M. B.; VENTUROILI, F. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 1, p.129-138, 2004.

FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. Plano de prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra. In: MMA/IBAMA **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra**. Brasília: MMA/IBAMA, 67 p. 2002.

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.

FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. de.; Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.55-63, 2006.

FRANÇA, H.; RAMOS, M. B.; SETZER, A. **O Fogo no Parque Nacional da Emas**. Brasília: MMA, 2007.

FREIRE, P. F. **Uso do Sistema de Informações Geográficas para o Mapeamento de focos de calor por Incêndios Florestais: Um Estudo de Caso na Área no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-Mato Grosso Período 1997-2004**. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GIGNOUX, J.; CLOBERT, J.; MENAUT, J. C. Alternative fire resistance strategies in savanna trees. **Oecologia**, v. 110, n. 4, p. 576-583, 1997.

GONÇALVES, C. N.; MESQUITA, F. W.; LIMA, N. R. G.; COSLOPE, L. A.; LINTOMEN, B. S. Recorrência dos incêndios e fitossociologia da vegetação em áreas com diferentes regimes de queima no Parque Nacional da Chapada Diamantina. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 161-179, 2011.

HEIKKILÄ, T. V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire management**: handbook for trainers. Helsinki: Ministry for Foreign Affairs of Finland, 2007. 248 p.

HOFFMANN, W. A.; GEIGER, E. L.; GOTSCH, S. G.; ROSSATTO, D. R.; SILVA, L. C. R.; LAU, O. L.; HARIDASAN, M.; FRANCO, A. C. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecology Letters**, v. 15, n. 7, p. 759-768, 2012.

INCENDIOS Forestales: **La importancia de la prevención**. LIGNUM, n°. 60, p 18- 23, nov 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais**. Brasília: PREVFOGO, 2002. Documento Técnico.

_____. **Roteiro Metodológico de Planejamento**: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica. Brasília: Edições Ibama, 2002.

_____. **Relatório de ocorrências de incêndios em Unidades de Conservação federais, 2006**. Brasília: IBAMA, 2007. Disponível em: <http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2007_IBAMA_RelatorioIncendios_PrevFogo_DE3os.pdf>. Acesso em: 12 set. 2014.

_____. **Registro de ocorrência de incêndio florestal: instruções de preenchimento**. MMA. 12p. 2006.

_____. **Relatório de ocorrências de incêndios em Unidades de Conservação Federais 2005-2008**. Brasília: IBAMA, 2009.

_____. **Perfil dos incêndios florestais acompanhados pelo Ibama**. Brasília: IBAMA, 28 p. 2010.

INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Unidades de conservação**. São José dos Campos, 2015. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/> Acesso em 13 de outubro de 2015.

_____. **Manual de procedimentos para seleção e capacitação de brigadas temporárias**. Brasília: MMA, 11p. 2010.

_____. **Plano de manejo Parque Nacional da Chapada dos Guimarães**. Brasília: ICMBIO, 2009. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/parnaguimaraes/>. Acesso em: 20 dez. 2010.

_____. **Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Apostila. Diretoria de Unidades de Conservação de Proteção Integral, Coordenação Geral de Proteção Ambiental. Brasília, 2010, 87 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Perguntas Frequentes. **Programa de Monitoramento de Focos**. São José dos Campos, 2014. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html>>. Acesso em: 06 jul. 2014.

_____. **BDQueimadas: Banco de Dados de Queimadas**. São José dos Campos: DPI/INPE. 2010. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

KAILIDIS, D. S. Forest fires in Greece. In: **Seminar on Forest Fire Prevention**. Proceedings of the Seminar on Forest Fire Prevention, Land Use and People. Athens, 1992. p. 27-40.

KEELEY, J. E.; RUNDEL, P. W. Fire and the Miocene expansion of C4 grasslands. **Ecology Letters**, v. 8, n. 7, p. 683-690, 2005.

KEITH, D. A.; WILLIAMS, J. E.; WOINARSKI, J. C. Z. Fire management and biodiversity conservation: key approaches and principles. In: BRADSTOCK, R. A.; WILLIAMS, J. E.; GILL, A. M. (ed.). **Flammable Australia: The fire regimes and biodiversity of a continente**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 401-425.

KNOX, K. J. E.; CLARKE, P. J. Fire season and intensity affect shrub recruitment in temperate sclerophyllous woodlands. **Oecologia**, v. 149, n. 4, p. 730-739, 2006.

KOPROSKI, L. de P. **O fogo e seus efeitos sobre a herpeto e a mastofauna terrestre no Parque Nacional de Ilha Grande (PR/MS), Brasil**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

KOPROSKI, L. de P.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 193-197, 2004.

LIEROP, P. V.; LINDQUIST, E.; SATHYAPALA, S.; FRANCESCHINI, G. Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 78-88, 2015.

LOURENÇO, L.; FERNANDES, S.; BENTO-GONÇALVES, A.; CASTRO, A.; NUNES, A.; VIEIRA, A. Causas de incêndios florestais em Portugal continental (1996 a 2010). **Cadernos de Geografia**, Coimbra, n. 30/31. p. 61-80, 2012.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M.

Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Brasília: Conservação Internacional, 2004. Relatório técnico não publicado.

MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M. Distribuição espacial de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1013-1019, 2012.

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.

MAGALHÃES, S. R. de; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A. Avaliação dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra-Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 135-141, 2011.

MAITELLI G.T. **Variações da temperatura do ar nas cidades de Cuiabá e Chapada dos Guimarães** – Lab. Climatologia, Departamento de Geografia. Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Cuiabá-MT. 1996.

MARLETTO, V.; VENTURA, F. Indici meteorologici per il calcolo del rischio d'incendio forestale. In: ASSOCIAZIONE ITALIANA DI AGROMETEOROLOGIA (AIAM). **I'agrometeorologia nel Mediterraneo**. Acireale: AIAM, 2002. p. 175-184. Disponível em: <
<http://www.agrometeorologia.it/joomla/en/aiamconferences/91-convegno-aiam-2002.html>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

MARTINI, L.; DEPPE, F.; LOHMANN, M. Avaliação temporal de focos de calor no Estado do Paraná (1999 a 2006). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII., 2007, Florianópolis. **Anais do...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 4477-4484.

MATOS, E. F. Prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação. In: FÓRUM DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS DO DF, VI, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: SEMARH, 2004. p. 19-30.

MEDEIROS, M. B. Manejo de Fogo em Unidades de Conservação. **Revista Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília v. 3. n.2. p. 10-15, 2002.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004.

MEDEIROS, R. Evolution of typologies and categories of protected areas in Brazil. **Ambiente e Sociedade**, 9(1), pp.41-64. 2006.

MEDEIROS, M. B.; MIRANDA, H. S. Post-fire resprouting and mortality in cerrado woody plant species. **Edinburgh Journal of Botany**, Cambridge, v. 65, n. 1. p. 1-16, 2008.

MESQUITA, F. W.; LIMA, N. R. G. L.; GONÇALVES, C. N.; BERLINCK, C. N.; LINTOMEN, B. S. Histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em imagens Landsat. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 228-246, 2011.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Office 2007**. USA, 2006. (Users Guide).

MILANO, M. S. Por que existem as unidades de conservação. **Unidades de conservação: atualidades e tendências. Miguel Sereduik Milano (org.)**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p. 193-208, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano de Conservação para a Bacia do Alto Paraguai**: PCBAP. Brasília: PNMA, 1997.

_____. **PPCerrado – Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: 2ª fase (2014-2015)**. Brasília: MMA, 2014.

MIRANDA, H. S.; SATO, M. N.; ANDRADE, S. M. A.; HARIDASAN, M.; MORAIS, H. C. Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos. In: AGUIAR, L. M de. SOUZA.; CAMARGO, A. J. A. de. (ed.). **Cerrado: Ecologia e Caracterização**. Brasília: Embrapa, 2004. p. 69-123.

MORRISON, J. H.; P. M. COOKE. Caring for country: indigenous people managing country using fire, with particular emphasis on Northern Australia. In: INTERNATIONAL WILDLAND FIRE CONFERENCE, III., Sydney. **Abstract and Papers**. Sydney: ISDR, 2003.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Reproductive phenology of an herbaceous subshrub layer of a Savannah (Campo Sujo) in the cerrado biosphere reserve I, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 2, p. 299-307, 2007.

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.

MYERS, R. L. **Convivir con el fuego**: manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el manejo integral del fuego. Tallahassee: The Nature Conservancy, 2006.

NEPSTAD, D.; VERISSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale Impoverishment of Amazonian Forests by Logging and Fire. **Nature**, n.398, p. 505-508, 1999.

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.

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.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OLIVEIRA, D. S.; BATISTA, A. C.; MILANO, M. S. Fogo em unidades de conservação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, II., 2000, Campo Grande. **Anais do...** Curitiba: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação, 2000. p. 200-207.

PANTOJA, N. V.; BROWN, I. F. Acurácia dos sensores AVHRR, GOES e MODIS na detecção de incêndios florestais e queimadas a partir de observações aéreas no estado do Acre, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 4501-4508.

PANTOJA, N. V.; SELHORST, D.; ROCHA, K. da S.; LOPES, F.M. DA C., VASCONCELOS, S. S. de.; BROWN, I. F. Observações de queimadas no leste do Acre: subsídios para validação de focos de calor derivados de dados de satélites. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XII., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3215-3222.
Disponível em:
<<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltidi.inpe.br/sbsr/2004/11.21.21.16/doc/3215.pdf>>.
Acesso em: 17 set. 2015.

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. A burning story: the role of fire in the history of life. **BioScience**, v. 59, n. 7, p. 593-601, 2009.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B.C.; JUNQUEIRA, N. T. V. Propagação e domesticação de plantas nativas do cerrado com potencial econômico. **Horticultura Brasileira**, v.19, 2001. Suplemento. CD-ROM.

PEREIRA, C. A.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do Cerrado. **Revista Floresta**, v. 34, n. 2, p. 95-100, 2004.

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.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 3, p. 441-454, 2009.

PIVELLO, V. R. The use of fire in Brazil: past and present. **Fire ecology**, v. 7, n. 1, p. 24-39, 2011.

PIVELLO, V. R.; SCARIOT, A. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério Meio Ambiente, 2005. p. 401-413.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2016.

RAMOS, A. B. R.; NASCIMENTO, E. R.P.; OLIVEIRA, M. J. Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, XV., 2011, Curitiba: **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7902-7909.

RAMOS-NETO, M. B. **O Parque Nacional das Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica**. 187f. Tese (Doutorado) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

RAMSEY, G. S.; HIGGINS, D. G. **Canadian forest fire statistics**. Ontario: Canadian Forestry Service, 1981. Information Report PI-X-9.

REMMEL, T. K.; PERERA, A. H. Fire mapping in a northern boreal forest: assessing AVHRR/NDVI methods of change detection. **Forest Ecology and Management**, v. 152, n. 1, p. 119-129, 2001.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. **Annual report of the Department of Environment Affairs**. Pretoria, 1987.

RIBEIRO, G. A. Estratégias de prevenção contra os incêndios florestais. **Floresta**, v.34 n. 2, p. 243-247, 2004.

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; SIQUEIRA, L. de. O Parque Nacional da Serra da Canastra e a ocorrência de incêndios florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, III., 2002, Fortaleza: **Anais...** Fortaleza: Rede Nacional Pro-Unidades de Conservação, 2002. p. 473-479.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa, 2008, p. 151-212.

RIBEIRO, L. M.; VIEGAS, D. X. An analysis on wildland urban interface in Portugal. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FIRE BEHAVIOUR AND RISK, 2011, Alghero, Itália. **Book of abstracts**. Alghero: TAS, 2011. p. 35-36.

- RIBEIRO, M.C.; FIGUEIRA, J.E.C. Uma abordagem histórica do fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 212-227, 2011.
- RIBEIRO, M.N.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; PEIXOTO, K.S. Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 203-217, 2012.
- RIGONATO, V. D. A dimensão sociocultural das paisagens do Cerrado Goiano: o distrito de Vila Borba. In: ALMEIDA, M. G. (org.). **Tantos Cerrados**: múltiplas abordagens sobre a biogeodiversidade e singularidade cultural. Goiânia: Vieira, 2005. p. 63-98.
- RIPLEY, B. D. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistic Society**, London, v. 39, n. 2. p.172-212, 1977.
- RODRÍGUEZ, M. P. R. **Bases metodológicas para el perfeccionamiento de la prevención contra los incendios forestales**. 146 f. Tesis (Doctor en Ciencias Forestales) - Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba, 1999.
- RODRIGUEZ, M. P. R.; MENZONET, Y. G. Definición de la época de incêndios forestales en un contexto multivariado. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, maio/ago. 2004, p. 137 – 143.
- RODRIGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V. Análisis comparativo entre los incêndios forestales en Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 101-107, 2004.
- ROSS, J. L. S. & SANTOS, L. M. **Geomorfologia, Folha SD. 21/Cuiabá, BRASIL/M.M.E.**, Projeto RADAMBRASIL, (Levantamento dos Recursos Naturais, 26), Rio de Janeiro, p. 193 - 256. 1982.
- RUPPERT, D. **Statistics and Data Analysis for Financial Engineering**. New York: Springer. 2011.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L.; FERRAZ-VICENTINI, K. R. Fire in the Cerrado 32,000 years ago. **Current research in the Pleistocene**, v. 11, n. 1, p. 85-87, 1994.
- 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.
- _____. O impacto dos incêndios florestais nas Unidades de Conservação brasileiras. In: CAMPOS, J. B.; TOSSULINO, M de. G. P.; MÜLLER, C. R. C. (org.). **Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná (IAP), 2006. p. 138-152.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa, 2008.

SANTOS, J. F. **Estatísticas de incêndios florestais em áreas protegidas no período de 1998 a 2002**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Monitoramento de incêndios florestais**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/monitoramento-de-incendios-florestais>>. Acesso em: 21 out. 2015.

SHLISKY, A; ALENCAR, A.; MANTA, M.; CURRAN, L. M. Overview: Global fire regime conditions, threats, and opportunities for fire management in the tropics. In: COCHRANE, M. A. (ed.). **Tropical fire ecology: climate change, land use, and ecosystem dynamics**. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 65-83.

SILVA JR., M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bioscience**, v. 52, n. 3, p. 225-233, 2002.

SILVA JR., E. M. Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO SOBRE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS, IV., 2007. **Anais...** UFV/DEF/SIF, 2007. p. 29-33

SILVERMAN, B. W. **Density estimation for statistics and data analysis**. Nova York: Chapman and Hall, 1986.

SIMON, M. F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L.P. de.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R.T.; HUGHES, C. E. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 106, n. 48, p. 20359-20364, 2009.

SOARES, R. V. Arson: a major cause of forest fires. In: INTERNATIONAL WILDLAND FIRE CONFERENCE – SOCIAL PERSPECTIVES SECTION, 2nd, 1997, Vancouver, Canadá. **Proceedings...** Canadá, 1997.

_____. **Biometria: delineamento de experimentos**. Curitiba, p. 98, 1982.

_____. Comparação entre quatro índices na determinação do grau de perigo de incêndios no Município de Rio Branco do Sul – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 17, n. 12, p. 31-35, 1987.

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

_____. Estatísticas dos incêndios florestais no Brasil. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios Florestais no Brasil: o estado da arte**. Curitiba: UFPR, 2009. p. 1-20.

_____. Incendiários: uma crescente causa de incêndios florestais. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 13, n. 78, p. 144-148, 2004.

_____. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. **Floresta**, Curitiba, v. 18, n. 1 e 2, p. 94-121, 1988.

_____. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF, 1985. 213p.

_____. Os incêndios florestais na região do Cerrado. **Brasil Florestal**, n. 10, v. 41, 1980. p. 39-43.

_____. Índice de perigo de incêndio. **Floresta**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 19-40, 1972.

SOARES, R. V. SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Floresta**, Curitiba, v.32, n.2, p.219-232, 2002.

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

_____. **Prevenção dos incêndios Florestais**. Curso de especialização por tutoria à distância - Módulo 5. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1998. 33p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; SANTOS, J. F. Evolution of forest fire statistics in Brazilian protected lands in the last 20 years. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOREST FIRE RESEARCH, V., 2006, Portugal. **Anais do...** Portugal: ADAI, 2006.

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.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Forest ecology**. New York: John Wiley and Sons Inc., 1980.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960.

STOKES, K. E.; ALLCHIN, A. E.; BULLOCK, J. M.; WATKINSON, A. R. Population responses of Ulex shrubs to fire in a lowland heath community. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 4, p. 505-514, 2004.

TEBALDI, A. L. C.; FIEDLER, N. C.; JUVANHOL, R. S.; DIAS, H. M. Ações de prevenção e combate aos incêndios florestais nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 538-549, 2013.

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.

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.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; WENDLING, W. T. Determinación del índice de causalidad de incendios forestales en el distrito forestal de Monte Alegre, estado de Paraná, Brasil, en el período 1965 – 2009. In: CONGRESO LATINO-AMERICANO DE IUFRO, III., 2013, San Jose: IUFRO, 2013.

TOMZHINSKI, G. W.; COURA, P. H. F.; FERNANDES, M. C. Avaliação da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 201-211, 2011.

VASCONCELOS, S. S. D.; FEARNside, P. M.; ALENCASTRO, P. M. L. D.; NOGUEIRA, G. E. M.; OLIVEIRA, L.C.; FIGUEIREDO, E. O. Forest fires in southwestern Brazilian Amazonia: Estimates of area and potential carbon emissions. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 291, p. 199-208, 2013.

VÉLEZ, R. (Coord.) **La defensa contra incendios forestales: fundamentos e experiências**. Madrid: McGraw-Hill, 2000.

_____. Field research on population attitudes concerning the use of fire in forest areas. In: International Conference on Forest Fire Research, **Proceedings of the International Conference on Forest Fire Research**. Coimbra. 1990. A. 01-1/7.

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.

VILAR, L.; CAMIA, A.; SAN-MIGUEL-AYANZ, J. A comparison of remote sensing products and forest fire statistics for improving fire information in Mediterranean Europe. **European Journal of Remote Sensing**, v. 48, p. 345-364, 2015.

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

VERA DIAZ, M. D. C.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; MOTTA, R. S.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C.; ORTIZ, R. A. **O Preço Oculto do Fogo na Amazônia: Os Custos Econômicos Associados às Queimadas e Incêndios Florestais. Relatório do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) em colaboração com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC)**. 2002. Disponível em:

http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/preco_fogo_diaznepstad.pdf

VILLARDÓN, J. L. V. **Introducción al análisis de cluster**. Espanha: Universidade de Salamanca, s/d. 22 p. Disponível em: <<http://biplot.usal.es/ALUMNOS/CIENCIAS/2ESTADISTICA/MULTIVAR/cluster.pdf>>. Acesso em: 25/10/2016.

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 & Água**, v. 6, n. 1, p. 148-156, 2011.

WILLIAMS, J.; ALBRIGHT, D.; HOFFMANN, A. A.; ERITSOV, A.; MOORE, P. F.; DE MORAIS, J. C. M.; LEONARD, M.; MIGUEL-AYANZ, J. S.; XAMTHOPOULOS, G.; VAN LIEROP, I. P. **Findings and implications from a coarse-scale global assessment of recent selected mega-fires**. In: FAO (org.). Fire Management Working Paper 27, Rome: FAO, 2011. p. 27-40. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/014/am663e/am663e00.pdf>>. Acesso em: 15. ago. 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - ANÁLISE DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO ANO E DIA DA SEMANA

APÊNDICE B - ANÁLISE DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO A CAUSA E AO DIA DA SEMANA

APÊNDICE C - ANÁLISE DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM FUNÇÃO DAS CAUSAS E DOS MESES DO ANO

APÊNDICE A
ANÁLISE DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO
AO ANO E DIA DA SEMANA

TABELA 23 – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO AO ANO E DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

Anos	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Soma
2005	5	0	2	1	1	2	1	12
2006	3	2	3	4	2	2	1	17
2007	2	1	1	2	4	4	5	19
2008	1	0	2	0	0	1	2	6
2009	2	0	0	0	2	4	2	10
2010	2	2	1	1	2	0	0	8
2011	0	0	0	0	1	0	0	1
2012	0	3	0	0	1	1	1	6
2013	1	0	0	0	1	1	1	4
2014	0	0	0	1	2	3	0	6
Total	16	8	9	9	16	18	13	89

FONTE: O autor (2016).

TABELA 24 - RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AO DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Segunda	10	16	1,6	2,488
Terça	10	8	0,8	1,288
Quarta	10	9	0,9	1,211
Quinta	10	9	0,9	1,655
Sexta	10	16	1,6	1,155
Sábado	10	18	1,8	2,177
Domingo	10	8	0,8	0,622

FONTE: O autor (2016).

TABELA 25 - ANOVA DOS DIAS DA SEMANA DE 2005 A 2014 PARA O PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	11,8	6	1,96667	1,2987	2,2466	0,2709
Dentro dos grupos	95,4	63	1,51429			
Total	107,2	69				

FONTE: O autor (2016).

APÊNDICE B
ANÁLISE DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO
A CAUSA E AO DIA DA SEMANA

TABELA 26 – NÚMERO DE OCORRÊNCIA DOS INCÊNDIOS EM RELAÇÃO À CAUSA E AO DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

CAUSAS	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SOMA
Queima para limpeza	3	3	2	4	2	2	2	18
Operações florestais	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendiários	7	1	3	3	8	11	5	38
Fumantes	0	0	0	0	0	0	0	0
Fogos de recreação	0	0	0	0	1	4	2	7
Raios	2	0	2	1	0	1	3	9
Diversos	2	2	1	1	2	0	1	9
Indeterminado	2	2	1	0	3	0	0	8
Total	16	8	9	9	16	18	13	89

FONTE: O autor (2016).

TABELA 27- RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS ÀS CAUSAS E AO DIA DA SEMANA DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Queima para limpeza	7	18	2,571	0,619
Operações florestais	0	0	0	0
Incendiários	7	38	5,428	11,952
Fumantes	0	0	0	0
Fogos de recreação	7	7	1	2,333
Raios	7	9	1,286	1,238
Diversos	7	9	1,286	0,571

FONTE: O autor (2016).

TABELA 28 – ANOVA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS DIAS DA SEMANA NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	148,81633	6	24,80272	10,3875	0,0001	3,2664
Dentro dos grupos	100,28571	42	2,38776			
Total	249,10204	48				

FONTE: O autor (2016).

APÊNDICE C
ANÁLISE DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM FUNÇÃO
DAS CAUSAS E DOS MESES DO ANO

TABELA 29 – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM RELAÇÃO À CAUSA E AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

CAUSAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	SOMA
Queima para limpeza	1	0	0	1	1	1	2	5	6	1	0	0	18
Operações florestais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendiários	2	2	0	0	1	1	3	14	12	2	1	0	38
Fumantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fogos de recreação	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	0	0	7
Raios	0	0	0	1	0	0	0	0	6	2	0	0	9
Diversos	0	0	1	0	1	0	1	3	2	1	0	0	9
Indeterminado	0	0	0	0	1	0	1	1	5	0	0	0	8
Total	3	2	1	2	4	2	8	25	34	7	1	0	89

FONTE: O autor (2016).

TABELA 30 – RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS ÀS CAUSAS E AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES – MT DE 2005 A 2014

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Queima para limpeza	12	18	1,5	3,909
Operações florestais	12	0	0	0
Incendiários	12	38	3,166	22,151
Fumantes	12	0	0	0
Fogos de recreação	12	7	0,583	0,992
Raios	12	9	0,75	3,114
Diversos	12	9	0,75	0,932

FONTE: O autor (2016).

TABELA 31 – ANOVA DAS CAUSAS EM RELAÇÃO AOS MESES DO ANO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES DE 2005 A 2014

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	86,80952	6	14,46825	3,2567	0,0066	3,2567
Dentro dos grupos	342,08333	77	4,44264			
Total	428,89286					

FONTE: O autor (2016).

TABELA 32 – RESUMO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AOS MESES DO ANO DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Janeiro	9	3	0,333	0,5
Fevereiro	9	2	0,222	0,444
Março	9	1	0,111	0,111
Abril	9	2	0,222	0,194
Maio	9	4	0,444	0,277
Junho	9	2	0,222	0,194
Julho	9	8	0,888	1,111
Agosto	9	25	2,777	20,694
Setembro	9	34	3,777	15,694
Outubro	9	7	0,777	0,694
Novembro	9	1	0,111	0,111
Dezembro	9	0	0	0

FONTE: O autor (2016).

TABELA 33 – ANOVA DOS MESES DE 2005 A 2014 NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	141,4352	11	12,85774	3,8546	0,0001	2,438
Dentro dos grupos	320,2222	96	3,33565			
Total	461,6574	107				

FONTE: O autor (2016).