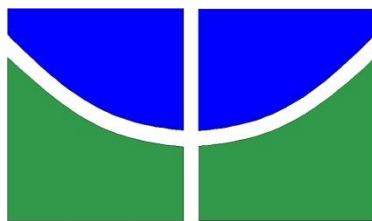


DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DO FOGO NO PARQUE  
NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS E SEU ENTORNO, ENTRE 2000 E  
2020

Júlia Sholl Ayres Dias

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)

FACULDADE DE TECNOLOGIA (FT)

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL (EFL)

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DO FOGO NO PARQUE  
NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS E SEU ENTORNO, ENTRE 2000 E  
2020

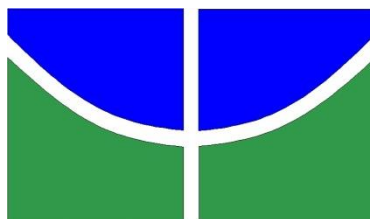
Júlia Sholl Ayres Dias

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
Florestal da Universidade de Brasília, como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli  
Matricardi

Brasília, Distrito Federal

28 de janeiro de 2023



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade de Tecnologia - FT  
Departamento de Engenharia Florestal - EFL

## DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DO FOGO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS E SEU ENTORNO, ENTRE 2000 E 2020

Estudante: Júlia Sholl Ayres Dias

Matrícula: 13/0117994

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Menção:

---

Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Orientador (EFL)

---

Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira  
Universidade de Brasília – UnB  
Membro da Banca

---

Polyana Cristina Paro  
Membro da Banca

Brasília-DF, 09 de setembro de 2022.

## FICHA CATALOGRÁFICA

DIAS, JÚLIA SHOLL AYRES

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DO FOGO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS E SEU ENTORNO, ENTRE 2000 E 2020. [Distrito Federal] 2022. **31** p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Florestal, 2023).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. Geoprocessamento         | 2. Parque Nacional Chapada Dos Veadeiros |
| 3. Uso e cobertura da terra | 4. MAPBIOMAS                             |
| 5. Incêndios                |  |

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DIAS, J.S.A. (2023). DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DO FOGO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS E SEU ENTORNO, ENTRE 2000 E 2020. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, **28** p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Júlia Sholl Ayres Dias

TÍTULO: DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DO FOGO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS E SEU ENTORNO, ENTRE 2000 E 2020.

GRAU: Bacharel em Engenharia Florestal ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Júlia Sholl Ayres Dias

Departamento de Engenharia Florestal (EFL)-FT

Universidade de Brasília (UnB)

Campus Darcy Ribeiro

CEP 70919-970 – Brasília – DF – Brasil

# AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Paula Sholl e Rodrigo Ayres, pois sem eles eu não seria nada e muito menos estaria aqui para contar história. São minha base para tudo e minha força diária. Sou muito grata pela criação, amor, força, puxões de orelha e parceria que recebi. Agradeço aos meus irmãos: Isabella, Guilherme e Pedro por serem meu alicerce. Espero poder ser exemplo para vocês um dia e estarei sempre aqui por vocês. Ser irmã mais velha de vocês me orgulha mais que concluir a universidade. Agradeço à toda minha família em geral, em especial meu padrinho Ricardo e minha madrinha Samantha, por sempre me apoiarem, me colocarem no chão, me ajudarem e me centrarem. Sem vocês os dois minha graduação não saia. Também agradeço muito a minha avó, Maria Teresinha, que sempre me apoiar e acreditar no meu potencial. Dedico também minha graduação aos meus falecidos avós, Genoveva Ayres e Roberto Sholl. Sei que isso daria muito orgulho para vocês e sinto de longe. Essa é por vocês também! Obrigada família, sem vocês eu nada seria e não teria chegado até aqui sem o apoio de vocês!

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos, que também sempre me apoiaram e me ajudaram a não pirar. Citar todos que já me ajudaram nesse caminho é impossível, mas gostaria de deixar um agradecimento especial para: Fernanda Medeiros, Rafael Cesar, Victor Hugo e Rodrigo Leon, meus amigos, de fora da Engenharia Florestal que sempre me apoiaram e sempre estiveram por mim. Não posso deixar de agradecer a todos meus colegas da Engenharia Florestal que somaram na minha graduação. Tenho que agradecer especialmente ao João Marcelo Lemos, que participou de várias matérias comigo e não me deixou desistir em vários momentos. Nossa sociedade nos aguarda!

Não menos importante gostaria de agradecer a todo o corpo docente de Engenharia Florestal. A todos os professores que tive e que me ensinaram muito. Amo a profissão que escolhi para mim e muito disso é, pois, tive excelentes profissionais para me ensinar e me qualificar. Agradecimento especial ao meu orientador Eraldo Matricardi, por ser um excelente orientador, excelente professor, ter um caráter incrível, por me ajudar sempre que precisei, me apoiar, acreditar no meu potencial e me orientar nesta jornada. Agradecer também a Universidade de Brasília por ter me proporcionado os melhores anos da minha vida.

Sem este conjunto de fatores, não estaria aqui concluindo uma etapa tão importante da minha vida. Por tanto, sou muito grata a cada um que passou pela minha vida e agregou! OBRIGADA!!!!!!!

## RESUMO

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupa parte de várias regiões brasileiras, ocupando 23,3% de todo território brasileiro, considerado um *hotspot* da biodiversidade do mundo por ser um dos biomas brasileiros mais ameaçados pelo desmatamento e ocorrência do fogo em áreas de vegetação nativa. O desmatamento e os incêndios florestais provocam a alteração da paisagem, fragmentação dos habitats, extinção de espécies, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição dos aquíferos, assoreamento dos rios e desequilíbrio no ciclo de carbono, dentre outros prejuízos ambientais. Com o propósito de manter os ecossistemas naturais, foram criadas várias Unidades de Conservação (UCs) para diminuir a pressão antrópica sobre remanescentes dos grandes biomas brasileiros. O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) é a principal UC do Cerrado e é uma das áreas mais importantes de conservação do Planalto Central do Brasil. Apesar das medidas governamentais, os incêndios florestais são considerados a maior ameaça às UCs e, conseqüentemente, ao PNCV, com grandes áreas internas e circunvizinhas afetadas anualmente pelo fogo. O presente estudo teve como objetivo analisar a dinâmica espacial e temporal dos incêndios florestais ocorridos no PNCV e no seu entorno (zona de amortecimento de vinte quilômetros), durante duas décadas (2000 a 2020) utilizando dados georreferenciados de uso da terra e da ocorrência do fogo produzidos pelos Projetos Mapbiomas e Mapbiomas-FIRE, disponíveis na plataforma *Google Earth Engine*. A partir destes dados anuais de áreas atingidas por fogo na área e período de estudo, foi gerado um mapa de recorrência do fogo para todo o período de estudo. Com base nos resultados deste estudo, observou-se que as maiores áreas impactadas por fogo no PNCV e seu entorno ocorreram em 2007, 2010 e 2014. Em 2009 foi observada a menor área impactada por fogo durante o período e área analisada. A formação campestre foi a mais atingida por fogo, que também é a formação predominante no interior do PNCV. A formação savânica foi a mais atingida por fogo no entorno do PNCV, a formação mais atingida no período de análise. A maior área total atingida por fogo foi observada no município de Cavalcante, estado de Goiás. Os resultados deste estudo podem ser utilizados como apoio para o planejamento das atividades de prevenção, controle e combate aos incêndios florestais no PNCV e seu entorno.

## ABSTRACT

The Cerrado is the second largest biome in South America and spatially occupies part of several Brazilian regions, occupying 23.3% of entire Brazilian territory, considered a *hotspot of biodiversity* in the world because it is one of the most threatened Brazilian biomes by deforestation and fire events in native vegetation. Deforestation and forest fires are responsible for landscape changes, habitat fragmentation, species extinction, invasion of exotic species, soil erosion, aquifer pollution, river silting and imbalance in the carbon cycle, among other environmental damage. To maintain natural ecosystems, several Protected Areas (PAs) were created to reduce the anthropic pressure on remnants of native vegetation in the Brazilian biomes. The Chapada dos Veadeiros National Park (PNCV) is the main PA of the Cerrado biome and is one of the most important conservation areas of the Central Plateau of Brazil. Despite government measures, forest fires are considered the greatest threat to PAs and, consequently, to PNCV, showing large internal and surrounding areas that have been annually affected by wildfires. This study aimed to analyze the spatial and temporal dynamics of forest fires that occurred in and around the PNCV (20-kilometer damping zone) during two decades (2000 to 2020) using georeferenced data on land use and the occurrence of fire produced by the Mapbiomas and Mapbiomas-FIRE Projects, available on the *Google Earth Engine platform*. From these annual data of areas affected by fire in the area and study period, a fire recurrence map was generated for the entire study period. Based on the results of this study, it was observed that the largest areas impacted by fire within the PNCV and on its 20 km buffer zone, occurred in 2007, 2010 and 2014. The smallest area impacted by wildfires during the study period and site was observed in 2009. The country formation was the most affected by fire, which is also the predominant formation within the PNCV. The savanna vegetation type was the most affected by fires in the 20km buffer zone of the PNCV. The largest total area affected by fire was observed in the municipality of Cavalcante, Goiás State. This study results can be used to support definition of forest fire prevention, control, and suppression within the PNCV and 20km buffer zone.

## Sumário

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
Lista de Tabelas .....	9
Lista de Figuras .....	9
1. Introdução .....	10
2. Problema e Questões de Pesquisa.....	12
3. Objetivo.....	12
4. Materiais e Métodos .....	13
4.1. Caracterização da Área.....	13
4.2. Base de dados.....	15
4.2.1. O Projeto MAPBIOMAS .....	15
4.2.2. MAPBIOMAS Fire .....	16
4.2.3. Google Earth Engine® .....	17
4.3. Metodologia .....	17
5. Resultados e Discussão .....	18
5.1. Áreas atingidas por fogo.....	18
5.2. Recorrência do fogo .....	24
5.3. Fogo por classe de uso e cobertura da terra .....	24
5.4. Fogo por município na área de estudo.....	27
6. Conclusão.....	29
7. Referências Bibliográficas .....	30



## Lista de Tabelas

Tabela 1 - População total em 2018, área dos municípios (ha), área da UC nos municípios e proporção da área por município na área de estudo. Fonte: IBGE (2021).	14
Tabela 2- Área atingida por fogo entre 2000 e 2020 no PNCV e na zona de 20 km de seu entorno.	19

## Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros no estado de Goiás e Brasil.....	13
Figura 2- Uso e Cobertura da terra no Parque Nacional dos Veadeiros - PNCV e na zona de 20km de seu entorno. Mapa referente a 2020. Fonte: Adaptado do Mapbiomas (2023). .....	16
Figura 3 – Área afetada por fogo na área de estudo (total, dentro do PNCV e em seu entorno) entre 2000 e 2020. Fonte: Adaptado dos Projetos Mapbiomas e Mapbiomas Fire (2023) .....	18
Figura 4 – Distribuição espaço-temporal das áreas atingidas por fogo no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 km de entre 2000 e 2008. .....	21
Figura 5 – Distribuição espaço-temporal das áreas atingidas por fogo no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 km de entre 2009 e 2017. .....	22
Figura 6 - Distribuição espaço-temporal das áreas atingidas por fogo no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 km de seu entorno entre 2018 e 2020. ....	23
Figura 7 – Distribuição espacial da recorrência da ocorrência do fogo no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros e a na zona de 20 km de seu entorno entre 2000 e 2020.....	24
Figura 8- Áreas atingidas por fogo por classe de uso e cobertura da terra dentro e na zona de 15km de seu entorno entre 2000 e 2020. ....	25
Figura 9 – Usos e cobertura da terra atingidos por fogo a cada ano do período de análise (2000 a 2020), sequenciados de A) Florestas, B) Formação savânica, C) Silvicultura, D) Campos alagados, E) Formações campestres, F) Pastagens, G) Mosaico de Agricultura e Pastagens, H) Outras áreas não vegetadas, I) Mineração, J_ Soja, K) Outras lavouras temporárias. ....	26
Figura 10- Ocorrência de Incêndios em cada um dos Municípios que englobam o PNCV e sua ZA, entre 2000 e 2020.....	28

# 1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, está presente em todas as Regiões brasileiras, e ocupa cerca de 23,3% do território nacional (IBGE, 2019). O Cerrado possui grande número de espécies de fauna e flora, razão pela qual é considerado um *hotspot* do mundo, e está perdendo seu habitat, principalmente devido à instalação e desenvolvimento de atividades agrícolas. O bioma também tem um importante papel social: muitas pessoas vivem de seus recursos naturais, incluindo grupos indígenas tribais, geraizeiros, ribeirinhos, babaçus, várzeas e comunidades quilombolas que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural do Brasil, e participam do conhecimento tradicional da biodiversidade (MMA, 2022).

A ocupação desordenada da área central do País, para expandir a produção agrícola e pecuária, tem sido considerada a principal causa de degradação do Cerrado. Essa mudança na área do Brasil Central tem, entre outros efeitos, causado um aumento na frequência de incêndios na região e, talvez, alterado a capacidade de restaurar elementos da biota mais sensíveis a essa perturbação (FIEDLER et al., 2006). Por tanto, a degradação contribui para a maior frequência do fogo no bioma.

O Cerrado é um dos biomas brasileiros mais ameaçados em termos de perda de cobertura vegetal remanescente. O desmatamento e os incêndios florestais ocasionam alteração da paisagem, fragmentação dos habitats, extinção de espécies, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição dos aquíferos, assoreamento dos rios e desequilíbrio no ciclo de carbono, entre outros prejuízos. O fogo, juntamente com as chuvas sazonais e solo pobre em nutrientes, é considerado um dos fatores determinantes para a vegetação do Cerrado. As principais causas do desmatamento no Cerrado são atividades, mercados e produtos cuja expansão e seus promissores benefícios incentivam os produtores, direta ou indiretamente, a consumir áreas antes intocadas do Bioma, destruindo a biodiversidade, a riqueza e outros benefícios da produção de outros tipos de Bioma. No Cerrado, a maioria dos incêndios florestais são causados por ações antrópicas, sem o controle do órgão ambiental e durante a estação seca (junho-setembro), principalmente do meio ao final da estação. Esses incêndios estão associados à renovação de pastagens, mas também ao desmatamento ilegal e a produção de carvão vegetal de espécies nativas. A frequente ocorrência de incêndios no bioma Cerrado acarreta diferentes impactos, como por exemplo, danos à vegetação e fauna (biodiversidade); danos à paisagem (estética); danos ao solo, águas e ar (ciclagem de nutrientes); danos às instalações e a cultivos; danos à saúde humana (MMA, 2010).

As unidades de conservação são essenciais para a conservação da biodiversidade dos biomas. Com o intuito de preservar os ambientes físicos, bióticos e culturais, as Unidades de Conservação (UC) foram criadas, na tentativa de diminuir a pressão antrópica sobre remanescentes dos grandes biomas brasileiros. A Lei nº 9.985/2000 institui o Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), que estabelece os critérios para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação da natureza (UC). As UC são entendidas, conforme legislação, como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público” (ANDRADE e LEMES, 2021).

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) é uma unidade de conservação (UC) de importância crucial para a conservação do bioma Cerrado, segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (FIEDLER et al., 2006). É uma das principais áreas de conservação do Planalto Central do Brasil e é considerada como uma das áreas-núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado, integrando o corredor

ecológico Paranã-Pirineus e a Área de Proteção Ambiental Pouso Alto (ICMBio, 2021). Em 2017, seu tamanho foi ampliado para 240.000 hectares por meio de um decreto federal de 5 de junho de 2017. Situado no nordeste de Goiás, nos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João d'Aliança, o PNCV é reconhecido como uma área de alta diversidade de flora e fauna e foi declarado Patrimônio Natural Mundial pela UNESCO em 2001 (UNESCO, 2017).

O ICMBio é responsável pela administração do PNCV, instituição criada pela Lei nº 11.516/2007 para gerenciar as UCs federais. De acordo com o ICMBio (2021), no PNCV, criado em 1961, há diversos tipos de plantas, centenas de fontes de água e canais, rochas com bilhões de anos de idade, além de locais de grande beleza natural, com características que mudam ao longo do ano.

O PNCV é essencial para a preservação de amostras representativas do Cerrado Central do Brasil, especialmente do Cerrado de altitude, para proteger as reservas hídricas na parte superior do Rio Tocantins. Também preserva antigos locais de mineração, como parte da história da região. A altitude (aproximadamente 1.400 metros) e as diferentes características do Cerrado contribuem para a grande riqueza de espécies raras e endêmicas e tornam esta área um excelente laboratório para estudar a distribuição e adaptação de espécies. Além da conservação da biodiversidade e geodiversidade, o PNCV visa pesquisa científica, educação ambiental e turismo em áreas naturais. Caminhadas e banhos em cachoeiras são as principais atividades no Parque (ICMBio, 2021).

Dentre as medidas governamentais adotadas para reduzir a ocorrência de queimadas nas Unidades de Conservação (UCs) do país, destacam-se a implementação de políticas públicas voltadas à prevenção e combate às queimadas, a promoção de programas de educação ambiental para sensibilização da população sobre a importância da preservação ambiental, e a intensificação das ações de fiscalização e aplicação de multas para coibir as práticas ilegais de queimadas (BRASIL, 2019). No entanto, apesar dessas iniciativas, as queimadas ainda persistem como uma ameaça significativa para as UCs, provocando danos diretos e indiretos à fauna, flora e ao ecossistema como um todo. O PNCV é um exemplo de UC que sofre com incêndios florestais, com grandes áreas internas e circunvizinhas afetadas pelo fogo todos os anos (FIEDLER et al., 2006). As práticas de queima são tradicionais na região e continuam sendo amplamente utilizadas para preparar a terra e promover a rebrota do capim, o que significa o risco de perder o controle do fogo e se espalhar em áreas de relevância ecológica (TATAGIBA, 2010).

Planejamentos de prevenção e combates aos incêndios florestais em Unidades de Conservação dependem do exame das causas, frequência e efeitos do fogo em uma determinada área, entre outras informações. Assim, um dos principais alicerces para proteger as Unidades de conservação é o estudo dos padrões históricos de incêndios florestais dentro e ao redor de suas áreas (PEREIRA et al., 2004).

No presente estudo, avaliou-se as cicatrizes de fogo detectadas por sensoriamento remoto entre 2000 e 2020 na área do PNCV e seu entorno, identificando-se os tipos de uso e cobertura da terra atingidos. Avaliou-se também a recorrência do fogo e a sua distribuição espacial na área de estudo. Os resultados desta pesquisa são úteis para apoiar o planejamento no controle, prevenção e combate ao fogo na região onde está inserido o PNCV.

## **2. Problema e Questões de Pesquisa**

Os incêndios florestais são um fenômeno natural na maioria das florestas do mundo, mas, quando ocorrem com frequência excessiva, podem prejudicar a biodiversidade e a saúde das florestas. A ocorrência do fogo pode ter um impacto significativo na economia, como a perda de madeira, a interrupção das atividades turísticas e a diminuição da qualidade do ar. Para a implementação de atividades de prevenção e combate a incêndios florestais e o planejamento e controle do uso do fogo é necessário entender a dinâmica espacial e temporal do fogo em regiões de interesse. O entendimento da dinâmica dos incêndios permite desenvolver estratégias para proteger os recursos naturais.

Os incêndios florestais podem ser difíceis de controlar em áreas densamente vegetadas, especialmente áreas de Cerrado, dentro de Unidades de Conservação, que podem ser agravados pelas características da topografia e de acesso. A mitigação de incêndios florestais no Cerrado e Unidades de Conservação envolve o uso de técnicas como limpeza de áreas florestais, criação de faixas de segurança, manutenção de trilhas e estradas, além de campanhas de conscientização. Também é importante desenvolver e implementar planos de prevenção e combate a incêndios, e treinar equipes de combate a incêndios para lidar com emergências (Aragão, 2008). As informações sobre esses fatores associados aos parâmetros que mais contribuem aos incêndios florestais são importantes ao fomento e criação de políticas públicas e medidas de prevenção a incêndios nas unidades de conservação, possibilitando melhores ações no combate efetivo ao fogo.

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV), localizado no bioma Cerrado, é alvo frequente de incêndios florestais, os quais têm gerado prejuízos socioeconômicos e ambientais significativos naquela Unidade de Conservação, ano após ano. Diante dessa realidade, faz-se necessário um aprofundamento no entendimento das séries espaço-temporais dos incêndios naquele Parque e seu entorno, de modo a subsidiar a definição de estratégias mais efetivas de controle, prevenção e combate aos incêndios na região. Em função disso, o presente estudo se orientou pelas seguintes questões de pesquisa: qual a extensão e quais os tipos de uso e cobertura do solo afetados pelo fogo na área de estudo nas últimas décadas? Onde se localizam as áreas queimadas? Qual a frequência e recorrência dos incêndios?

## **3. Objetivo**

O objetivo do presente estudo foi analisar a dinâmica espacial e temporal dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) e em seu entorno (zona de amortecimento de vinte quilômetros) durante duas décadas (2000 a 2020), utilizando dados georreferenciados de uso e cobertura da terra e ocorrência do fogo. Buscou-se também compreender a dinâmica dos incêndios florestais no PNCV, identificar áreas e formações mais propensas à ocorrência de fogo e contribuir para a gestão e conservação desta importante Unidade de Conservação do Cerrado.

## 4. Materiais e Métodos

### 4.1. Caracterização da Área

A área deste estudo abrange todo o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, que, de acordo com o ICMBIO (2021), é a principal Unidade de Conservação do estado de Goiás, e a zona de 20 quilômetros de seu entorno. O PNCV está integralmente inserido no bioma Cerrado, na bacia hidrográfica do Tocantins, localizado no Nordeste do Estado de Goiás, entre os Municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Teresina de Goiás, Nova Roma e São João d'Aliança (Figura 1).

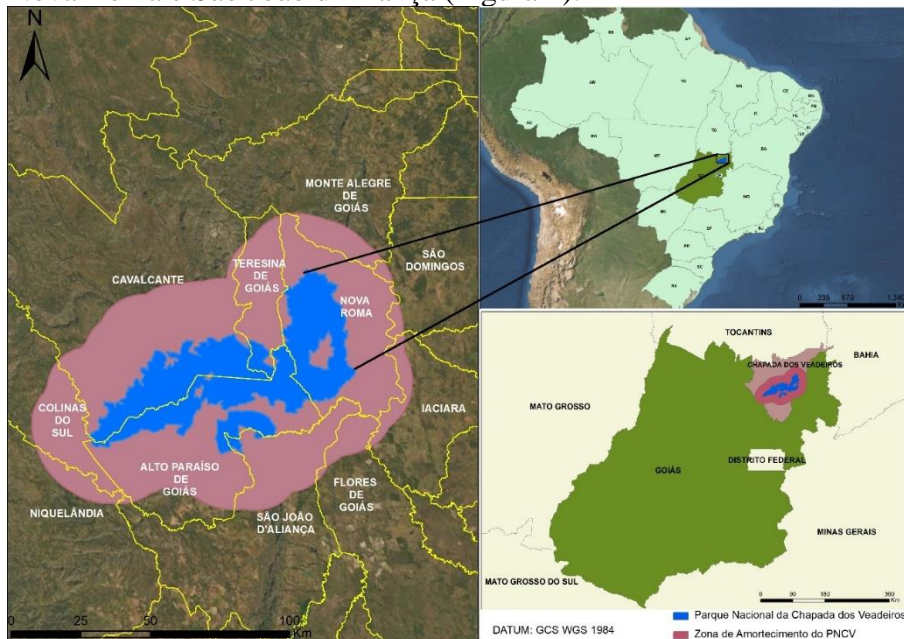


Figura 1 - Localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros no estado de Goiás e Brasil

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros faz parte da categoria de Parques Nacionais que foram criados com base no Código Florestal, Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e na Lei nº. 5.197 (Proteção à Fauna), de 3 de janeiro de 1967, e foram definidos como unidades de uso indireto pelo Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979 (Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros). É considerado como uma área nacional ampla e isolada, dotada de qualidades únicas para garantir a proteção integral da flora e da fauna silvestre, solo, água e beleza natural, através da ciência, educação, recreação e tradições (ICMBio, 2021). Foi criado a partir do Decreto nº 49.875, de 11 de janeiro de 1961, e teve seus limites aumentados em quase quatro vezes pelo Decreto Federal de 5 de junho de 2017 (ICMBio, 2021).

Faz parte da região da Chapada dos Veadeiros que envolve formações de vegetação típica de cerrado, as formações florestais de Cerradão e Matas de Galeria. De acordo com o plano de manejo do PNCV, foram identificadas 20 espécies endêmicas e 12 ameaçadas de extinção dentro e no entorno do Parque, incluindo pato-mergulhão, boi-socó, lobo-guará, cervo-do-pantanal, gato-do-mato, gato-maracajá, tamanduá-bandeira, codornaburaqueira, tatu-canastra, águia-cinzenta e a onça pintada (ICMBio, 2021).

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) possui uma variedade de fitofisionomias, segundo dados do Instituto Socioambiental, a fitofisionomia de contato savana-floresta estacional representa 24,8% do PNCV, enquanto a savana representa

75,25%. Além disso, o PNCV também se sobrepõe em 80,5% à Área de Proteção Ambiental (APA) Pouso Alto, com uma área sobreposta de 194.005 hectares.

Do ponto de vista socioeconômico, os municípios onde está inserido o PNCV tinha uma população total de 37.347 habitantes em 2018, uma densidade de 2,4 habitantes por quilômetro quadrado. O PNCV ocupa pouco mais de 30% da área dos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante e Nova Roma (Tabela 1).

Tabela 1 - População total em 2018, área dos municípios (ha), área da UC nos municípios e proporção da área por município na área de estudo. Fonte: IBGE (2021).

Município	População Total	Área do Município (ha)	Área da UC no município (ha)	Proporção da área da UC por município (%)
Alto Paraíso de Goiás	7.558	259.390,5	82.749,9	34,3
Cavalcante	9.693	695.366,6	75.871,2	31,4
Nova Roma	3.293	213.596,0	73.082,9	30,3
São João d'Aliança	13.387	332.737,9	2.432,8	1,0
Teresina de Goiás	3.416	77.463,9	7.019,9	2,9
Total	37.347	15.785,6	241.156,7	100

### Zona de 20 km do entorno do PNCV (Zona de Amortecimento)

A área no entorno de unidades de conservação é definida pelo SNUC (Sistema Nacional de unidades de Conservação da Natureza) como Zona de Amortecimento (ZA). Segundo o art. 2º, XVIII da Lei n. 9.985/2000, entende-se por Zona de Amortecimento (ZA) “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. O art. 25 da Lei do SNUC estabelece que todas as categorias de UCs devem possuir ZA, exceto a Área de Proteção Ambiental e a Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Soares et al. (2016) e Andrade e Lemes (2021) propuseram o uso de uma Zona de Amortecimento de 10 quilômetros como uma medida de prevenção de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, indicando a limpeza de áreas, a proibição de algumas atividades humanas, o monitoramento e a conscientização da comunidade para impedir a propagação de incêndios para dentro do parque. Apesar disto, no presente estudo, foi considerado uma zona de 20 quilômetros a partir do limite do parque buscando ampliar o entendimento da área de seu entorno, especialmente devido a características da ocorrência e propagação de incêndios florestais na região. Com isso, foram incluídos na área de estudo partes dos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Colinas do Sul, Flores de Goiás, Iaciara, Monte Alegre de Goiás, Niquelândia, Nova Roma, São Domingos, São João d' Aliança e Teresina de Goiás.

## 4.2. Base de dados

Para análise espacial e temporal da ocorrência do fogo na área de estudo, foram utilizados dados do uso e cobertura da terra e de incêndios florestais ocorridos entre 1985 e 2020, produzidos pelos Projetos Mapbiomas e Mapbiomas-Fire, disponíveis na plataforma Google Earth Engine. Os projetos Mapbiomas foram gerados utilizando dados dos satélites Landsat de série 5 e 8, com resolução espacial de 30 metros. Mais detalhes dos Projetos Mapbiomas estão apresentados a seguir.

### 4.2.1. O Projeto MAPBIOMAS

O Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias) é uma iniciativa do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (SEEG/OC ) e foi produzido por uma rede colaborativa de criadores formados por ONGs, universidades e empresas de tecnologia; organizados por biomas e temas transversais. No Bioma Cerrado o projeto é coordenado pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). Mostra as transformações que ocorrem no território brasileiro, por meio da ciência, tornando acessíveis informações sobre o uso da terra, a fim de buscar a conservação e combater as mudanças climáticas. Produz mapas anuais de cobertura e uso da terra desde 1985, verifica e relata cada evento de desmatamento detectado no Brasil desde janeiro de 2019 e monitora as marcas de água e fogo todos os meses desde 1985. O projeto surgiu a partir da necessidade de se produzir mapeamento anual de uso e cobertura da terra para todo país com um custo mais acessível, rápido e atualizado. Foi estabelecido contato com a Google® que produziu um acordo de cooperação técnica para desenvolver uma campanha baseada na plataforma *Google Earth Engine*® (Mapbiomas, 2023).

Todos os produtos do MapBiomias estão em constante evolução, divididos em Coleções de 1 a 6, onde a mais recente é a Coleção 6 que cobre o período de 1985 a 2020, publicada em agosto de 2021 (Mapbiomas, 2023). A Figura 2 apresenta os tipos de uso e cobertura da terra em 2020 no PNCV e na zona de 20 km de seu entorno, um os anos analisados no presente estudo.

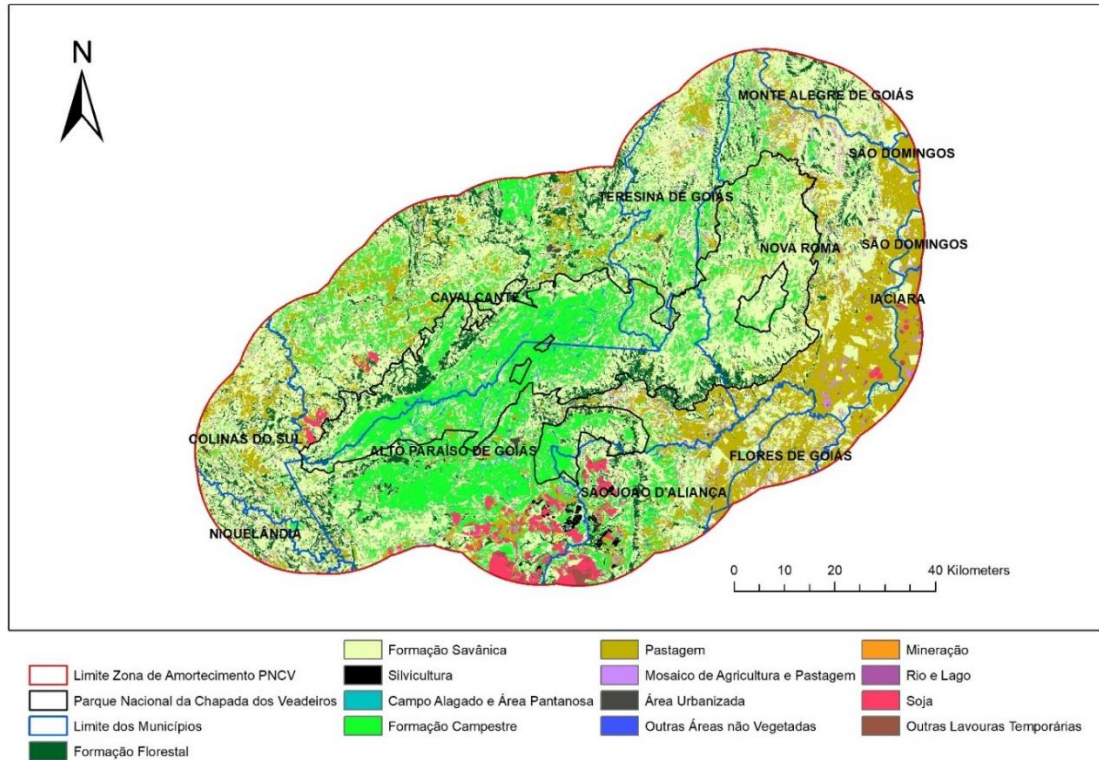


Figura 2- Uso e Cobertura da terra no Parque Nacional dos Veadeiros - PNCV e na zona de 20km de seu entorno. Mapa referente a 2020. Fonte: Adaptado do Mapbiomas (2023).

O MapBiomas fornece produtos que podem ser usados pelo público em geral, como mapas de cobertura e uso do solo, mosaicos de imagens e plataforma web de consulta pública para fácil acesso da população à imagens, mapas e estatísticas das coleções do MapBiomas. Também fornece dados mais especializados, para quem interessar, como notas meteorológicas, coleção de scripts de GitHub, plugins para QGIS e ferramentas de acesso e downloads através do Google Earth Engine®. O MapBiomas apresenta outras iniciativas para o melhor desenvolvimento do projeto e acurácia como um todo. Algumas destas iniciativas são MapBiomas Fire, MapBiomas Alerta, MapBiomas Amazônia, MapBiomas Bosque Atlântico entre outros (Mapbiomas, 2023).

#### 4.2.2. MAPBIOMAS Fire

O MapBiomas Fire é uma das iniciativas do projeto e apresenta todo o mapeamento de cicatrizes de fogo no Brasil baseado em mosaicos de imagens dos satélites Landsat com resolução espacial de 30 metros. O período de mapeamento foi de 1985 a 2020, com dados mensais e anuais de cicatrizes de incêndios abrangendo todo o território brasileiro. Todo esse processo é feito em colaboração entre os centros MapBiomas e inteligência artificial usando algoritmos de aprendizado de máquina (deep learning) no Google Earth Engine® e na plataforma Google Cloud Storage®, que oferece grande poder de processamento em nuvem. O trabalho está organizado por biomas e regiões, com coleta de amostras de áreas queimadas e não queimadas para treinar o algoritmo por regiões, além da utilização de mapas de referência, como áreas queimadas



a partir detectadas pelo produto MODIS (MCD64A1), com correção de área de 500 m e os dados de focos de calor são do INPE (Mapbiomas, 2023).

### **4.2.3. Google Earth Engine®**

A plataforma *Google Earth Engine* (GEE) permite o acesso e processamento de dados geoespaciais desenvolvida pela Google, incluindo grandes conjuntos de dados de imagens de satélite, sensoriamento remoto e dados geográficos. A GEE oferece ferramentas para análise, visualização e processamento desses dados. Uma das principais vantagens do Google Earth Engine é o acesso a milhões de imagens de satélite e dados geográficos de várias fontes, incluindo NASA, USGS, Landsat e Sentinel. Isso permite aos usuários acessar imagens históricas e atuais com alta resolução espacial e temporal para aplicações como monitoramento ambiental, gestão de recursos naturais e análise de crescimento urbano (GEE, 2023).

Além disso, a GEE inclui uma variedade de ferramentas de processamento de dados, como algoritmos de classificação de imagem, detecção de mudança, e modelagem de dados, que permitem aos usuários analisar e extrair informações valiosas a partir dos dados de imagem. Outra vantagem é a possibilidade de compartilhar suas análises, mapas e projetos com outros usuários, e trabalhar em equipe com outros pesquisadores, cientistas e gestores de recursos. Além disso, a GEE é baseada na nuvem, o que significa que os usuários podem acessar e processar grandes conjuntos de dados sem precisar de hardware ou software local. Isso também facilita o acesso aos dados e ferramentas para usuários em todo o mundo. Por fim, é possível integrar a GEE com outras ferramentas da Google, como o Google Maps e o Google BigQuery, e pode ser integrado com outras ferramentas de análise e visualização de dados (GEE, 2023).

Em síntese, a GEE é uma plataforma de computação que permite aos usuários executar análises geoespaciais na infraestrutura do Google, baseada em nuvem, que permite aos usuários visualizar e analisar imagens de satélite do planeta. Reúne mais de 40 anos de imagens de satélite globais, atuais e históricas, e usa as ferramentas e a potência computacional necessária para analisar e coletar esse enorme volume de dados.

## **4.3. Metodologia**

O mapeamento de uso e cobertura do solo utilizado neste trabalho é oriundo do Projeto Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas e MapBiomas Fire), que utiliza SIG para gerar um produto de série histórica. Os dados da Coleção 5.0 foram baixados por meio do script na plataforma *Google Earth Engine* e, posteriormente, processados no *software* ArcMap 10.8® para os dados, gerar informação e preparar os mapas finais da área de estudo.

As imagens de sensoriamento remoto utilizadas compreendem o período de 01 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2020, correspondendo, deste modo, ao histórico de 17 anos antes e de 3 anos após o estabelecimento do novo limite do Parque. Para maior detalhamento dos dados, o limite do PNCV adotado na pesquisa foi o limite segundo o aumento de sua área definida por Decreto Federal em 2017.

Para a caracterização dos incêndios florestais na área de estudo, as ocorrências de fogo no Cerrado receberam valores de 0 e 1, onde 0 é referente a locais que não ocorreram a passagem do fogo e 1, áreas onde ocorreram. Os mapas gerados se encontram nos resultados deste trabalho. As áreas queimadas foram calculadas através dos dados disponíveis nas tabelas de atributos geradas pela plataforma GEE.

Os dados vetoriais do PNCV foram obtidos através do IBGE e foi definida a Zona de Amortecimento com uma buffer de 20 quilômetros a partir dos limites do PNCV. Foi utilizado o sistema de Coordenadas projetada UTM, zona 23S, e o sistema de referência (DATUM) WGS-84 para o processamento e manipulação dos dados georreferenciados.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1. Áreas atingidas por fogo

A distribuição temporal das áreas atingidas por fogo é muito variável ano-a-ano no período e área de estudo. As maiores áreas atingidas por fogo foram observadas em 2007, 2010, 2014 e 2019 enquanto as menores áreas atingidas por fogo foram observadas em 2008, 2009, 2013 e 2018. Em geral, houve variações anuais, que indicam que fatores externos podem estar contribuindo para as altas diferenças anuais (Figura 3).

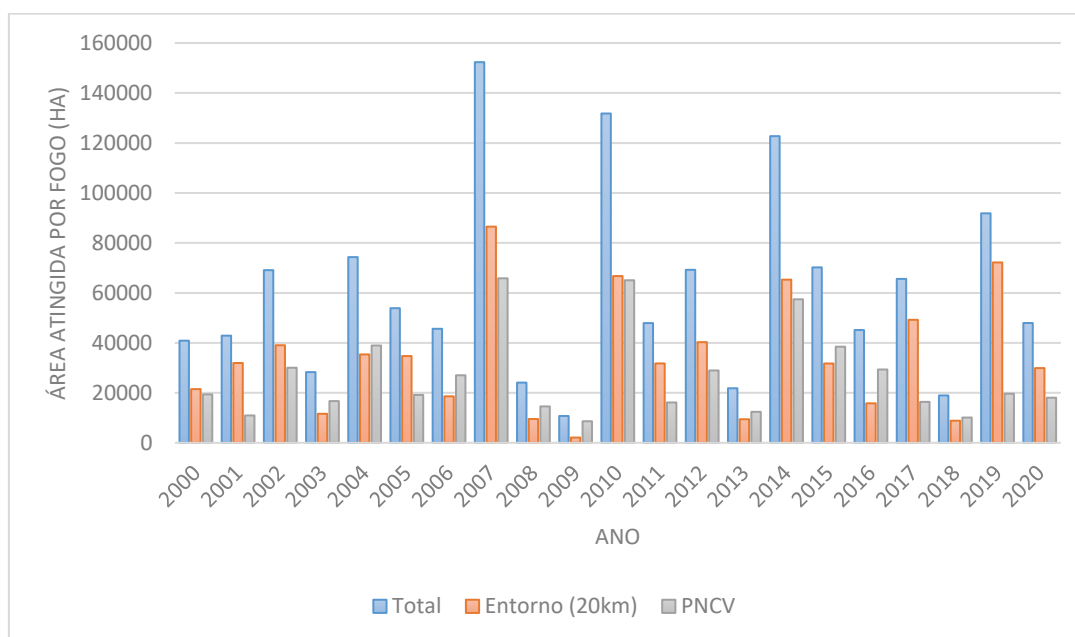


Figura 3 – Área afetada por fogo na área de estudo (total, dentro do PNCV e em seu entorno) entre 2000 e 2020. Fonte: Adaptado dos Projetos Mapbiomas e Mapbiomas Fire (2023)

Observou-se que após a ocorrência um ano de grande área total atingida por fogo, seguem um ou mais anos com menor quantidade. É provável que ocorre a diminuição do combustível de biomassa vegetal que inviabiliza as grandes queimadas ou incêndios florestais. Este comportamento corrobora com observações de Silva e Souza (2019), que afirmam que quando ocorrem incêndios florestais em grande escala, é possível observar uma tendência de redução de intensidade nos anos subsequentes. Isso pode ser explicado pelo fato de que a biomassa presente na área é queimada e transformada em cinzas, o que

impede o acúmulo suficiente para que ocorra um incêndio muito severo novamente. O que também corrobora Gomes (2017), que afirma que a tendência é de que a área afetada não queime no ano subsequente devido à falta de biomassa.

Tabela 2- Área atingida por fogo entre 2000 e 2020 no PNCV e na zona de 20 km de seu entorno.

Ano	Área (ha) atingida			Percentual atingido		
	Total	Entorno	Parque	Total	Entorno	Parque
2000	40.874	21.495	19.379	4.1	5.5	8.1
2001	42.885	31.938	10.947	4.3	5.7	4.6
2002	69.098	39.054	30.044	7.0	9.2	12.5
2003	28.298	11.608	16.690	2.9	3.8	6.9
2004	74.315	35.372	38.943	7.5	9.9	16.2
2005	53.884	34.719	19.168	5.4	7.2	8.0
2006	45.626	18.600	27.026	4.6	6.1	11.2
2007	152.339	86.509	65.830	15.4	20.3	27.4
2008	24.092	9.526	14.566	2.4	3.2	6.1
2009	10.731	2.108	8.623	1.1	1.4	3.6
2010	131.789	66.735	65.054	13.3	17.6	27.0
2011	47.921	31.770	16.151	4.8	6.4	6.7
2012	69.233	40.282	28.951	7.0	9.2	12.0
2013	21.828	9.429	12.399	2.2	2.9	5.2
2014	122.729	65.296	57.433	12.4	16.4	23.9
2015	70.207	31.734	38.473	7.1	9.4	16.0
2016	45.139	15.801	29.338	4.6	6.0	12.2
2017	65.598	49.218	16.380	6.6	8.8	6.8
2018	18.953	8.840	10.113	1.9	2.5	4.2
2019	91.838	72.182	19.656	9.3	12.3	8.2
2020	47.950	29.901	18.049	4.8	6.4	7.5
<b>Total</b>	<b>1.275.327</b>	<b>712.117</b>	<b>563.213</b>			
<b>Média</b>	<b>60.729,9</b>	<b>33.910,3</b>	<b>26.819,7</b>	<b>6.1</b>	<b>8.1</b>	<b>11.1</b>

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram que a área total variou ao longo dos anos, alcançando um total de 1.275.327 ha no período. A média da área durante esse período foi de 60.729,9 ha. A área do entorno foi significativamente maior que a do parque, com uma média de 33.910,3 ha e 26.819,7 ha, respectivamente. Houve variações significativas na área do entorno e parque ao longo dos anos analisados. A média da área atingida por fogo na zona de entorno é maior que a do PNCV, embora relativamente, o percentual de áreas atingidas por fogo foi maior dentro do PNCV do que no seu entorno (11% e 8%, respectivamente) entre 2000 e 2020 (Tabela 2).

A distribuição espacial das áreas atingidas por fogo na área de estudo indica a dispersão em toda a área de estudo, com algumas concentrações na parte central e centro-oeste da área de estudo, com variações anuais (Figuras 4 a 6). A partir destas Figuras, observou-se ainda em 2007, 2010 e 2014 maior ocorrência das áreas atingidas por fogo. Em 2008, 2009 e 2018 os anos de menor ocorrência do fogo na área de estudo.

Os incêndios florestais são um problema crônico na região dos parques nacionais brasileiros, incluindo o PNCV (SILVA e SOUZA, 2019). No presente estudo, observou-

se que, percentualmente, dentro do PNCV ocorreu maior quantidade de áreas atingidas por fogo em todos os anos analisados. Isso é provavelmente devido à maior quantidade de vegetação natural presente no interior do parque, o que torna essas áreas mais vulneráveis e suscetíveis a incêndios. Outro fator importante é que a área na Zona do entorno é composta de diversas propriedades privadas, com maior presença de contingente humano e recursos, que permite ações de prevenção e combate aos incêndios de forma mais efetiva. As figuras 4 a 6 apresentam a distribuição espacial dos incêndios florestais e queimadas ocorridos entre 2000 e 2020 na área de estudo, envolvendo o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 quilômetros de seu entorno.

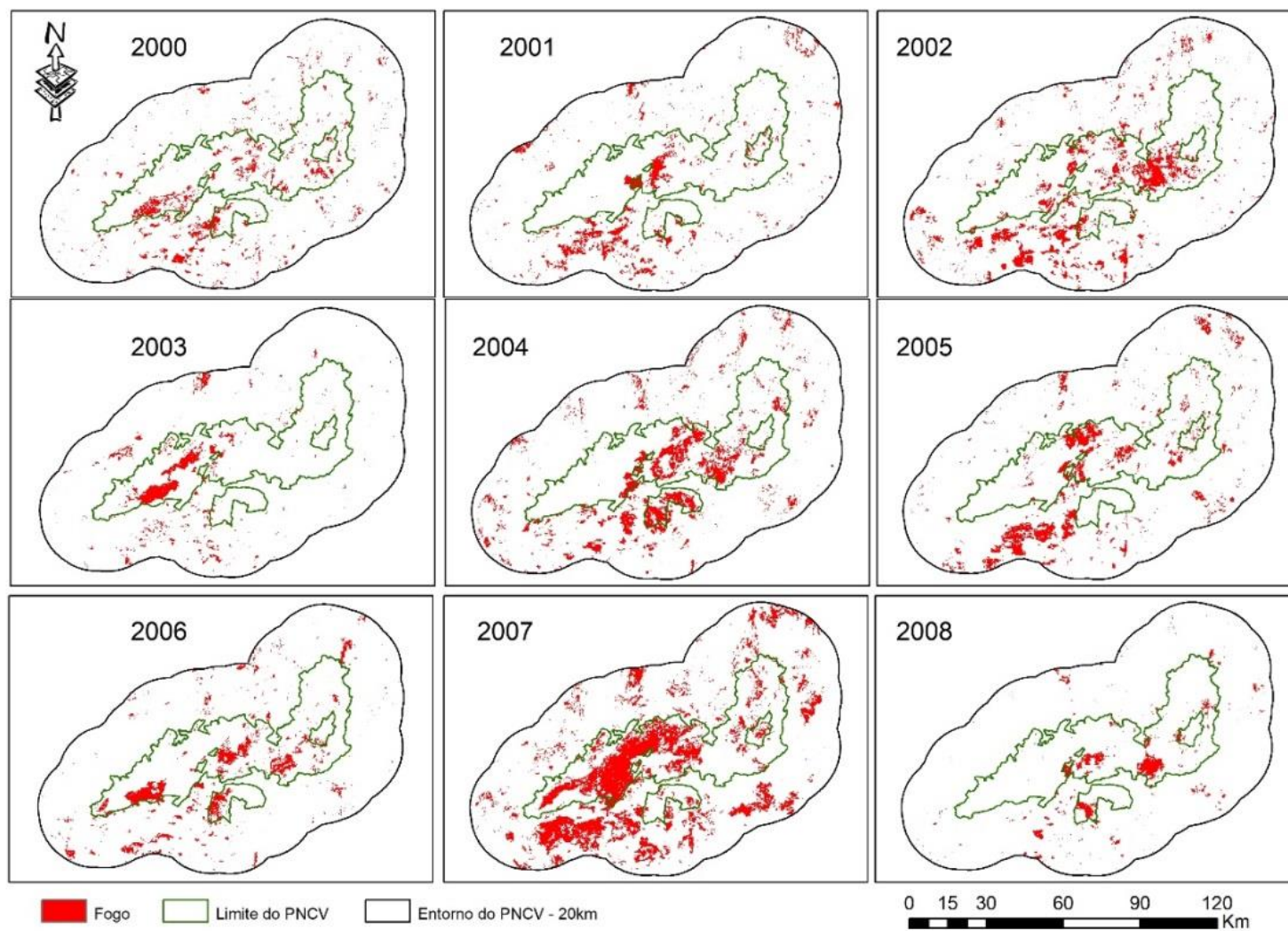


Figura 4 – Distribuição espaço-temporal das áreas atingidas por fogo no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 km de entre 2000 e 2008.

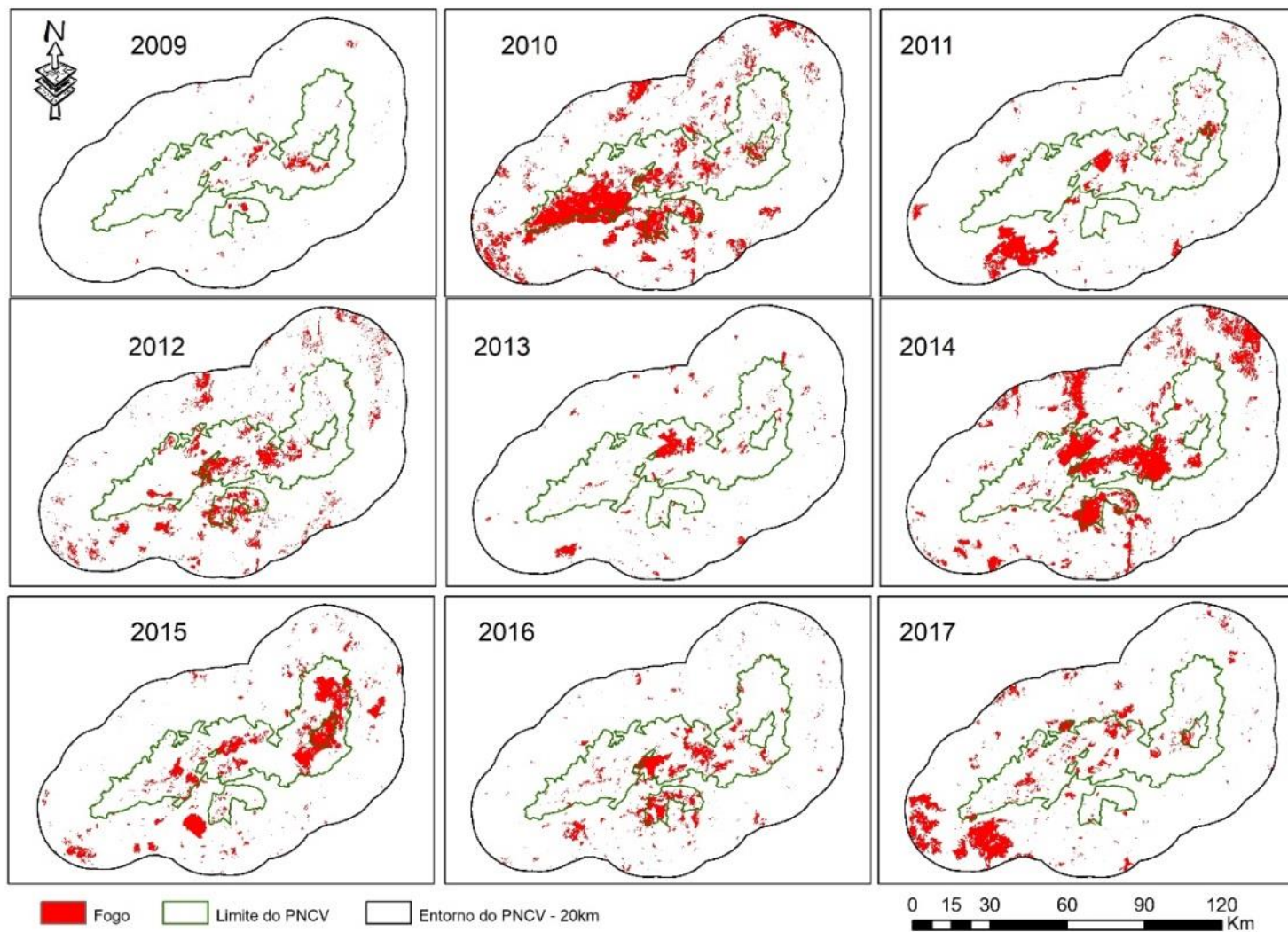


Figura 5 – Distribuição espaço-temporal das áreas atingidas por fogo no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 km de entre 2009 e 2017.

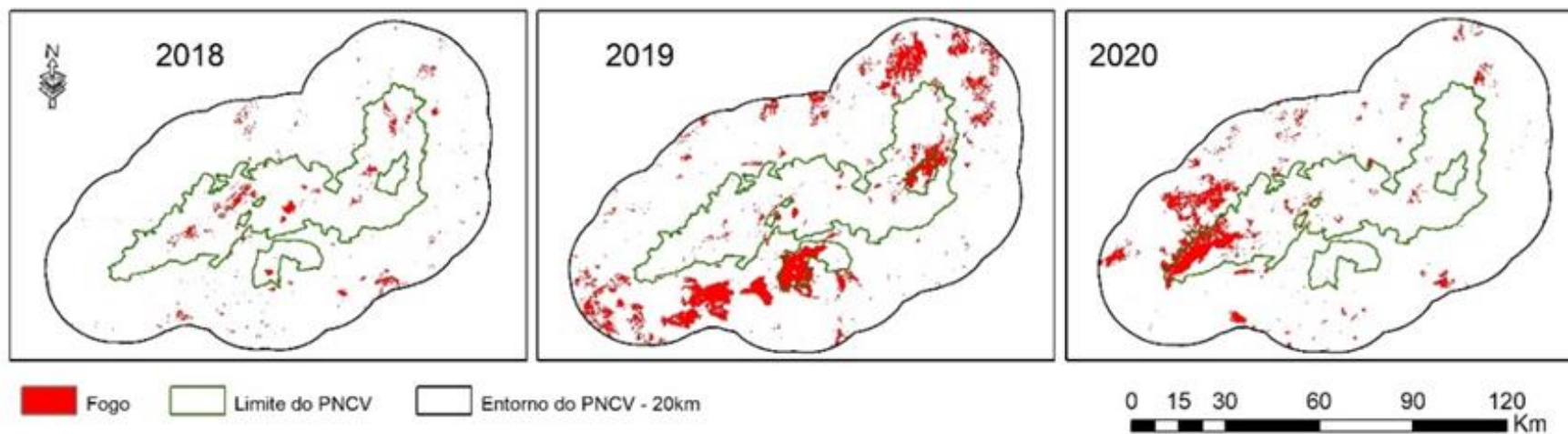


Figura 6 - Distribuição espaço-temporal das áreas atingidas por fogo no interior do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e a zona de 20 km de seu entorno entre 2018 e 2020.

## 5.2. Recorrência do fogo

A Figura 7 apresenta a distribuição espacial da frequência de ocorrência do fogo na paisagem da área de estudo entre 2000 e 2020. As áreas em vermelho mais escuro apresentam maior ocorrência de fogo, com recorrência mais frequente do fogo.

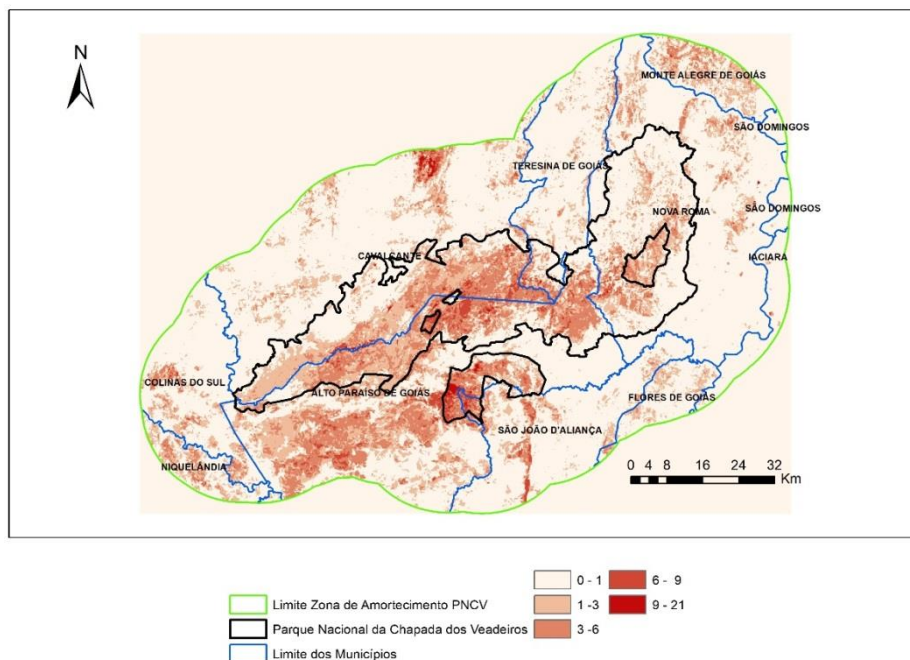


Figura 7 – Distribuição espacial da recorrência da ocorrência do fogo no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros e a na zona de 20 km de seu entorno entre 2000 e 2020.

Os resultados da análise da recorrência do fogo indicam maior frequência das áreas atingidas por fogo dentro do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV), especialmente em sua área central. Isso pode ser explicado pela natureza pública da área de PNCV, cuja gestão e manutenção é mais desafiadora devido à sua extensão (SILVA e SOUZA, 2019).

Na região de 20 km do entorno do PNCV, a maior frequência das áreas atingidas por fogo aparece na região centro-sul, dentro do município de Alto Paraíso de Goiás. A alta frequência de incêndios em Alto Paraíso pode ser explicada pelo fato de que a ação humana tem um papel significativo na ocorrência de incêndios em Alto Paraíso. A região é bastante explorada turisticamente, o que aumenta a possibilidade de ocorrência de incêndios acidentais causados por visitantes ou pela própria infraestrutura turística. Além disso, a expansão da fronteira agrícola e o uso indiscriminado do fogo na agricultura e na pecuária contribuem para a ocorrência de queimadas descontroladas.

## 5.3. Fogo por classe de uso e cobertura da terra

Com base nos resultados deste estudo, observou-se qual tipo de uso e cobertura da terra que ocorrem na área de estudo, e incluem as formações campestre, e savânica e as



pastagens, enquanto as áreas de mineração são pequenas áreas. A formação campestre é predominante dentro do PNCV, embora foi observado várias áreas de formação florestal e savânica. Na zona de 20 km do entorno do PNCV, observou-se uma diversidade de usos da terra, especialmente pastagens, além das coberturas de vegetação nativa similares às observadas no interior do Parque.

As formações savânicas e campestre foram as mais atingidas por fogo na área de estudo, seguidos imediatamente pelas florestas, as pastagens e os mosaicos de vários usos da terra (Figura 8). De acordo com estudo realizado por Silva e Souza (2019), a formação savânica é um dos ecossistemas mais vulneráveis a incêndios florestais devido à sua alta taxa de combustibilidade.

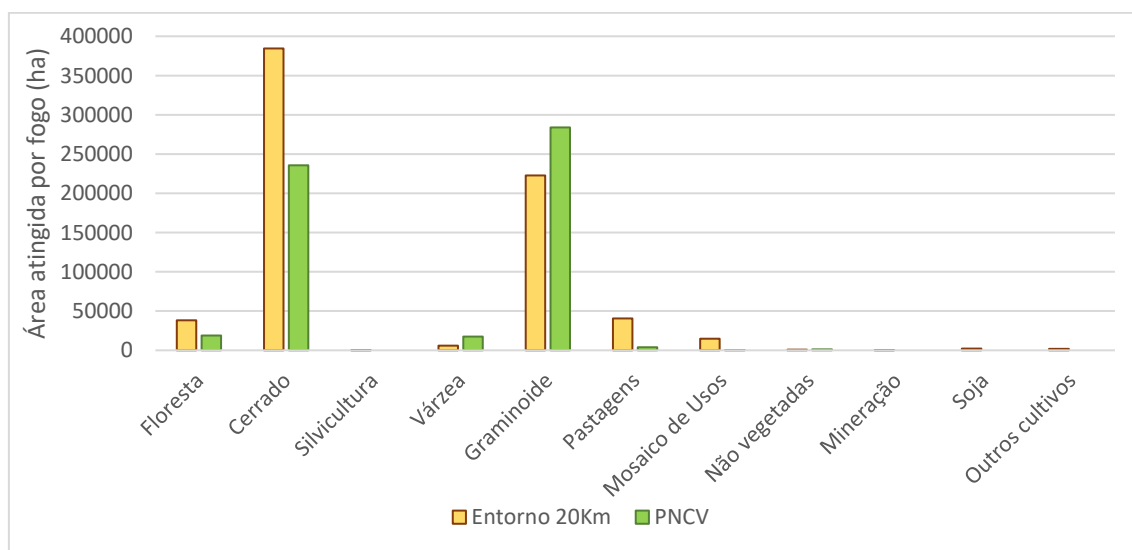


Figura 8- Áreas atingidas por fogo por classe de uso e cobertura da terra dentro e na zona de 15km de seu entorno entre 2000 e 2020.

As pastagens não estão muito presentes dentro do PNCV. A pastagem, apesar de ser uma área frequente no entorno do PNCV, é um uso do solo que apresenta pouca cobertura vegetal e animais, o que torna difícil a passagem de fogo, devido o fato de não apresentar muito material disponível para queima na área. Além de apresentar um cuidado maior dos proprietários quanto a passagem de fogo na área, devido os animais.

Observou-se que há tendência de ocorrência do fogo nos mesmos tipos de vegetação em todos os anos analisados, com predominância em área absoluta das formações savânicas e campestres, seguidos pelas pastagens, campos alagados e mosaicos de agricultura e pastagens. A tendência é similar foi observada dentro e no entorno do PNCV (Figura 9).

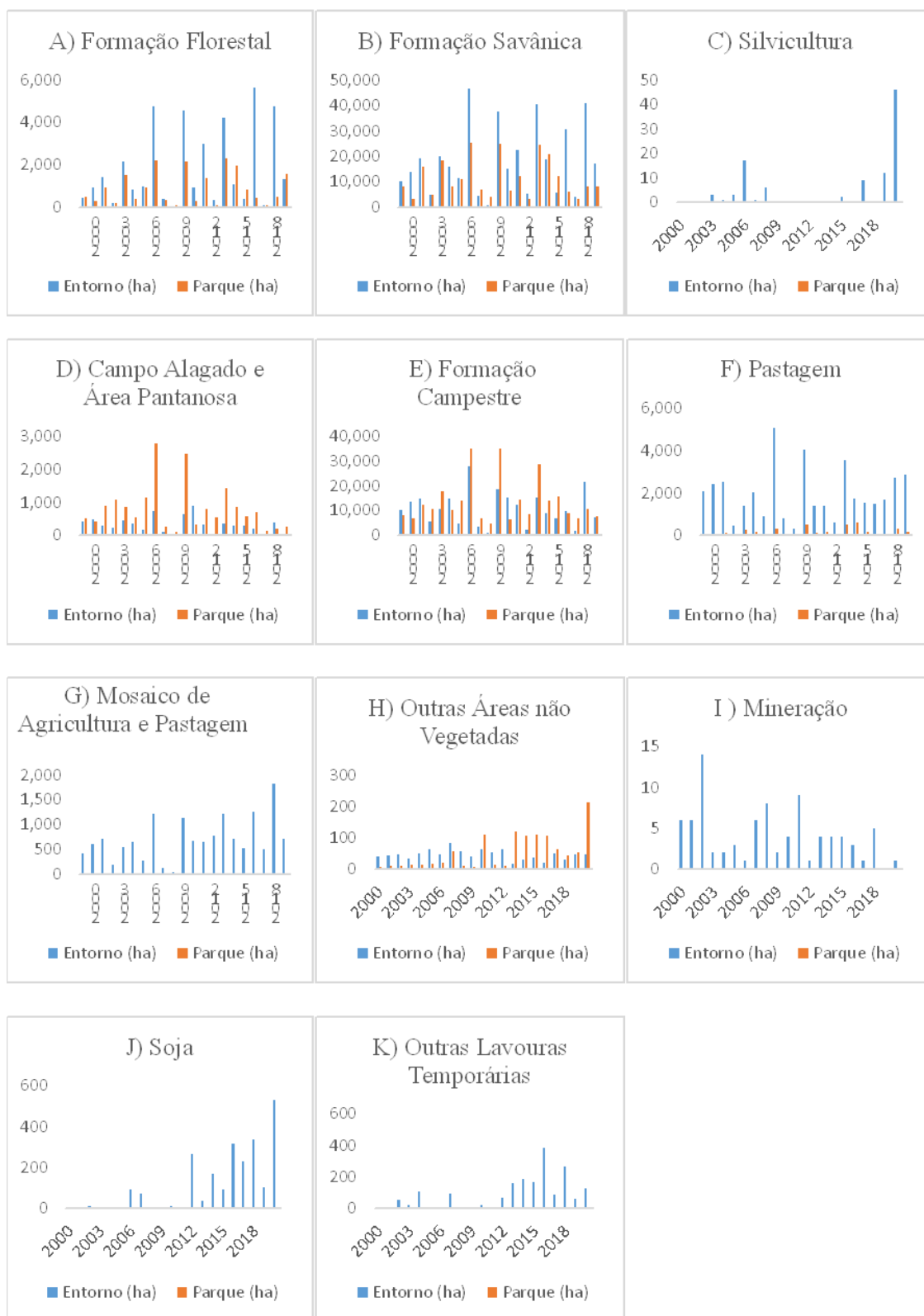


Figura 9 – Usos e cobertura da terra atingidos por fogo a cada ano do período de análise (2000 a 2020), sequenciados de A) Florestas, B) Formação savânica, C) Silvicultura, D) Campos alagados, E) Formações campestres, F) Pastagens, G) Mosaico de Agricultura e Pastagens, H) Outras áreas não vegetadas, I) Mineração, J\_ Soja, K) Outras lavouras temporárias.

Segundo Matos et al. (2020), a expansão das atividades agropecuárias e a implantação de pastagens é uma das principais causas dos incêndios florestais na região. O autor sugere que medidas de conservação e restauração florestal são fundamentais para mitigar os incêndios. Similarmente, Oliveira e Santos (2018) observaram que as formações campestres, Savânicas e Pastagens são as que apresentam maior frequência de ocorrência do fogo no bioma Cerrado.

A formação savânica é a cobertura da terra predominante na área de estudo (MATOS et al. 2020) e apresentou a maior área afetada por fogo em 2007. Durante o período de estudo, com exceção de 2003 e 2004, o interior do PNCV apresentou maior área afetada por fogo do que o entorno. As formações campestres, uso de segunda maior frequência na área estudada, apresentou, para quase todos os anos, maior quantidade de área queimada no interior do PNCV que em seu entorno, com exceção do ano de 2019. Outro uso do solo interessante de se analisar são os campos alagados e áreas pantanosas, que são as veredas. Este tipo de cobertura da terra foi mais atingido por fogo dentro PNCV do que na zona de 20 km de seu entorno.

As áreas ocupadas por silvicultura, pastagem, mosaico de agricultura e pastagem, mineração, soja e outras lavouras temporárias, são usos que não apresentaram ocorrência de fogo na área de estudo. Por se tratar de áreas particulares, produtivas – o produtor realiza a manutenção/conservação destas áreas a fim de evitar prejuízo financeiro.

Alguns podem ser os motivos pelo qual seja mais difícil controlar os incêndios florestais dentro de parques nacionais. De acordo com o estudo de Lima et al. (2018), os parques nacionais geralmente possuem acesso limitado, o que pode tornar difícil para os bombeiros chegar aos locais dos incêndios. Além disso, as estradas dentro dos parques geralmente são de terra e podem ficar impraticáveis durante incêndios florestais. Segundo o estudo de Silva e Souza (2019), muitos parques nacionais possuem terreno acidentado, com colinas, vales e córregos, o que pode dificultar a tarefa dos bombeiros.

De acordo com o estudo de Oliveira e Santos (2018), os parques nacionais geralmente possuem vegetação densa e áreas de floresta, o que pode tornar os incêndios mais difíceis de controlar. Conforme o estudo de Monteiro et al. (2016), Parques nacionais geralmente possuem restrições de intervenção para proteger a fauna e a flora, o que pode dificultar o uso de técnicas de combate a incêndios. De acordo com o estudo de Ferreira e Rodrigues (2017), Parques nacionais geralmente possuem menos recursos para combater incêndios florestais do que as zonas de amortecimento.

#### **5.4. Fogo por município na área de estudo**

O município que apresentou maior ocorrência, em geral, ao longo dos 20 anos analisados foi Alto Paraíso de Goiás, seguido de Cavalcante. Em 2007, Cavalcante apresentou uma alta quantidade de área queimada, que quase se equiparou à quantidade de área queimada em Alto Paraíso. Nova Roma foi o terceiro município com maior ocorrência de passagem de fogo, onde em 2015 superou, inclusive, Alto Paraíso e Cavalcante. O ano de 2020 foi o único ano em que ocorreu uma maior área queimada em Cavalcante, comparada com os outros municípios (Figura 10).

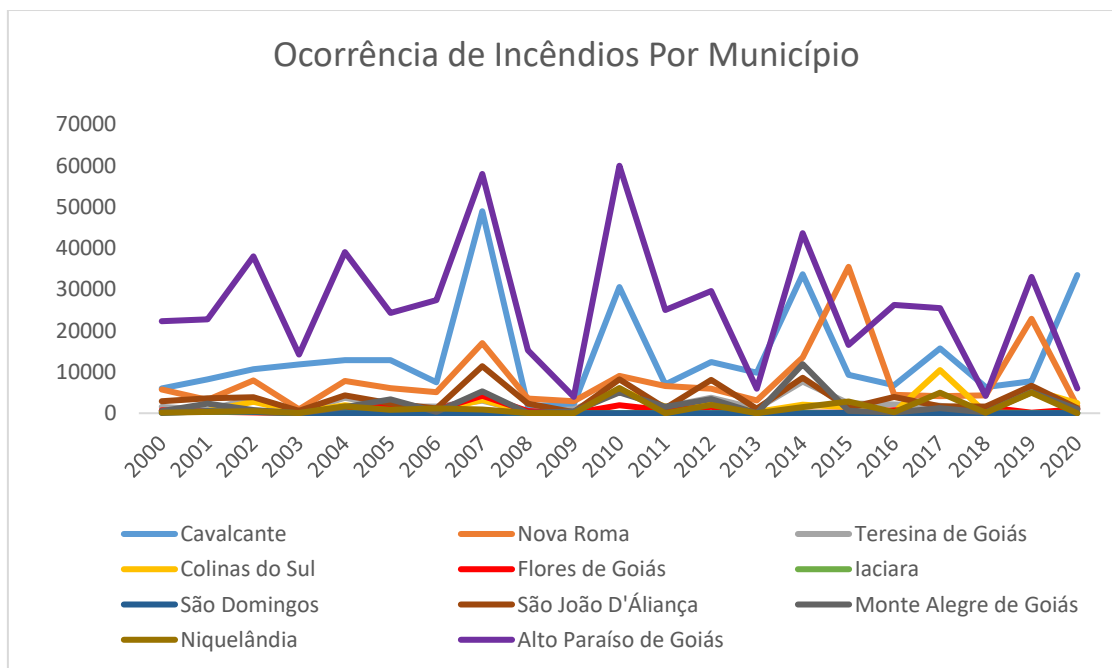


Figura 10- Ocorrência de Incêndios em cada um dos Municípios que englobam o PNCV e sua ZA, entre 2000 e 2020

De acordo com o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado, do MMA, o monitoramento e controle é essencial para aprimorar a fiscalização ambiental e, principalmente, aumentar a efetividade dos instrumentos de gestão florestal com vistas à conservação e uso sustentável do Bioma. Em relação a prevenção e controle de incêndios florestais em unidades de conservação, é importante que se ocorram as melhorias na infraestrutura das unidades de conservação para promover as ações de monitoramento, prevenção e controle de incêndios florestais, por meio da aquisição de equipamentos de combate ao fogo, capacitação e contratação de brigadistas e implementação de bases operativas.

O Plano de Manejo do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) em 2021 destaca a importância do manejo do fogo na conservação do Bioma Cerrado. A gestão integrada e controlada do fogo pode ser empregada a fim de preservar a flora e a fauna e prevenir incêndios florestais severos. A introdução de fogo prescrito e a implementação do Modelo Integrado de Fogos (MIF) no PNCV aumentaram a compreensão dos efeitos do fogo e reduziram a incidência de incêndios tardios extensos, bem como o dano causado e a área afetada. A tendência é que, com a gestão adequada do fogo, ocorra uma diminuição do número de incêndios durante períodos de seca intensa e, consequentemente, uma redução dos danos causados e da área afetada (ICMBio, 2021).

Uma das estratégias para mitigar o fogo em parques nacionais é a utilização de técnicas de manejo de combustível. Segundo Gonçalves et al. (2015), "a falta de manutenção e a degradação das áreas protegidas são fatores que contribuem para aumentar a vulnerabilidade aos incêndios florestais. A implantação de medidas de manejo de combustível e ações de prevenção são fundamentais para o sucesso no combate aos incêndios florestais em áreas protegidas." Essas técnicas incluem a limpeza de áreas densas de vegetação, a poda de árvores e a remoção de material morto e seco, as quais ajudam a reduzir a quantidade de combustível disponível para incêndios florestais, tornando-os menos intensos e mais fáceis de controlar.

Outra estratégia é o monitoramento constante das condições climáticas e da vegetação. Segundo Silva e Souza (2019), "o uso de sistemas de monitoramento remoto, como imagens de satélite e drones, pode ser uma ferramenta eficaz para detectar incêndios florestais em áreas remotas e difíceis de alcançar." Dessa forma, é possível identificar áreas de alto risco de incêndio e tomar medidas preventivas.

Além disso, é importante que haja treinamento e capacitação para os profissionais envolvidos no combate a incêndios florestais, pois isso aumenta a eficiência e a segurança na execução das ações de combate aos incêndios florestais. Segundo Gonçalves et al. (2016), "a falta de treinamento adequado pode comprometer a eficácia das ações de combate e prevenção aos incêndios florestais."

## 6. Conclusão

Os resultados deste estudo indicam em 2007, 2010 e 2014 foram os anos de maior ocorrência de fogo na área de estudo. Em 2008, 2009 e 2018 foram os anos de menor ocorrência do fogo no PNCV e seu entorno. Um total de 1,27 milhões de hectares foram atingidos por fogo na área de estudo, sendo 563 mil hectares dentro do PNCV e 712 mil hectares na zona de 20 km de seu entorno, que proporcionalmente abrangeu maior área dentro do Parque do que no seu exterior.

Observou-se que quando o fogo atinge grandes áreas na área de estudo, há uma tendência de menores áreas queimadas ou incendiadas nos anos subsequentes. Isso pode ser explicado pelo fato de que a biomassa presente na área é queimada e transformada em cinzas, o que impede o acúmulo suficiente para que ocorra um incêndio muito severo novamente.

Tanto o PNCV quanto o município de Alto Paraíso de Goiás apresentaram maior recorrência do fogo. Isto ocorre devido a maior abrangência da área do PNCV estar localizada naquele município.

Alto Paraíso de Goiás é o município, o qual apresenta maior quantidade de área atingida por fogo no período estudado, exceto em 2015 e 2020, quando Nova Roma e Cavalcante foram os municípios que apresentaram maior área atingida por fogo. Em seguida, Cavalcante é o segundo município que apresenta maiores áreas atingidas por fogo.

As formações predominantes na área de estudo incluem as formações campestre e Savânica, seguida pelas pastagens. No interior do PNCV predominam as formações Campestre e Savânica. As formações Savânicas e campestres também foram as mais atingidas por fogo, dentro e no entorno do PNCV. As pastagens e os mosaicos de agricultura e pastagens foram os usos mais atingidos pelo fogo, a maior parte localizada na zona de entorno do PNCV.

## 7. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, G. C., LEMES, S. B. F. (2021). Dinâmica de uso e cobertura vegetal nas zonas de amortecimento do Parque Nacional das Emas e do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros entre 1985 e 2019. REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA, 1(15), 83-93.
- ARAGÃO, L. E. O. C., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Dargie, G. C., Lima, A., Sampaio, G., ... & Malhi, Y. (2008). Fire regimes and management of savannas in South America. *Global Change Biology*, 14(8), 1788-1802.
- FIEDLER, N. C., MERLO, D. A., & MEDEIROS, M. B. (2006). Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. *Ciência Florestal*, 16, 153-161.
- FERREIRA, P., & RODRIGUES, R. (2017). Falta de recursos e sua relação com a eficácia do combate a incêndios florestais em áreas protegidas. *Revista de Meio Ambiente*, 22(1), 78-85.
- GEE- Google Earth Engine Platform. (2023). A planetary-scale platform for Earth science data & analysis. Disponível em <https://earthengine.google.com/>. Último acesso em fevereiro de 2023.
- GOMES, R. (2017). Incêndios florestais e suas consequências no ecossistema. *Revista de Ciências Ambientais*, 22(4), 56-64.
- GONÇALVES, F., SILVA, J., & FEARNSIDE, P. (2015). Fire management in protected areas: the case of Chapada dos Veadeiros National Park, Brazil. *Environmental Management*, 56(5), 1281-1292.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000*. Rio de Janeiro, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, v 45, 168 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Estimativas de população. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Último acesso em fevereiro de 2023.
- ICMBio. Plano de Manejo: Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. (2021). Disponível em [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/parna-da-chapada-dos-veadeiros/arquivos/Plano\\_de\\_Manejo\\_9730998\\_PM\\_VERSAO\\_FINAL\\_PNCV\\_2021\\_10\\_01\\_versao\\_final\\_pos\\_portaria.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/parna-da-chapada-dos-veadeiros/arquivos/Plano_de_Manejo_9730998_PM_VERSAO_FINAL_PNCV_2021_10_01_versao_final_pos_portaria.pdf). Último acesso em fevereiro de 2023.
- ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2023). PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS. Disponível em <https://www.icmbio.gov.br/parnachapadadosveadeiros/>. Último acesso em fevereiro de 2023.
- LIMA, G.S. TORRES, F.T.P., COSTA, A.LG., FÉLIX, G.A., SILVA JR, M.R.S. (2018). Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação brasileiras. *Revista Floresta*. 48(1), 113-122.
- MAPBIOMAS. Projetos MAPBIOMAS e MAPBIOMAS Fire. (2023). Disponível em <https://mapbiomas.org/>. Último acesso em fevereiro 2023.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. (2010). PPCERRADO - Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado. Disponível em <http://redd.mma.gov.br/images/central-de-midia/pdf/artigos/enredd-ppcerrado.pdf>. Último acesso em fevereiro de 2023.

MMA- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2022). Cerrado. Disponível em <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/cerrado>. Último acesso em fevereiro 2023.

MATOS, R. M.P., AGUIAR, L.L.L., MARTINS, P.T.A. (2020). Ocorrência de fogo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brasil: histórico recente no contexto de sua ampliação. *Geotextos*, v. 16, n.2, 151-171.

MONTEIRO, M. et al. (2016). Restrições de intervenção e sua relação com o combate a incêndios florestais em áreas protegidas. *Revista de Conservação*, 11(4), pp. 356-364.

OLIVEIRA, L. & SANTOS, J. (2018). Vegetação densa e sua relação com a dificuldade no controle de incêndios florestais. *Revista de Ecologia*, 33(2), pp. 156-162.

PEREIRA, C. A.; FIEDLER, N.C.; DE MEDEIROS, M. B. (2004). Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. *Floresta*, 34(2).

RÊGO, Amanda Barbosa et al. (2021). Parque Nacional Chapada dos Veadeiros e as características socioeconômicas dos municípios limítrofes. *Economia & Região*, 9(1), pp. 39-55. Disponível em <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/37345>, último acesso em fevereiro de 2023.

SILVA, J. & Souza, T. (2019). Terreno acidentado e sua relação com a eficácia do combate a incêndios florestais. *Revista da Floresta*, 28(1), pp. 23-30.

SOARES, Daniel; DOS SANTOS, Anna Claudia; DA SILVA, Elaine Barbosa. (2016) Análise das classificações supervisionada e não supervisionada com o uso de imagens Landsat 5 TM e RapidEye, e suas contribuições para o mapeamento do uso e cobertura do solo no Parque Nacional das Emas. *Revista Brasileira de Geomática*, v. 4, n. 2, p. 110-115.

TATAGIBA, Marilú Milanez Alves. (2010). Estudo da dinâmica espacial e temporal dos incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Dissertação de Mestrado. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8579>. Último acesso em fevereiro de 2023.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. (2017). Patrimônio natural no Brasil: áreas de proteção no cerrado. Disponível em <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/natural-world-heritage>. Último acesso em fevereiro de 2023.