

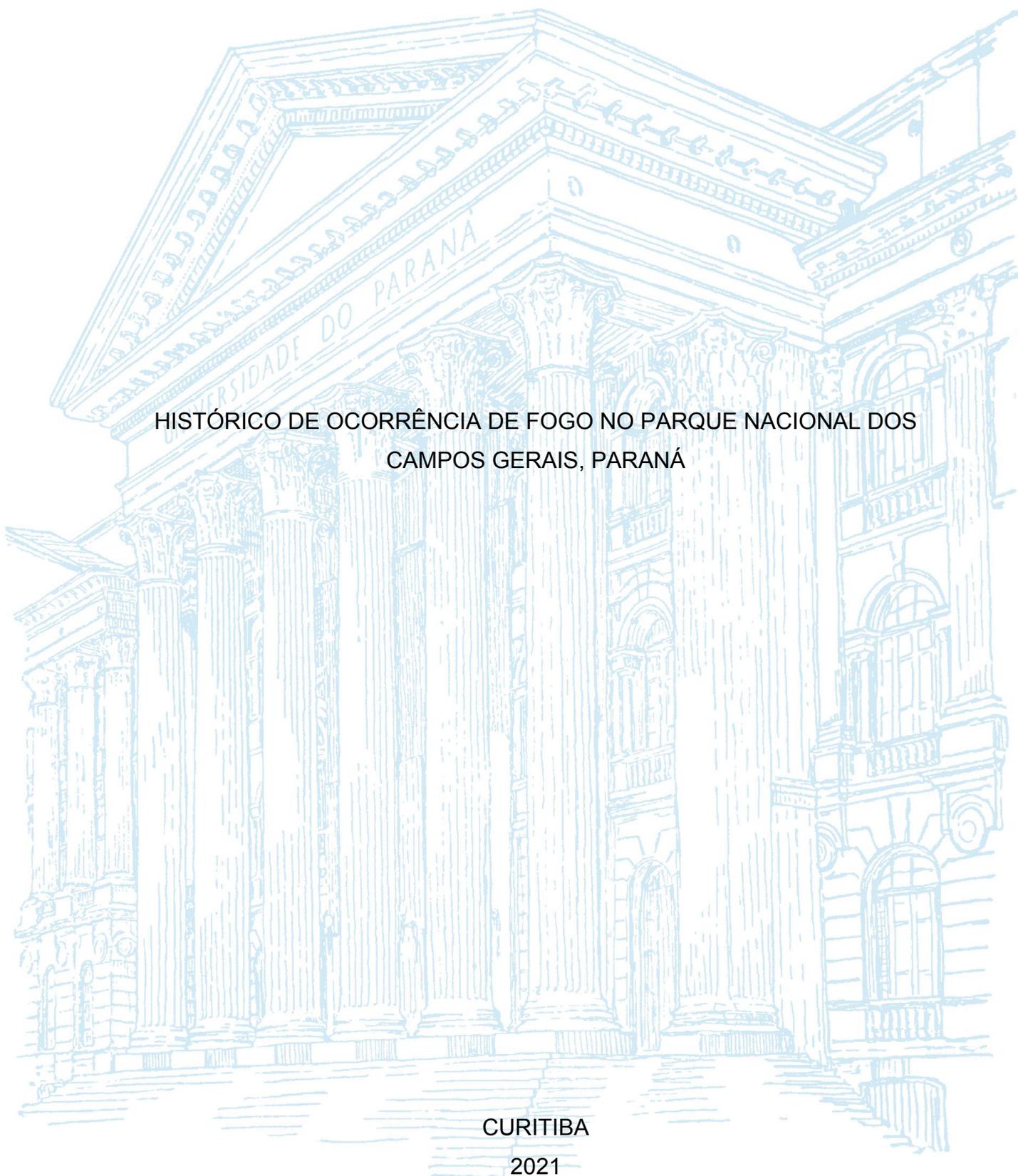
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA KOVALSYKI

HISTÓRICO DE OCORRÊNCIA DE FOGO NO PARQUE NACIONAL DOS
CAMPOS GERAIS, PARANÁ

CURITIBA

2021



BRUNA KOVALSYKI

HISTÓRICO DE OCORRÊNCIA DE FOGO NO PARQUE NACIONAL DOS
CAMPOS GERAIS, PARANÁ

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

CURITIBA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Monografia de Especialização de **BRUNA KOVALSYKI** intitulada: **HISTÓRICO DE OCORRÊNCIA DE FOGO NO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS, PARANÁ**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de especialista está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 10 de Fevereiro de 2021.



ALEXANDRE FRANÇA TETTO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



TATIANA CRISTINA GUIMARÃES KAMINSKI

Avaliador Externo (UFPR / DEPARTAMENTO CIÊNCIAS FLORESTAIS)



ANDRESSA TRES

Avaliador Interno

RESUMO

A estepe gramíneo-lenhosa é uma vegetação relictual do Pleistoceno, desta forma, é a formação florística mais antiga do estado do Paraná que apresenta remanescentes conservados, principalmente por unidades de conservação. Este tipo de vegetação é classificado como um ecossistema dependente do fogo. Logo, necessita que seu regime de fogo seja estudado para a elaboração de um manejo adequado, a fim de garantir a manutenção e a viabilidade do ecossistema. Para tanto, o estudo teve por objetivo traçar um histórico de ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional dos Campos Gerais, uma unidade de conservação de proteção integral, que abrange uma área aproximada de 21.921,59 ha, por meio da delimitação manual de cicatrizes de fogo em imagens *Landsat* para o período de 2010 a 2020. As cicatrizes foram classificadas de acordo com classes de tamanho, sendo: I ($\leq 0,09$ ha), II (0,1 a 4,0 ha), III (4,1 a 40,0 ha), IV (40,1 a 200,0 ha) e V ($> 200,0$ ha). Para se obter a informação de vegetação atingida, a malha poligonal do período analisado foi sobreposta ao *shapefile* de cobertura e uso da terra de 2018. Ainda, foram elaborados mapas sobre frequência, tempo desde a última queima e tempo de retorno de fogo. Os meses críticos observados foram agosto e setembro. Ao longo de 11 anos houve uma cobertura queimada de 10,1% da área do parque, sendo os campos o principal tipo de vegetação atingida. As cicatrizes concentraram-se na classe de tamanho III (58%). A frequência máxima observada foi de sete reincidências e o tempo de retorno foi predominantemente “incompleto”. Porém, foi possível observar uma tendência a um retorno de fogo muito curto, de 1 a 2 anos. A delimitação de cicatrizes permitiu um conhecimento espaço-temporal dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional dos Campos Gerais, para o qual configurou um mosaico de queimas.

Palavras-chave: unidade de conservação, perfil de incêndios florestais, campos nativos, incêndios florestais

ABSTRACT

The grassland is a relictual vegetation of the Pleistocene. Thus, it is the oldest floristic formation in the state of Paraná with remnants conserved mainly by protect areas. This type of vegetation is a fire-dependent ecosystem. Therefore, the understanding of the fire regime is important for a proper management, in order to guarantee the maintenance and viability of the ecosystem. For this purpose, the study aimed to trace a history of occurrence of forest fires for the Campos Gerais National Park, a protected area that covers approximately 21,921.59 ha, through the manual delimitation of scars from fire in Landsat images for the period from 2010 to 2020. We classified the scars according to five size classes: I (≤ 0.09 ha); II (0.1 to 4.0 ha); III (4.1 to 40.0 ha); IV (40.1 to 200.0 ha) and V (> 200.0 ha). In order to obtain the information on affected vegetation, we overlapped the polygonal mesh of the analyzed period over the 2018 land cover and use shapefile. Maps were also prepared on frequency, time since the last burning and fire return time. The critical months were the months of August and September. Over 11 years, 10.1% of the park's area was burn, with grassland being the main type of vegetation affected. The size class III concentrated 58% of the scars. The maximum observed frequency was seven recurrences and the predominantly return time was "incomplete". However, we observed a very short fire return tendency, from one to 2 years. The delimitation of scars allowed a spatio-temporal knowledge of forest fires that occurred in the Campos Gerais National Park and configured a mosaic of burns in the park.

Keywords: protect area, forest fires statistics, grassland, forest fires

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS ...	14
FIGURA 2 – INFORMAÇÕES ATRIBUÍDAS AOS POLÍGONOS GERADOS PARA CADA ANO	17
FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA TOTAL QUEIMADA (HECTARES) E QUANTIDADE DE CICATRIZES POR ANO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020.....	19
FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA TOTAL QUEIMADA (HECTARES) E QUANTIDADE DE CICATRIZES POR MÊS, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020.....	20
FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES OBSERVADAS PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO À COBERTURA E USO DA TERRA.....	22
FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO À COBERTURA E USO DA TERRA.....	23
FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO À FREQUÊNCIA DE QUEIMA.....	24
FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO AO TEMPO DEDE A ÚLTIMA QUEIMA (EM ANOS).....	25
FIGURA 9 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO AO TEMPO DE RETORNO DE FOGO	26

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO ANUAL DA QUANTIDADE DE CICATRIZES POR
CLASSES DE TAMANHO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020..... 19
- TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA QUANTIDADE DE CICATRIZES POR
CLASSES DE TAMANHO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020.....21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1 ÁREA DE ESTUDO	13
4.1.1 Localização da área de estudo	14
4.1.2 Caracterização da área de estudo	14
4.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	16
4.2.1 Delimitação das cicatrizes	16
4.2.2 Elaboração dos mapas	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 COMPORTAMENTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS	19
5.2 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE FOGO E TEMPO DESDE A ÚLTIMA QUEIMA	23
5.3 INTERVALO DE TEMPO DE RETORNO DE FOGO	25
6 CONCLUSÃO	27
APÊNDICE 1 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES SEGUNDO A FREQUÊNCIA DE QUEIMA, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020, PARA O PNCG	32
APÊNDICE 2 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES SEGUNDO O TEMPO DESDE A ÚLTIMA QUEIMA, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020, PARA O PNCG	33
APÊNDICE 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES SEGUNDO A TEMPO DE RETORNO DE FOGO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020, PARA O PNCG	34

1 INTRODUÇÃO

Os Campos Gerais apresentam áreas classificadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade brasileira (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2004). Esses campos constituem-se de vegetação remanescente de épocas mais secas do Quaternário, entremeados por capões de Floresta Ombrófila Mista (RODERJAN *et al.*, 2002), que foi conservada tanto pelo isolamento conferido pela barreira geomorfológica representada pela Escarpa Devoniana, como por sua baixa aptidão agrícola, decorrente de solos pobres, rasos e arenosos (MELO *et al.*, 2010).

Em mosaicos naturais de floresta e campo, muitas espécies exercem um papel de árvores pioneiras, expandindo a vegetação florestal quando sob condições apropriadas, tais como ausência de fogo (MULLER, 2005). A não ocorrência de queimadas nos campos secos pode contribuir para o recrutamento de espécies lenhosas, uma vez que o fogo é uma das causas da redução da densidade de árvores e arbustos (SILVA, 2014). Neste contexto, a presença do fogo apresenta importante papel na manutenção das características e na riqueza de espécies vegetais em ecossistemas abertos, como campos e cerrados (RODERJAN *et al.*, 2002; OVERBECK *et al.*, 2005).

Atualmente, os regimes de queima estão desequilibrados em todos os ecossistemas (KOPROSKI, 2009) devido às atividades antrópicas, tais como a supressão do fogo, as queimadas excessivas e inadequadas, a conversão do ecossistema ou fragmentação da paisagem, a ponto do regime do fogo atual afetar negativamente a viabilidade dos ecossistemas desejáveis e a sustentabilidade dos produtos e serviços que esses ecossistemas oferecem, sendo as alterações nos regimes de fogo uma das principais ameaças à biodiversidade (MYERS, 2006).

Estudos sobre a estrutura e dinâmica deste ecossistema podem colaborar para o entendimento do efeito do fogo no ambiente, contribuindo para futuros planos de manejo de áreas de campo no sul do Brasil (FIDELIS *et al.*, 2007). Além disso, informações pré-históricas e históricas, que envolvam o conhecimento sobre a intensidade do fogo e a frequência das queimadas, bem como o efeito de ambos sobre a vegetação, também poderiam ser aplicados na criação de planos de manejo sustentável a longo prazo e trabalhos de monitoramento (BEHLING *et al.*, 2009).

O Parque Nacional dos Campos Gerais foi criado em 2006 e ainda não apresenta plano de manejo. Dentre as principais lacunas listadas para a UC pelo

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2015) está a ocorrência e manejo de fogo no Parque. Tendo isso em vista, o conhecimento sobre o histórico de fogo da área, principalmente em relação ao período de ocorrência, área atingida e espacialização, é fundamental no auxílio de futuras tomadas de decisões de planejamento de atividades relacionadas ao manejo integrado do fogo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Traçar um perfil dos incêndios florestais no Parque Nacional dos Campos Gerais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o comportamento dos incêndios florestais;
- Mapear a frequência de ocorrência de fogo e o tempo desde a última queima;
- Mapear o intervalo de retorno de fogo no Parque Nacional dos Campos Gerais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

As áreas campestres paranaenses são relictos de um antigo clima semiárido pleistoceno, logo constituem a formação florística mais antiga do estado (MAACK, 2012). Denominada de estepe gramíneo-lenhosa (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012), as extensas áreas de gramíneas são entremeadas por agrupamentos arbóreos marginais aos rios ou isolados (capões) de Floresta Ombrófila Mista (FOM), de formas e dimensões variáveis, onde *Araucaria angustifolia* se sobressai (RODERJAN *et al.*, 2002).

A maior parte das plantas campestres possuem grossos rizomas subterrâneos ou bulbos resistentes às queimadas e às frequentes geadas (MAACK, 2012). Sendo o fogo um elemento recorrente nesses ambientes, plantas com as características morfológicas citadas acima podem se beneficiar de sua ação e assim garantir a sua manutenção (RODERJAN *et al.*, 2002). Tendo isso em vista, esse ecossistema é classificado como dependente do fogo (MYERS, 2006).

Segundo o mesmo autor, cabe ressaltar que potencialmente todo ecossistema detém um regime de fogo. Este regime é definido como um conjunto de condições recorrentes do fogo que caracterizam um determinado ecossistema, sendo essas condições: variação da frequência, comportamento do fogo, severidade, época e extensão de ocorrência, padrão de propagação e distribuição da queimada. Quando ecologicamente apropriado, o regime de fogo mantém a viabilidade, estrutura, composição e funcionamento adequado do ecossistema.

De acordo com Fidelis e Pivello (2011), o uso do fogo como ferramenta de manejo agropecuário modificou os regimes de fogo de áreas de cerrado e campos sulinos, de forma a elevar a frequência das queimadas, alterar a época, a intensidade e o padrão espacial das mesmas. Fato esse também observado por Maack (2012) nos campos paranaenses, que descreve a seleção entre espécies de gramíneas e demais plantas como consequência de queimas anuais. Além da redução de espécies, queimas frequentes ou severas podem impactar negativamente o solo, a fauna, a atmosfera e a saúde humana (SOARES *et al.*, 2017).

Por outro lado, a exclusão do fogo de ecossistemas dependentes também pode ser desfavorável. Em ecossistemas dependentes de distúrbios, sua total exclusão pode levar à perda de biodiversidade e de processos, terminando na

descaracterização ou degradação desses ecossistemas (FIDELIS; PIVELLO, 2011). Segundo Fidelis e Pivello (2011), na maioria das vezes, quando as unidades de conservação são estabelecidas, todo tipo de distúrbio é delas retirado.

Para tanto, muitos gestores de unidades de conservação que contemplam esses ecossistemas dependentes adotam o uso do manejo do fogo, a fim de restaurar e conservar esses ambientes, como o caso do Parque Nacional das Emas, que tem seu histórico de fogo conhecido nas últimas décadas (FRANÇA *et al.*, 2007).

A singularidade da região dos Campos Gerais motivou a criação da primeira unidade de conservação paranaense em 1953, o Parque Estadual de Vila Velha, por meio da Lei nº 1.292, de 12 de outubro de 1953. Atualmente a região dos Campos Gerais apresenta 40 unidades de conservação, sendo o Parque Nacional dos Campos Gerais o único parque de esfera federal, criado em 2006 (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP, 2012; 2017; INSTITUTO CHICO MESNDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO, 2019). De acordo com Silva *et al.* (2016), a manutenção e conservação das áreas campestres dependem da intervenção humana, sendo o uso do fogo controlado uma alternativa para tal. Entretanto, o Parque Nacional dos Campos Gerais apresenta diversas lacunas no âmbito dos incêndios florestais e uso de fogo, sendo o seu histórico de fogo desconhecido. Desta forma, a obtenção de informações como área atingida, tipo de vegetação e período aproximado de ocorrência do fogo, por meio de imagens de satélites, pode auxiliar no resgate do histórico de incêndios florestais na área do parque.

Segundo Fernandes *et al.* (2020), além das técnicas de sensoriamento remoto se tornarem uma alternativa para o mapeamento de incêndios florestais em áreas de difícil acesso, como áreas rurais e unidades de conservação, elas ainda possibilitam a identificação das classes de uso do solo atingidas pelo fogo e alterações em objetos da superfície, devido a seu domínio temporal. Alvarado *et al.* (2017) apontam que estudos retrospectivos baseados em sensoriamento remoto histórico viabilizaram a reconstrução do histórico de fogo em diversos ecossistemas pelo mundo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O Parque Nacional dos Campos Gerais (PNCG) foi criado por meio do Decreto s/n, de 23 de março de 2006, porém não apresenta plano de manejo.

Art. 1º Fica criado o Parque Nacional dos Campos Gerais, localizado nos Municípios de Ponta Grossa, Castro e Carambeí, no Estado do Paraná, com objetivos de preservar os ambientes naturais ali existentes com destaque para os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista e de Campos Sulinos, realizar pesquisas científicas e desenvolver atividades de educação ambiental e turismo ecológico (BRASIL, 2006).

De acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a categoria parque integra o grupo de unidades de proteção integral, a qual tem por objetivo básico preservar a natureza, admitindo somente o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos por esta Lei. Segundo o artigo 11 desta Lei, os parques são caracterizados da seguinte forma:

... tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

§ 1º O Parque Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e àquelas previstas em regulamento.

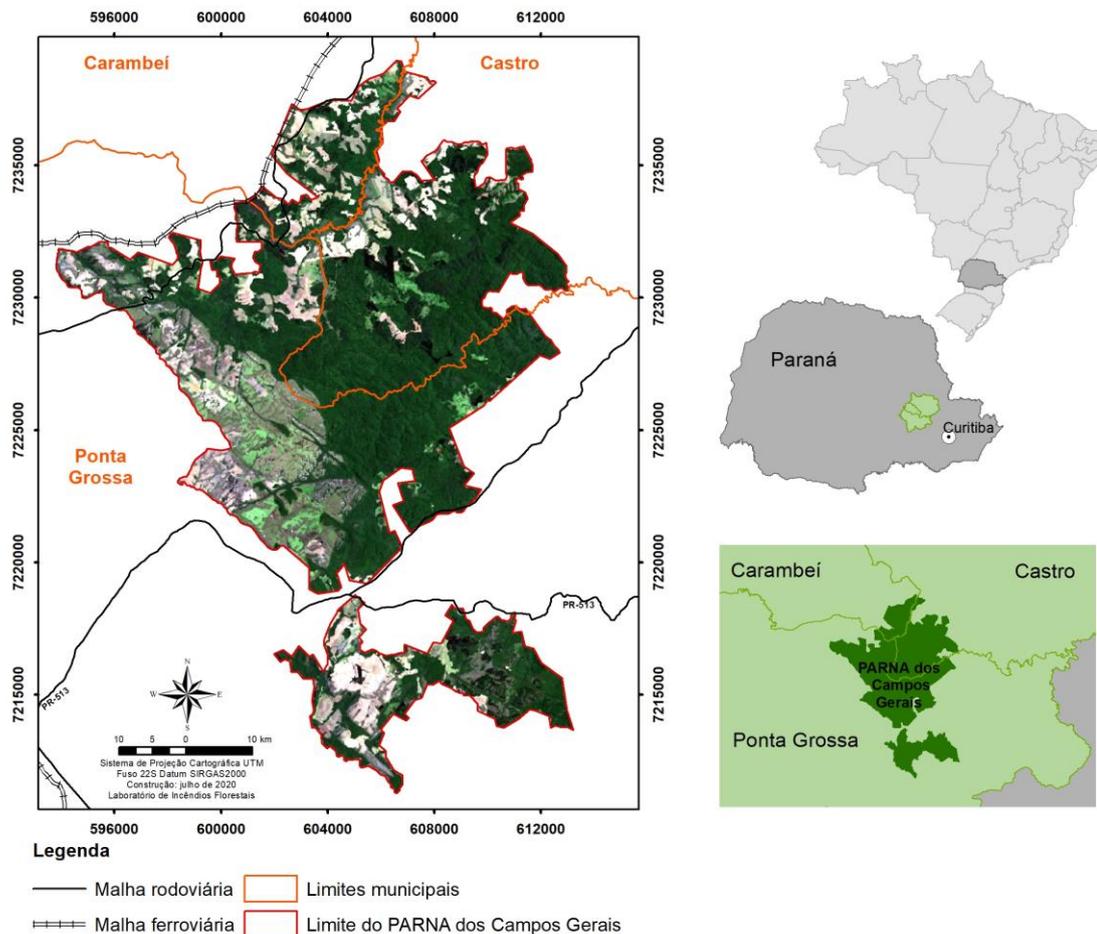
§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

§ 4º As unidades dessa categoria, quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, Parque Estadual e Parque Natural Municipal (BRASIL, 2000, art. 11).

4.1.1 Localização da área de estudo

O Parque Nacional dos Campos Gerais está localizado no limite do primeiro e segundo planalto paranaense, na borda da Escarpa Devoniana. Abrange os municípios de Ponta Grossa, Carambeí e Castro, com área aproximada de 21.291,59 ha (UTM 7210000 e 7240000 S; 590000 e 615000 O) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS



FONTE: A autora (2021).

4.1.2 Caracterização da área de estudo

Segundo o sistema de classificação de Köppen, o clima na região é Cfb – clima temperado propriamente dito, o qual se caracteriza pela temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média

do mês mais quente inferior a 22 °C e sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2019a).

Dentre o período de 1954 e 2001, havia próximo à unidade uma estação meteorológica convencional gerenciada pelo IAPAR, a qual coletava dados referentes à temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento (coletado a 10 metros do solo), precipitação, evaporação e insolação, com leitura às 9:00h, 15:00h e 21:00h.

De acordo com esse Instituto, com base no período de funcionamento da estação, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram as temperaturas mais elevadas, sendo a temperatura média do ar de 21,4 °C para ambos os meses, enquanto os meses de junho e julho apresentam as temperaturas mais baixas, para os quais a temperatura média do ar foi de 13,8 °C.

Referente ao regime pluviométrico, a região do Parque Nacional dos Campos Gerais apresenta anualmente uma precipitação acumulada média de 1.554 mm e, em média, 126 dias chuvosos (IAPAR, 2019b). Segundo o extinto Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2004), a estação chuvosa inicia-se em setembro e estende-se até março, porém durante o mês de novembro e início de dezembro são frequentes as ocorrências de períodos secos de curta duração (veranicos). Conforme o IAPAR (2019b), o mês de janeiro apresenta maior precipitação, em média 186,5 mm, seguido de fevereiro (161,0 mm), enquanto agosto apresenta a menor precipitação, em média 78,9 mm. O sentido predominante do vento é nordeste (NE), com velocidade média entre 3 e 4 m/s durante o ano (IAPAR, 2019b).

Ziller (2000) categorizou a estepe gramíneo-lenhosa em seis sub formações: a) estepe *stricto sensu* (campo seco), b) estepe higrófila (campo úmido), c) formação pioneira de influência fluvial (brejo e várzeas), d) refúgios vegetacionais rupestres (caracterizando a vegetação especializada a afloramentos de arenitos), e) floresta ombrófila mista montana (capões com araucárias) e f) floresta ombrófila mista aluvial (floresta de galeria). Almeida *et al.* (2015) indicaram que 46,1% da área do PNCG é composta por vegetação florestal. Referente a vegetação campestre, Dalazoana *et al.* (2015) descreveram que 3781,0 ha correspondem a campos nativos, sendo 33,2% campos úmidos, 15,6% refúgio vegetacional rupestre e 51,2% campos secos.

4.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.2.1 Delimitação das cicatrizes

O histórico de fogo do Parque Nacional dos Campos Gerais foi elaborado conforme a metodologia de Alvarado *et al.* (2017). Foram analisadas imagens obtidas dos satélites *Landsat 5 Thematic Mapper* (TM), *Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) e *Landsat 8 Operational Land Imager* (OLI), extraídas do banco de dados *Earth Explorer (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS), 2020)* para o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2020. As cicatrizes provenientes de incêndios florestais e queimadas (cicatrizes de fogo) foram delimitadas conforme interpretação visual das imagens em falsa cor. Para os sensores TM e ETM+ a composição *Red-Green-Blue* utilizada foi: banda 5 (1550-1750 nm), banda 4 (760-900 nm) e banda 3 (630-690 nm); enquanto para sensor OLI: banda 6 (1570-1650 nm), banda 5 (850-880 nm) e banda 4 (640-670 nm).

Segundo Alvarado *et al.* (2017), as cicatrizes de fogo apresentam aspecto visual distinto em relação à maioria dos demais tipos de cobertura de solo, entretanto assemelha-se às rochas expostas, o que impede o uso de algoritmos de classificação automatizada. Os autores ainda salientam que as cicatrizes são observáveis em até duas imagens consecutivas (até 30 dias) para a estação chuvosa e em até cinco imagens consecutivas para a estação seca (superior a 60 dias). Para atender o tempo mínimo, a aquisição de imagens foi mensal para o período de estudo. Para auxiliar esta etapa, foram obtidos dados de focos de calor de todos os satélites disponíveis por meio do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para o mesmo período.

4.2.2 Elaboração dos mapas

Para cada ano foi gerado um *shapefile* com as respectivas cicatrizes, sendo incorporado em sua tabela de atributos as seguintes informações: se o polígono era referente a uma cicatriz (1 – ocorrência de fogo) ou não (0 – sem ocorrência de fogo), o ano analisado, mês em que a cicatriz foi observada e a área atingida (em hectares) (FIGURA 2).

FIGURA 2 – INFORMAÇÕES ATRIBUÍDAS AOS POLÍGONOS GERADOS PARA CADA ANO

FID	Shape *	AREA HA	FREQUENCIA	MES	ANO
39	Polygon	7,700112	1	agosto	2020
40	Polygon	3,983409	1	agosto	2020
41	Polygon	9,98948	1	setembro	2020
0	Polygon	3151,958291	0		0
2	Polygon	5,317431	0		0

LEGENDA: AREA_HA = área do polígono, em hectares; FREQUENCIA = 1 (ocorrência de fogo), 0 (ausência de fogo); MES = mês em que a cicatriz foi observada; ANO = ano em que a cicatriz foi observada.

FONTE: A autora (2021).

Posteriormente, foi realizada a união dos 11 *shapefiles* (um para cada ano) por meio da ferramenta *union* do Arcgis 10.5, resultando em uma única malha poligonal para o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2020. A tabela de atributos foi exportada para uma planilha *Excel* para a determinação da frequência de ocorrência de fogo em cada polígono, por meio da soma dos valores correspondentes à coluna “FREQUENCIA”.

O mapa, referente ao tempo decorrido desde a última ocorrência de fogo, indica o número de anos desde a última queima em cada polígono, sendo 2020 o “ano 1” e 2010 o “ano 11”. Segundo Alvarado *et al.* (2018), esse fator pode ser visto como uma medida indireta do acúmulo de material combustível, fundamental para determinar o perigo de incêndios e prever a intensidade do fogo.

O mapa de intervalos de retorno de fogo foi embasado na metodologia proposta por Wittkuhn e Hamilton (2010). Segundo os autores, qualquer número de intervalos de retorno de fogo pode ser calculado, sendo esse igual a maior frequência de fogo menos um. No caso do presente estudo a frequência máxima de ocorrência foi sete, deste modo foram calculados seis intervalos de retorno.

Primeiro foi identificado para cada polígono os anos em que houve a presença de fogo, para então calcular o intervalo, em anos, entre eles. Cada intervalo de retorno foi classificado conforme o proposto por Alvarado *et al.* (2017), sendo: muito curto (código 1 = queimado a cada 1-2 anos), curto (código 2 = queimado a cada 3-5 anos), moderado (código 3 = queimado a cada 6-10 anos) e longo (código 4 = superior a 11 anos). Para cada polígono foi montada uma sequência de retorno.

Posteriormente, as sequências foram classificadas devido aos menores prazos considerados, segundo Alvarado *et al.* (2017): a) intervalo de retorno de incêndio incompleto (único fogo observado); b) intervalo único de incêndio (queimado duas vezes com um intervalo muito curto ou curto); c) intervalo único de incêndio (queimado duas vezes com um intervalo moderado ou longo); d) intervalo de retorno de incêndio muito curto (mais de dois incêndios, com tempo de retorno de 1 a 2 anos); e) intervalo de retorno de incêndio curto (mais de dois incêndios, com tempo de retorno de 3 a 5 anos); f) intervalo de retorno de incêndio misto (mais de dois incêndios, com tempos de retorno variáveis). A partir dessa classificação foi gerado o mapa de intervalo de retorno de fogo para o Parque Nacional dos Campos Gerais, por meio do *Arcgis* 10.5.

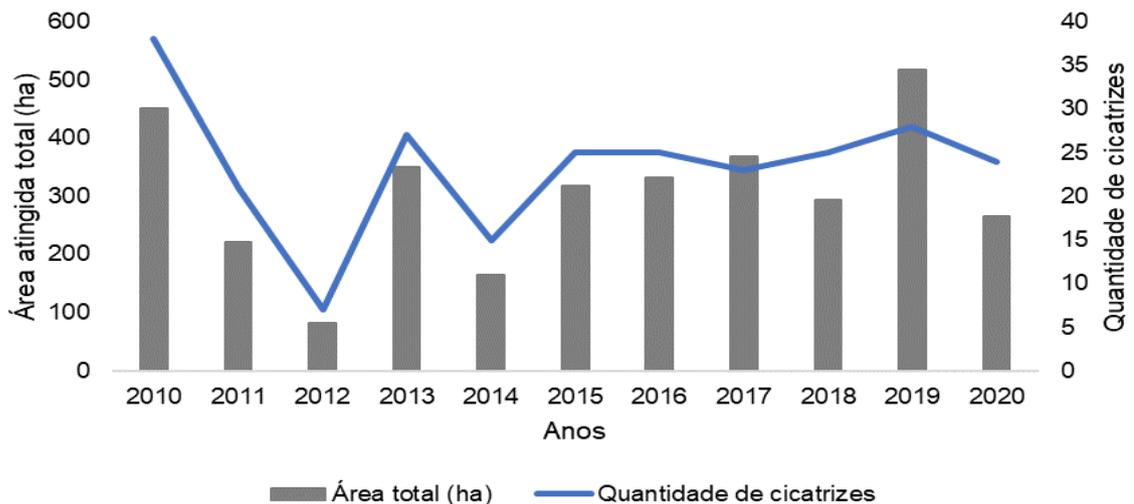
As áreas das cicatrizes delimitadas ainda foram classificadas segundo Ramsey e Higgins (1981) em cinco classes, sendo: I ($\leq 0,09$ ha); II (0,1 a 4,0 ha); III (4,1 a 40,0 ha); IV (40,1 a 200,0 ha) e V ($> 200,0$ ha). A fim de se conhecer o tipo de vegetação mais atingida, a malha poligonal de cicatrizes foi cruzada com a informação sobre uso e cobertura da terra extraído do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2018 (IBGE, 2018), que apresenta uma resolução de 1 km².

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPORTAMENTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

No período de janeiro de 2010 a dezembro de 2020 foram analisadas 122 imagens de satélite *Landsat*. Para o período de 11 anos foram observadas 258 cicatrizes, destacando-se os anos de 2010, com 38 cicatrizes e 451,2 ha de área total atingida; e 2019, com 28 cicatrizes e com área total queimada de 518,1 ha (FIGURA 3).

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA TOTAL QUEIMADA (HECTARES) E QUANTIDADE DE CICATRIZES POR ANO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020



FONTE: A autora (2021).

A tabela 1 apresenta a distribuição anual do número de cicatrizes por classe de tamanho para o PNCG, no período de 2010 a 2020.

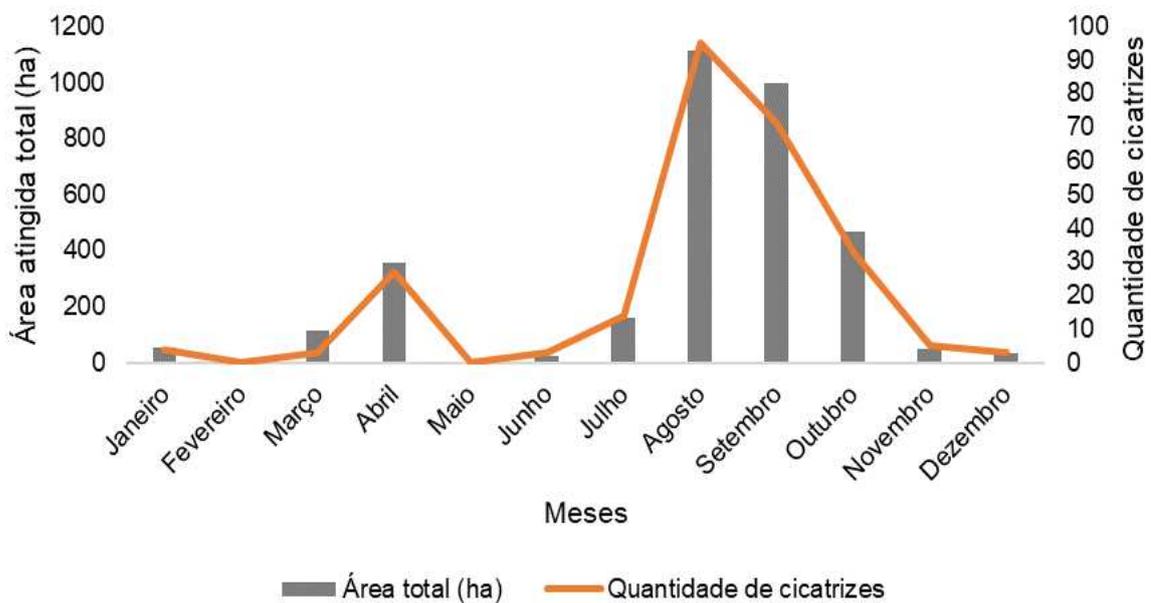
TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO ANUAL DA QUANTIDADE DE CICATRIZES POR CLASSES DE TAMANHO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020

Classes de tamanho	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
I ($\leq 0,09$ ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II (0,1 - 4,0 ha)	17	8	4	10	4	5	8	5	9	9	10	89
III (4,1 - 40,0 ha)	19	12	2	14	10	19	16	15	14	15	13	149
IV (40,1 - 200,0 ha)	2	1	1	3	1	1	1	3	2	4	1	20
V (200,0 ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	38	21	7	27	15	25	25	23	25	28	24	258

FONTE: A autora (2021).

As cicatrizes concentraram-se na classe III (de 4,1 a 40,0 ha), com 58% do total. Não foram observadas cicatrizes nas classes de tamanho extrema. O fato de não constar cicatrizes correspondentes a classe I ($\leq 0,09$ ha) está relacionado a resolução das imagens de satélite (30 metros), o que dificulta a determinação de cicatrizes de incêndios dessa categoria. A figura 4 apresenta área atingida e quantidade de cicatrizes por mês, no PNCG para o período de 2010 a 2020.

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA TOTAL QUEIMADA (HECTARES) E QUANTIDADE DE CICATRIZES POR MÊS, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020



FONTE: A autora (2021).

Não foram observadas cicatrizes de incêndios para os meses de fevereiro e maio. O mês de agosto concentrou 36,8% das cicatrizes, totalizando uma área queimada de 1.115,8 ha, seguido do mês de setembro, com 27,5% de cicatrizes e 997,2 ha atingidos, para os 11 anos observados. Na tabela 2 está apresentada a distribuição mensal do número de cicatrizes por classe de tamanho para o PNCG, no período de 2010 a 2020.

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA QUANTIDADE DE CICATRIZES POR CLASSES DE TAMANHO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020

Classes de tamanho	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
I ($\leq 0,09$ ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II (0,1 - 4,0 ha)	0	0	0	7	0	1	4	39	28	10	0	0	89
III (4,1 - 40,0 ha)	4	0	2	18	0	2	9	50	36	20	5	3	149
IV (40,1 - 200,0 ha)	0	0	1	2	0	0	1	6	7	3	0	0	20
V (200,0 ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4	0	3	27	0	3	14	95	71	33	5	3	258

FONTE: A autora (2021).

Na classe de tamanho IV foram observadas 20 cicatrizes de fogo, que se concentraram nos meses de agosto e setembro, com seis e sete cicatrizes, respectivamente. Este fator, juntamente com a distribuição mensal mencionada anteriormente, indicaram os meses de agosto e setembro como críticos, tratando-se da ocorrência de incêndios florestais, indo ao encontro ao exposto por Torres *et al.* (2016), que afirmam que o período crítico de ocorrência de incêndios em unidades de conservação brasileiras estende-se de julho a novembro, com picos de área queimada em agosto e setembro.

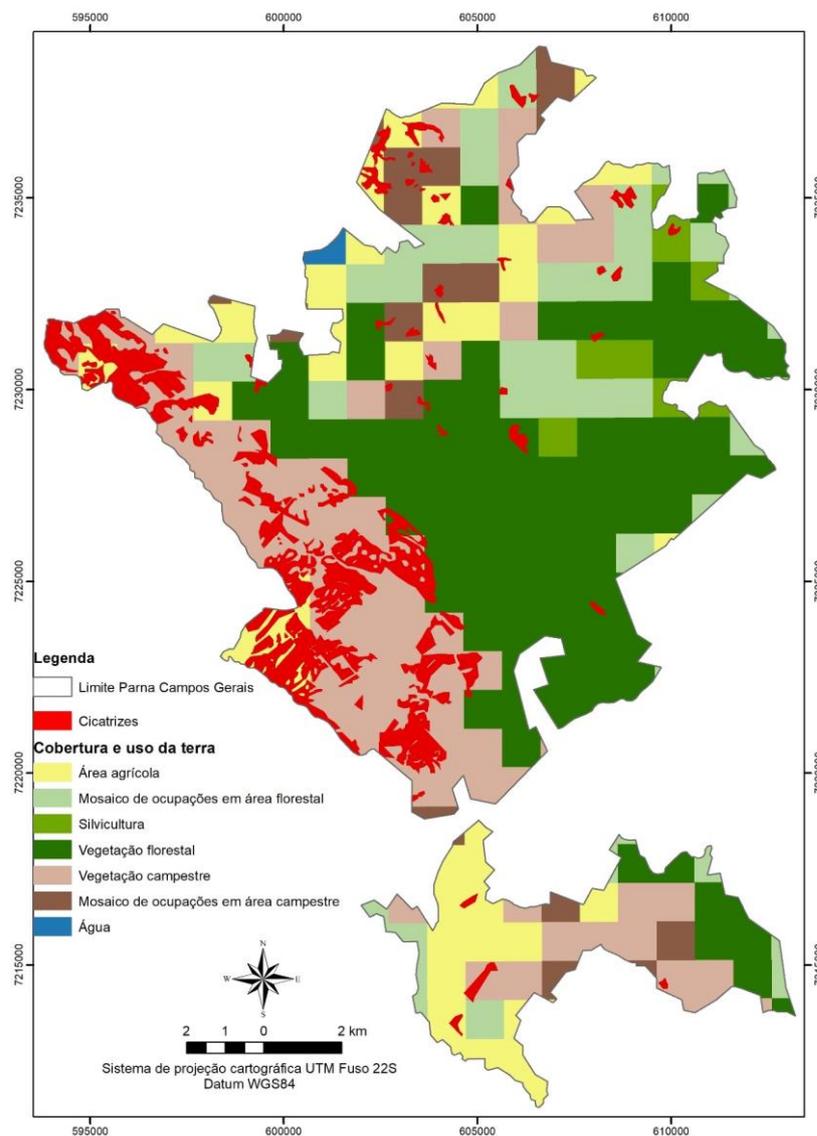
Accatino e Michele (2013) relatam que incêndios florestais ao final da estação seca são comuns em região de savana úmida, devido ao acúmulo de material combustível morto e de sua continuidade, que facilitam a ignição e a propagação do fogo. Tratando-se das principais causas de incêndios florestais no Brasil, Santos, Soares e Batista (2006) destacam as classes “incendiários” e “queima para limpeza”. Esta última tende a apresentar áreas atingidas superiores, por serem empregadas para o preparo do terreno e renovação de pastagem no final do inverno ao início da primavera, período este de maior perigo de incêndios, uma vez que a vegetação se encontra mais seca e há condições meteorológicas favoráveis a propagação do fogo. Porém, não há documentado as prováveis causas ou prováveis agentes causais de incêndios florestais para o PNCG.

Rocha e Weirich Neto (2007) apontam que, com a chegada dos europeus no século XVIII, o fogo passou a ser manejado especialmente após o período de inverno na região de Campos Gerais, fato este ainda observado nos tempos atuais por Seger (2015), que relatou que o uso de fogo para manejo de pastagens ainda faz parte da cultura da região, sendo realizadas com certa frequência. Outro fato importante a ser levado em consideração é a questão fundiária do PNCG, que,

segundo Oliveira (2012), apresenta 62,1% de sua área composta por propriedades (com registros nos cartórios oficiais de imóveis). O autor ainda observou que as áreas campestres são constantemente alvos de incêndios, drenagem artificial, abertura de estradas, implantação de pastagens artificiais, agricultura e plantio de espécies florestais exóticas.

O Parque Nacional dos Campos Gerais apresenta uma área de 21.291,59 ha, sendo que 2.150,85 ha (10,1%) queimou ao menos uma vez de janeiro de 2010 a dezembro de 2020. O tipo de vegetação mais atingida foi a campestre, com 68,22% da área queimada, seguida de área agrícola (21,1%) (FIGURA 5).

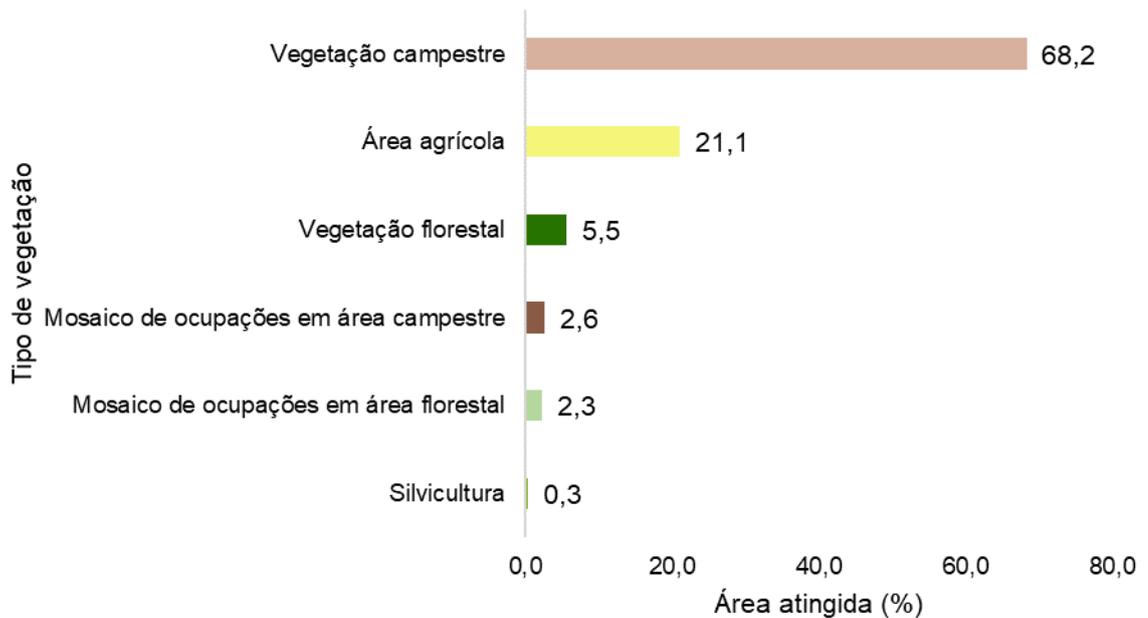
FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES OBSERVADAS PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO À COBERTURA E USO DA TERRA



Fonte: IBGE (2018), elaborado pela autora (2021).

A representatividade de área queimada por classe de vegetação está apresentada na Figura 6.

FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO À COBERTURA E USO DA TERRA



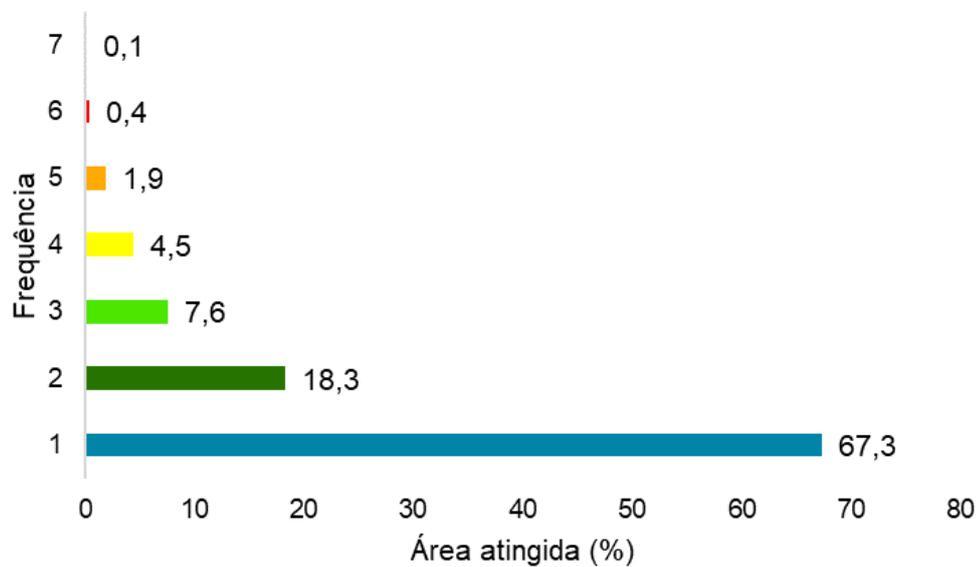
FONTE: A autora (2021).

Ao longo de aproximadamente 40 anos, Rocha e Santana (2015) evidenciaram um avanço da área agrícola sobre as áreas campestres, assim como introdução de áreas de cultivo florestal, dentro dos limites do PNCG. A mudança de cobertura e uso do solo pode alterar o regime de fogo de um ecossistema. Ao introduzir espécies de maior inflamabilidade, como *Pinus taeda* por exemplo, pode-se elevar o perigo de ocorrência de incêndios naquela região.

5.2 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE FOGO E TEMPO DESDE A ÚLTIMA QUEIMA

A representatividade de área queimada por classe de frequência de queima está apresentada na Figura 7 (APÊNDICE 1).

FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO À FREQUÊNCIA DE QUEIMA

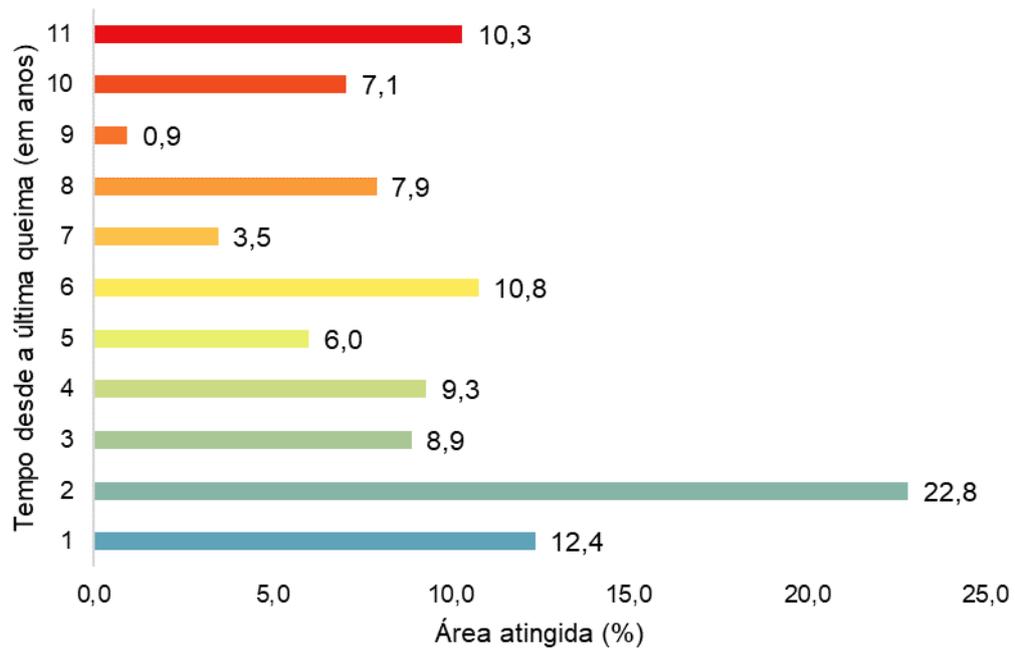


FONTE: A autora (2021).

A frequência máxima de incidência observada para o parque ao longo dos 11 anos foi de sete vezes, sendo a área noroeste a mais atingida. Dos 2.150,85 ha atingidos, aproximadamente 70% queimou uma vez. Pereira Junior *et al.* (2014) observaram para o Parque Estadual do Jalapão, região de cerrado, uma frequência predominante de três a seis queimas, sendo 10 a reincidência máxima observada em um período de 12 anos.

O tempo desde a última queima (FIGURA 8; APÊNDICE 2) pode ser um indicativo do acúmulo de material combustível, assim como da proporção entre material seco e úmido e sua conectividade. Logo, áreas há muito tempo sem fogo podem ser mais propícias à ignição e propagação (BATISTA *et al.*, 2018; ALVES *et al.*, 2018).

FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO AO TEMPO DEDE A ÚLTIMA QUEIMA (EM ANOS)



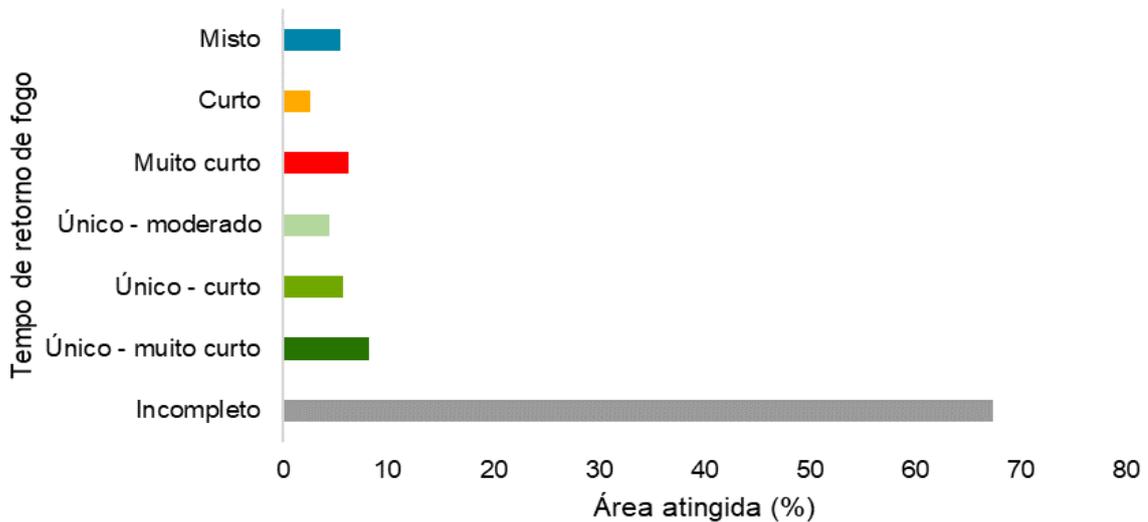
FONTE: A autora (2021).

O tempo desde a última queima (FIGURA 7; APÊNDICE 2) pode ser um indicativo do acúmulo de material combustível, assim como da proporção entre material seco e úmido e sua conectividade. Logo, áreas há muito tempo sem fogo podem ser mais propícias à ignição e propagação (BATISTA *et al.*, 2018; ALVES *et al.*, 2018). Neste contexto, 17,4%, dos 2150,85 ha de área queimada, apresentaram tempo sem queima igual ou superior a 10 anos, enquanto 53,4% queimou nos últimos 4 anos (entre 2020 e 2017).

5.3 INTERVALO DE TEMPO DE RETORNO DE FOGO

Uma vez que aproximadamente 70% da área já queimada teve uma única incidência de fogo, a classe de tempo de retorno predominante foi “incompleto” (FIGURA 9; APÊNDICE 3). Quando observadas as classes com um único intervalo de ocorrência de fogo (duas incidências de fogo), a classe “único - muito curto” abrangeu 8,2% da área queimada, enquanto para as áreas que apresentaram dois intervalos ou mais, a classe “muito curto” destacou-se ao abranger 6,3% da área queimada, seguido do tempo de retorno misto, com 5,5 % da área queimada.

FIGURA 9 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA QUEIMADA PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020 EM RELAÇÃO AO TEMPO DE RETORNO DE FOGO



FONTE: A autora (2021)

Para área campestre o tempo de retorno de fogo muito curto, de 1 a 2 anos, que vai ao encontro do observado por Alvarado *et al.* (2017) para o Parque Nacional da Serra do Cipó e por Pereira Junior *et al.* (2014).

Pereira Junior *et al.* (2014) descreveram um período de retorno de fogo inferior a três anos para áreas de campo sujo no PE Jalapão, enquanto para áreas de Cerrado denso esse período se aproxima de seis anos, dependendo assim do tipo de vegetação. A elevada incidência de fogo nessas áreas foi associada pelos autores à sazonalidade do clima na região, acúmulo de material combustível e tradicional uso do fogo.

Dalazoana *et al.* (2015) apontam como uma necessidade o manejo das áreas de campo do PNCG, incluindo o uso de fogo controlado, a fim de promover a sua regeneração natural. Para tanto, Silva *et al.* (2011) sugerem que algumas áreas tenham baixas frequências de fogo, com o intuito de conservar espécies tidas como sensíveis ao fogo, entremeadas por áreas com maior frequência e menos tempo sem queima, a fim de evitar extensas áreas com acúmulo de biomassa, assim como distintos tempos de retorno de fogo, de modo a configurar um mosaico de áreas queimadas, diferindo em frequência, intensidade e sazonalidade.

6 CONCLUSÃO

A delimitação de cicatrizes permitiu uma análise espaço-temporal das ocorrências de incêndios florestais. Com base nisso, pode-se concluir:

- Agosto e setembro os meses críticos de ocorrência de incêndios florestais;
- O tipo de vegetação mais atingida foi a campestre;
- As áreas à noroeste do PNCG apresentaram as frequências mais elevadas de ocorrência de fogo, sendo sete a máxima observada;
- As áreas queimadas configuraram um mosaico de queimas, para o qual o tempo sem queima foi variável.
- A classe de retorno de fogo “incompleto” foi predominante, porém observou-se uma tendência a um retorno de fogo muito curto, de 1 a 2 anos.
- Recomenda-se uma análise temporal mais abrangente, assim como inclusão da área no entorno do PNCG.

REFERÊNCIAS

- ACCATINO, F.; MICHELE, C. de. Humid savanna–forest dynamics: a matrix model with vegetation–fire interactions and seasonality. **Ecological Modelling**, v. 265, p. 170 - 179, 2013.
- ALMEIDA, C. G. de.; SILVA, M. A. da.; DALAZOANA, K.; ANTIQUEIRA, L. M. R.; MORO, R. S. Paisagem florestal do Parque Nacioal dos Campos Gerais, PR. In: SEMINÁRIO DE PESQUISAS DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS E DA RESERVA BIOLÓGICA DAS ARAUCÁRIAS, 1., 2015, Ponta Grossa, **Anais...**Ponta Grossa: ICMBio, 2015. p. 22 – 24.
- ALVARADO, S. T.; FORNAZARI, T.; CÓSTOLA, A.; MORELLATO, L. P. C.; SILVA, T. S. F. Drivers of fire occurrence in a mountainous brazilian cerrado savana: tracking long-term fire regimes using remote sensing. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 270 – 281, 2017.
- ALVES, D. B.; PÉREZ-CABELLO, F.; CAMBRAIA, B. C.; BONADEU, F.; SILVEIRA, A. L. P. Análise multitemporal de áreas afetadas pelo fogo no enclave de cerrado do Parque Nacional dos Campos Amazônicos utilizando sensoriamento remoto e trabalho de campo. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 22, e18, 2018.
- BATISTA, E. K. L.; RUSSEL-SMITH, L.; FRANÇA, H.; FIGUEIRA, J. E. C. An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: outcomes of fire suppression policies. **Journal of Environmental Management**, n. 205, p. 40 - 49, 2018.
- BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHULER, L.; PILLAR, V. D. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o quaternário tardio. In: PILLAR, V. D.; MULLER, S. C.; CASTILHO, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, 2009, p. 13 – 25.
- BRASIL. 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/LEIS/L9985.htm >. Acesso em: 7 jul. 2015.
- BRASIL. Decreto nº s/n, de 23 de março de 2006. Cria o Parque Nacional dos Campos Gerais, no Estado do Paraná, e dá outras providencias. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 mar. 2006.
- DALAZOANA, K.; BARBOSA, T. A.; RAMOS, G.G.; MORO, R. S.; ROCHA, C. H. Espacialização dos remanescentes de campos nativos no Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. In: SEMINÁRIO DE PESQUISAS DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS E DA RESERVA BIOLÓGICA DAS ARAUCÁRIAS, 1., 2015, Ponta Grossa, **Anais...**Ponta Grossa: ICMBio, 2015. p. 42 – 47.
- FEDELIS, A.; PIVELLO, V. R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no cerrado e campos sulinos?. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 12 – 25, 2011.

FIDELIS, A.; MULLER, S. C.; PILLAR, V. D.; PFADENHAUER, J. Efeito do fogo na ecologia de populações de herbáceas e arbustos dos campos sulinos. **Revista brasileira de biociências**, v. 5, n. 1, p. 303 – 305, 2007.

FRANÇA, H.; RAMOS NETO, M. B.; SETZER, A. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, 140 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: 2019a. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 5 set. 2019.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Médias históricas**. Londrina: 2019b. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>>. Acesso em: 5 set. 2019.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha**. Curitiba, 2004. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1255>>. Acesso em: 9 jul. 2015.

_____. **Unidades de Conservação Estaduais**. Curitiba: IAP, 2012. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1209>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

_____. **RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural**. Curitiba: IAP, 2017. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=289>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

_____. **Cobertura e uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Estado da arte das pesquisas no Parque Nacional dos Campos Gerais e na Reserva Biológica das Araucárias**. 2015. Ponta Grossa: ICMBIO. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/UC-RPPN/estado_da_arte_das_pesquisas_parna_campos_gerais_rebio_araucarias.pdf>. Acesso em: 09 jan.2021.

_____. **Mapa temático e dados geoestatísticos das unidades de conservação federais**. Brasília: ICMBIO, 2019. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

KOPROSKI, L. P. Efeitos do fogo sobre répteis e mamíferos. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. (Org.) **Incêndios florestais no Brasil: o estado da arte**. Curitiba, 2009, p. 133 – 156.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 4 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526 p.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Os Campos Gerais do Paraná. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Org.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 2010. p. 17 – 21.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Áreas prioritárias**. 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiversidade>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

MULLER, S. C. **Padrões de espécies e tipos funcionais de plantas lenhosas em bordas de floresta e campo sob influência do fogo**. 135 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MYERS, R. L. **Convivendo com o fogo** – manutenção dos ecossistemas e subsistência com o manejo integrado do fogo. USA: TNC, 2006. 28 p.

OLIVEIRA, E. A. O Parque Nacional dos Campos Gerais: processo de criação, caracterização ambiental e proposta de priorização de áreas para regularização fundiária. 279 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

OVERBECK, G. E.; MULLER, S. C.; PILLAR, V. D.; PFADENHAUER, J. Fine-scale post-fire dynamics in Southern Brazilian subtropical grassland. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, n. 6, p. 655 - 664, 2005.

PEREIRA JÚNIOR, A. C.; OLIVEIRA, S. L. J.; PEREIRA, J. M. C.; TURKMAN, M. A. A. Modelling fire frequency in a Cerrado Savanna Protected Area. **Plos One**, v. 9, n. 7, e102380, 2014.

RAMSEY, G. S.; HIGGINS, D. G. **Canadian forest fire statistics**. Ontario: Canadian Forestry Service, 1981. 71p. (Information Report PIX9).

ROCHA, C. H.; SANTANA, A. C. Evolução do uso das terras no Parque Nacional dos Campos Gerais entre 1962 e 2005. In: SEMINÁRIO DE PESQUISAS DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS E DA RESERVA BIOLÓGICA DAS ARAUCÁRIAS, 1., 2015, Ponta Grossa, **Anais...**Ponta Grossa: ICMBio, 2015. p. 42 – 47.

ROCHA, C. H.; WEIRICH NETO, P. H. Origens do sistema de produção e fragmentação da paisagem nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Ed.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007, p. 171 - 179.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75 - 42, 2002.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, Curitiba, n. 1, v. 36, p. 93 – 100, 2006.

SEGER, C. D. **Material combustível e comportamento do fogo em vegetação de estepe gramíneo-lenhosa na RPPN Caminho das Tropas, Palmeira, Paraná.** 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVA, M. Y. B. **Florística e estrutura de uma formação pioneira com influência flúvio-lacustre 12 anos após derramamento de óleo, Araucária, Paraná.** 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SILVA, A. R. da.; ANDRADE, A. L. P. de.; VELAZCO, S. E.; GLAVÃO, F.; CARMO, M. R. B. do. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no sul do Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 325 – 347, 2016.

SILVA, D. M. da.; LOIOLA, P. P.; ROSATTI, N. B.; SILVA, I. A.; CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A. Os efeitos dos regimes de fogo sobre a vegetação de cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 26 – 39, 2011.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo.** 2 ed. Curitiba, 2017. 250 p.

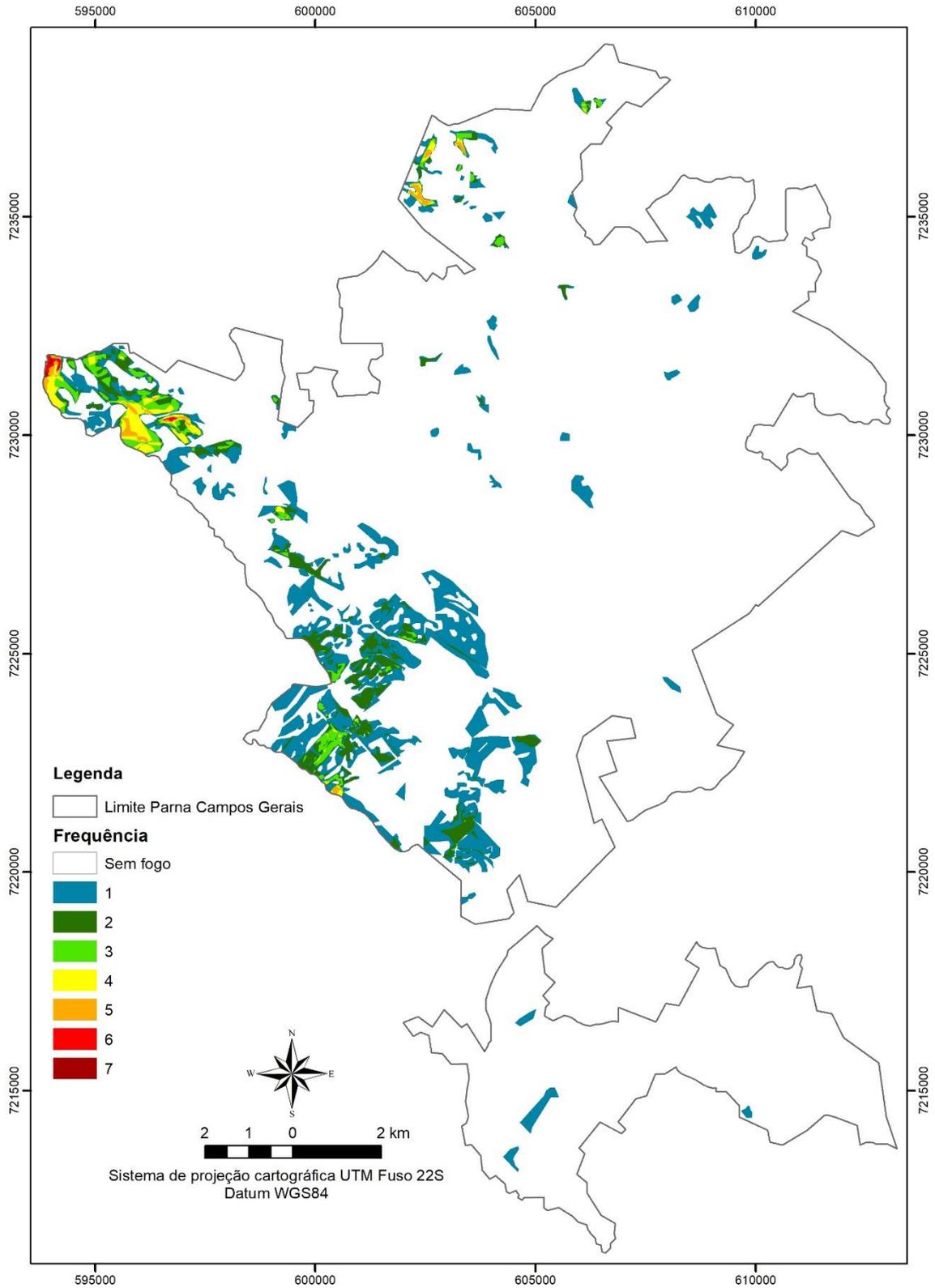
TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. G.; FÉLIX, G. A.; SILVA JÚNIOR, M. R. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 531 – 542, 2016.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Earth Explorer:** imagens de satélites *Landsat*. 2020.

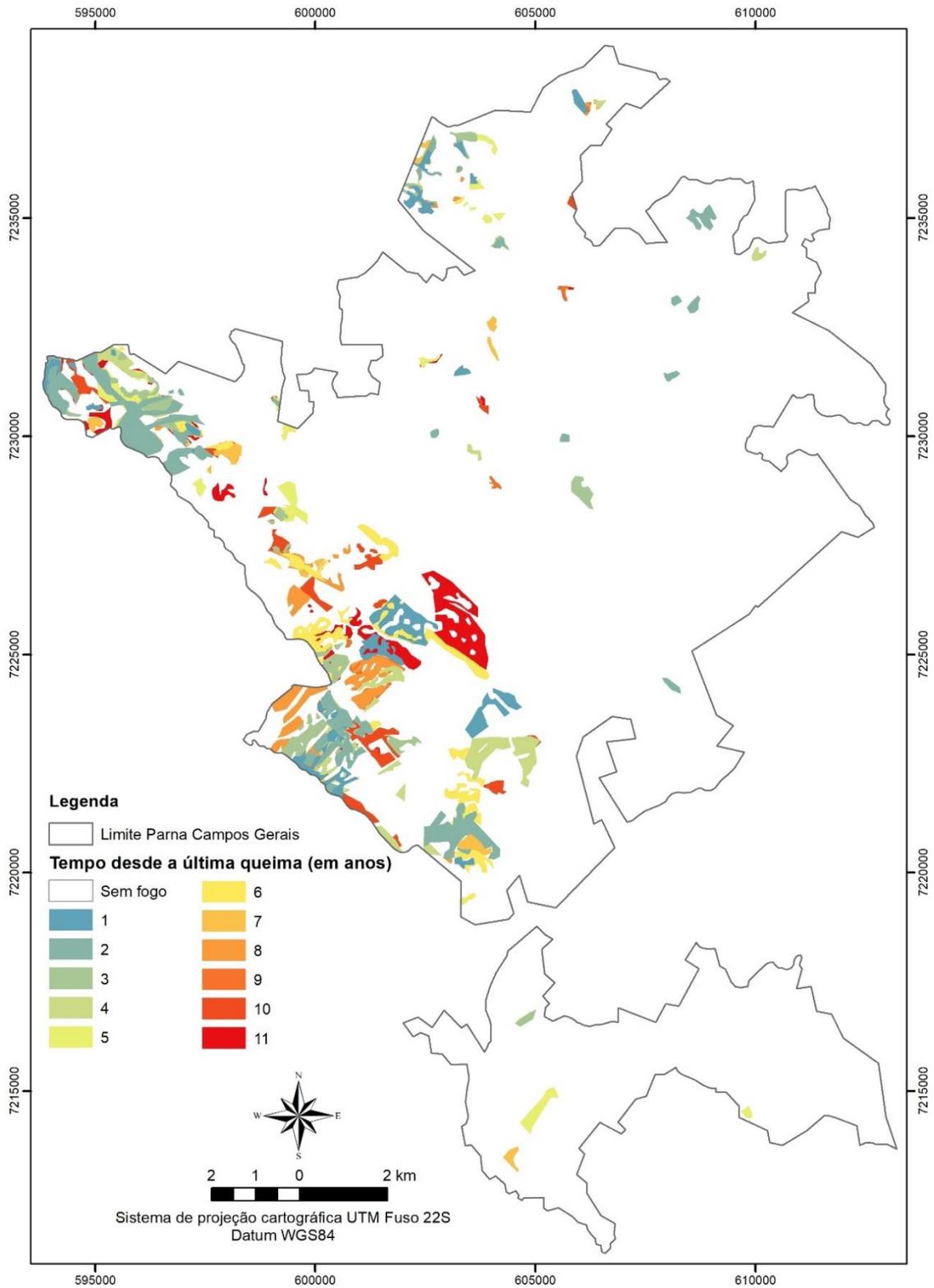
WITTKUHN, R. S.; HAMILTON, T. Using fire history data to map temporal sequences of fire return intervals and season. **Fire Ecology**, v. 6, p. 97 – 114, 2010.

ZILLER, S. R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica.** 277 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

APÊNDICE 1 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES SEGUNDO A FREQUÊNCIA DE QUEIMA, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020, PARA O PNCG



APÊNDICE 2 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES SEGUNDO O TEMPO DESDE A ÚLTIMA QUEIMA, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020, PARA O PNCG



APÊNDICE 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CICATRIZES SEGUNDO A TEMPO DE RETORNO DE FOGO, PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020, PARA O PNCG

