



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

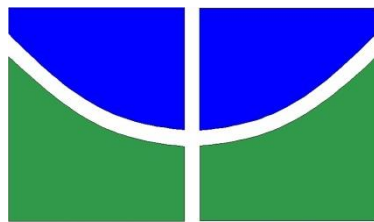
**ANÁLISE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA
GAMA E CABEÇA DE VEADO, ENTRE 1985 E 2020**

Mikael de Assis Fernandis

Brasília, 18 de julho de 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**ANÁLISE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA
GAMA E CABEÇA DE VEADO, ENTRE 1985 E 2020**

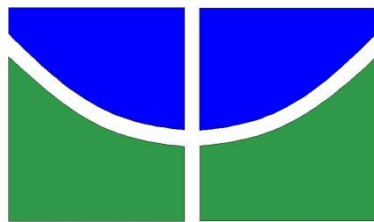
Mikael de Assis Fernandis

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. Reginaldo Sérgio Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Eraldo Aparecido
Trondoli Matricardi

Brasília-DF, 18 de julho de 2023



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

ANÁLISE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA GAMA E
CABEÇA DE VEADO, ENTRE 1985 E 2020

Estudante: Mikael de Assis Fernandis

Matrícula: 180025341

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Menção: _____

Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal- EFL
Orientador (EFL)

Prof. Dr. Leonardo Job Biali
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal- EFL
Membro da Banca

MSc Paola Aires Lócio de Alencar
Universidade de Brasília
Membro da Banca

Brasília-DF, 18 de julho de 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

FERNANDIS, MIKAEL DE ASSIS

ANÁLISE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO, ENTRE 1985 E 2020.

30 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheiro(a), Engenharia Florestal, 2023).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Serie Temporal 1 | 2. Incêndios Florestais 2 |
| 3. Queimada 3 | 4. Análise de Dados 4 |
| I. EFL/FT/UnB | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FERNANDIS, M. A. (2023). ANÁLISE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO, ENTRE 1985 E 2020. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 23 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Mikael de Assis Fernandis

TÍTULO: ANÁLISE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO, ENTRE 1985 E 2020

GRAU: Engenheiro(a) 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. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Mikael de Assis Fernandis

fernandismikael@gmail.com

Departamento de Engenharia Florestal (EFL)-FT

Universidade de Brasília (UnB)

Campus Darcy Ribeiro

CEP 70919-970 – Brasília – DF – Brasil

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, o autor e consumidor da minha fé, sem Ele nada disso seria possível, foi Ele que me deu saúde e capacidade de concluir este curso, e que sempre esteve comigo nos momentos bons e ruins da graduação.

Agradeço também aos meus pais que sempre me apoiaram nos meus sonhos e me deram o suporte necessário para que eu pudesse estudar, juntamente com a minha noiva que sempre me incentivou, apoiou, orou e torceu por mim.

Aos meus amigos da graduação, que sempre me ajudaram e se colocaram à disposição. Ao meu orientador pelo empenho e tempo gasto para construção desse trabalho. E a todos os professores que durante a graduação me ensinaram e acrescentaram muito no meu saber.

RESUMO

Os incêndios florestais consistem em um sério problema socioeconômico e ambiental em todo o bioma Cerrado, com destaque aos impactos causados nas Unidades de Conservação, criadas para proteger a natureza em suas diversas modalidades. A Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, localizada no Distrito Federal, inclui vários tipos de Unidades de Conservação, que vêm sendo impactadas pela ocorrência do fogo. No presente estudo, avaliou-se os incêndios ocorridos nesta APA entre 1985 e 2020, utilizando dados de sensoriamento remoto. Verificou-se os tipos de uso e cobertura atingidos por fogo, a frequência e distribuição espacial e temporal do fogo na área de estudo. Os resultados deste estudo indicam que as áreas de savana (cerrado), seguida por áreas de formação campestre foram as fitofisionomias do cerrado mais afetadas por fogo na APA Gama e Cabeça de Veado e as áreas antropizadas apresentaram as menores áreas afetadas por fogo, que indica que estas áreas são protegidas por interesses diversos de seus moradores ou possuidores. Algumas áreas apresentaram alta recorrência do fogo como consequência da prática de confecção de aceiros, como foi o caso dos Parque Ecológico Luís Cruls Catetinho e Parque Ecológico Lauro Muller Catetinho, utilizados para evitar incêndios de maiores intensidades e proporções espaciais. Nas unidades de conservação (UC) localizadas nos limites da APA Gama e Cabeça de Veado, observou-se que as mais afetadas foram as UC de uso sustentável, porém nos anos de maiores incêndios registrados (1985, 1994, 2005 e 2011) na APA, as unidades de proteção integral foram as mais afetadas. Os resultados deste estudo contribuem para o diagnóstico detalhado e a identificação de período e áreas mais críticas em relação à ocorrência do fogo e, com isso, possibilita a definição de estratégias e políticas públicas para evitar e combater o fogo na APA Gama e Cabeça de Veado.

PALAVRAS-CHAVE: Série temporal; incêndios florestais, sensoriamento remoto, geoprocessamento.

ABSTRACT

Forest fires pose a significant socioeconomic and environmental problem throughout the Cerrado biome, particularly in the Conservation Units established to safeguard nature in its various forms. The Environmental Protection Area (APA) Gama e Cabeça de Veado, situated in the Federal District, encompasses diverse types of Conservation Units that have been adversely affected by fire incidents. In this study, we assessed the fires that occurred in this APA between 1985 and 2020, utilizing remote sensing data. We examined the types of land use and coverage impacted by fire, as well as the frequency, spatial distribution, and temporal patterns of fire within the study area. The results of this study indicate that the areas of savanna (cerrado), followed by areas of grassland formation were the phytophysionomies of the cerrado most affected by fire in the APA Gama e Cabeça de Veado and the anthropized areas presented the smallest areas affected by fire, which indicates that these areas are protected by diverse interests of their residents or owners. Some areas showed high recurrence of fire because of the practice of making firebreaks, as was the case of the Luís Cruls Catetinho Ecological Park and Lauro Muller Catetinho Ecological Park, used to avoid fires of greater intensity and spatial proportions. In the conservation units (UC) located in the limits of the APA Gama e Cabeça de Veado, it was observed that the most affected were the UC of sustainable use, but in the years of largest fires recorded (1985, 1994, 2005 and 2011) in the APA, the integral protection units were the most affected. The results of this study contribute to the detailed diagnosis and identification of the most critical period and areas in relation to the occurrence of fire and, with this, enables the definition of strategies and public policies to prevent and combat fire in the APA Gama e Cabeça de Veado.

Keywords: Time series; forest fires, remote sensing, geoprocessing.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo geral.....	12
2.2	Objetivos específicos.....	12
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1	Localização e caracterização da área de estudo	13
3.2	Modalidades de Unidades de Conservação dentro da APA Gama-Cabeça de Veado.....	14
3.3	Base de dados	16
3.4	Plataforma Google Earth Engine.....	17
3.5	Software de Geoprocessamento ArcGIS®	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÕES	27
6	REFERÊNCIAS	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uso e ocupação do solo da APA Gama Cabeça de Veado em 2020. Adaptado do Projeto Mapbiomas (2023).	14
Figura 2. Unidades de Conservação presentes dentro da APA Gama Cabeça de Veado.....	15
Figura 3. Uso e ocupação do solo nos anos 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.	18
Figura 4. Tipos de uso e ocupação do solo atingidos por fogo anualmente na APA Gama-Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.	20
Figura 5. Ocorrência do fogo dentro das Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentado dentro da APA Gama-Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.....	22
Figura 6. Ocorrência do fogo dentro das Unidades de Conservação de Proteção Integral localizadas dentro da APA Gama-Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.....	23
Figura 7. Recorrência do fogo na APA do ano de 1985 a 2020.	26
Figura 8. Recorrência de incêndios na APA do ano de 1985 a 2020.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição do uso e cobertura do solo na APA Gama e Cabeça de Veado em porcentagem.....	19
Tabela 2. Total de áreas afetadas por fogo e por uso/cobertura da terra entre 1985 e 2020 na APA Gama-Cabeça de Veado.	19
Tabela 3. Anos com maiores extensões de cicatrizes de fogo na APA Gama-Cabeça de Veado.	23
Tabela 4. Cicatrizes de fogo nas Unidades de Conservação localizadas dentro da APA Gama-Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.	24

1 INTRODUÇÃO

O cerrado abrange uma área de 204 milhões de hectares, correspondendo a aproximadamente 23,9% do território brasileiro. Neste bioma se encontra cerca de doze mil espécies de plantas, sendo 35% de áreas savânicas, 30% de florestas, 25% de áreas campestres e 10% necessitam ainda de estudos mais aprofundados quanto à sua distribuição original, já que podem ocorrer em mais de um ambiente (EMBRAPA, 2012).

O clima predominante da região é o tropical-quente-subúmido, que tem como característica fortes períodos de estacionalidade das chuvas. Possuindo duas estações bem definidas: uma estação seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril). Outro dado importante é sua precipitação média anual que gira em torno de 1500 a mais ou menos 500 mm. Ocorrendo períodos de seca de uma a três semanas, os veranicos, que tem a possibilidade de ocorrer durante a estação chuvosa especialmente nos meses de janeiro e fevereiro. A temperatura média anual do bioma apresenta uma variação de 21,3 a 27,2°C (EMBRAPA, 2012).

Os incêndios florestais ocorrem no planeta há séculos, os mesmos estão presentes no cerrado desde o Pleistoceno, por volta de 32.000 anos atrás. Porém, os incêndios eram de origem natural ocorrendo no fim da estação seca e no início da estação chuvosa, entre o intervalo das chuvas iniciais. O mesmo ocorria devido a incidência de raios nas áreas com bastante matéria orgânica e bem seca; estes eventos de fogo eram bem espaçados temporalmente, ocorrendo só nas estações já mencionadas (ALEXANDRE, MALATRASI, CÂMARA, 2022).

O estudo realizado por Soares e Santos (2002), analisando o perfil de dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997, constataram que os mesmos costumam ocorrer no inverno e início da primavera de maneira geral, os incêndios florestais registrados no intervalo de estudo, demonstram a participação direta do homem para ocorrência dos incêndios. Em primeiro lugar estão os incêndios iniciados incendiários, ou seja, pessoas que iniciam incêndio de maneira premeditada, buscando prejudicar a vegetação, após isso as queimadas para limpeza de áreas.

Assim, devido à grande taxa de desmatamento o Cerrado tem sofrido com o aumento da frequência, abrangência e intensidade do fogo. Isso tem se tornado algo demasiadamente prejudicial para flora e fauna do Cerrado, pois este bioma é considerado um *hotspot* da biodiversidade, que abriga diversas espécies, incluindo várias espécies endêmicas.

As mudanças têm sido perceptíveis no macro e microclima da região, através dos aumentos de temperatura, e maiores períodos de estiagem com a diminuição da precipitação (KLINK, MACHADO, 2005).

Os incêndios florestais podem ser descritos como a propagação do fogo, em áreas florestais e de savana (cerrados e caatingas), onde os mesmos ocorrem com frequência e intensidade nos períodos mais críticos para a vegetação, ou seja, períodos de estiagem. Além de estarem fortemente ligados à redução da umidade ambiental (DC-RJ, 2020).

O fogo descontrolado é bastante prejudicial ao meio ambiente, causando uma série de distúrbios no ecossistema local e danos à fauna e à flora, que podem ser diretos ou indiretos.

Os diretos estão relacionados à mortalidade, onde os animais mesmo possuindo a capacidade de sentirem o fogo para fugir, em incêndios de grande proporção causam a mortalidade dos mesmos, já que muitas vezes, encontram-se desorientados e encurralados pelo fogo.

Já os danos indiretos incluem os danos e destruição de habitat de animais, modificando a alimentação e o abrigo deles.

Os incêndios podem causar também danos ao solo, pois os incêndios de grande ou médias proporções ocorrem de forma periódica, destroem a camada orgânica do solo, deixando o mesmo exposto às intempéries. Com isso, colaboram para os processos erosivos, modificando as características físicas, se tornando mais duros e menos permeáveis (SOARES, BATISTA et al. 2007).

O geoprocessamento tem sido uma ferramenta de suma importância para a detecção de pontos de calor e de áreas vulneráveis a incêndios florestais, graças a mesma o combate e prevenção de incêndios florestais no Brasil tem sido mais eficientes, além disso o uso desse instrumento permite a elaboração de estudos buscando quantificar e entender a dinâmica dos incêndios florestais, para o estudo em questão foi utilizado a plataforma de geoprocessamento Google Earth Engine, com dados do Mapbiomas solos e Mapbiomas Fire, correlacionando os dados para investigar as classes de uso do solo mais afetadas pelo fogo na APA Gama e Cabeça de Veado e nas suas Unidades de conservação. (OLIVEIRA et al., 2020)

Segundo o IBAMA (2023), o Manejo Integrado do Fogo (MIF), nasce como um alternativa para prevenção e controle de incêndios florestais, tem por objetivo unir os aspectos ecológicos, culturais, socioeconômicos, junto a técnicos na execução de queimas controladas prescritas previamente, realizando o monitoramento, avaliação, assim como a adaptações de práticas ligadas ao uso do fogo, a fim de prevenir e combater os incêndios florestais. Assim o

fogo pode ser utilizado de forma positiva, já que o mesmo se bem manejado pode evitar danos ambientais.

Os aceiros negros são uma proteção física, uma barreira para inibir a propagação dos incêndios florestais, são uma alternativa para o controle e prevenção de incêndios, para a realização desses aceiros se faz necessário a execução de queimadas controladas de parte da vegetação, o mesmo é feito em faixas do terreno, podendo ter diferentes larguras de área queimada. (MOTTA, 2019)

No presente estudo, foi analisada a ocorrência de incêndios florestais na Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado, localizada no Distrito Federal, com uma área de aproximadamente vinte e cinco mil hectares, criada através do Decreto de nº 9.417, de 21 de abril de 1986, contempla as seguintes Regiões Administrativas: Brasília – R.A I (1%), Núcleo Bandeirante R.A – VIII (22%), Santa Maria – R.A XIII (9%), Lago Sul – R.A XVI (65%), Candangolândia R.A XIX (3%). (IBRAM, 2018)

Avaliou-se os tipos de uso e cobertura da terra e a ocorrência do fogo, além da distribuição espaço-temporal dos incêndios na área de estudo. Os resultados desta pesquisa apresentam potencial para dar subsídios à definição de políticas públicas e estratégias para prevenção e combate a incêndios florestais na região de estudo

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a ocorrência espaço-temporal dos incêndios florestais e seus impactos nos diferentes usos e cobertura da terra na APA Gama e Cabeça de Veado entre 1985 e 2020 usando dados de sensoriamento remoto.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a ocorrência do fogo na APA Gama e Cabeça de Veado entre 1985 e 2020, considerando as diferentes Unidades de Conservação;
- Avaliar a ocorrência dos incêndios florestais sobre as diferentes classes de uso e cobertura da terra;
- Avaliar a frequência e distribuição espacial da ocorrência do fogo na área durante o período de estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, criada pelo Decreto de nº. 9.417, de 21 de abril de 1986 e regulamentada pelo Decreto nº. 23.238 de 24 de setembro de 2002, com o objetivo de proteger os mananciais hídricos da bacia dos Ribeirões Gama e Cabeça de Veado, a biodiversidade local e dar suporte à manutenção de pesquisas ecológicas de longa duração. De um modo geral, trata-se de uma Unidade de Conservação de uso sustentável, abrangendo cerca de 25 mil hectares, contemplando em seu interior, áreas de produção (agrícolas), cidades e várias outras Unidades de Conservação de diferentes categorias para conservação da natureza.

A APA Gama e Cabeça de Veado têm como objetivo a preservação ambiental, ou seja, é uma área que permite intervenções humanas, desde que se promova a conservação da natureza. Apresenta dessa forma normas mais flexíveis, de modo que proporcione o equilíbrio entre o uso e a conservação da natureza. Algumas fitofisionomias presentes na APA, apresentam grande diversidade florística devido a sua heterogeneidade, contempla quase que de maneira integral as fitofisionomias do bioma Cerrado: Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado *stricto sensu*, Cerradão, Veredas e Mata de Galeria (IBRAM, 2018).

A área onde a APA Gama e Cabeça de Veado estão localizada apresenta uma altitude média de 1.100 metros, com grande parte do solo sendo latossolo, rico em alumínio, e uma precipitação média anual de 1.600 mm (MELO, 2018).

As principais classes de uso e cobertura da terra na APA de estudo incluem as formações florestais, savânicas, campos alagados e campestres, além de áreas ocupadas por silvicultura, pastagem, agricultura, áreas urbanas, rios e lagos, soja e cultivos temporários (MAPBIOMAS, 2023) (Figura 1). Segundo Melo (2018), podem ainda ser encontradas nesta APA áreas de veredas e murundus.

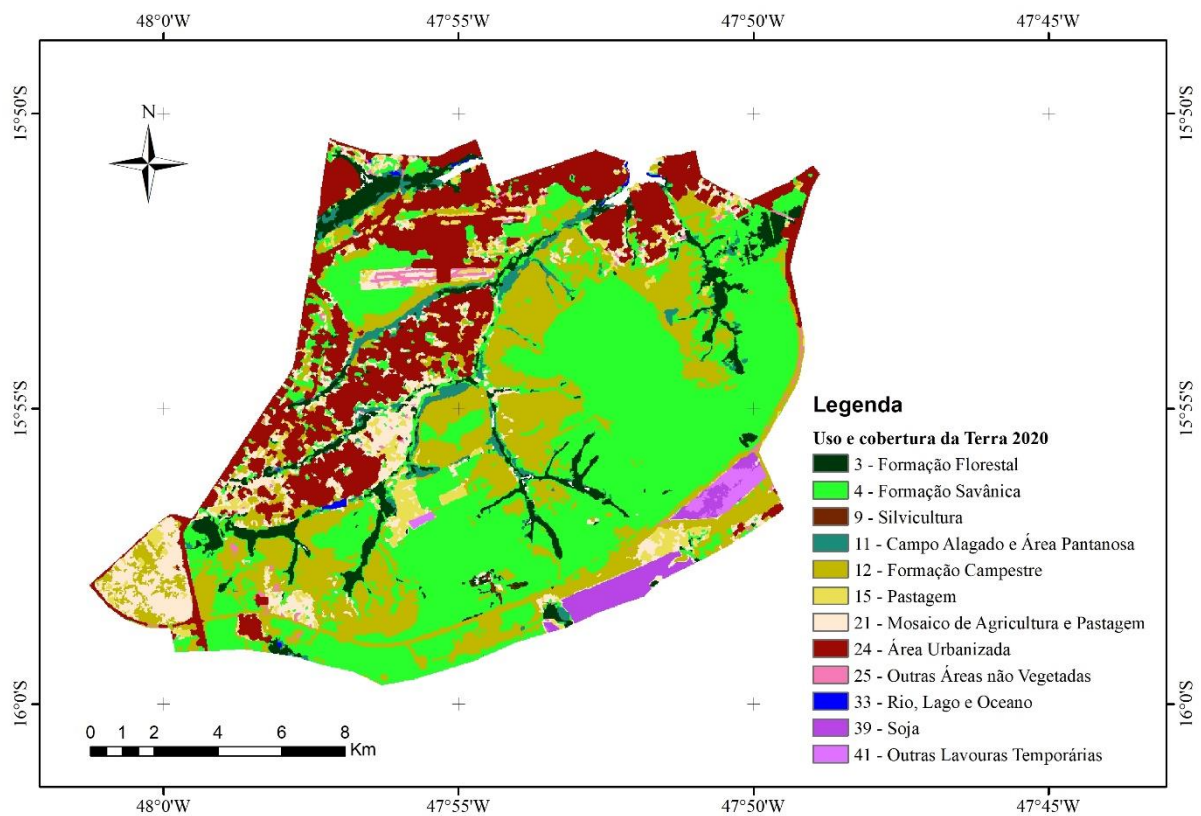


Figura 1. Uso e ocupação do solo da APA Gama e Cabeça de Veado em 2020. Adaptado do Projeto Mapbiomas (2023).

3.2 Modalidades de Unidades de Conservação dentro da APA Gama-Cabeça de Veado

A APA Gama e Cabeça de Veado envolve um grande arranjo de unidades de conservação do Distrito Federal, incluindo Jardim Botânico de Brasília, Reserva Ecológica da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), área de Relevante Interesse Ecológico do Capetinga/Taquara, Polígono de Proteção Hídrica do Catetinho, do Jardim Zoológico de Brasília e de outras áreas de preservação que estão definidas pelo Decreto nº 9.417, de 21 de abril de 1986.

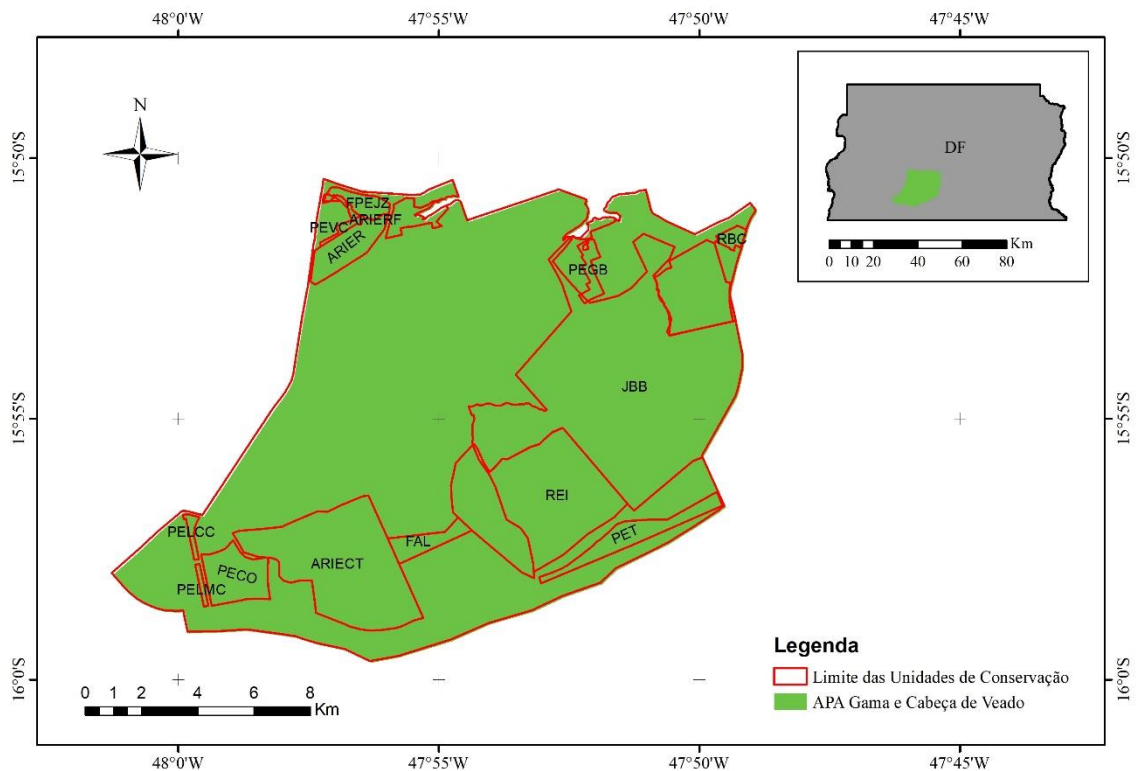


Figura 2. Unidades de Conservação presentes dentro da APA Gama e Cabeça de Veado.

As siglas apresentadas no mapa abaixo fazem referência às unidades de conservação presentes dentro da APA. Reserva Ecológica do IBGE (Roncador)- (REI), Estação Experimental da UnB-Fazenda Água Limpa (FAL), Reserva Biológica Cerradão-(RBC), Parque Ecológico Córrego da Onça-(PECO), Parque Ecológico e Vivencial da Candangolândia (Pioneiros)-(PEVC), Parque Ecológico Garça Branca-(PEGB), Parque Ecológico Luís Cruls Catetinho-(PELCC), Parque Ecológico Lauro Muller Catetinho (PELMC), Parque Ecológico Tororó-(PET), Fundação Polo Ecológico Jardim Zoológico-(FPEJZ), Jardim Botânico de Brasília-(JBB), Área de Relevante Interesse Ecológico Capetinga Taquara-(AIECT) e Área de Relevante Interesse Ecológico do Riacho Fundo-(ARIERF).

A APA Gama e Cabeça de Veado por ser uma área de uso sustentável, é ocupada em parte por condomínios habitacionais (Park Way e cidades como Santa Maria, Núcleo Bandeirante, Candangolândia, Jardim Botânico e parte do Lago Sul) e propriedades privadas de produção agropecuária.

3.3 Base de dados

Para alcançar os objetivos previstos nesta pesquisa, foram utilizados dados de uso e cobertura da terra do Projeto Mapbiomas e as cicatrizes de fogo do Projeto Mapbiomas Fire. Utilizou-se também os dados dos limites da APA Gama e Cabeça de Veado e das demais Unidades de Conservação existentes em seu interior disponibilizados pelo Governo do Distrito Federal, em seu projeto de Zoneamento Econômico-Ecológico do Distrito Federal.

3.2.1 Mapbiomas Fire

Trata-se de um projeto de mapeamento das cicatrizes de fogo em todos os biomas brasileiros, com periodicidade mensal e anual, com uma série temporal de 1985 a 2020. Os dados deste projeto são disponibilizados na plataforma *Google Earth Engine*, possibilitando a confecção de mosaicos para áreas de interesse e a integração destes dados com outros dados disponíveis nesta plataforma de geoprocessamento.

No presente estudo, os dados do projeto Mapbiomas Fire foram utilizados para identificar as áreas atingidas por fogo entre 1985 e 2020 dentro da APA Gama e Cabeça de Veado. Isto permitiu a mensuração e localização das cicatrizes de fogo nos diferentes usos e cobertura da terra, além da análise da distribuição espaço-temporal do fogo na área de estudo.

3.2.2 Mapbiomas uso e cobertura do solo

Trata-se de um projeto de mapeamento dos diferentes usos e cobertura da terra de todos os biomas brasileiros. O projeto inclui uma série temporal de 1985 a 2021, realizados através de uma base em imagens da série dos satélites Landsat, com resolução espacial de 30 metros. O mapeamento envolve um total de 32 classes de uso e cobertura da terra para todos os biomas brasileiros.

Em sua última coleção (7.1), os dados do projeto Mapbiomas apresentam uma acurácia global de 88,1% para o mapeamento de todas as classes, com uma discordância de alocação de 8,3% e discordância de quantidade de 3,6%. Os maiores erros de comissão ocorreram com as classes “Outras formações não florestais” e “Lavoura perene”. Os maiores erros de omissão ocorreram com as classes “Outras formações florestais”, “Campo Alagado” e “Pântanos” e “lavoura perene”.

Do mesmo modo que o Projeto Mapbiomas Fire, os dados do projeto Mapbiomas Uso e Cobertura do solo são disponibilizados na plataforma *Google Earth Engine (GEE)*,

possibilitando o acesso e processamento dos dados. No presente estudo, os dados de uso e cobertura da terra foram utilizados para o cruzamento com as cicatrizes de fogo, possibilitando identificar e estimar os diferentes usos e cobertura impactados pelo fogo na área de estudo. Limitados pela série de dados do Projeto Mapbiomas Fire, utilizou-se a série temporal entre 1985 e 2020.

3.4 Plataforma Google Earth Engine

A plataforma *Google Earth Engine* é uma base de dados e de geoprocessamento nas ‘nuvens’, que inclui diversas imagens de satélites e dados geoespaciais, proporcionando aos seus usuários realizar análises em escala planetária. Esta plataforma pode ser utilizada para identificar alterações e mapear tendências, além de mensurar as diferenças na face da terra. Oferece diversas formas de execução de análises geoespaciais aos seus usuários na infraestrutura do Google, sem necessitar de máquinas muito potentes, já que os dados são processados na máquina do Google e ficam salvos na nuvem.

No presente estudo, foi utilizado um script no *Google Earth Engine* para acessar a base de dados do projeto Mapbiomas uso e cobertura dos solos e do Mapbiomas Fire, que inclui o mapeamento das cicatrizes de fogo nos biomas brasileiros. A partir do acesso às bases de dados, concomitantemente, foi conduzida a análise de sobreposição das bases, possibilitando identificar e quantificar as diferentes formações vegetais e usos da terra atingidos por fogo na área durante o período de estudo. Ainda na plataforma *Google Earth Engine*, foram produzidos os dados estatísticos relacionados a este estudo. A última etapa do uso da plataforma *GEE* foi a exportação das áreas de cicatrizes de fogo e do uso da terra para confeccionar os mapas de frequência do fogo e do uso da terra em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

3.5 Software de Geoprocessamento ArcGIS®

O *software* ArcGIS®, versão 10.8, com licença concedida à Universidade de Brasília, foi utilizado para preparar o mapa de frequência das cicatrizes de fogo na área durante o período de estudo. Foram utilizadas as camadas matriciais (formato raster) contendo os dados anuais das cicatrizes de fogo na APA Gama e Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020. As camadas foram reclassificadas em classes binárias (0 e 1, sendo 0 não impactado e 1 impactado pelo fogo) para cada ano. As camadas foram adicionadas em uma única operação, incluindo todos os anos de estudo, gerando uma nova imagem com a frequência do fogo na área estudada.

Do mesmo modo, foram utilizadas as camadas contendo o uso e cobertura da terra do Projeto Mapbiomas, empregadas para confeccionar os mapas do uso e cobertura da terra na área de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados das análises da ocorrência do fogo e os tipos de uso e cobertura do solo atingidos pelo fogo na APA Gama e Cabeça de Veado.

4.1 Uso e Ocupação de Solo

A partir dos dados de uso e ocupação do solo produzido e disponibilizado pelo projeto Mapbiomas, observou-se que aproximadamente 42 mil hectares foram atingidos por fogo na área e período de estudo, identificou-se nove classes, sendo elas: formação florestal, formação savânica, campo alagado e área pantanosa, formação campestre, pastagem, mosaico de usos, área urbanizada, outras áreas não vegetadas, soja e outras lavouras temporárias (Figura 3 e Tabela 2).

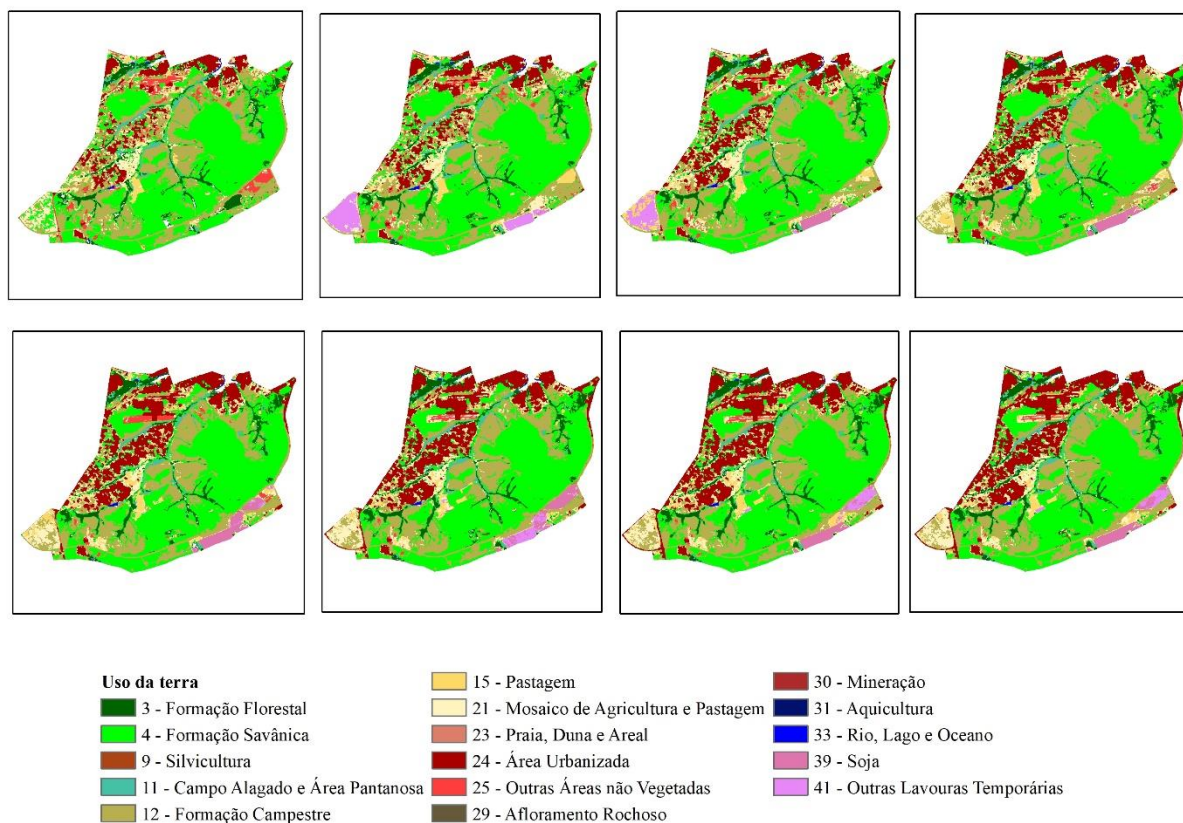


Figura 3. Uso e ocupação do solo nos anos 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.

Dentro dessas classes de uso e ocupação do solo, as áreas mais afetadas pelo fogo entre 1985 e 2020, foram as áreas de cerrados, destacando-se as formações savânica e campestre, com 52,8% e 33,5% de suas áreas atingidas por fogo, respectivamente. As áreas menos afetadas pelo fogo na APA foram: outras áreas não vegetadas e formação florestal, juntas representam apenas 1,0% de área queimada nos últimos 35 anos (Tabela 2).

Tabela 1. Distribuição do uso e cobertura do solo na APA Gama e Cabeça de Veado em porcentagem.

Uso da terra	Área em (ha)	%
Formação Florestal	1.65	5.96
Formação Savânica	10.66	38.45
Silvicultura	0.02	0.07
Campo Alagado e Área Pantanosa	0.61	2.19
Formação Campestre	6.09	21.98
Pastagem	0.94	3.39
Mosaico de Agricultura	2.09	7.52
Área Urbana	4.77	17.20
Outras Áreas não vegetadas	0.20	0.73
Rios e Lagos	0.04	0.15
Soja	0.46	1.67
Outras Lavouras Temporárias	0.19	0.69
Total da área	27.72	100

Tabela 2. Total de áreas afetadas por fogo e por uso/cobertura da terra entre 1985 e 2020 na APA Gama-Cabeça de Veado.

Uso da terra	Área (ha)	%
Formação Florestal	383	0,9
Formação Savânica	22085	52,8
Campo Alagado e Área Pantanosa	898	2,1
Formação Campestre	14004	33,5
Pastagem	516	1,2
Mosaico de Usos	2970	7,1
Outras Áreas não vegetadas	26	0,1
Soja	406	1,0
Outras Lavouras Temporárias	534	1,3
Total de incêndios	41822	100

Observou-se que os anos com maior quantidade de áreas atingidas por fogo foram 1985, 1995, 2005, 2010 e 2011. De forma geral, não ocorreram grandes quantidades de cicatrizes de fogo em anos subsequentes. Entretanto, no período de 1997 a 2007, foram observadas médias de áreas de cicatrizes de fogo maiores que nos demais períodos (Figura 4).

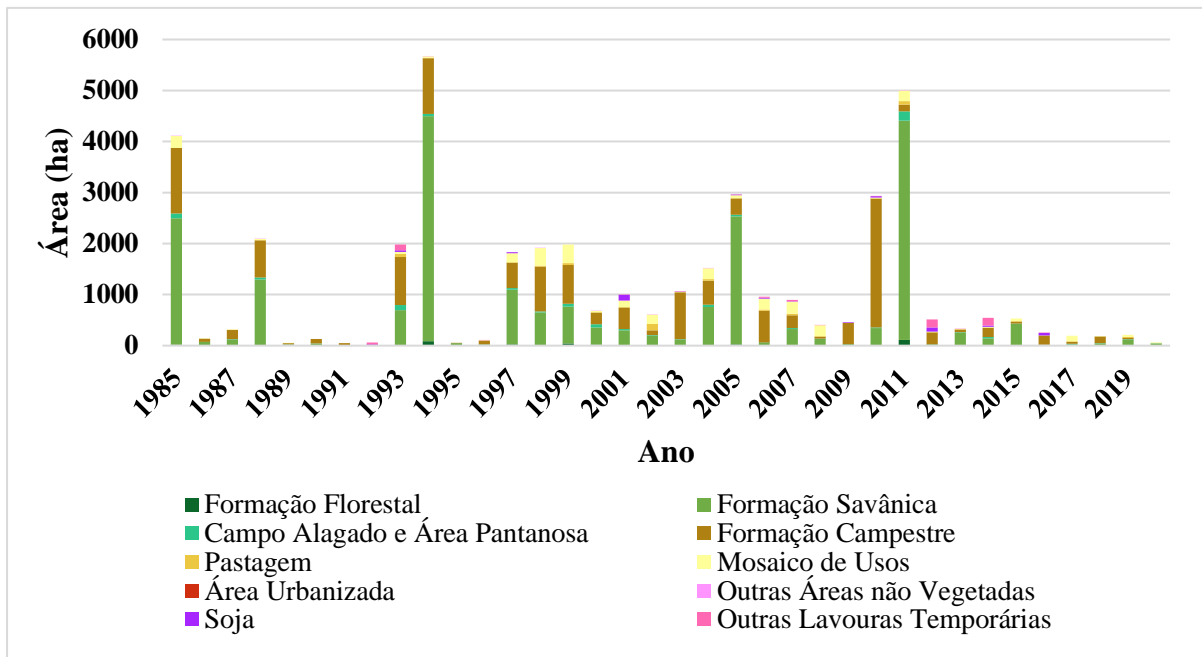


Figura 4. Tipos de uso e ocupação do solo atingidos por fogo anualmente na APA Gama e Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.

As classes de formação florestal, formação savânica, formação campestre, campo alagado e área pantanosa, pastagem, soja, outras áreas não vegetadas, outras áreas de lavouras temporárias, mosaico de usos e área urbanizada contribuem para os incêndios das áreas de conservação, que no período de estiagem apresentam grande quantidade de material combustível seco ou em condições ideais para o início dos focos de incêndio. Essas áreas de cerrados por estarem próximas a áreas urbanas, agrícolas e estradas, tem potencializado o risco de incêndios, que podem ocorrer de maneira criminosa ou acidental. Segundo Melo (2018) áreas próximas ao perímetro urbano tem mais chance de serem incendiadas, já que as mesmas nos anos de 2000 e 2003 foram as principais contribuintes para estes eventos na APA Gama e Cabeça de Veado.

Outro dado obtido através das análises dessa série temporal de 35 anos foi a média dos focos de incêndios que girou em torno de 1161,7 hectares de área que sofre incêndio por ano, abrangendo todas as classes de uso e ocupação do solo citadas acima.

Segundo Melo (2018) os anos que apresentaram maior risco e são mais críticos a ocorrência de incêndios florestais na APA foram os anos de 2005 e 2011, sendo neste último ano com mais queimadas, cerca de 30% da área total da APA Gama e Cabeça de Veado, que representou mais de 50% da vegetação nativa dentro da área. Através da realização desse estudo observou-se que nesses anos houve realmente um salto na quantidade de áreas incendiadas dentro da APA,

constatando-se também números elevados nos anos de 1985 e 1994 onde se observou o maior número de focos de incêndio, nas regiões de savana e formação campestre.

Foi possível observar que áreas naturais de cerrado queimam mais, sofrem mais incêndios que qualquer outra área, isso justamente por serem áreas que acumulam muito material combustível e tem adaptação ao fogo. Porém o fogo que ocorria no cerrado era natural, iniciava-se no fim dos regimes de seca e começo dos períodos de chuva, no entanto o que se observa hoje, são incêndios ocorrendo nos períodos de seca, já que o fogo é utilizado nessa época para abertura de áreas e limpeza de lotes e áreas agrícolas.

A vulnerabilidade aos incêndios florestais, está intimamente ligada a alguns fatores, como a “alta declividade, presença de vegetação, concentração de pessoas, rede viária e hidrográfica e aglomerados subnormais”, como afirmam os autores Oliveira, et al., (2020), a proximidade de áreas urbanas, estradas e rodovias aumentam o risco de incêndios florestais, já que esses fatores favorecem a ocorrência dos mesmos e potencializam sua abrangência.

Conforme afirma o Corpo de Bombeiros do DF (CBMDF) apud Melo (2018), os maiores causadores de incêndios no Distrito Federal, são ocasionados por incendiários e fogo para limpeza de terrenos. A recorrência dos regimes de fogo no cerrado ocasiona perda da vegetação natural, fauna e impede muitas vezes a sucessão natural.

O uso e cobertura da terra apresentam uma forte correlação com os incêndios florestais, já que diferentes classes de uso e cobertura da terra apresentam diferentes tipos e quantidades de material combustível, sendo mais vulneráveis aos incêndios florestais ou não, algumas vegetações por exemplo apresentam adaptações ao fogo, mas em incêndios de grandes proporções essas adaptações não são suficientes. (OLIVEIRA et al., 2020)

4.2 Efeitos do fogo nas Unidades de Conservação (UC)

Os incêndios presentes nas unidades de conservação são em sua grande maioria causados pelo uso do fogo de maneira inadequada, seja para limpeza de áreas após a colheita, para abertura de novas áreas de cultivo ou habitação, a realização dessas práticas ocorrem geralmente períodos incorretos, ou seja, nas condições favoráveis para o fogo nos períodos de seca intensa, horários mais quentes do dia, somados a falta de conhecimento de técnicas para execução de queimadas e a não realização dos aceiros negros que garante maior segurança no manejo do fogo.

Os incêndios florestais são grandes causadores de distúrbio, a ocorrência dos mesmos nas unidades de conservação compromete a continuação dos processos ecológicos nessas áreas,

tornando o ambiente menos biodiverso, áreas onde a presença de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção os danos podem ser ainda maiores, causado perdas significativas na diversidade da unidade em questão. (MEDEIROS e FIEDLER, 2003)

De forma geral, o fogo atingiu de forma semelhante às Unidades de Proteção Integral e as de Uso Sustentável na área e período de estudo, com alguns picos nas Unidades de Proteção Integral (Figura 5). Isto torna a ocorrência do fogo ainda mais grave, pois estas últimas unidades de conservação são consideradas mais sensíveis e importantes do ponto de vista da proteção ambiental.

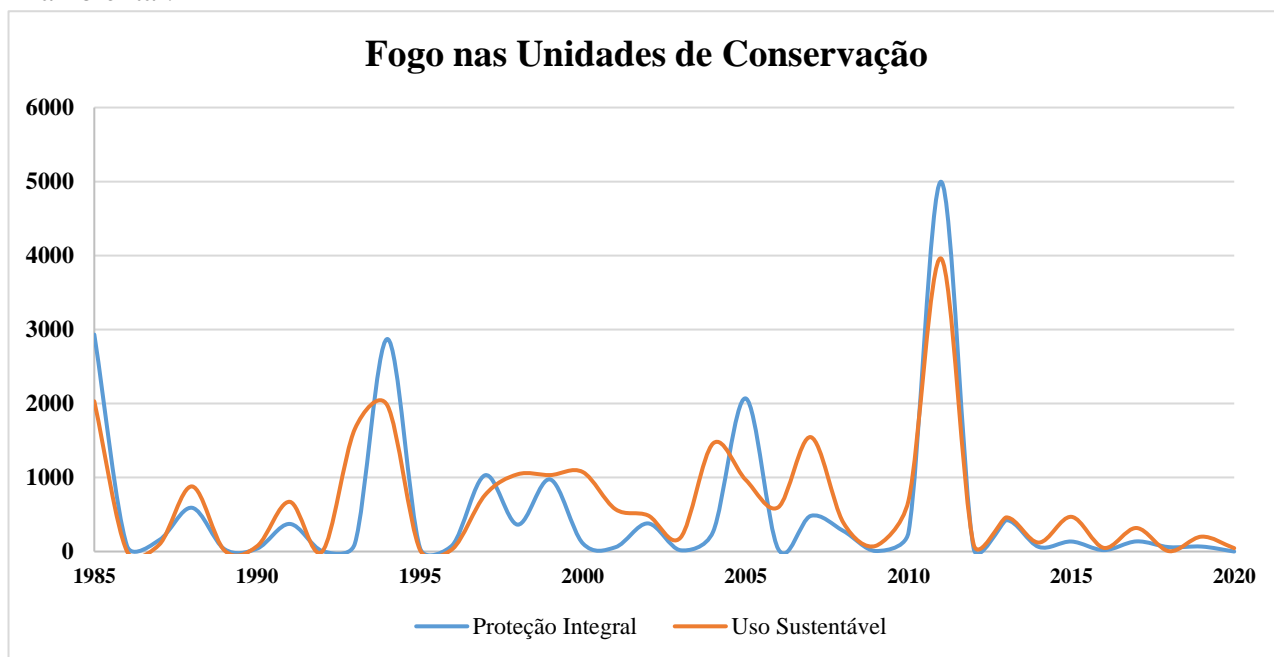


Figura 5. Ocorrência do fogo dentro das Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável dentro da APA Gama e Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.

No período do estudo e do ponto de vista da ocorrência do fogo, destacaram-se os anos de 1985, 1994, 2005 e 2011, quando ocorreram e foram mapeadas as maiores áreas de cicatrizes de fogo dentro das Unidades de Conservação, tanto de Proteção Integral como de Uso Sustentável na área de estudo, totalizando 12.870 hectares e 8.832 hectares dentro de UC de Proteção Integral e de Uso Sustentável, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 3. Anos com maiores extensões de cicatrizes de fogo na APA Gama-Cabeça de Veado.

Ano	Unidades de Conservação		Cicatrizes de Fogo/(ha)
	Proteção Integral/(ha)	Uso Sustentável/(ha)	
1985	2932	2030	4962
1994	2872	1973	4845
2005	2069	969	3038
2011	4997	3960	8957
Total	12870	8932	21802

A maior área de cicatrizes de fogo foi observada dentro do Jardim Botânico entre 1982 e 2020, seguida pela Reserva Ecológica do IBGE e Estação Experimental da Universidade de Brasília- Fazenda Água Limpa (Figura 6).

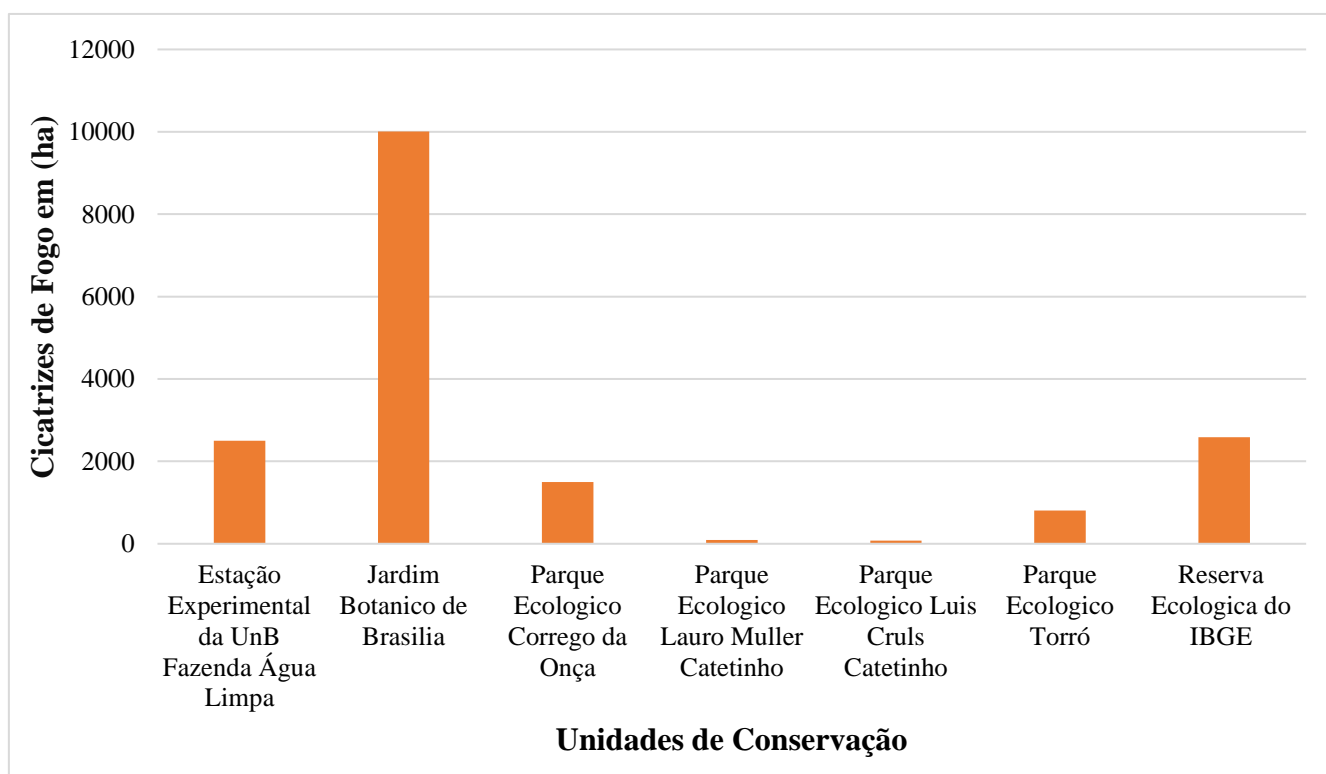


Figura 6. Ocorrência do fogo dentro das Unidades de Conservação de Proteção Integral localizadas dentro da APA Gama e Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.

De forma mais específica, a Tabela 3 apresenta a área anual por Unidade de Conservação localizada dentro da APA Gama e Cabeça de Veado, detectadas entre 1985 e 2020.

Tabela 4. Cicatrizes de fogo nas Unidades de Conservação localizadas dentro da APA Gama e Cabeça de Veado, entre 1985 e 2020.

Ano	Estação Experimental da UnB- Fazenda Água Limpa	Jardim Botânico de Brasília	Parque Ecologico Corrego da Onça	Parque Ecologico Lauro Muller Catetinho	Parque Ecológico Luís Cruls Catetinho	Parque Ecológico Torrô	Reserva Ecologica do IBGE
1985	71	1334	54	2	6	0	1
1986	1	15	0	0	0	2	1
1987	21	34	102	0	0	0	0
1988	1	496	89	0	0	0	0
1989	1	9	11	0	0	0	2
1990	3	28	2	0	0	0	7
1991	373	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	7
1993	33	44	19	0	0	6	1
1994	149	1370	0	0	0	0	715
1995	0	48	0	0	0	0	0
1996	0	40	0	0	0	32	16
1997	0	1067	159	10	0	5	0
1998	16	290	0	11	8	17	21
1999	112	515	32	13	21	0	281
2000	0	12	0	0	0	69	29
2001	0	21	0	2	17	18	0
2002	0	107	139	19	2	59	48
2003	0	11	0	0	0	0	6
2004	93	76	0	1	0	42	38
2005	493	1382	0	2	2	6	187
2006	0	0	8	0	2	18	5
2007	298	50	0	12	4	102	16
2008	0	13	126	0	0	96	40
2009	0	0	0	0	0	7	0
2010	0	0	168	0	4	87	0
2011	688	3010	133	19	6	21	1108
2012	0	0	0	0	0	41	0
2013	144	12	195	0	0	21	59
2014	0	13	19	0	2	0	0
2015	0	0	109	1	0	25	0
2016	0	1	18	0	0	0	0
2017	0	1	51	0	0	85	0
2018	0	10	49	0	0	51	0
2019	0	0	15	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0	0
Total	2497	10009	1498	92	74	810	2588

Segundo a EMBRAPA (2021), as unidades de proteção integral têm como propósito básico resguardar a natureza, para isso nessas unidades se permite o uso indireto de seus recursos naturais, com algumas ressalvas que estão descritas na Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). Já as unidades de uso sustentável, são criadas com o seu objetivo principal é conciliar a conservação da natureza com o uso direto de uma parte dos seus recursos naturais.

Com isso, torna-se mais fácil entender os dados apresentados no gráfico, as unidades de conservação de uso sustentável por terem na sua criação a ideia de utilizar os recursos de maneira direta, se tornam mais vulneráveis ao uso indevido e menos despreocupado por parte das pessoas, logo são elas que tiveram maiores quantidades de área em hectares queimadas nesses 35 anos abordados pelo trabalho. As classes de uso do solo mais afetadas e que estão em todos os anos que ocorreram incêndios nas unidades de conservação foram: formação savânica e formação campestre.

Porém, nos anos mais críticos de incêndios registrados na APA, as UC de proteção integral, tiveram maiores quantidades de áreas queimadas, isso pode estar relacionado, ao acúmulo de material combustível, já que as mesmas queimam menos do que as UC de uso sustentável. Outra análise possível de ser realizada através da tabela é que no ano de 2011, registrou-se a maior quantidade de área queimada dentro das unidades de conservação.

O que se observou em anos posteriores a grandes incêndios florestais na APA é uma queda na quantidade de área queimada, isso se dá justamente devido à grande parte de material combustível ter sido consumida no grande incêndio. Estes focos de incêndios iniciam-se e ocorrem em áreas de franca expansão urbana, próximo aos perímetros urbanos, estradas e zonas agrícolas. Estudos mais específicos poderão detalhar que nessas áreas com altos índices de incêndio e grande frequência, existe a perda de diversidade e estabelecimento das plantas e espécies características desses biomas.

4.3 Recorrência do fogo

A recorrência dos incêndios florestais foi observada na área de estudo, que representa um grande problema para a recuperação da área e estabelecimentos das espécies no sistema, isso porque o fogo é um evento que causa distúrbio no ambiente causando por exemplo a diminuição da qualidade do solo, em características nutricionais, hídricas, dentre outras, implicando na redução da diversidade de espécies, tornando o sistema mais pobres e menos

produtivo. Os resultados deste estudo indicam que 24% de toda a APA não foi atingida por fogo em todo o período de estudo. Outros 26%, 20%, 12%, 9% foram atingidos por fogo uma, duas, três e quatro vezes, respectivamente. Os demais 9% foram atingidos cinco ou mais vezes (Figura 7).

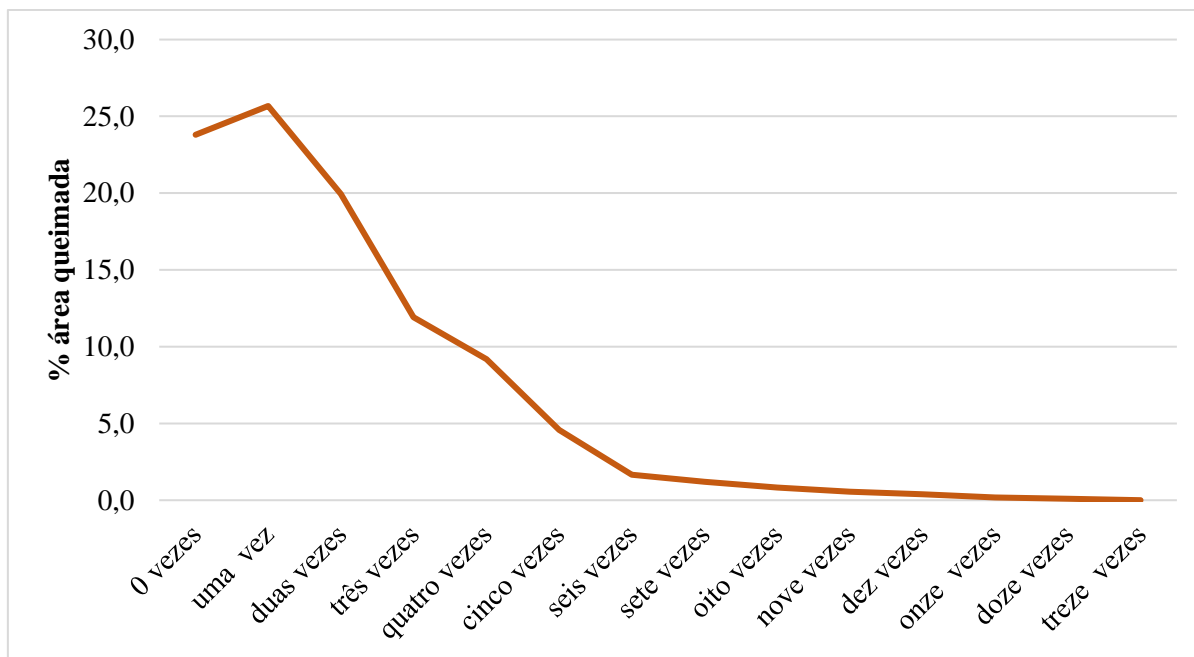


Figura 7. Recorrência do fogo na APA do ano de 1985 a 2020.

As áreas com maior recorrência de fogo estão localizadas dentro do Parque Ecológico Luís Cruls Catetinho e Parque Ecológico Lauro Muller Catetinho (Figura 8). Tal fato ocorre provavelmente devido à prática de aceiros negros realizados nessas áreas, que tem por objetivo reduzir a quantidade combustível e o risco de incêndios florestais nos períodos mais propensos aos incêndios florestais no Distrito Federal. Os aceiros são, normalmente, feitos ao longo das rodovias principais, devido à grande presença de pessoas que aumentam o risco de ocorrência do fogo.

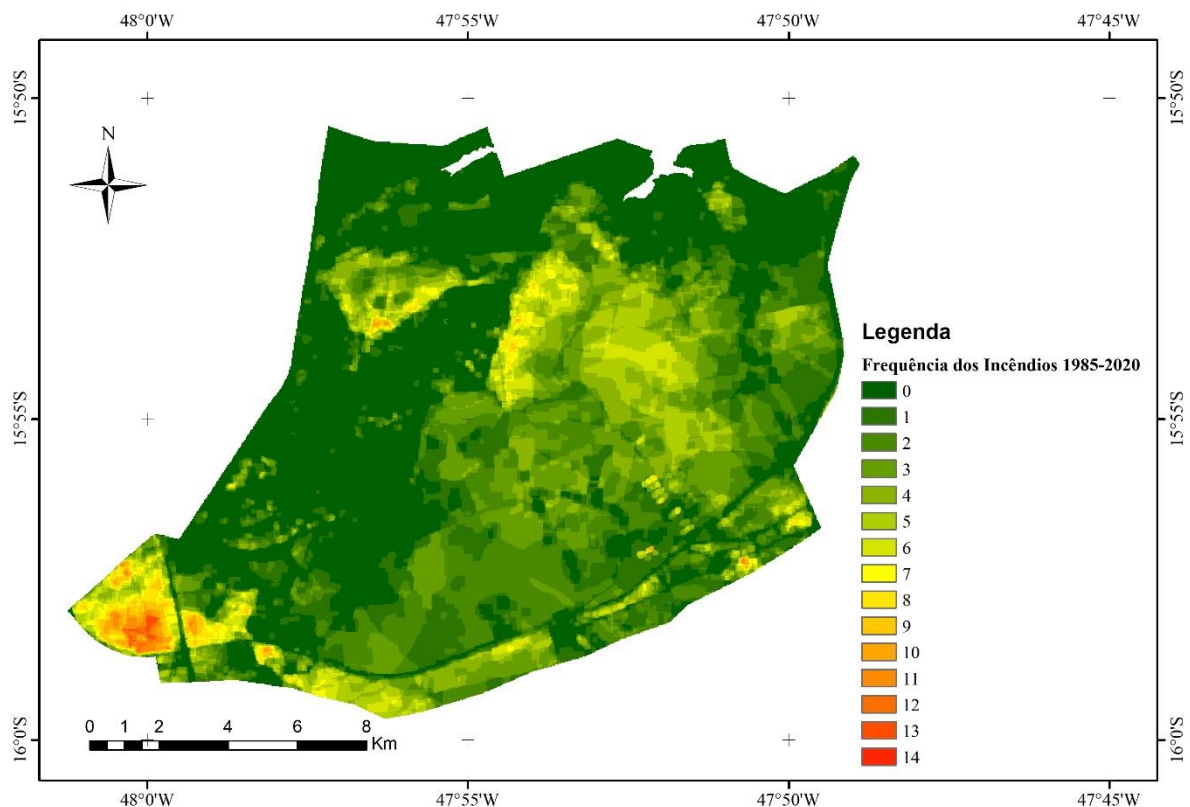


Figura 8. Recorrência de incêndios na APA do ano de 1985 a 2020.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo revelou que as áreas de savana (cerrado), seguida por áreas de formação campestre são fitofisionomias do cerrado mais afetadas pelo fogo na APA Gama e Cabeça de Veado. As áreas antropizadas apresentaram as menores áreas afetadas por fogo, que indica que estas áreas são protegidas por interesses diversos dos seus moradores ou possuidores.

Algumas áreas apresentaram alta recorrência do fogo como consequência da prática de confecção de aceiros, como foi o caso dos Parque Ecológico Luís Cruls Catetinho e Parque Ecológico Lauro Muller Catetinho. É provável que as recorrências de fogo sejam intensificadas nos próximos anos com a implementação dos Manejos Integrados do Fogo em áreas protegidas do Distrito Federal, que neste caso seriam considerados como “fogo do bem”, utilizados para evitar incêndios de maiores intensidades e proporções espaciais.

Dentro das unidades de conservação (UC), observou-se que em todo o período as mais afetadas foram as unidades de conservação de uso sustentável, porém nos anos de maiores incêndios registrados na APA, as unidades de proteção integral foram as mais afetadas. Todavia nos últimos anos, o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), junto ao Prevfogo do Instituto

Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), tem feito um trabalho de conscientização da população e a prática de aceiros negros, antes dos períodos mais críticos da seca, tem se intensificado, junto a rápida detecção e combate eficiente desses focos, diminuindo a quantidade de material combustível. Isso pode ser observado nos dados a partir do ano de 2012, onde as classes de uso do solo mais afetadas pelo fogo são formação savânica e formação campestre, apresentando uma menor extensão na área queimada.

Os resultados deste estudo contribuem para o diagnóstico detalhado e a identificação de períodos e áreas mais críticas em relação à ocorrência do fogo e, com isso, possibilita a definição de estratégias e políticas públicas para evitar e combater o fogo na APA Gama e Cabeça de Veado.

6 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, H; MALATRASI, L; CÂMARA, R. FOGO CERRADO, 2022.

Disponível em: <https://www.institutojurumi.org.br/2022/09/fogo-cerrado.html>.

Último acesso em 13 de julho de 2023.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. INCÊNDIOS FLORESTAIS, 2020.

Disponível em: <http://defesacivil.rj.gov.br/> Último acesso em 11 de julho de 2023.

EARTHENGINE. **CONHEÇA O EARTH ENGINE. 2023.**

Disponível em: <https://earthengine.google.com/platform/>.

Último acesso em 11 de julho de 2023.

EMBRAPA. **O Cerrado**, 2012.

Disponível em: <https://www.cpac.embrapa.br/unidade/ocerrado/>.

Último acesso em 11 de julho de 2023.

EMBRAPA. **Unidades de Conservação. 2021.**

Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/> .

Último acesso em 11 de julho de 2023.

IBRAM. **APA Gama e Cabeça de Veado**, 2018.

Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/apa-gama-e-cabeca-de-veado/>

Último acesso em 11 de julho de 2023.

KLINK, C. A; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. Megadiversidade, 2005.

MAPBIOMAS BRASIL. **Mapeamento do uso e cobertura do solo do Brasil. 2023.**

Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Último acesso em 11 de julho de 2023.

MAPBIOMAS BRASIL. **MÉTODO MONITOR DE INCÊNDIO MAPBIOMAS. 2023.**

Disponível em: <https://mapbiomas.org/>.

Último acesso em 11 de julho de 2023.

MELO, R.R. Dinâmica De Ocorrência De Incêndios Florestais Em Unidade De Conservação Influenciada Por Diversos Usos E Cobertura Do Solo: APA Gama E Cabeça De Veado – DF, 2018.

SOARES, R. V; BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais Controle, Efeitos e Usos do Fogo**, 2007.

OLIVEIRA, V.F.R; SILVA, E.R.S; SILVA, B.H.M; VICK, E.P; LIMA, C.G.R; BACANI, V.M. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de risco a incêndios**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.13, n.03, p. 1194-1212, 16 de abril de 2020.

IBAMA. **Manejo integrado do fogo**, 22 de junho de 2023.

Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/hotsites/pantanalsem incendios/manejo-do-fogo>

MOTTA, M. **Aceiros negros-coord. Do prev. Fogo-analista ambiental**, 2019.

Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia/images/stories/o-que-fazemos/2019/Nota_site_aceiros_negros_2019.pdf

MEDEIROS, M.B e FIEDLER, N.C. **incêndios florestais no parque nacional da serra da canastra: desafios para a conservação da biodiversidade** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168, 01 de dezembro de 2003.

SOARES, R.V e SANTOS, J.F. **Perfil de dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997**. Revista FLORESTA, v.2, p. 219-232, 07 de novembro de 2002.