

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL  
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DIRETORIA DE ENSINO  
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR CEL. OSMAR ALVES PINHEIRO  
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

**CADETE BM/2 MATHEUS CASTRO DE CARVALHO**



**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE DE INCÊNDIOS  
FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA**

**BRASÍLIA  
2021**

CADETE BM/2 MATHEUS **CASTRO** DE CARVALHO

**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE DE INCÊNDIOS  
FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA**

Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – Desenvolvimento como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais Combatentes do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientadora: Ten-Cel. RRm. QOBM/Compl. **MARIA LUIZA SPINELLI PARCA  
TEDESCHI**

BRASÍLIA  
2021

CADETE BM/2 MATHEUS **CASTRO** DE CARVALHO

**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE DE INCÊNDIOS  
FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA**

Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – Desenvolvimento como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais Combatentes do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

ALBERTO WESLEY **DOURADO** DE SOUZA - Ten-Cel. QOBM/Comb.  
**Presidente**

---

VINICIUS **FIUZA** DUMAS - Maj. QOBM/Comb.  
**Membro**

---

ZILTA DIAZ PENNA MARINHO - Professora de Metodologia Científica  
**Membro**

---

**MARIA LUIZA** SPINELLI PARCA TEDESCHI - Ten-Cel. RRm. QOBM/Compl.  
**Orientadora**

Agradeço primeiramente a minha família pelo apoio em todos os momentos, em especial minha mãe, Marlene, que sem ela eu não estaria aqui. Agradeço também minha orientadora Ten-Cel. Maria Luiza pelas valiosas informações e transmissão de conhecimento. Aos instrutores da Academia de Bombeiro Militar que durante dois anos nos ensinaram a como sermos bombeiros.

## RESUMO

O fogo fora de controle iniciado por ações antrópicas resulta em incêndios florestais, e estes vem modificando intensamente o bioma do Cerrado ao longo dos anos. Com isso, se faz necessário o uso de ferramentas que auxiliem a elaboração de programas de prevenção às queimadas e incêndios florestais. Este trabalho propõe a utilização de uma ferramenta de mapeamento onde analisa os incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional de Brasília entre os anos de 2011 a 2020, com base no levantamento de focos de calor feito pelo INPE. Avaliando os focos de calor e confeccionando um mapa de vulnerabilidade com a ocorrência destes incêndios, foi possível identificar as áreas mais sensíveis à ocorrência das queimadas. Para localização e delimitação dos pontos de queimada foi utilizada a ferramenta Quantum Gis (QGIS), versão 3.16.0, *software* aberto ao público que se caracteriza por ser um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os mapas foram gerados e classificados com densidades de incêndios relativas, usando escala de cinco cores e variando de densidades de muito baixa (cores mais claras) até muito alta (cores mais avermelhadas). Concluiu-se que a região do parque anexada em 2006, conhecida como Chapada Imperial é a área com o maior número de focos de calor, representando 66,6% dos 1374 focos registrados no parque em dez anos, portando a área de maior vulnerabilidade. Pode-se dizer que o tipo de vegetação, relevo e proximidade da população são agravantes para a ocorrência destes incêndios na região. Os mapas gerados podem subsidiar as autoridades competentes a promover ações de prevenção, combate e controle nestas áreas mais expostas da unidade.

**Palavras-chave:** Incêndio Florestal. Parque Nacional de Brasília. Mapa de Vulnerabilidade.

## **ABSTRACT**

*Out-of-control fires initiated by human actions result in forest fires, and these have been intensely modifying the Cerrado biome over the years. Thus, it is necessary to use tools that help in the development of programs to prevent fires and forest fires. This work proposes the use of a mapping tool to analyze the forest fires that occurred in the Brasília National Park between 2011 and 2020, based on the survey of hotspots carried out by INPE. Assessing the hotspots and making a vulnerability map with the occurrence of these fires, it was possible to identify the most sensitive areas to the occurrence of fires. The Quantum Gis (QGIS) tool, version 3.16.0, software open to the public, characterized by being a Geographic Information System (GIS), was used to locate and delimit the burning points. Maps were generated and classified with relative fire densities, using a five-color scale and ranging from very low (lighter colors) to very high (more reddish colors). It was concluded that the region of the park annexed in 2006, known as Chapada Imperial is the area with the highest number of hot spots, representing 66.6% of the 1374 hot spots recorded in the park in ten years, carrying the area of greatest vulnerability. It can be said that the type of vegetation, relief and proximity to the population are aggravating to the occurrence of these fires in the region. The generated maps can subsidize the competent authorities to promote prevention, combat and control actions in these most exposed areas of the unit.*

**Keywords:** Forest Fire. Brasília National Park. Vulnerability Map.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Distribuição do Cerrado no Brasil .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2 - Localização do Parque Nacional de Brasília .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3 - Raios causam incêndio florestal no Canadá .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4 - Incêndio florestal causado por piromaniacos na Espanha .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 5 - Queimada para renovar pastagem em Campo Grande (MS) .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 6 - Pontas de cigarro é uma das causas de incêndios florestais.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 7 - Incêndio no Parque Nacional das Emas causado por falha em equipamentos florestais .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8 - Incêndio provocado pela passagem de trens nas ferrovias .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 9 - Fogueiras em locais inadequados podem causar incêndios florestais .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 10 - Incêndio florestal pode ser causado por queda de balão .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 11 - Página principal do Programa Queimadas no site do INPE .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 12 - Interface de inicialização do Quantum GIS 3.16.0 .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 13 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2011 ...</b>	<b>44</b>
<b>Figura 14 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2012 ...</b>	<b>44</b>
<b>Figura 15 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2013 ...</b>	<b>45</b>
<b>Figura 16 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2014 ...</b>	<b>46</b>
<b>Figura 17 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2015 ...</b>	<b>46</b>
<b>Figura 18 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2016 ...</b>	<b>47</b>
<b>Figura 19 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2017 ...</b>	<b>48</b>
<b>Figura 20 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2018 ...</b>	<b>49</b>
<b>Figura 21 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2019 ...</b>	<b>50</b>
<b>Figura 22 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2020 ...</b>	<b>51</b>
<b>Figura 23 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB de 2011 a 2020 .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 24 - Focos de queimada registrados entre 2011 e 2020 .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 25 - Mapa de uso e cobertura do solo do PNB.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 26 - Mapa de uso do solo com os focos de calor .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 27 - Imagem de satélite do PNB .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 28 - Fluxograma de um Plano de Proteção Contra Incêndios Florestais</b>	<b>62</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 - Ocorrências de incêndio florestal atendidas pelo CBMDF .....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 2 - Estimativa de área queimada nos incêndios florestais atendidos pelo CBMDF .....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico 3 - Número de focos de queimadas no PNB ao longo de dez anos .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem da área e de focos de calor nas categorias de uso do solo no PNB .....	59
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CFO	Curso de Formação de Oficiais
DF	Distrito Federal
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e a Alimentação
Flona	Floresta Nacional de Brasília
GO	Goiás
GPRAM	Grupamento de Proteção Ambiental
Ha	Hectare
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MG	Minas Gerais
MIF	Manejo Integrado do Fogo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
Nº	Número
OPVV	Operação Verde Vivo
PN	Parque Nacional
PNB	Parque Nacional de Brasília
PPCIF	Plano de Prevenção de Combate a Incêndios Florestais
PPIF	Plano de Proteção contra Incêndios Florestais
PREVFOGO	Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais
ROI	Registro de Ocorrência de Incêndios
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
QGIS	Quantum GIS
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

UC

Unidade de Conservação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1. Definição do problema .....	16
1.2. Justificativa.....	16
1.3. Objetivos .....	17
1.3.1. Objetivo geral.....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Questões.....	18
1.5. Definição de termos .....	19
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>21</b>
2.1. Incêndios Florestais e o Cerrado .....	21
2.2. Unidades de Conservação e o Parque Nacional De Brasília .....	24
2.3. Geoprocessamento e o Mapa de Kernel.....	27
2.4. Causas dos Incêndios Florestais .....	28
2.4.1. Raios .....	28
2.4.2. Incendiários .....	29
2.4.3. Queimas para limpeza.....	30
2.4.4. Fumantes.....	31
2.4.5. Operações florestais.....	32
2.4.6. Estradas de ferro .....	33
2.4.7. Recreação .....	33
2.4.8. Diversos.....	34
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>41</b>
4.1. Prevenção aos Incêndios Florestais.....	61
4.1.1. Educação Ambiental.....	63
4.1.2. Respeito às Leis .....	63
4.1.3. Construção de Aceiros e Queimas Controladas .....	64
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>66</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>70</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A – MAPA DE CONCENTRAÇÃO DOS FOCOS DE QUEIMADA NO PNB DE 2011 A 2020</b> .....	<b>77</b>
<b>APÊNDICE B – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA PASTAGEM</b> .....	<b>79</b>
<b>APÊNDICE C – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO FLORESTAL</b> ....	<b>81</b>

<b>APÊNDICE D – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO SAVÂNICA.....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE E – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO CAMPESTRE ...</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DESTINADO À CHEFE DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA (NÃO RESPONDIDO) .....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DESTINADO AO GERENTE DE FOGO DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA (NÃO RESPONDIDO) .....</b>	<b>91</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O fogo é um fenômeno que sempre existiu no planeta Terra e ajudou na predominância e manutenção de vários ecossistemas, porém quando fora de controle, causa inúmeras perdas (SOARES, 1995). No caso dos incêndios florestais, o fogo fora de controle, gera problemas em escalas variadas. Nos locais em que os incêndios florestais ocorrem, eles podem promover a degradação ambiental, impactos sobre a biodiversidade, além de perdas de ordem econômica e social.

Uma das preocupações quanto aos incêndios florestais é a contenção, mantendo-o numa menor área possível, e a mitigação da área queimada, que se mostra complicado mesmo com equipamentos de combate ao fogo mais modernos e treinamento mais técnicos para os agentes envolvidos no combate aos incêndios. Com isso, as formas mais eficientes da prevenção de incêndios florestais começam pela percepção de risco, permitindo o correto planejamento e a destinação de recursos para o combate e controle mais eficiente (BORGES *et al.*, 2011). Na estação da estiagem a ocorrência de fogo é intensificada, pois há maior acúmulo de biomassa seca, menor umidade relativa do ar e maior temperatura, sendo ainda mais importante este planejamento nesta época do ano (LIMA, 2017).

No contexto do Distrito Federal (DF), os incêndios florestais são constantes e numerosos, sendo influenciados principalmente pelo clima e pela vegetação (BAPTISTA E MAIA, 2008), além de grande parte deles terem origem antrópica, que são considerados um grande problema socioambiental. Segundo relatório divulgado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (GPRAM, 2020b), em média registra-se todos os anos no DF mais de 5 mil ocorrências de incêndios florestais, que ocorrem principalmente de junho a outubro, período do ano mais seco na região, a típica época da estiagem (RAMOS, 2019). Uma região onde concentra-se muitos incêndios florestais no DF é a região do Parque Nacional de Brasília (PNB). O Parque está situado na porção noroeste do DF, a cerca de 10 km do centro de Brasília, com área de influência de cerca de 1/3 da área territorial da unidade federativa (IBAMA, 1998).

O Parque Nacional de Brasília se caracteriza por ser uma Unidade de Conservação (UC), estes são espaços territoriais com características naturais relevantes e que preservam um patrimônio biológico significativo (BRASIL, 2000). As Unidades de conservação estão descritas e detalhadas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

O PNB está enquadrado na categoria de Unidades de Proteção Integral, que tem regras mais restritivas, sendo permitido o uso indireto dos recursos naturais. Os Parques Nacionais (PN) são uma das doze categorias de UC, e são áreas destinadas à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica, possibilitando a visitação controlada e pesquisas científicas (BRASIL, 2000). O Parque Nacional de Brasília também se destaca pela extensão das áreas continuamente preservadas.

Para Sampaio (2006), nas UC's é necessária uma gestão de qualidade para que os objetivos presentes no SNUC sejam cumpridos. Nas unidades abertas ao público, um mapa de vulnerabilidade de incêndios pode fornecer uma análise rápida da situação de risco para tomada de decisão em relação à prevenção, combate e controle às queimadas e aos incêndios florestais.

França (2010) diz que é praticamente impossível avaliar as consequências de incêndios florestais nos Parques Nacionais, pois quase não existem programas de acompanhamento e monitoramento dos efeitos do fogo na biodiversidade, sendo necessário discutir e rever as formas de manejo e prevenção de queimadas nestas áreas de conservação.

Neste sentido, um mapa de vulnerabilidade de incêndio pode ajudar a identificar as áreas do Parque com maiores ou menores riscos de ocorrer incêndios de acordo com eventos de queimadas pretéritas. Essas queimas ocorridas anteriormente, documentadas pela brigada de incêndio do Parque, pelo Grupamento de Proteção Ambiental (GPRAM) do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), e por dados de queimadas gerados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) ao longo dos anos, que mapeia

constantemente as áreas que foram afetadas pelo fogo, podem formar estes mapas.

Um mapeamento desta natureza também pode auxiliar na prevenção, como por exemplo, na alocação de recursos em pontos estratégicos do Parque, na definição das áreas de maior risco, que necessitam de mais fiscalização e até a restrição do acesso a determinadas trilhas nos períodos críticos do ano, devido ao risco de incêndio se apresentar mais elevado. Quando possível, a construção de aceiros e a reorganização das atividades realizadas no Parque poderão ser (re)pensadas e (re)planejadas. Este estudo também pode auxiliar no entendimento da relação e dinâmica do fogo no Cerrado, onde incêndios florestais de grandes proporções podem ser mitigados e até evitados.

### **1.1. Definição do problema**

Como um mapa de vulnerabilidade de incêndios do Parque Nacional de Brasília pode ajudar o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) na prevenção, combate e controle de queimadas e incêndios florestais na unidade de conservação?

### **1.2. Justificativa**

Com este estudo pretende-se facilitar a identificação de áreas sensíveis aos incêndios florestais no Parque. Com isso, medidas preventivas podem ser priorizadas e concentradas em áreas mais críticas e nos meses mais propensos às queimadas, proporcionando às equipes que atuam no combate uma ferramenta de planejamento de curto e médio prazo. Esse tipo de trabalho, resulta a longo prazo, em áreas queimadas menores e em uma menor quantidade de focos, anualmente. O entorno da unidade também se beneficiaria com tal trabalho, pois com menos incêndios a população que ali reside vive como menos poluentes suspensos na atmosfera – resultante da fumaça das queimadas - e mais vegetação preservada, proporcionando temperaturas mais amenas na região, entre outros.

Pretende-se aliar o conhecimento Geográfico da análise espacial e interação do homem com o meio com as causas e distribuição de incêndios florestais em determinada área, para promover um estudo capaz de contribuir com o CBMDF e com outras instituições que tem relacionamento com o Parque, como o próprio ICMBio, órgão gestor da unidade. O instituto pode utilizar este trabalho para orientar a brigada de incêndio a atuar com mais eficiência em determinadas regiões, já fazendo um planejamento para uma atuação *in loco*.

Aqui entra em confluência a formação do autor em Geografia com a profissão de bombeiro militar, onde com o conhecimento adquirido na visita de outros parques nacionais brasileiros ajudará na elaboração de um relatório com um mapa de vulnerabilidade, com as áreas mais propensas a queimas no PNB.

Identificar as causas de incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília, localizando as principais áreas atingidas pelos incêndios, e conseqüentemente, gerar mapas com os focos registrados INPE durante dez anos, de 2011 a 2020. Ao final, elaborar um mapa de vulnerabilidade com as regiões mais propensas a incêndios florestais. O CBMDF, através deste estudo, poderá atuar nas regiões mais vulneráveis aos incêndios, e melhor empregar as guarnições no combate às ocorrências no Parque, visando principalmente limitar ao mínimo possível a queima indevida de área preservada e a perda de animais silvestres, entre outros efeitos.

No momento a partir do qual este estudo seja aplicado pelos órgãos atuantes no Parque, e gere efeitos positivos, outros estudos semelhantes podem ser feitos em outras unidades de conservação e preservação do DF.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo geral***

Mapear os locais de maior vulnerabilidade de incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília utilizando como base os registros de queimadas no período de 2011 a 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar os locais que foram queimados no Parque Nacional de Brasília nos últimos dez anos.
- Confeccionar mapas individuais com os eventos de queimadas ocorridos no Parque Nacional de Brasília para cada ano - de 2011 a 2020.
- Comparar os locais dos incêndios no Parque com o uso e ocupação do solo.
- Relacionar se a cobertura vegetal do Cerrado, representada pelas fitofisionomias, tem relação com as ocorrências de incêndio.
- Mesclar em um único mapa as ocorrências de queimadas do Parque Nacional de Brasília entre o período de 2011 a 2020.
- Identificar as possíveis causas de incêndios em determinadas regiões do Parque Nacional de Brasília.
- Definir as zonas de risco de incêndios florestais a partir do mapa de vulnerabilidade, identificando as regiões mais sensíveis e expostas às queimadas e incêndios florestais.

### **1.4. Questões**

As áreas foco de queimadas no Parque Nacional de Brasília ao longo dos anos são diversificadas ou se concentram em determinadas regiões?

As fitofisionomias do Cerrado têm influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque?

Como base nos dados coletados nos órgãos específicos, é possível gerar uma base de conhecimento com mapas de áreas queimadas por ano no Parque Nacional de Brasília englobando o período de 2011 a 2020?

Como base na ocorrência de incêndios anuais, é possível gerar um mapa – sobrepondo os mapas anuais – com as áreas que mais ocorreram incêndios no parque e assim definir zonas de vulnerabilidade de queimadas?

É possível identificar as causas dos incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília?

### **1.5. Definição de termos**

*Hotspot*: lugares ricos em biodiversidade, que apresentam espécies endêmicas – fauna e flora que só ocorrem naquele bioma - e que tem sua manutenção ameaçada, com alta vulnerabilidade ecossistêmica (SANTOS, 2019).

*In Loco*: local característico ou próprio de alguma coisa (DICIO, 2021a).

Fitofisionomias: é o aspecto da vegetação de determinado lugar, com características morfológicas e da comunidade vegetal semelhantes (DICIO, 2021b).

Cerrado *stricto sensu*: também conhecido como Cerrado típico ou Cerrado Sentido Restrito é uma das fitofisionomias do bioma do Cerrado, caracterizado por ter uma vegetação savânica, com árvores baixas e tortuosas (COUTINHO, 2000).

*Shapefile*: é um tipo de arquivo digital que representa um elemento gráfico ou feição, seja em formato de ponto, polígono ou linha e que contenha uma referência espacial (coordenadas) de qualquer que seja o objeto mapeado (SEMACE, 2011).

Queimada: é a aplicação controlada de fogo à vegetação natural ou plantada, sob determinadas condições ambientais, afim de manter o fogo confinado a uma área previamente determinada. Também é conhecida como queimada prescrita ou queima controlada (IBAMA, 1994).

Incêndio florestal: é o fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser causado por ações antrópicas ou de forma natural.

Combate aos incêndios florestais: é a ação de extinguir por completo um incêndio florestal, através de táticas e técnicas de combate (IBAMA, 1994).

Controle dos incêndios florestais: é a ação de controlar um incêndio florestal, impedindo-o de se propagar por áreas não queimadas, não necessariamente ocorre a extinção do fogo (IBAMA, 1994).

Manejo Integrado do Fogo: é a utilização de técnicas de queimas controladas para garantir a conservação e uso sustentável dos ecossistemas. São acompanhadas de planejamento com análises de regimes de fogo apropriados para determinados ambientes, visando a prevenção, preparação, controle e supressão de incêndios florestais (HOFFMANN, 2021).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Incêndios Florestais e o Cerrado

Para Nunes (2005), Incêndio Florestal é o termo utilizado quando o fogo está incontrolável, e que se propaga livremente por áreas florestais, consumindo diversos tipos de materiais combustíveis disponíveis. Devido às grandes mudanças que promovem no solo, vegetação, fauna e flora, alteram os aspectos físicos, biológicos e químicos.

Sant'anna *et al.* (2007) separam os incêndios florestais em três tipos, de acordo com o estrato da vegetação que eles atingem. Incêndio de superfície é aquele que se propaga na superfície do piso da floresta, queimando todo o material combustível até 1,80m de altura. Incêndio de copa é aquele que se propaga através da copa das árvores, consumindo o material combustível acima de 1,80m de altura. E por fim, incêndio subterrâneo é aquele que se propaga pelas camadas de turfa ou húmus que se encontram abaixo do solo da floresta e acima da camada do solo mineral. Cada um destes tipos de incêndios tem combates específicos e ações de prevenção próprios. No DF os três tipos de incêndio podem ocorrer.

No Brasil, a maioria dos incêndios é provocada por ação antrópica, podendo raramente ocorrer de forma natural, como por descargas elétricas. Por outro lado, o Cerrado brasileiro é um ecossistema propenso à ocorrência do fogo, com uma vegetação que apresenta adaptações estruturais e funcionais que proporcionam resiliência a esse tipo de evento, sendo o fogo considerado como um dos fatores determinantes de sua existência (COSTA *et al.*, 2009). As espécies do Cerrado, mesmo tendo resistência ao fogo, não estão adaptadas a incêndios florestais descontrolados que queimam áreas enormes todos os anos.

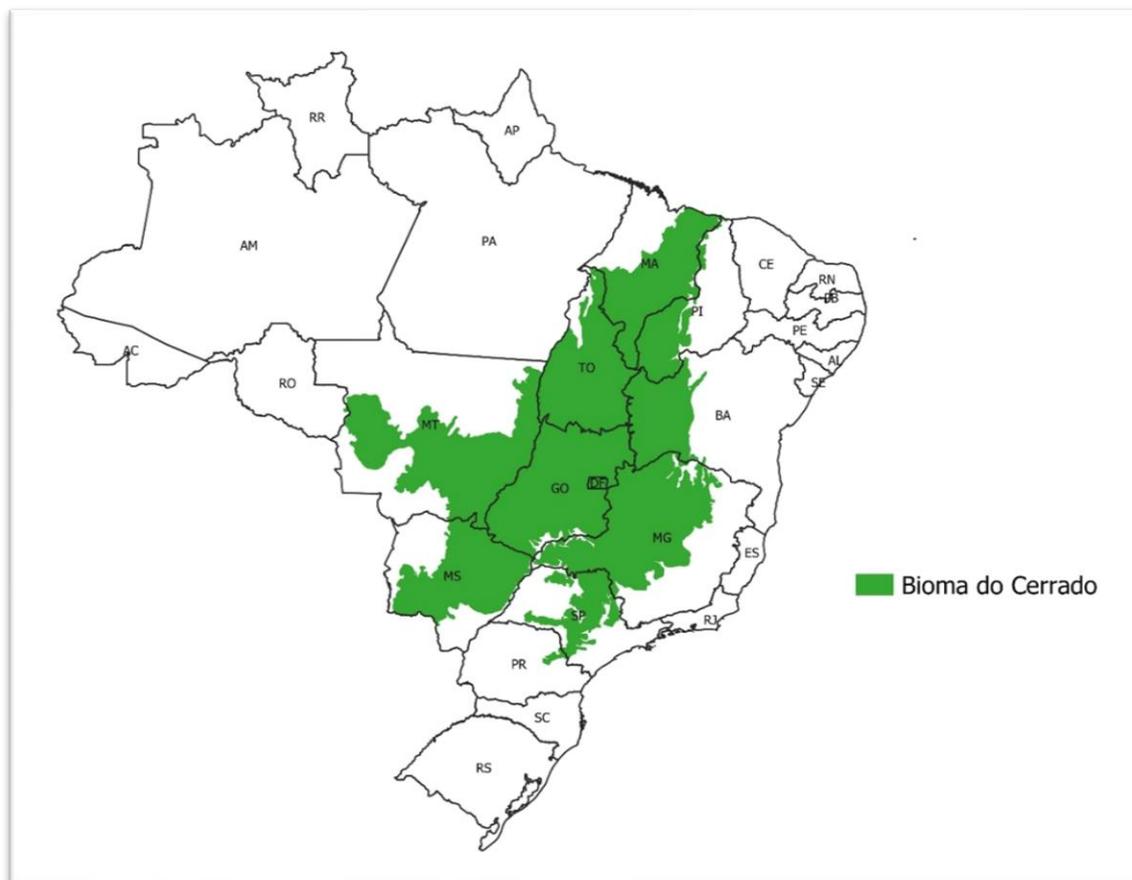
O bioma do Cerrado está localizado no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior do país em área, atrás apenas do bioma da Amazônia, ocupando 21% do território nacional (PROBIO, 2006). A vegetação Cerrado apresenta fitofisionomias que variam desde formações florestais (Cerradão, Mata de Galeria, Mata ciliar, Mata Seca), e formações savânicas (Cerrado *stricto sensu*,

Parque de Cerrado, Vereda e Palmeiral) até formações campestres (Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Rupestre). As formações florestais tem predominância de espécies arbóreas com dossel, enquanto as formações savânicas se caracterizam pela presença dos estratos arbóreo, arbustivo e arbustivo-herbáceo, já as formações campestres são caracterizadas pela presença de arbustos esparsos e estrato herbáceo (PROBIO, 2006).

Segundo Miranda (2010) alguns autores trabalham para explicar os fatores que influenciam na distribuição e biodiversidade das fitofisionomias do Cerrado, entre os mais aceitos estão o clima, os solos, a hidrologia, a topografia, a geomorfologia, a latitude, a ocorrência de incêndios, além de vários fatores antrópicos. O consenso entre os pesquisadores é que o clima, o solo e o fogo são os agentes principais.

Na figura 1 tem-se o bioma do Cerrado em sua extensão original no Brasil, sem sofrer as ações antrópicas. Devido à sua vasta extensão territorial e localização no centro do Brasil onde está a região do avanço da fronteira agrícola, queimadas, desmatamento e expansão urbana vem promovendo o aumento da fragmentação dos ecossistemas do bioma Cerrado. Além disso, França (2000) destaca que o aumento dos incêndios florestais nas últimas décadas é muito significativo, e que pode ter como causa principal a conversão de florestas em pastagens e/ou áreas de agricultura.

**Figura 1 - Distribuição do Cerrado no Brasil**



Fonte: IBGE (2021). Elaborado pelo autor.

Em regiões onde há um período definido de estiagem, como no caso da região central do Brasil e do Distrito Federal, deve haver uma atenção especial com os incêndios florestais no Cerrado, devendo ter a formulação de políticas adequadas e direcionadas no combate ao fogo, principalmente dos órgãos que trabalham direto na atuação de combate e prevenção (LENTINI *et al.*, 2003).

Nesse sentido, a prevenção de incêndios florestais é uma atividade que deve ser feita em várias frentes. Uma dessas frentes pode ser com o uso de um mapa de vulnerabilidade de incêndios florestais, o qual pode se transformar numa ferramenta eficaz para o conhecimento das áreas mais suscetíveis às queimas, possibilitando planejar medidas preventivas, minimizando riscos de focos de queimadas em pontos específicos e de maior vulnerabilidade (BATISTA, 2000). Para Soares e Santos (2002) é fundamental ter o conhecimento sistematizado de onde ocorrem os incêndios florestais, para que com a ferramenta correta de detecção, possa ser possível determinar as áreas

de maior risco, estabelecendo programas específicos para essas regiões mais sensíveis.

Os governos das esferas federais e distritais, desde o antigo Código Florestal, passaram a ser mais atuantes na preservação do Cerrado, principalmente no que diz respeito aos incêndios florestais. Como mostra Silva (2001), é criado em 1988 a Comissão Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, já no ano seguinte, surge o PREVFOGO (Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais).

Em 1996, é publicado o Decreto nº 17.431, criando o Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Distrito Federal (PPCIF) que visa proteger as Unidades de Conservação do Distrito Federal, articulando ações de prevenção com instituições do governo distrital e federal. O plano foi reformulado pelo Decreto 37.549, de 15 de ago. de 2016, que criou o Sistema Distrital de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, com o objetivo de fomentar a articulação entre os órgãos envolvidos no PPCIF.

## **2.2. Unidades de Conservação e o Parque Nacional De Brasília**

Para Teodoro (2014) a partir da década de 1960 houve uma intensa ocupação no bioma do Cerrado, estimulado principalmente pela transferência da capital para a região central do Brasil, e o fogo, apesar de ser um fator historicamente presente no Cerrado, se intensificou. Além do fogo, a vegetação vem sofrendo com a ocupação humana, sua área natural vem sendo substituída por atividades ligadas a produção econômica, como a agropecuária, área para reflorestamento, agricultura, entre outros. As Unidades de Conservação vêm a ser um dos poucos locais onde encontra-se uma biodiversidade minimamente preservada (UNESCO, 2002).

O Distrito Federal possui em seu território remanescentes preservados de vegetação do Cerrado, bioma que é considerado um *hotspot* mundial, ou seja, um lugar rico em biodiversidade, que apresenta espécies endêmicas – fauna e flora que só ocorrem naquele bioma - e que tem sua manutenção ameaçada, com alta vulnerabilidade ecossistêmica (SANTOS, 2019).

Um dos meios de proteger essa diversidade é através das Unidades de Conservação. Nesse intuito, foi instituído a Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase 1, pela UNESCO (2002) com a composição de algumas unidades de conservação no Distrito Federal, que se destacam pela sua extensa área continuamente preservada. Entre elas, estão: o Parque Nacional de Brasília, o Jardim Botânico de Brasília e a sua Estação Ecológica, a Estação Ecológica de Águas Emendadas, a Reserva Ecológica do IBGE e a Fazenda Água Limpa. Além disso, essas áreas são fundamentais para a estabilização da urbanização do território, visto que pelo seu nível de proteção, impedem o avanço da malha urbana nestes espaços. Porém, uma das ameaças a integridade destas regiões preservadas são os incêndios florestais (SOUSA, 2004).

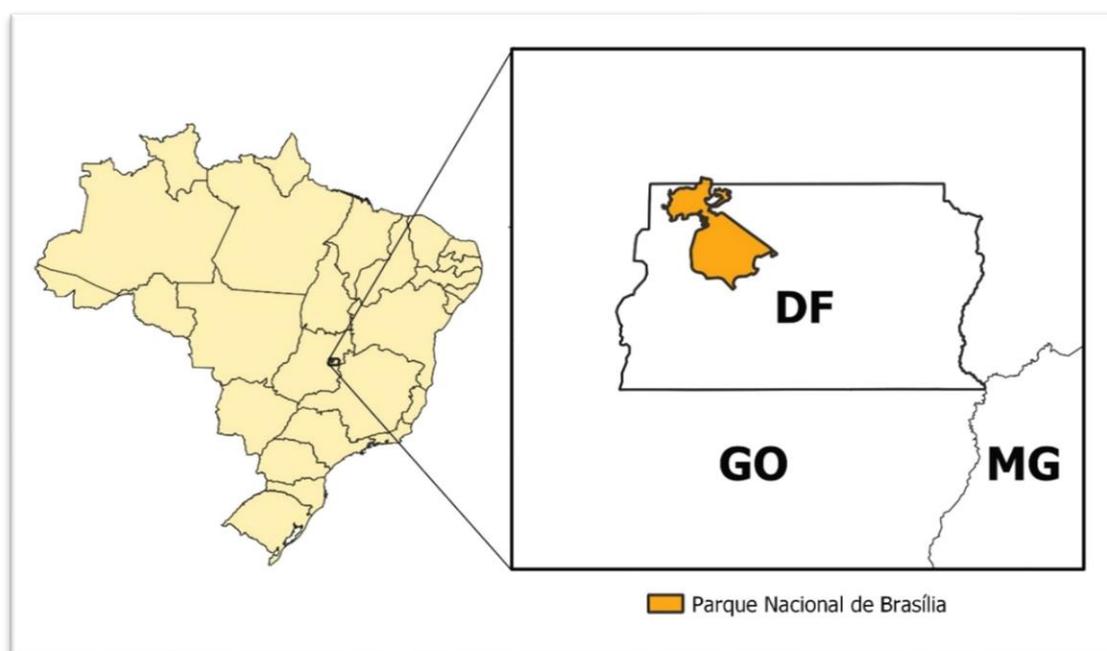
Os incêndios em vegetação, principalmente no Cerrado, podem ocorrer em diversos locais, dentre eles em Unidades de Conservação em seu entorno, chamado também de Zona de Amortecimento, que geralmente é ocupado por conglomerados urbanos. (FIEDLER *et al.*, 2006).

Conforme publicação da UNESCO (2002) as Unidades de Conservação ocupam um total de 42% da área total do DF, porém, algumas destas porções do território, como as Áreas de Proteção Ambiental (APA), estão sendo invadidas por edificações ilegais, em muitos casos, concedidas pelo próprio governo. Fato que acarreta no aumento do desmatamento e das queimadas (PROBIO, 2006).

De acordo com o ICMBio (2014) as Unidades de Conservação se dividem em duas categorias, a primeira é as Unidades de Proteção Integral, que permitem apenas o uso indireto dos recursos naturais e contemplam as subdivisões: Parques Nacionais/Distritais, Estações Ecológicas, Monumentos Naturais, Reservas Biológicas e Refúgios de Vida Silvestre. A outra categoria é de Unidades de Uso Sustentável, que compatibilizam a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais e são elas: Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Áreas de Proteção Ambiental, Parques Ecológicos, Florestas Nacionais/Distritais, Reservas de Fauna, Reservas Extrativistas, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

O Parque Nacional de Brasília é uma das Unidades de Proteção Integral do DF e situa-se em sua porção noroeste, nas regiões administrativa de Brasília, Brazlândia e Sobradinho (Figura 2). A criação e área original do Parque foi definida pelo decreto nº 241, de 29 de novembro de 1961, com cerca de 30.000 hectares, porém a Lei nº 11.285 de 8 de março de 2006 alterou sua área para 42.355,54 hectares, resultando num acréscimo de uma grande região, conhecida popularmente como Chapada Imperial. Hoje a área do parque equivale a 7,3% da área total do Distrito Federal (MMA, 2021). O PNB também está localizado no estado de Goiás, com parte de sua extensão dentro dos municípios de Padre Bernardo (0,67% da área total) e Planaltina (0,55% da área total).

**Figura 2 - Localização do Parque Nacional de Brasília**



Fonte: IBGE (2021). Elaborado pelo autor.

A unidade de conservação surgiu da necessidade de proteger os rios fornecedores de água potável na época da criação da Capital Federal e de tentar manter a vegetação do Cerrado o mais protegida possível do avanço da mancha urbana. Uma das principais atrações do Parque é a parte das piscinas. Os afloramentos do lençol freático e as minas d'água surgidos à época da construção de Brasília e durante a implantação de vias de acesso e a exploração de areia, deram origem à Piscina Pedreira (piscina velha), levando a uma

crecente demanda para a construção de uma segunda área de recreação, que é a Piscina Areal (ICMBIO, 2021).

### **2.3. Geoprocessamento e o Mapa de Kernel**

A velocidade na obtenção, manipulação e exibição de dados e informações somada à necessidade de espacialização de fenômenos de diversas naturezas, vêm se tornando elementos fundamentais no planejamento e gestão de diversos temas na sociedade (MENEZES E FERNANDES, 2013), e é neste contexto que o geoprocessamento atua.

Para Camara e Medeiros (1998), geoprocessamento pode ser entendido como um conjunto de conhecimentos e técnicas computacionais que são usados para tratamento da informação geográfica e que representa, por meio de tecnologias que trabalham com informações espaciais, qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, que resultará numa representação do espaço geográfico em mapas, figuras, imagens, entre outros.

Os satélites e sensores que captam dados utilizados para geoprocessamento estão cada vez mais precisos, o avanço tecnológico tem reduzido a necessidade de monitoramento *in loco*, inclusive da área afetada pelo fogo. Queimadas de grande extensão em áreas de baixa acessibilidade são facilmente localizadas e mensuradas com a ferramenta de geoprocessamento adequada (SETZER et al, 2004).

O emprego no combate a incêndios florestais tem auxiliado órgãos ambientais na localização e dimensão de área atingida pelo fogo, quando e quanto queimou. Além disso, o monitoramento histórico dos incêndios na vegetação, feito a partir dos dados de focos de calor é adequado a regiões remotas e sem outros meios de detecção em tempo real. Esse é o cenário que ocorre nesta área de estudo do PNB e na maior parte do território brasileiro.

Para fazer esse monitoramento é utilizado os chamados Mapas de Kernel, onde podem ser representadas densidades de eventos diversos, entre elas, focos de queimadas. Isso é possível através da inserção de informações vetoriais em um *software* de SIG (Sistema de Informação Geográfica) que

contenha a ferramenta de Kernel, gerando ao final, um mapa (ALVES, 1990). Informações de focos de incêndios podem ser colocadas no *software* e gerar uma Mapa de Densidade de Queimadas. Com a ferramenta Kernel é possível realizar uma análise qualitativa da distribuição dos pontos de calor em uma região.

Ribeiro (2001) salienta que um mapa de risco pode variar em sua sofisticação, desde simples plotagens de dados secundários até a utilização de modelos matemáticos, resultante em estratificações das áreas estudadas. Isto viabiliza inclusive estabelecer um grau de possibilidade de ocorrência de incêndios florestais, por exemplo.

## **2.4. Causas dos Incêndios Florestais**

Ter o conhecimento sobre as causas dos incêndios florestais é imprescindível em qualquer programa de prevenção que visa a redução do número de ocorrências. As causas dos incêndios florestais são muito variadas, depende de fatores como: características físico-químico-biológicas da região, nível de desenvolvimento humano, hábitos e costumes da população ali instalada, entre outras (SOARES E BATISTA, 2007).

A fim de obter uma padronização de informações e facilitar disseminação de pesquisas sobre o tema, a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e a Alimentação) recomenda agrupar as causas em oito categorias: raios, incendiários, queimas para limpeza, operações florestais, fumantes, estradas de ferro, recreação e diversos. Quando um incêndio florestal tem causas desconhecidas, alguns países os classificam como causas indeterminadas.

### **2.4.1. Raios**

Para Schumacher e Dick (2018) as descargas elétricas são uma das únicas causas de incêndios florestais que não são de responsabilidade humana no Brasil, e sua prevenção é quase impossível. Essa causa não é muito registrada no Brasil pois geralmente sua ocorrência é acompanhada por chuvas.

Nosso país é o local com maior incidência de raios no mundo, segundo o Grupo de Eletricidade Atmosférica do INPE, com cerca de 77 milhões de descargas elétricas em média por ano. (RODRIGUES, 2020). Outras fontes naturais de incêndios florestais são vulcões, terremotos e combustão espontânea, mas no Brasil a causa natural mais frequente é raios.

**Figura 3 - Raios causam incêndio florestal no Canadá**



Fonte: NASA (2017).

#### **2.4.2. Incendiários**

Este grupo engloba aqueles incêndios florestais provocados intencionalmente por pessoas em propriedades alheias. Segundo Schumacher e Dick (2018), podem ser divididos em dois tipos: aqueles motivados por vingança e aqueles que são iniciados por pessoas mentalmente instáveis, também chamados de piromaníacos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Piromaníacos são pessoas que sofrem de um transtorno psicológico chamado Piromania, na qual tem a tendência a causar incêndios, por sentir prazer e satisfação em sua preparação e execução, além de gostarem de observar os estragos provocados pelo fogo.

**Figura 4 - Incêndio florestal causado por piromaniacos na Espanha**



Fonte: Khalip e Castillo (2017).

### ***2.4.3. Queimas para limpeza***

Essa categoria de causa abarca aqueles incêndios florestais iniciados a partir da queima para a limpeza de terrenos, sejam por quaisquer motivos: agricultura, reflorestamento, pastagem, lotes urbanos, entre outros, e que saíram do controle, seja por negligência ou descuido das pessoas que praticaram a ação. Essa é a principal causa de incêndios florestais no Brasil (SCHUMACHER E DICK, 2018).

Segundo o IBAMA (2009), queimas para a renovação de pastagem é a principal causa de incêndios em Unidades de Conservação no Brasil, representando cerca de 40% das causas destas ocorrências, que adentram às UC's vindo das circunvizinhanças.

**Figura 5 - Queimada para renovar pastagem em Campo Grande (MS)**



Fonte: Lira (2018).

#### **2.4.4. Fumantes**

Nesta categoria de causa de incêndio florestal enquadram-se aqueles iniciados por pontas de cigarro e fósforo e outros instrumentos de acendimento, como isqueiros, que são jogados ao longo de estradas e trilhas perto de vegetação. Fumantes que causam incêndios em beiras de estradas são casos típicos e que podem gerar grandes incêndios florestais, pois o capim que geralmente está presente nas margens das rodovias é facilmente ignido por estas ações humanas.

**Figura 6 - Pontas de cigarro é uma das causas de incêndios florestais**



Fonte: Revista Incêndio (2017).

### **2.4.5. Operações florestais**

São diversas as operações florestais que podem dar início a um incêndio, principalmente se os trabalhadores envolvidos na atividade não estiverem atentos quanto à utilização e manutenção dos equipamentos. Operações de queima controlada, construção de aceiros, cortes de árvores, utilização de veículos e maquinário pesado próximos de vegetações, são alguns exemplos. O uso dos equipamentos e veículos nestas operações podem causar incêndios devido as faíscas que soltam e à alta temperatura as quais trabalham.

Um exemplo de operação florestal que saiu do controle resultando em queimada foi destaque na mídia no mês de julho de 2021, no Parque Nacional das Emas (GO). Uma operação de construção de aceiros em uma região do parque deu início a um incêndio de grandes proporções na vegetação do Cerrado, após o maquinário utilizado pelos brigadistas apresentar defeito e causar faíscas que atingiu a vegetação seca. Foi queimada uma área de aproximadamente 28 mil hectares, ou 21% da área do parque e o combate durou cinco dias.

**Figura 7 - Incêndio no Parque Nacional das Emas causado por falha em equipamentos florestais**



Fonte: Bittencourt (2021).

#### **2.4.6. Estradas de ferro**

Na classificação da FAO, incêndios florestais também podem ser causados por estradas de ferro, direta ou indiretamente. De forma direta temos quando os trens passam nos trilhos, causando faíscas, ou até mesmo de suas caldeiras alimentadas por madeira, nos casos de locomotivas mais antigas. Essa faísca vai de encontro à vegetação iniciando um foco de queimada. A própria carga dos vagões pode pegar fogo e dar início a incêndios. De forma indireta, tem-se objetos jogados pelos passageiros e maquinistas, como estopas com óleo e fósforos acessos (SCHUMACHER E DICK, 2018).

**Figura 8 - Incêndio provocado pela passagem de trens nas ferrovias**



Fonte: Andrade (2018).

#### **2.4.7. Recreação**

Nesta categoria tem-se fogo iniciado por fogueiras construídas de forma inadequada próximo à vegetação em áreas de camping, caça ou pesca. As UC's abertas ao público estão sujeitas a este tipo de causa de incêndio, visto que existe a imprudência e irresponsabilidade de algumas pessoas que visitam as unidades. Alguns locais não permitem essa ação, podendo ser considerado crime ambiental fazer fogueira em área não autorizada. Em sendo permitido, é necessário preparar e acerar o local da fogueira antes de iniciá-la e ainda

extingui-la por completo quando deixar o local, para que brasas não se espalhem até alguma vegetação nas proximidades.

**Figura 9 - Fogueiras em locais inadequados podem causar incêndios florestais**



Fonte: Vicentini (2019).

#### **2.4.8. Diversos**

Nesta classe, segundo Schumacher e Dick (2018), estão aqui as causas que não podem ser classificadas nas categorias anteriores e que aparecem com menos frequência nas origens de incêndios florestais. Entre elas pode-se citar incêndios em veículos e incêndios a partir de balões de festa junina. Estes últimos são lançados em meses secos do ano em grande parte do Brasil, como junho e julho, causando aonde caem, princípios de queimas ou incêndios florestais, propriamente ditos.

**Figura 10 - Incêndio florestal pode ser causado por queda de balão**



Fonte: Brasil (2016).

Segundo o levantamento de Soares e Batista (2007), entre os anos de 1998 e 2002, 98,4% dos incêndios florestais no Brasil tinham causas originadas por ação antrópica e apenas 1,6% provocados por causas naturais, como raios. Dados que são fidedignos até nos dias de hoje, onde a maior causa de queimadas nas unidades de conservação brasileiras se dá por meio do ser humano.

Conforme dados do IBAMA (2009), as causas de incêndios florestais em unidades de conservação estão principalmente relacionadas ao contexto da população que vive em seu entorno. Com a causa mais frequente sendo queimadas para limpeza de pasto, aumentando de 23% em 2005 para 46% do total de incêndios em 2008. Ações de vandalismo teve decréscimo de 54% em 2005, para 31% em 2008. Os demais dados apontados pelo órgão, são causas naturais e outros. Desde 2009 não ocorre a atualização destes dados pelo IBAMA.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho fez uma pesquisa aplicada, já que trabalha uma região específica e procura gerar conhecimento a ser utilizado na mitigação das queimadas e incêndios florestais na região do Parque Nacional de Brasília. O trabalho se utiliza de uma abordagem qualitativa e quantitativa, buscando dados de quantidade de incêndios em determinado período do tempo, classificando-os e analisando-os afim de transformar estes dados em um produto qualitativo, onde foi possível analisar um fenômeno - que são as queimadas e incêndios florestais - e atribuir suas possíveis causas através dos dados levantados.

A pesquisa tem caráter exploratório, que através de um problema – queimadas em determinada região – utilizou parâmetros espaciais e localizou as áreas mais vulneráveis a estes incêndios, para que os órgãos interessados possam trabalhar na prevenção, combate e controle das futuras ocorrências.

Foi feita uma revisão bibliográfica dos autores que trabalharam o tema, assim, embasando o trabalho com ideias já tratadas por outros pesquisadores, mas sendo adequadas para a presente pesquisa e região. Além de unir novas ideias com as já existentes, novos dados foram gerados como produto do trabalho. Estes materiais foram coletados através da internet e de bibliotecas, tanto do CBMDF, quanto de bibliotecas públicas do Distrito Federal.

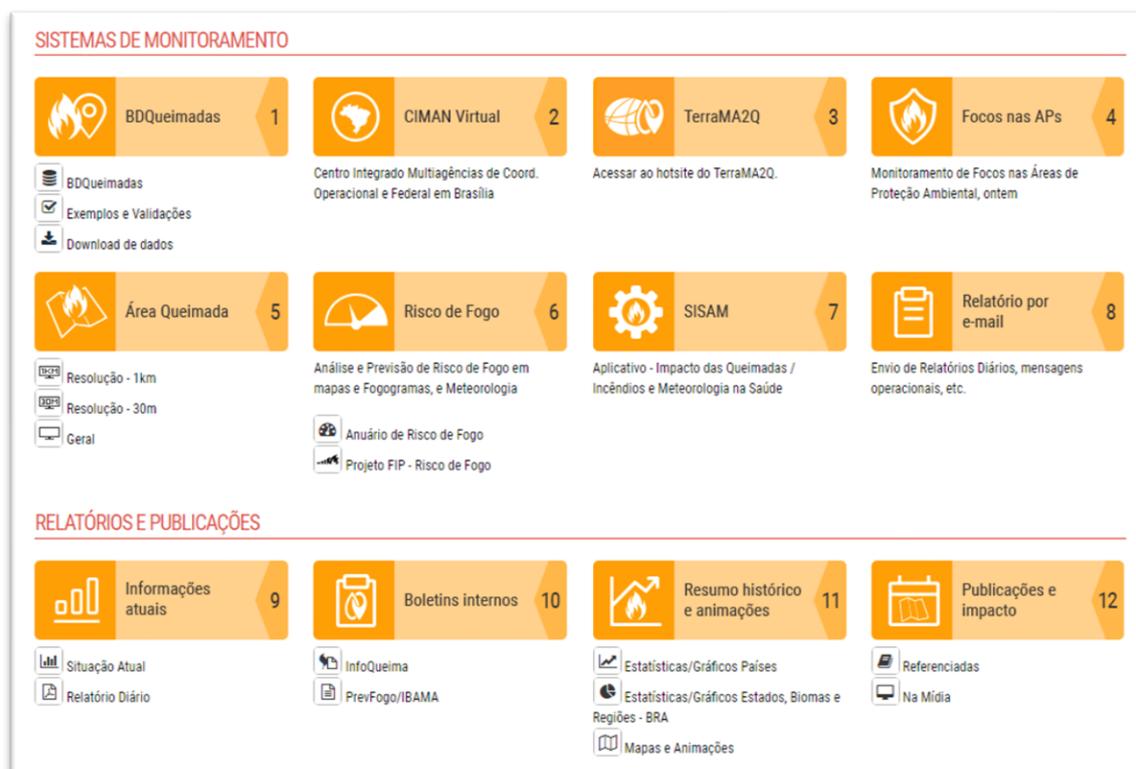
O método utilizado é o dedutivo, pois o trabalho chegou a uma conclusão com base em várias informações lógicas registradas preteritamente, que foram previamente trabalhadas resultando num produto final. Este produto é condizente com a realidade da região, que são as áreas de vulnerabilidade de queimadas do Parque Nacional de Brasília. Com a utilização de dados das ocorrências de queimadas em determinadas áreas em anos anteriores, foi possível determinar a possível vulnerabilidade naquela região.

Primeiramente foi feito o levantamento de dados estatísticos junto ao GPRAM, sobre as queimadas que ocorreram no Parque Nacional de Brasília no período de 2011 a 2020. Os dados fornecidos pelo GPRAM são de incêndios em todo o DF, da Operação Verde-Vivo, de 2006 a 2020, onde tem números a

respeito da quantidade de ocorrências de incêndio florestal atendidas e a área queimada em hectares. Estes dados foram analisados e comparados com o número de queimadas anual na região do PNB.

Dados de queimadas do portal online do INPE também foram usados, através do Programa Queimadas foi possível acessar dados dos focos de calor e cicatrizes de incêndios em todo o DF nos últimos dez anos. Conforme pode ser visto na figura 11, o portal conta com diversas informações sobre incêndios em todo o Brasil, sendo uma importante ferramenta para o pesquisador que trabalha com esta temática.

**Figura 11 - Página principal do Programa Queimadas no site do INPE**



Fonte: Portal online do INPE. Capturada pelo autor.

Estes dados foram de suma importância na confecção deste trabalho, devido a já estarem no formato ideal para ser trabalhado nos programas de Sistema de Informação Geográfica, e por terem a região de estudo mapeada via satélite com a área queimada do Parque desde 2011.

Primeiro foi feito o *download* dos focos de queimadas dos anos de 2011 a 2020, totalizando dez *shapefiles* para análise e triagem de informações. Depois

foi adquirido dados das cicatrizes de incêndio da órbita de satélite 221\_071, que abrange todo o PNB, sendo coletado cerca de 67 imagens de satélites com cicatrizes de queima dos anos de 2011 a 2020.

Para capturar estas imagens o INPE utiliza dez satélites que possuem sensores óticos operando na faixa termal, entre eles o NOAA-18 e 19, NASA TERRA e AQUA e imagens dos satélites geoestacionários, GOES-16 e MSG-3 (INPE, 2021). No total, o INPE processa automaticamente mais de 200 imagens por dia, especificamente para detectar focos de queima da vegetação em todo o território nacional.

Com relação à confiabilidade da captura dos focos de queimada (INPE, 2021), o Instituto esclarece que um foco indica a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem, que depende do satélite. No ponto do foco pode haver uma ou várias frentes de fogo ativo distintas, que a indicação será de um único foco ou ponto. Se o evento de fogo na vegetação for muito extenso, ele pode ser detectado em alguns focos vizinhos, ou seja, vários focos estarão associados a um único grande evento de queima. Ainda complementa que as contagens de focos feitas pelo INPE são excelentes indicadores da ocorrência de fogo na vegetação e permitem comparações temporais e espaciais para intervalos maiores que 10 dias.

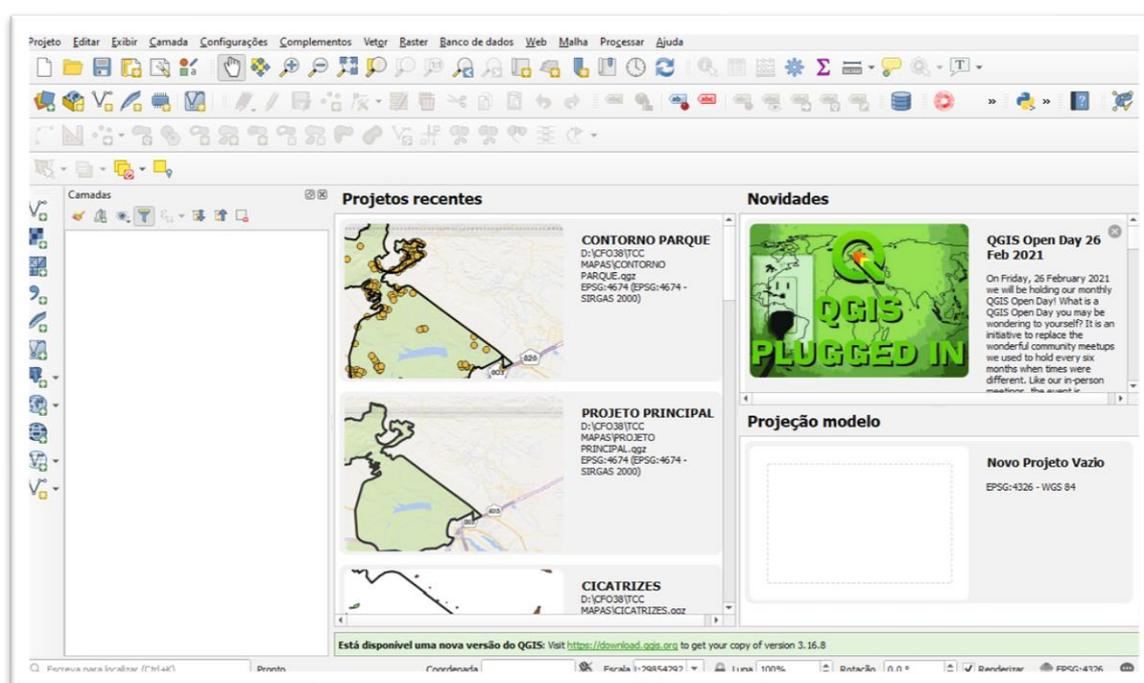
O Instituto ainda trabalha com algoritmos para tratar os pontos de focos e dar maior exatidão e confiabilidade na informação. Ressalta ainda que o uso de todos os focos de vários satélites é recomendado quando é relevante uma detecção de queimada em determinado local, como em uma área de proteção ou unidade de conservação.

Após coletados, estes dados foram computados, separados e selecionados para serem usados na pesquisa. Para a confecção dos mapas, foram usados recursos do SIG, que são *softwares* utilizados para confeccionar mapas das mais diversas temáticas. Um SIG tem a capacidade de coletar, sobrepor, trabalhar e visualizar um grande volume de dados, de diversas fontes, resultando na produção de modelos cartográficos didáticos e informativos. As

imagens de satélites utilizadas foram trabalhadas com o processamento digital de imagens.

O *software* utilizado para tal foi o QGIS 3.16.0, por conter uma interface simples de se trabalhar, além de ser gratuito, podendo ser obtido no site da empresa, fato este que não reduz sua gama de funcionalidades. O programa ainda conta com menus que permitem o acesso de informações de forma prática e clara (Figura 12). Os dados mais relevantes foram plotados na ferramenta para serem transformados em Mapas de Densidade de Queimadas.

**Figura 12 - Interface de inicialização do Quantum GIS 3.16.0**



Fonte: Quantum GIS 3.16.0. Capturada pelo autor.

As bases cartográficas utilizadas para confecção de mapas contendo o Brasil e o Distrito Federal foram obtidas por meio do portal online do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Portal Mapas tem um acervo diversificado com cerca de 33.000 mapas disponíveis para download (IBGE, 2021). Um mapa de uso e ocupação do solo também foi gerado, a partir das informações que foram coletadas no site do projeto MapBiomias Brasil (MapBiomias, 2021).

Com os mapas concluídos, foi feita uma análise com base nos dados gerados, chegando a um resultado das áreas mais suscetíveis a queimadas no PNB, dado que ao longo dos anos sofreram com a ocorrência de incêndios. Este resultado ajudará na atuação dos órgãos que atuam nessas ocorrências, como o CBMDF e a brigada de incêndio do ICMBio, tanto no que tange a prevenção como em combate e controle de incêndios florestais mais efetivos. Além disso, também poderão trabalhar nessas regiões mais suscetíveis às queimadas naqueles meses de maiores risco de ocorrência de grandes incêndios florestais.

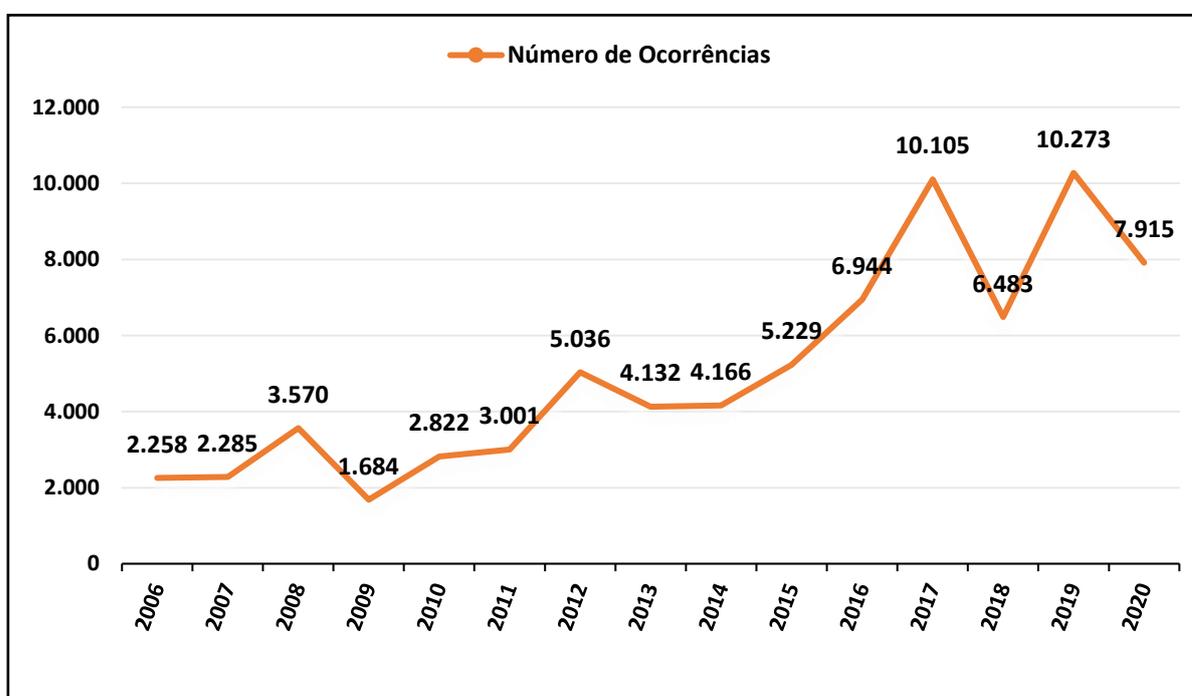
Por fim, ressalta-se que o autor apresentou a proposta deste trabalho ao ICMBio, conforme solicitado para todo e qualquer pesquisador que tenha a intenção de fazer estudos em uma unidade de conservação sob a gerencia da instituição, tendo preenchido um pedido de autorização para a coleta de informações com finalidade científica no portal online do ICMBio no mês de abril de 2021.

A autorização para a realização da pesquisa foi concedida em 06/05/2021, onde a instituição autorizou a entrar em contato com a gestão do PNB. A partir daí, com o andamento do trabalho e, especificamente a fim de confirmar a definição dos pontos elencados na pesquisa, foi feita uma série de contatos virtuais (devido à pandemia do Coronavírus) com o PNB. Foi ainda formulado um questionário endereçado à Chefia do PNB e também à Gerência do Fogo da unidade, encaminhado por e-mail, sem êxito nas respostas até o presente momento. Dificuldades relacionadas às inúmeras restrições decorrentes da pandemia de COVID-19, neste caso, não foram superadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Distrito Federal, as estatísticas do CBMDF mostram um aumento no número de incêndios florestais ao longo dos anos, como também da área queimada. Segundo dados do GPRAM (2020b) coletados durante a Operação Verde Vivo<sup>2</sup> (OPVV), desde 2006 o número de ocorrências atendidas no DF aumentou cerca de 300%, saindo de pouco mais de 2.000 atendimentos para quase 8.000 ocorrências em 2020 (Gráfico 1). O pico atingido ao longo destes 15 anos foi em 2019, com 10.273 atendimentos, resultando em uma média de 28 ocorrências atendidas por dia.

**Gráfico 1 - Ocorrências de incêndio florestal atendidas pelo CBMDF**



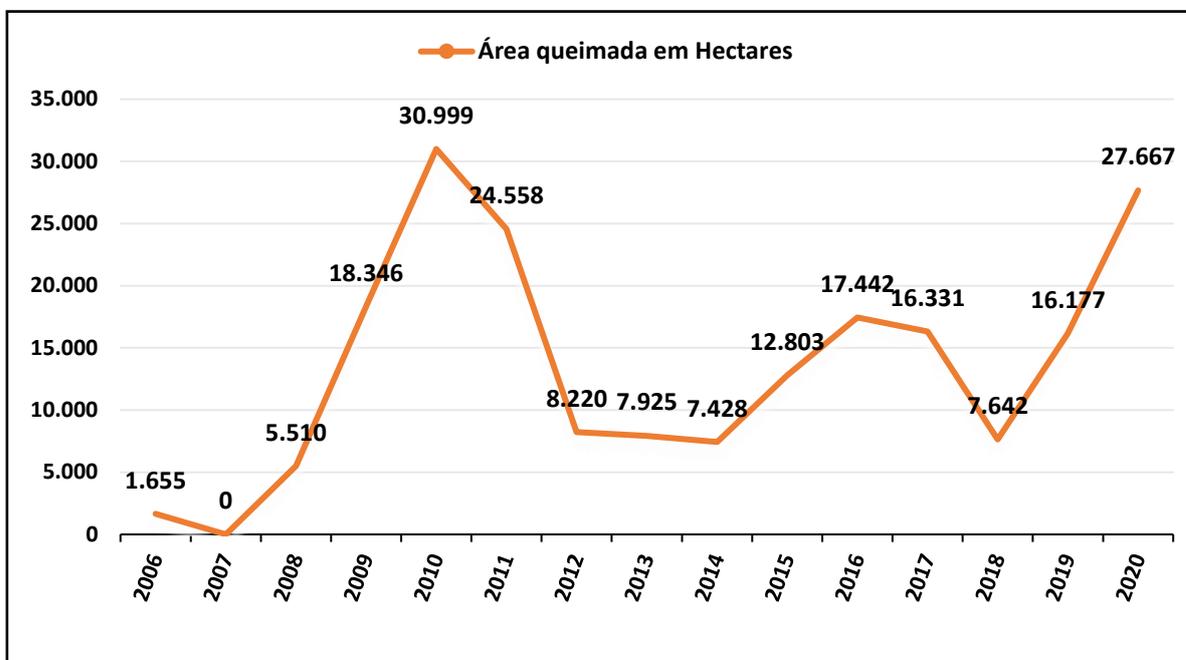
Fonte: GPRAM (2020a). Elaborado pelo autor.

A área queimada estimada também teve acréscimo substancial (Gráfico 2), mas variando expressivamente entre os anos de 2009 e 2011, onde chegou à 30.000 hectares (ha) queimados, e após decréscimo na década de 2010 voltou

<sup>2</sup>A Operação Verde Vivo é desenvolvida anualmente pelo GPRAM e tem por objetivo executar serviços de prevenção e combate aos incêndios florestais no Distrito Federal. Atualmente é dividida em cinco fases, de acordo com o número de ocorrências de incêndio, com seu ápice nos meses mais secos do ano, entre agosto e outubro.

a aumentar em 2020, chegando à quase 28.000 ha em 2020. Vale ressaltar que 1 ha equivale à 10.000 m<sup>2</sup>.

**Gráfico 2 - Estimativa de área queimada nos incêndios florestais atendidos pelo CBMDF**



Fonte: GPRAM (2020a). Elaborado pelo autor.

Em 2007 o GPRAM não realizou o registro de área queimada, por isso o dado apresentado é 0. Pode-se afirmar que a área queimada não é proporcional ao número de ocorrências, onde em 2010 foi a maior área queimada da relação, mas não sendo o maior número de ocorrências para aquele ano. A área queimada de um incêndio depende de alguns fatores, entre eles quantidade de material combustível disponível, relevo do local, tipo de vegetação, umidade relativa do ar, temperatura do dia, eficiência no combate e controle, entre outros.

Segundo Coutinho (1990) a ocorrência de incêndios no Cerrado, naturalmente, tem picos em ciclos de 4 a 5 anos, porém este ciclo também pode ser relacionado com causas antrópicas. E conforme dados do gráfico 2 é possível identificar um padrão no aumento da área queimada dividida em ciclos. De 2008 a 2012 o pico da área se deu em 2010, atingindo quase 32.000 ha. Em outro ciclo, de 2013 a 2018, o pico deu-se em 2016, com área queimada de pouco mais de 17.000 ha. No ano de 2020, aparentemente está no ápice de um

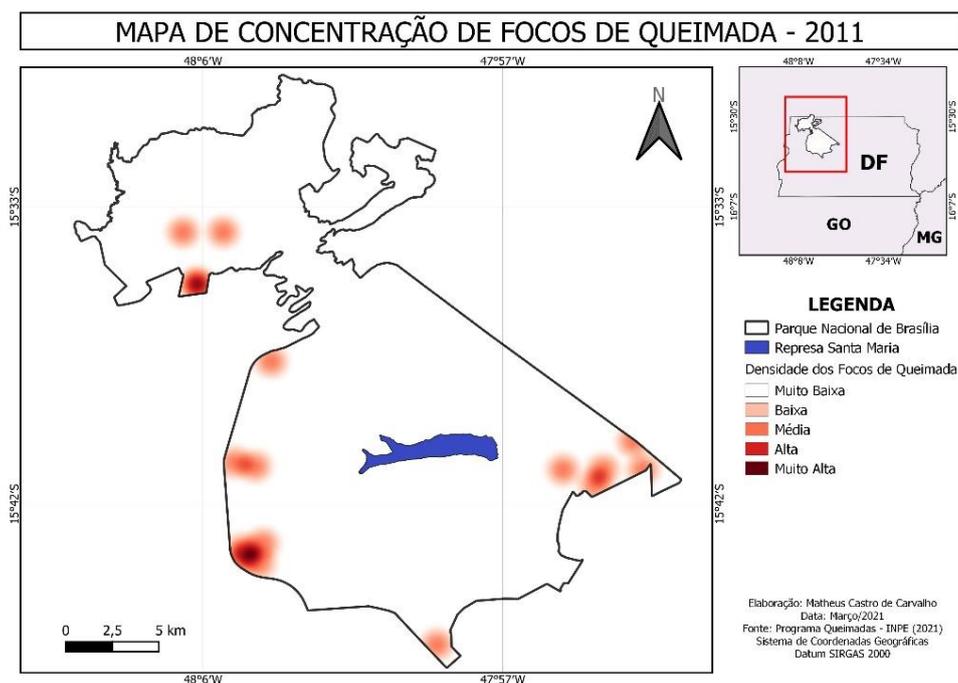
novo ciclo, onde, se mantiver a tendência, nos próximos anos terá uma diminuição na área queimada pelos incêndios florestais.

Parte destas ocorrências de incêndios florestais atendidas pelo CBMDF aconteceram em unidades de conservação, entre elas o PNB. Os mapas apresentados a seguir demonstram onde ocorreram estas queimadas na unidade, com base nos dados de focos de calor do INPE para os anos de 2011 até 2020.

Os focos de calor foram agrupados em densidades, que variam de muito baixa, para locais onde não há a presença de focos ou existem poucos focos e sua influência da região do entorno é baixa, até a densidade muito alta, onde existe a concentração de muitos focos de calor, promovendo uma influência significativa nas suas regiões próximas. Estes focos são agrupados e classificados com a ferramenta Mapa de Kernel, onde é possível identificar essas densidades de acordo com a cor vermelha nos mapas. Mais avermelhado significa mais focos.

No ano de 2011 houve o registro de 17 pontos de calor (Figura 13), localizados principalmente próximos ao limite do parque, o que gerou 11 pontos de vulnerabilidade. O local com maior densidade de focos representado pela cor vermelha mais escura é próximo à DF-001, à sudoeste do Parque, área limítrofe com a Floresta Nacional de Brasília (Flona), outra unidade de conservação frequentemente atingida por incêndios florestais.

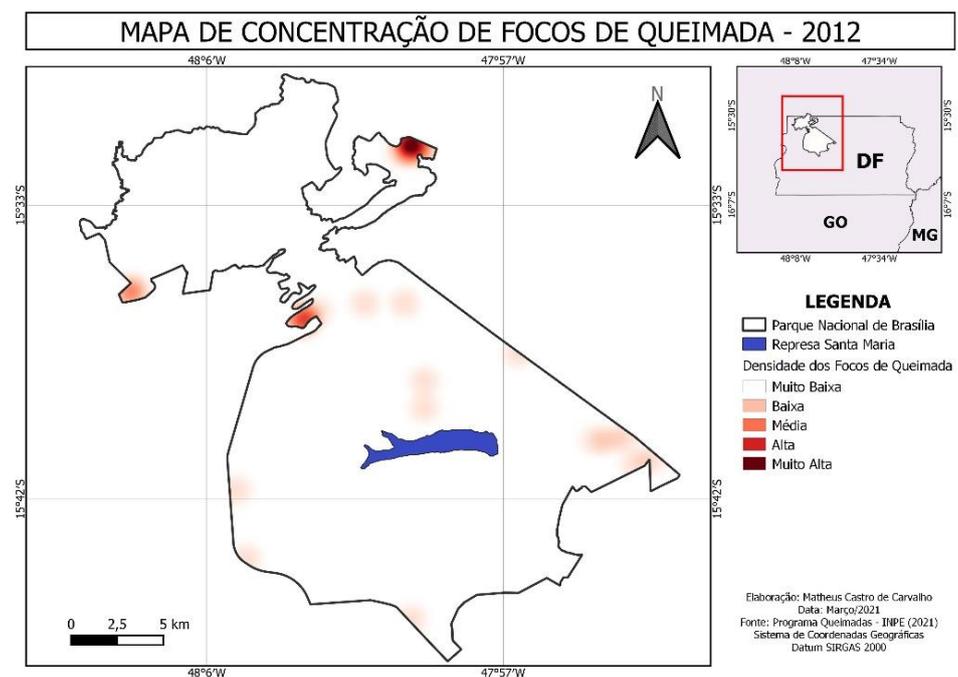
**Figura 13 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2011**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Para o ano de 2012 (Figura 14), o mapeamento registrou um total de 37 focos de calor, gerando 13 pontos de vulnerabilidade, com forte densidade na porção norte-nordeste do Parque. Semelhante ao ano de 2011, a área incorporada a partir de 2006 é onde se detectou maior parte das ocorrências.

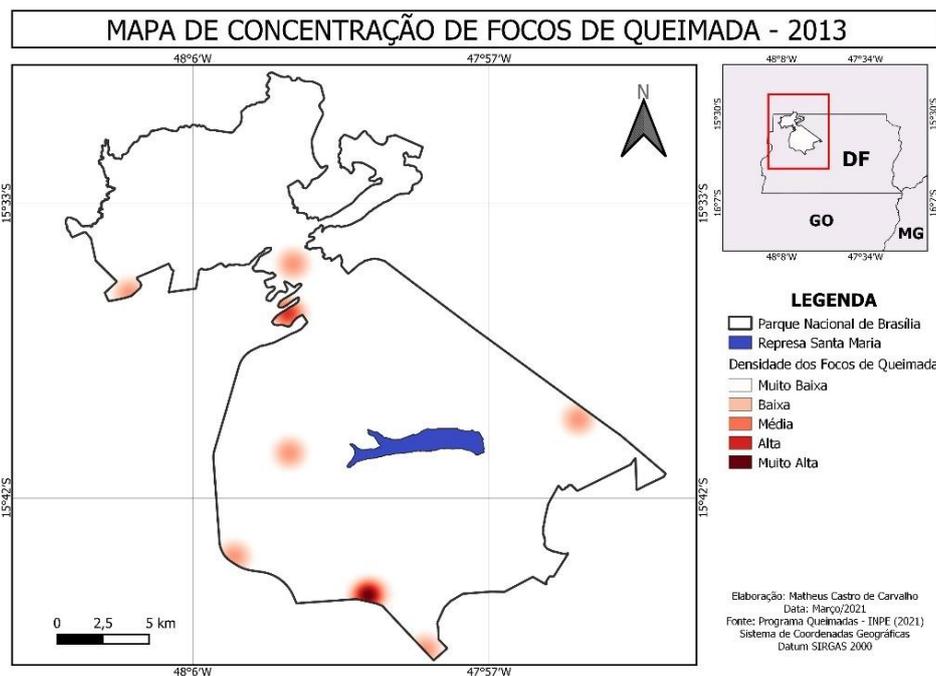
**Figura 14 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2012**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Registrou-se 13 focos de queimadas para o ano de 2013 no PNB, gerando 8 locais de maior vulnerabilidade (Figura 15). Este ano apresentou poucos focos e localizados de forma espaçada no mapa. Um ponto se destaca com a cor mais avermelhada, apresentando uma densidade de focos semelhante ao ano de 2011 – muito alta, na região próximo à Flona e a DF-001.

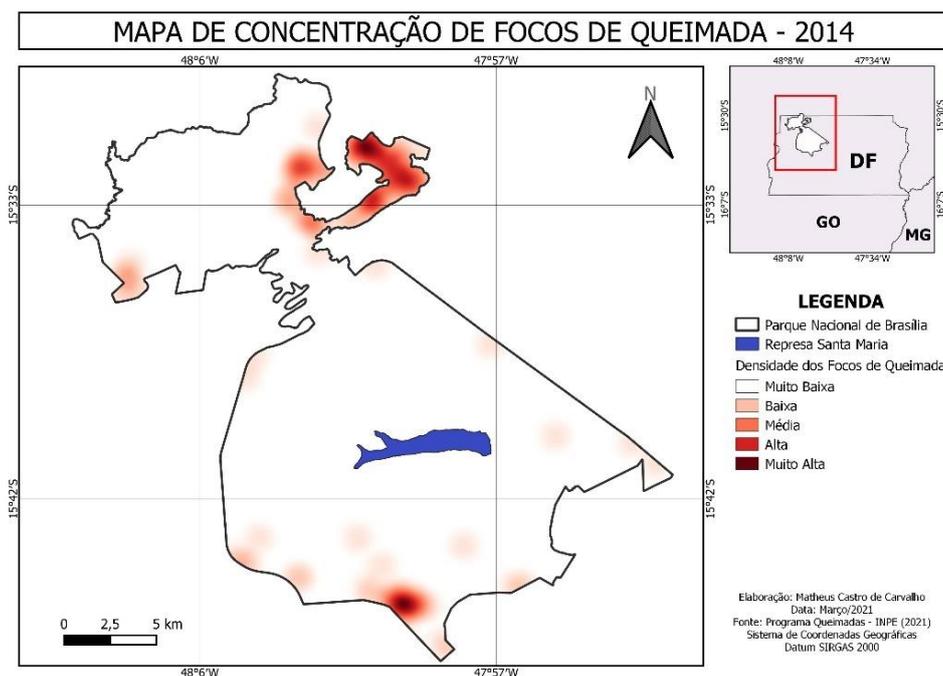
**Figura 15 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2013**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

No ano do 2014 foram detectados 122 pontos de calor, agrupados principalmente em duas regiões do parque (Figura 16), ambas regiões próximas aos limites da unidade. A região da Fercal, em Sobradinho, apresentou as cores mais avermelhadas no mapa. Destaca-se 3 pontos de vulnerabilidades no parque para o ano de 2014.

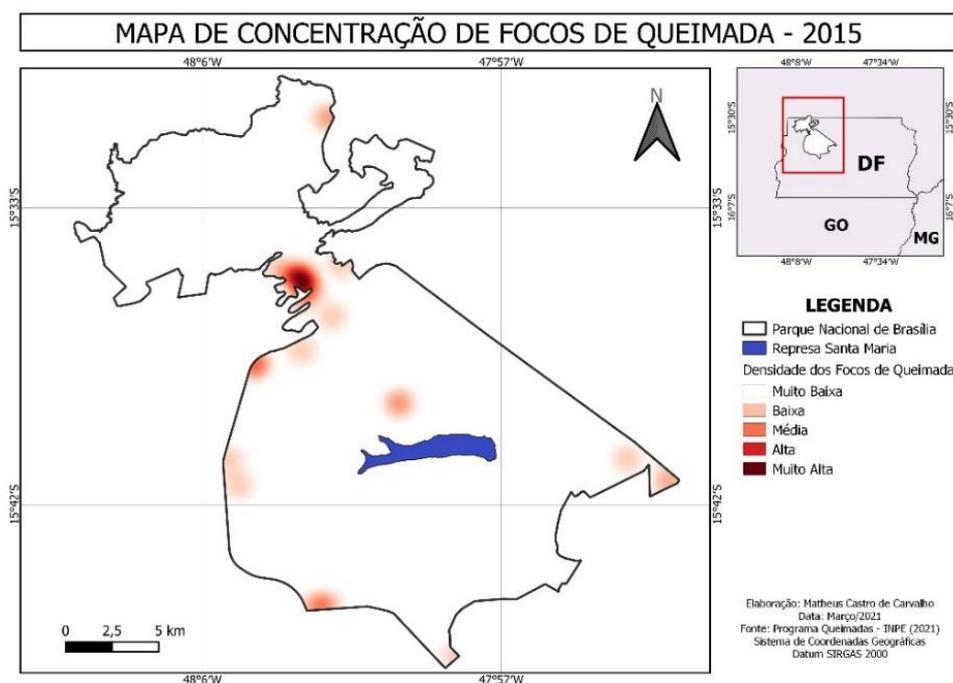
**Figura 16 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2014**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Através da figura 17 é possível identificar o local dos focos para o ano de 2015. Um ponto se destaca, sendo a área rural de Brazlândia. Os outros pontos de calor estão espalhados por todo o parque. Neste ano foram registrados 29 focos de queimadas, quase todos próximos aos limites da unidade.

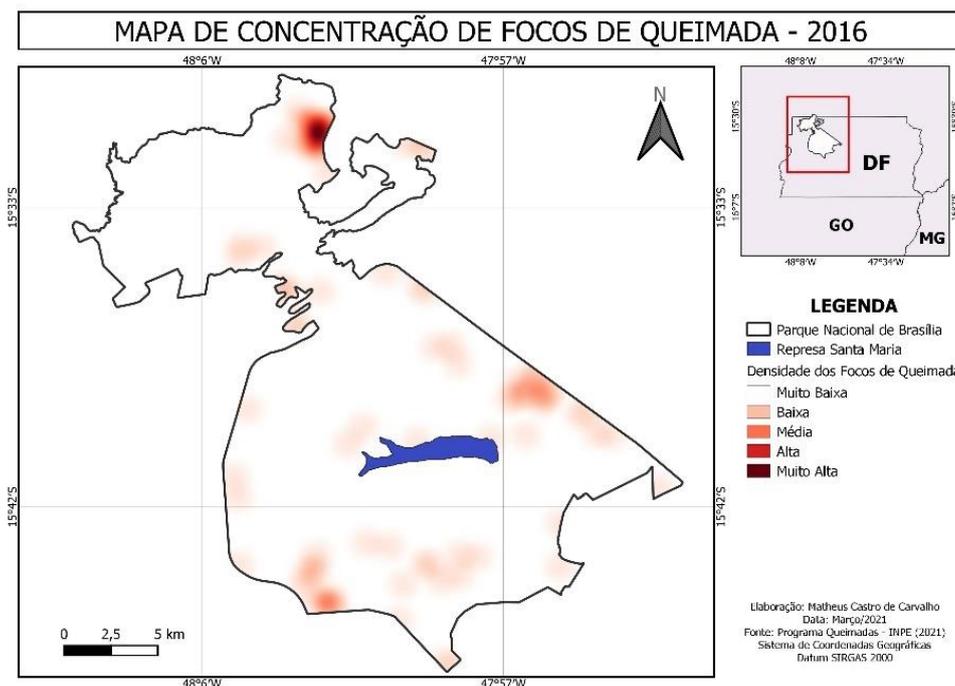
**Figura 17 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2015**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

A DF-170 próxima do estado de Goiás se destaca na localização de focos de queimada no ano de 2016 (Figura 18). Foram registrados 93 pontos de calor para o ano. Diferentemente do ano de 2015, os pontos em 2016 estão espalhados também no interior da unidade e não somente próximo ao perímetro.

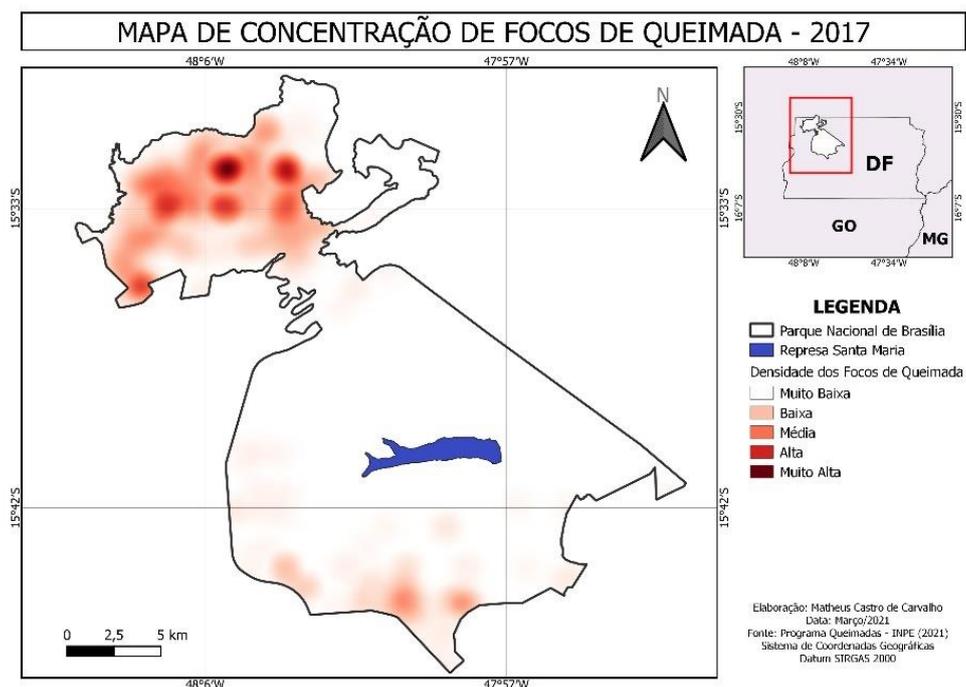
**Figura 18 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2016**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Em 2017 tem o registro do maior número de focos na série de dez anos de pesquisa deste trabalho (Figura 19). Um destaque negativo, que se espalha por quase toda a área incorporada ao parque em 2006, na macrorregião da Chapada da Contagem, região que também abrange a Chapada Imperial (MMA, 2021). Foram 650 focos de calor registrados ao longo do ano. Nos meses mais críticos da seca, vários incêndios castigaram esta área do parque, fato que, inclusive, foi amplamente noticiado na mídia.

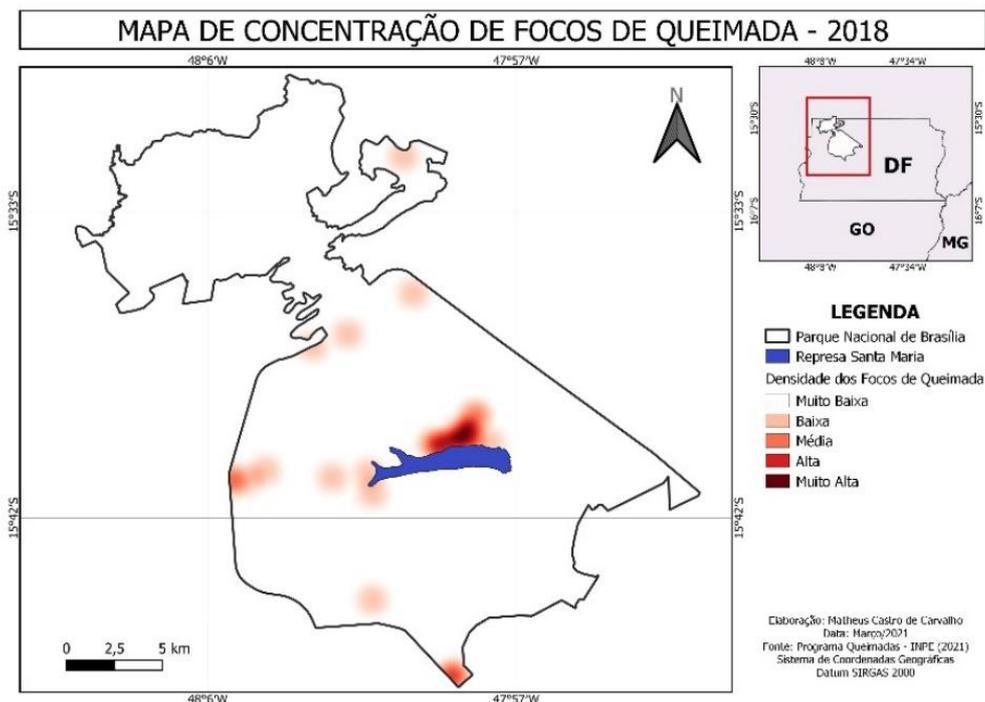
**Figura 19 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2017**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Em 2018 uma área se destaca por ter concentrado mais focos de calor, a região norte da represa de Santa Maria (Figura 20). Os demais focos estão espalhados por outras regiões do parque. Neste ano o INPE registrou 27 focos de queimada.

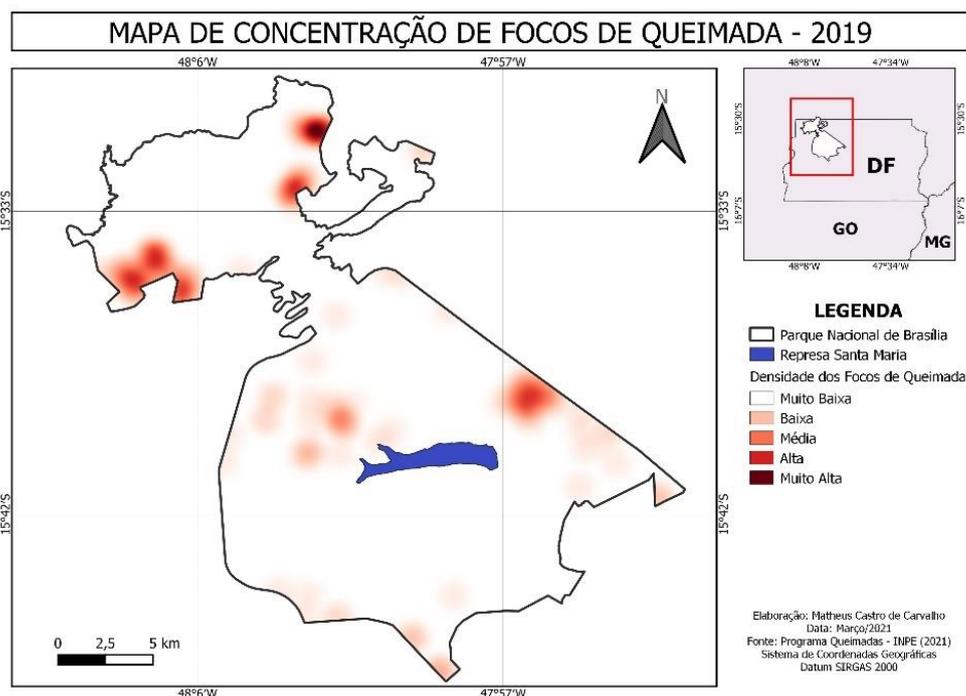
**Figura 20 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2018**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

No penúltimo ano de registro, 2019 (Figura 21), os focos registrados ficaram em 162, várias regiões do parque foram afetadas com a presença de pelo menos 5 pontos de vulnerabilidade. Neste ano, a região da Chapada Imperial também teve uma grande concentração de focos.

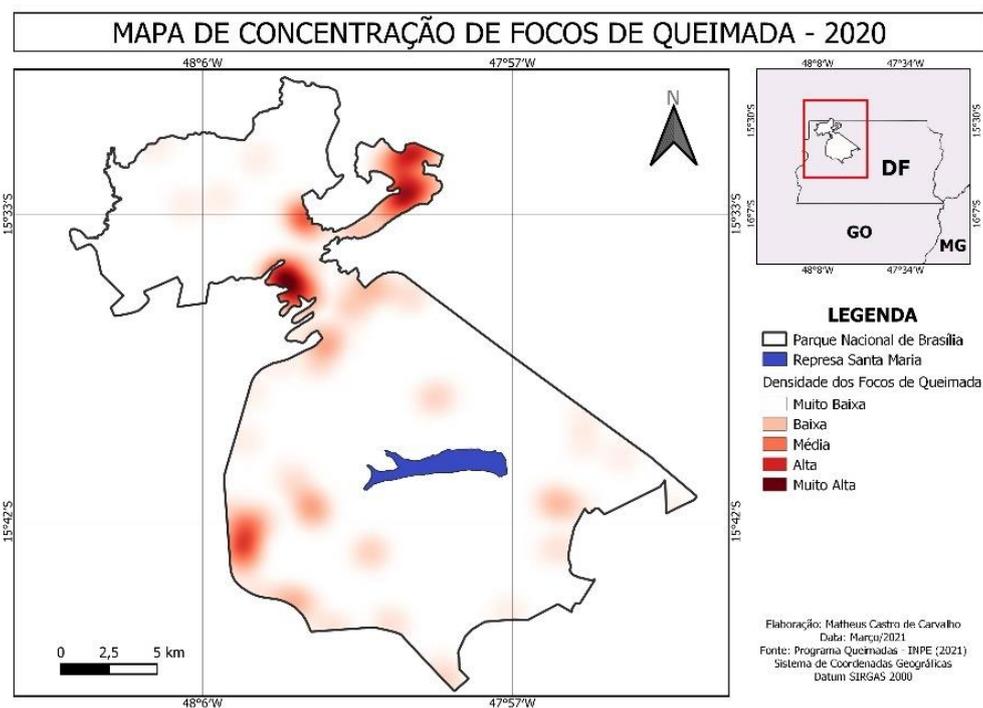
**Figura 21 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2019**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

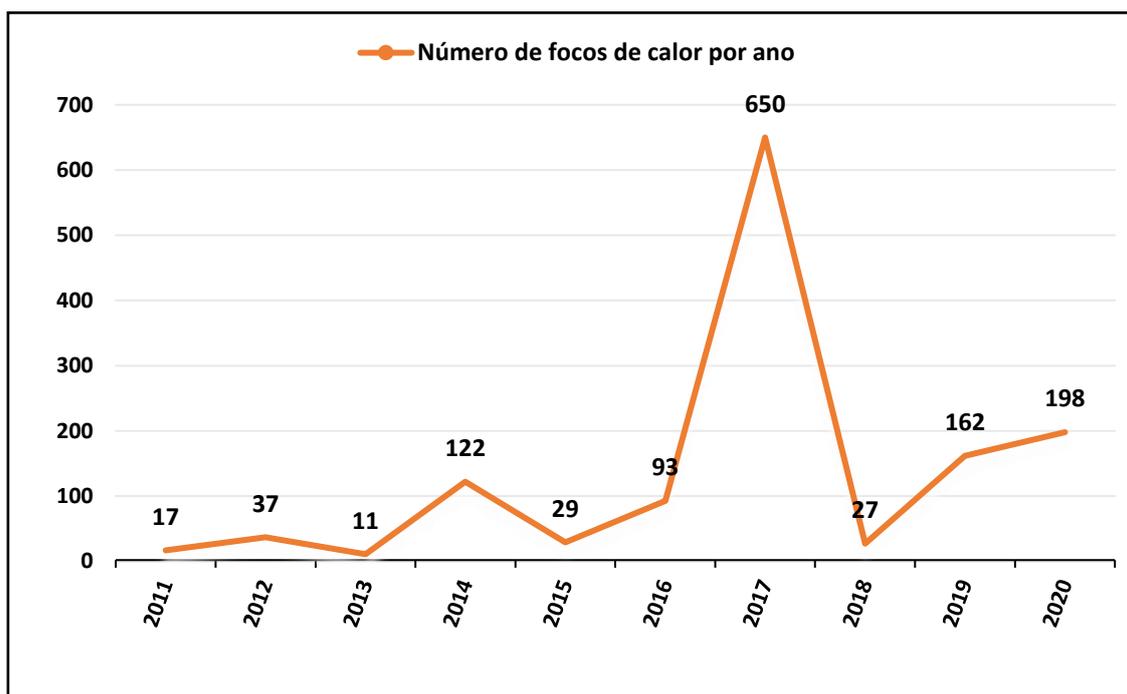
Em 2020, tem-se o último ano de registro dos focos no PNB (Figura 22). O INPE detectou 198 pontos de queimadas. Os pontos estão espalhados em diversas regiões, mas três se destacam com as cores mais avermelhadas. Estes locais já tiveram focos semelhantes em 2014 e 2015, portanto, já são áreas onde ocorrem queimadas em mais de um ano. Locais próximos às estradas na Chapada Imperial.

**Figura 22 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB em 2020**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Através do gráfico 3 é possível visualizar a evolução no número de focos de queimada no PNB ao longo de 10 anos. Percebe-se um aumento de 17 pontos em 2011 para quase 200 pontos em 2020, um acréscimo de mais de 1000% no número de queimadas. O ano de 2017 foi atípico, pois o Programa de Queimadas do INPE registrou 650 focos. Muito devido a vários incêndios que duraram dias na região da Chapada Imperial, que pode ter aumentado significativamente o número de registros dos satélites.

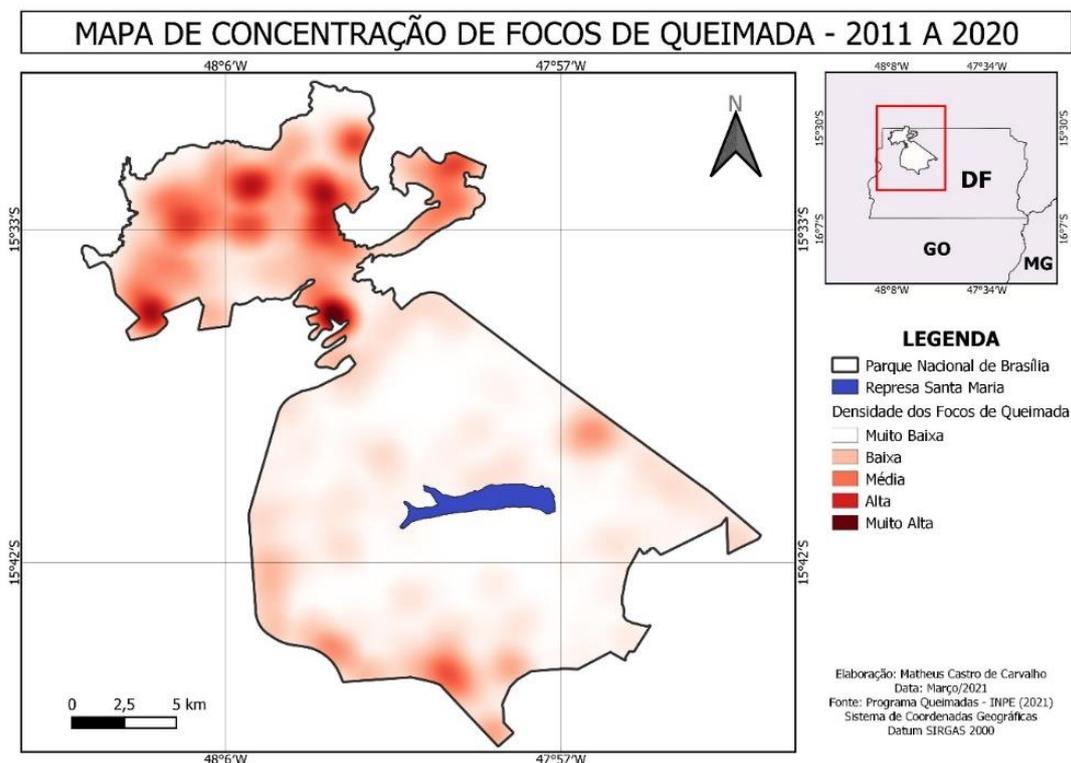
**Gráfico 3 - Número de focos de queimadas no PNB ao longo de dez anos**

Fonte: GPRAM (2020a). Elaborado pelo autor.

Não foram identificadas as causas destes incêndios, muito devido à falta de informação dos órgãos gestores das unidades de conservação, tanto nas informações disponíveis para o público em geral na internet, como para pesquisadores que solicitam os dados para as instituições. Porém, de todo modo, como será apresentado adiante no trabalho, é possível ter uma noção das causas de incêndios florestais no Brasil, ao menos como causa provável.

Chega-se à figura 23, onde tem-se a junção dos dez anos de registros de queimadas no PNB. É possível localizar as regiões mais afetadas pelos incêndios, com a densidade de focos de queimada nível “muito alta” concentrada na região de relevo acidentado da Chapada Imperial, local este que foi incorporado aos limites do parque pela Lei 11.285 de 2006.

**Figura 23 - Mapa de concentração dos focos de queimada no PNB de 2011 a 2020**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Percebe-se que os pontos quentes se distribuem por toda a extensão da UC, mas também se nota uma concentração (dos tons mais avermelhados) próximo aos limites do parque. Uma das possíveis explicações é o efeito de borda, que é um evento onde a estrutura, composição e abundância das espécies vegetais nas bordas das unidades de conservação é significativamente mais modificada devido ao ser humano ter contato com essas áreas mais facilmente (VIANA E PINHEIRO, 1998). Este efeito também é geralmente associado com as estradas presentes ao redor das UC's. É na zona de influência das bordas que as atividades antrópicas mais afetam a vegetação, e entre elas estão as queimadas e incêndios florestais.

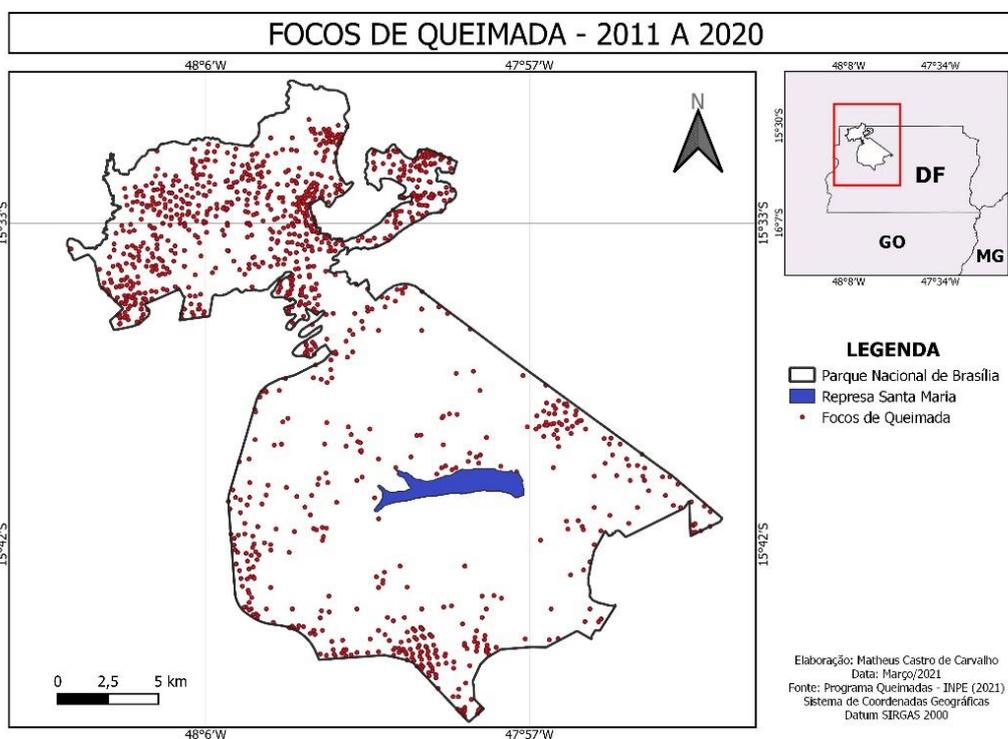
O efeito de borda é agravado quando os limites da unidade são definidos em formas pontiagudas e não circulares. Nas formas pontiagudas, bastante presente na área da Chapada Imperial, a continuidade da preservação do ambiente é afetada, pois fragmenta-se a vegetação em área protegida, área não protegida, e assim sucessivamente, facilitando a ação humana. Em uma área de conservação com seus limites mais arredondados, o efeito de borda é limitado

pelo perímetro da área, facilitando a preservação da vegetação e mitigando ações antrópicas. Novamente a região do parque onde está a Chapada Imperial, apresenta mais contornos pontiagudos do que o resto da unidade, também podendo ser uma das contribuições do alto número de queimadas.

A seguir, no mapa da distribuição dos focos de queimadas de 2011 a 2020 (Figura 24), tem-se espacializado o número total de focos no PNB ao longo de dez anos. Verificou-se 1374 focos no total, com concentração principalmente na porção noroeste do parque, região da Chapada Imperial. Caso todos estes focos tenham se desenvolvidos para incêndios florestais, teriam representado cerca de 2,17% das ocorrências atendidas pelo CBMDF no período, que foram 63.284.

Foram identificados 916 focos de calor na área mais vulnerável de incêndios da unidade, na região da Chapada Imperial, representando 66,6% do total de pontos registrados, o que reafirma a área como sendo prioritária para ações de prevenção, combate e controle.

**Figura 24 - Focos de queimada registrados entre 2011 e 2020**



Fonte: Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Observa-se pela figura 16 que praticamente toda a área do PNB foi atingido por um foco de queimada nestes dez anos de dados colhidos. A região

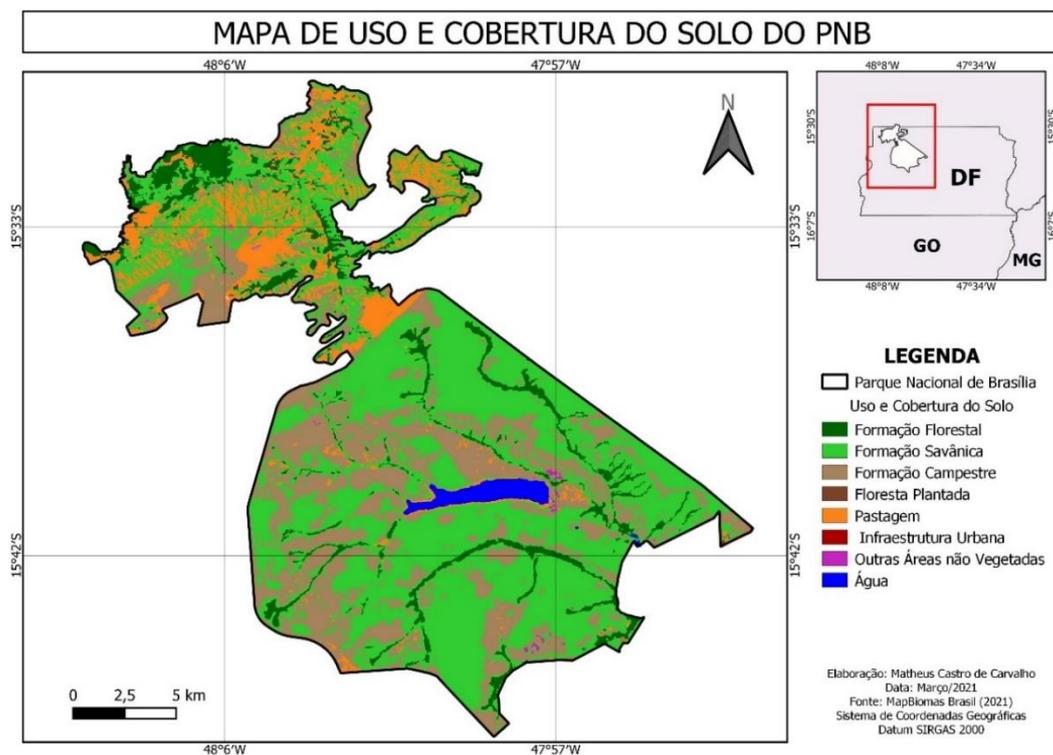
central, próxima à Represa Santa Maria é a região menos atingida, por vários motivos, entre eles pode-se citar: estar em uma porção central da unidade, que está mais protegida de ações antrópicas; ser uma área mais úmida, devido à massa de água da represa e conter programas de prevenção mais numerosos para esta região da unidade.

Ressalta-se, conforme explicação do INPE (2021), que a relação foco *versus* queimada não é direta nas imagens de satélite utilizadas. Um ponto (foco) indica a existência de fogo em um elemento da imagem, o pixel, e que neste ponto pode haver uma ou várias frentes de incêndios distintas, mas que pode estar sendo apontada como um único foco de incêndio. Portanto o número de 1374 focos é um dado estimado, não devendo ser declarado com exatidão a ocorrência de tal número de incêndios florestais para os dez anos pesquisados.

Também pode-se relacionar essa concentração de focos de queimada em uma área com a sua vegetação. No PNB a vegetação presente é o Cerrado, e dentre suas diversas fitofisionomias, a unidade conta com matas de galerias pantanosa e não vereda, cerrado *stricto sensu*, mata seca, cerradão, campos sujo, limpo, rupestre, úmido e de murundus (MMA, 2021).

Para Soares e Batista (2007), a vegetação, sendo o material combustível, pode ser classificada de acordo com a combustibilidade, assim, cada formação vegetal com suas fitofisionomias tem seu potencial de queima. A combustibilidade também está relacionada com a umidade do material, com a vegetação mais nova e verde tendo mais umidade, e a completamente seca com pouca umidade. Na figura 25 e 26 é possível analisar o uso do solo com a vegetação no PNB, e correlacioná-lo com a ocorrência de pontos de calor detectados pelo INPE.

**Figura 25 - Mapa de uso e cobertura do solo do PNB**



Fonte: MapBiomias Brasil (2021). Elaborado pelo autor.

A vegetação relaciona-se diretamente com a intensidade, frequência, extensão e propagação dos incêndios florestais (SCHUMACHER E DICK, 2018). Sendo assim é importante o conhecimento da distribuição da vegetação para prevenir e controlar os incêndios.

A formação vegetal do Cerrado mais predominante no PNB, segundo dados do projeto MapBiomias<sup>3</sup> (2021), é a formação savânica, na cor verde claro (Figura 17), ocupando 52,6% da área do parque. Em seguida a formação campestre é a que mais aparece, ocupando 27,6% da área total da unidade. Por fim, tem-se pastagem ocupando uma área de 10,3% e formação florestal presente em 7,7% do solo do PNB. A presença destas vegetações se dá em toda a extensão da unidade, desde a sua região original, até na área da Chapada Imperial anexada em 2006, representando 98,3% da área total do parque. Os

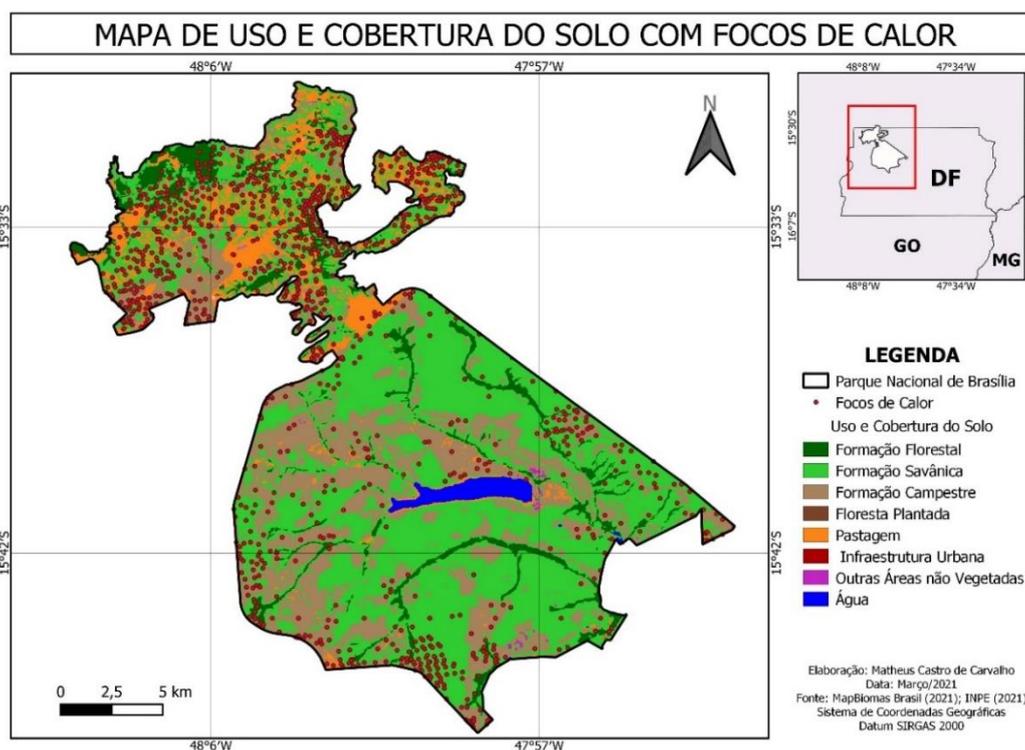
<sup>3</sup>MapBiomias é um projeto de mapeamento anual do uso e cobertura da terra no Brasil. Composta por uma rede colaborativa com especialistas nos biomas brasileiros, usos da terra, SIG, sensoriamento remoto, e ciência da computação que utiliza a plataforma Google Earth Engine para gerar uma série de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil. Sua coleção de mapas mais recente é de 2019.

outros 1,7% do solo é ocupado por água, floresta plantada (reflorestamento), infraestrutura urbana e outras áreas não vegetadas.

De acordo com Miranda (2010), as formações florestais - Cerradão, Mata de Galeria, Mata ciliar, Mata Seca - são mais impactadas pelos incêndios em comparação com as demais formações do Cerrado. Isto ocorre pelo fato de não possuírem mecanismos de proteção ao fogo tão eficientes quando comparado as formações savânicas e campestres. Assim, sua recuperação após a passagem de um incêndio florestal será mais demorada, comparativamente. As savanas e os campos apresentam uma morfologia, anatomia e fisiologia mais adaptadas quando se fala em incêndios florestais. Ações prioritárias de prevenção e combate por parte da gestão da unidade devem levar em consideração estas questões.

Na época da estiagem e com o acúmulo de material combustível, as formações savânicas e campestres não promove barreiras tão eficientes quando o fogo passa, facilitando a sua propagação (MIRANDA, 2010). Devido a maior facilidade de ocorrências de incêndios nestas formações, o PNB deve planejar ações de prevenção com mais intensidade, visto que são as formações mais presentes na unidade e as que detectaram maior números de pontos de calor (Figura 26).

**Figura 26 - Mapa de uso do solo com os focos de calor**



Fonte: MapBiomias Brasil (2021); Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

Através da figura 26 é possível ver a distribuição dos focos de calor de acordo com cada categoria de uso do solo do PNB. Percebe-se que não há concentração de focos em pastagem ou em formações do Cerrado, porém pode-se relacionar a extensão das formações com a quantidade de focos. A região da Chapada Imperial concentrou o maior número de incêndios, nesta região, o uso do solo é variado, tendo deste pastagens – que se inflama facilmente quando seca - até formações florestais que são mais úmidas e dificultam a propagação do fogo.

**Tabela 1 - Porcentagem da área e de focos de calor nas categorias de uso do solo no PNB**

<b>USO DO SOLO</b>	<b>% DA ÁREA DO PARQUE</b>	<b>% DO Nº TOTAL DE FOCOS DE CALOR</b>
Pastagem	10,34%	17,25%
Formação Florestal	7,74%	8,59%
Formação Campestre	27,58%	26,64%
Formação Savânica	52,60%	46,72%

Fonte: MapBiomias Brasil (2021); Programa Queimadas INPE (2021). Elaborado pelo autor.

A formação savânica é a que ocupa maior extensão na unidade, e acabou sendo aquela com o maior número de focos de calor, um total de 642 ou 46,72%. A formação campestre totalizou 366 focos (26,64% do total), números percentuais próximos quando comparada à sua extensão. A formação florestal é a vegetação do Cerrado com menos incidência de focos, 8,59% do total (118 focos), muito também devido à sua presença no PNB, ocupando apenas 7,74% da área. Por fim a pastagem representa a ocorrência de 17,25% dos focos, ou 237 no total. Através dos apêndices B, C, D e E, é possível visualizar com mais detalhes a distribuição dos pontos de calor sobre as categorias individualizadas de uso do solo.

Nesse sentido, as formações savânicas do Cerrado, por serem abertas e cobertas por vegetação de gramíneas, acumulam mais biomassa, que se resseca na estação da estiagem, proporcionando condições a ocorrência de incêndios florestais mais extensos do que nas formações florestais (MIRANDA, 2010). Nas florestas do Cerrado tem-se um ambiente mais úmido e sombreado, o que dificulta a entrada e passagem do fogo.

Além da vegetação, deve-se considerar também o relevo para identificar locais de maior vulnerabilidade a incêndios florestais. Relevos mais inclinados, influenciam e facilitam a propagação do incêndio, como é o caso da região da Chapada Imperial no PNB. Na figura a seguir é possível ter um vislumbre da característica do relevo no PNB.

**Figura 27 - Imagem de satélite do PNB**

Fonte: Google Earth (2021). Adaptado pelo autor.

Considerando o perímetro do PNB em vermelho (Figura 27), a região da Chapada Imperial apresenta um relevo nitidamente mais acidentado, diferenciando-a do restante da área do parque. Em relevos com inclinações elevadas a velocidade de desenvolvimento e propagação dos incêndios florestais é maior, pelo fato das partículas de combustível ficarem mais próximas às chamas, isso resulta na secagem do material com mais intensidade na parte de cima do terreno em comparação com aquele material da parte de baixo.

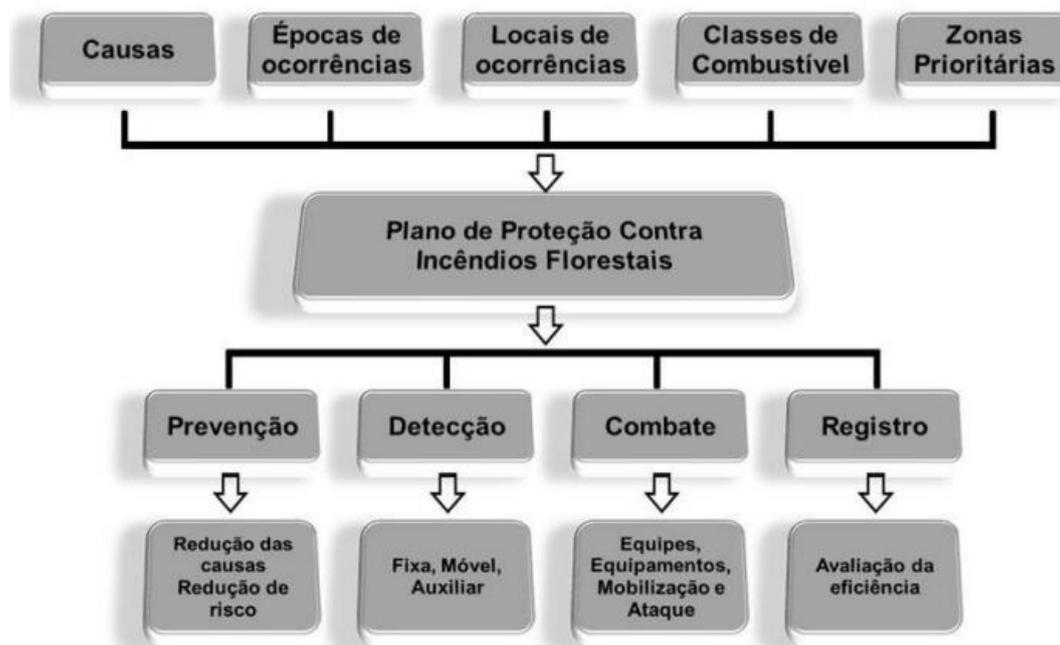
Além disso, a inclinação do terreno dificulta o combate aos incêndios, necessitando cautela extra dos militares ao avançarem no terreno. Esse fator pode ter influenciado na região da Chapada Imperial ter um número maior de focos de calor nestes dez anos da pesquisa.

Nota-se ainda pela figura 27, a intensa presença de rodovias no entorno do parque. Essas vias facilitam a locomoção da população da região, mas também é um ponto de acesso aos limites do parque. DF-001, DF-150, DF-170, DF-220, DF-206, DF-205, DF-010, DF-097, DF-003 são algumas das vias que estão localizadas próximas à unidade. É através destes acessos que as pessoas se aproximam da área preservada para iniciar queimadas, que acabam se desenvolvendo para incêndios florestais ou a execução de aceiros negros pelos gestores da unidade de conservação para preservá-la de grandes incêndios iniciados no local. A presença destas rodovias também podem ser uma das causas dos incêndios próximos ao perímetro do parque, identificados nos mapas de focos de calor apresentados ao longo do trabalho.

#### **4.1. Prevenção aos Incêndios Florestais**

Após identificar as causas dos incêndios florestais em uma determinada região, a construção de um plano de prevenção ajuda a diminuir o número de ocorrências e mitigar os danos materiais e ambientais causados pelo fogo sem controle. Soares e Batista (2007) propõem o seguinte fluxograma (Figura 28), com ações e medidas a serem aplicadas para reduzir o número de incêndios. A criação de um Plano de Proteção contra Incêndios Florestais (PPIF) facilita a organizar ações de prevenção, detecção, combate e registro das queimadas.

Figura 28 - Fluxograma de um Plano de Proteção Contra Incêndios Florestais



Fonte: Soares e Batista (2007). Adaptado pelo autor.

No plano de manejo do PNB (IBAMA, 1998) existe a citação à criação e atualização de um plano semelhante, chamado Plano Operacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, mas sem detalhes de suas ações ou se está sendo implementado pela unidade no momento. Um plano de prevenção pode se adequar de acordo com as necessidades e peculiaridades da região, mas mantendo-se sempre atualizado quanto ao mapeamento das áreas de risco, das operações florestais e dos locais das ocorrências passadas. Assim, deve permitir o aprimoramento periódico e execução com eficácia de suas ações.

Um tópico presente dentro do plano é o Registro de Ocorrência de Incêndios (ROI). Segundo Bontempo (2011) o ROI foi criado na década de 1990 pelo IBAMA e tem por objetivo registrar todas as ocorrências de incêndio florestal em uma unidade de conservação, a fim de gerar dados estatísticos e auxiliar nos planejamentos de prevenção e combate, e é o único instrumento usado para registro nas UC's federais. Não é utilizado amplamente pelas gestões das unidades por diversas questões, entre elas, financeiras e de recursos humanos. Para o PNB não foram encontrados ROI's disponíveis para acesso ao público nos *sites* governamentais.

Ainda dentro de um plano, no caso do PNB, o PPIF deve ser focado na região onde está a maior vulnerabilidade para a ocorrência de incêndios florestais. Conforme mostrado na figura 23, a região em questão é a anexada em 2006, onde programas de prevenção devem ser trabalhados com os moradores da região, principalmente para evitar a queima por ações antrópicas. Podem ser utilizados programas voltados à educação ambiental, conscientização sobre o respeito às leis ambientais e até um programa mais intenso de aceiros e queimas controladas na área.

#### **4.1.1. Educação Ambiental**

De acordo com Ribeiro (2001) a educação ambiental tem grande importância na prevenção aos incêndios florestais, tornando-se um instrumento que propõe novos hábitos na prática do uso do fogo, promovendo uma mudança na conscientização do público em geral e que favorece à conservação da biodiversidade.

O uso do fogo, seja de forma controlada em queimas prescritas ou de forma criminosa, deve ser trabalhado de forma intensa no Brasil, e em especial nas Unidades de Conservação. A população que mora no entorno das unidades e os turistas que as visitam devem ter a consciência que o fogo traz danos ao meio ambiente quando usado de forma não planejada e quando não controlado.

O plano de manejo do PNB (IBAMA, 1998) prevê a realização de campanhas anuais de prevenção a incêndios florestais com a população do entorno da unidade. Caso haja o engajamento destas comunidades na prevenção aos incêndios, os números de focos de calor como vistos nos mapas ao longo do trabalho, diminuirão ao longo do tempo.

#### **4.1.2. Respeito às Leis**

Segundo Ribeiro (2001) a legislação referente aos incêndios florestais e uso do fogo de forma controlada no Brasil é adequada, pois abarca atividades de fiscalização, decisões sobre apreensões, notificações e autuações.

De acordo com o texto presente na Constituição Federal (BRASIL, 1988), aqueles que provocam danos ao meio ambiente, entre eles, queimadas, são passíveis de responsabilidades nas esferas penal, administrativa e civil. A Lei dos Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), também prevê punições para quem provocam queimadas criminosas no meio ambiente. A pena para o delito de causar incêndios em mata ou floresta é de dois a quatro anos de reclusão e multa. Estas punições presentes nas leis brasileiras são uma ferramenta a mais na inibição de ações que provocam queimadas criminosas.

#### **4.1.3. Construção de Aceiros e Queimas Controladas**

Em áreas com recursos materiais disponíveis, o uso de maquinário para a construção de aceiros é fundamental, pois a retirada do material combustível de uma faixa do solo, impedirá que o incêndio se propague e queime extensas áreas. O PNB utiliza a prática de construção de aceiros, confeccionados principalmente ao final da época chuvosa, onde ainda não começou o período da estiagem e onde há um maior número de ocorrências florestais. Não se tem detalhes quando ao planejamento e execução destas ações na unidade, tampouco os critérios de escolha da área a ser aceirada.

Quanto mais tempo uma vegetação fica sem contato com o fogo, a tendência de incêndios de maior intensidade são mais altas, devido ao acúmulo de matéria orgânica morta. Quando essa queimada acontece, associada à temperatura, umidade relativa do ar, e vento, pode se alastrar facilmente por extensas áreas, o uso do aceiro aparece como uma barreira artificial para conter o fogo e limitar a perda da biodiversidade.

Já para as queimas controladas, sua eficácia relaciona-se com a época do ano em que serão utilizadas, com preferência para um mês mais úmido, onde a área a ser queimada já está com um grande acúmulo de matéria orgânica. É importante ter o um rodízio das regiões e serem queimadas anualmente, para a vegetação se recuperar, e toda a extensão do parque vir a ser abarcada. Este planejamento deve estar presente e detalhado no plano de queimadas da unidade e também, de forma mais abrangente, no Plano de Manejo.

O Plano de Manejo do PNB não cita a utilização de queimas controladas, apenas a execução do “Plano Operacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais no Parque Nacional de Brasília” (IBAMA, 1998), sem maiores detalhes de como, quanto e quando esse plano foi colocado em prática. É sabido que o Plano de Manejo do PNB está em processo de atualização, nesse momento.

Segundo Schumacher e Dick (2018) o uso da queima controlada na redução do material combustível tem a vantagem de ser mais barato e eficiente do que outras formas de prevenção. Outra vantagem é que pode ser utilizado nas mais diversas vegetações, tanto dentro como no entorno de unidades de proteção.

Além das ações de prevenção propostas acima, uma ferramenta a mais na prevenção e mitigações de queimadas foi lançada pelo ICMBio em 2012, para auxiliar os gestores das unidades de conservação na detecção precoce de incêndios florestais (TAVARES, 2012). A ferramenta emite um “alerta” no e-mail dos gestores com as informações de satélite com detecções de focos de calor, delimitando uma área de dois quilômetros onde os focos foram encontrados, que permite agir de forma rápida, evitando que uma área maior seja queimada. Esta é uma ferramenta a mais na prevenção e mitigações de queimadas não controladas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SIG é utilizado por diversos profissionais para confeccionar mapas de inúmeras temáticas. Essa ferramenta tem capacidade de produzir modelos cartográficos que auxiliam na tomada de decisões e planejamento. Aliado ao SIG, o mapa de Kernel é utilizado para mapear os incêndios florestais e faz a interpolação dos focos de calor de uma determinada área, sendo possível observar a intensidade dos focos e assim estabelecer uma densidade. É indispensável na análise dos comportamentos dos focos de calor e através dele, é possível obter informações qualitativas da distribuição dos pontos, além de estimar as áreas que mais são ameaçadas por incêndios florestais. Os gestores de unidades de conservação podem utilizar o SIG e outras ferramentas para subsidiar melhor as decisões a respeito de prevenção e forma de combate dos incêndios florestais.

Cabe ressaltar que os dados de focos de calor presentes neste trabalho são indicadores de queimadas em um determinado território, contudo não fornecem informações diretas sobre a extensão da área queimada, apenas o ponto onde o calor foi detectado pelo instrumento de medição. Embora os mapas produzidos representem com fidelidade a distribuição espacial e temporal das queimadas, compreender suas causas e extensão também é necessário para os tomadores de decisões das unidades de conservação. Entender a evolução e o comportamento dos incêndios florestais no PNB é um trabalho que deve ser constantemente feito pela gestão da unidade.

Saber como e onde ocorrem as queimadas evitará perdas em diversas escalas, no âmbito local, incêndios indiscriminados traz a mudança da flora e fauna, empobrecimento do solo, redução da penetração da água da chuva e o aparecimento de erosões, e em muitas ocasiões, causam mortes, acidentes e perda de bens econômicos. No contexto regional aumenta a poluição atmosférica, prejudica a aviação e desestabilizam e modificam ecossistemas. Por fim, globalmente é associado a alterações na composição química da atmosfera e até mesmo do clima global.

Com medidas preventivas associadas ao combate e controle, é possível atuar diretamente na mitigação dos incêndios florestais. Através da prevenção evita-se a presença da fonte de calor que provoca o início da queimada, diminuindo o número de ocorrências. Através do combate e controle, a extensão da área queimada é diminuída, pois evita-se que o incêndio se propague e queime grandes extensões de vegetação. Além disso, dados estatísticos sobre a ocorrência de incêndios florestais e suas causas são fundamentais, não apenas para a construção de um perfil histórico do fogo em certas regiões, mas para contribuir na elaboração de programas que objetivem a diminuição da ocorrência de incêndios criminosos na vegetação do Cerrado.

Por fim, o mau uso do fogo no Cerrado não anula os benefícios que o bom uso pode trazer ao bioma, como a de sementes que dependem da passagem do fogo para se dispersarem e germinarem, assim como espécies que florescem pós fogo. Deve-se ter a consciência para planejar programas de manejo integrado do fogo eficientes e aplicáveis, que são capazes de evitar ao máximo a modificação da biodiversidade causada pelos incêndios florestais. Sabe-se que a completa proteção do Cerrado à passagem do fogo é praticamente impossível e tem se mostrado, em muitos casos, prejudicial ao funcionamento natural do bioma Cerrado.

## 6. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a continuidade na integração dos órgãos para a prevenção e combate aos incêndios florestais no DF, conforme previsto no plano de manejo do PNB e estabelecido no âmbito do PPCIF, onde há o intercâmbio de conhecimentos entre CBMDF, IBRAM, ICMBio, NOVACAP, IBGE, entre outras instituições.

Aplicação de medidas preventivas aos incêndios florestais na área que foi incorporada pelo PNB em 2006, visto que é a região mais afetada por ocorrências de queimadas ao longo dos dez anos de pesquisa do trabalho. Ações direcionadas com mais intensidade nesta região poderá, ao longo dos anos, mitigar substancialmente a área queimada da unidade e o número de focos de calor encontrados.

A utilização - com mais frequência - de contagens de focos de queimada do INPE na identificação e predição das áreas vulneráveis a incêndios florestais, visto que são excelentes indicadores de focos de incêndio na vegetação e assim criando, sistematicamente, tendências espaciais e temporais nas ocorrências de fogo.

Aprimoramento e difusão da técnica de Manejo Integrado do Fogo, em especial da queima controlada, para diminuir o combustível orgânico acumulado no fim do período chuvoso, que poderia contribuir para a diminuição incêndios de grandes proporções durante o período de extrema estiagem.

Parceria dos parques com o CBMDF para a formação e atualização de brigadas de incêndio, assim como a elaboração, análise, construção e o aprimoramento das ações de MIF, conforme previsto no plano de manejo do parque. O compartilhamento das ações com o uso do fogo controlado, provenientes do planejamento do parque tanto previstas quanto as realizadas de MIF, com o CBMDF para ações conjuntas e em consonância, com vistas a evitar acionamentos indevidos do socorro emergencial em situações controladas e acionamentos tardios para reforços em situações fora de controle.

Formação de uma rotina de preenchimento dos ROI's, inclusive com o preenchimento de causa provável de cada incêndio florestal, para divulgação e análise das ocorrências dos incêndios pretéritos, com objetivo estritamente preventivo.

Através do mapeamento de áreas vulneráveis de incêndios, ter o conhecimento de quais ocorrências foram planejadas ou não e adequar este planejamento para futuras ações de prevenção.

Utilização desta ferramenta de mapeamento em áreas de ocorrência dos outros 98% dos incêndios florestais atendidos pelo CBMDF, não presentes no PNB, que atingiram o Distrito Federal neste intervalo de tempo e que podem ser comparados exclusivamente com os dados dos atendimentos operacionais do CBMDF, devidamente registrados.

Recomenda-se ao CBMDF o uso da ferramenta no planejamento da Operação Verde-Vivo. Através do mapeamento dos focos de incêndios florestais no DF ao longo dos anos, seja possível traçar estratégias de alocação de recursos humanos e materiais nos quartéis e destacamentos mais próximos das áreas mais sensíveis e que ocorrem mais incêndios.

Estreitamento do relacionamento com pesquisadores que recebem autorização para seus trabalhos, com a disponibilização de dados para seus estudos técnicos. Nesse estudo, a dificuldade desse relacionamento estreito provocou uma lacuna de informações quanto aos focos de calor obtidos se eram de queimas planejadas ou MIF ou de incêndios florestais, propriamente ditos.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D.S. **Sistemas de informação geográfica**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. Anais. São Paulo: Edusp, 1990. P.66-78.
- ANDRADE, R. **Vale promove campanha de combate às queimadas ao longo da ferrovia**. DeFato. 19 de set. de 2018. Disponível em: <https://defatoonline.com.br/vale-promove-campanha-de-combate-as-queimadas-ao-longo-da-ferrovia/>. Acesso em 29 de jul. 2021.
- BAPTISTA, G.M.M.; MAIA, J.M.F. **Clima**. In: SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE. **Águas Emendadas/Distrito Federal**. Fernando Oliveira Fonseca (org.). Brasília: Seduma, 2008. p. 101-109.
- BATISTA, A. C. **Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais**. Floresta, v.30, n.1, p.45-54, 2000.
- BITTENCOURT, A. **Incêndio no Parque das Emas já destruiu o que corresponde a 43 mil campos de futebol**. Mais Goiás. 13 de jul. de 2021. Disponível em: <https://www.emaisgoias.com.br/incendio-no-parque-das-emas-ja-destruiu-o-que-corresponde-a-43-mil-campos-de-futebol/>. Acesso em 29 de jul. 2021.
- BONTEMPO, G.C. **Impactos e realidade dos incêndios florestais nas unidades de conservação brasileiras**. 2011. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- BORGES, T. S. *et al.* **Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de Eucalyptus no norte do Espírito Santo**. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 153-159, 2011.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 5 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 14 de jul. 2021.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Brasília, 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm). Acesso em 14 de jul. 2021.
- BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Brasília, 18 de julho de 2000. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 20 de nov. de 2019.

BRASIL, R. **Balão de papel causa incêndio em Itamonte**. O Popular. 11 de out. de 2016. Disponível em: <https://www.opopular.net/2016/10/balao-gigante-de-papel-causa-incendio.html>. Acesso em 14 de jul. 2021.

CAMARA, G.; MEDEIROS, C. **GIS para meio ambiente**. São José dos Campos: INPE, 1998.

COSTA, E.P. *et al.* **Incêndios Florestais no entorno de Unidades de Conservação – Estudo de caso da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 195-206, 2009.

COUTINHO, L.M. **Aspectos do Cerrado**. São Paulo, SP: Estação Gráfica Ltda, 2000. Disponível em: [http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos\\_vegetacao.htm](http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos_vegetacao.htm). Acesso em 20 de mai. de 2021.

COUTINHO, L.M. **O Cerrado e a ecologia do fogo**. Revista Ciência hoje. 1990. p. 22-30.

DICIO - DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. **Significado de In loco**. 2021a. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em 20 de mai. de 2021.

DICIO - DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. **Significado de Fitofisionomia**. 2021b. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em 20 de mai. de 2021.

DISTRITO FEDERAL (Brasil). Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Gerência de Emergências e Riscos Ambientais. **Relatório de área queimada nos parques e unidades de conservação do Distrito Federal no ano de 2015**. Gerência de Emergências e Riscos Ambientais. - Brasília, DF: IBRAM, 2016. 144 p.

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

FRANÇA, H. **Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA**. São Paulo, SP. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2000.

FRANÇA, H. **Os incêndios de 2010 nos parques nacionais do cerrado**. Relatório técnico. Universidade Federal do ABC, 2010.

GOOGLE EARTH. **Imagem de satélite do Parque Nacional de Brasília.** 2021. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

GPRAM - GRUPAMENTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Planilha de Registro Histórico das Operações Verde Vivo.** Brasília: CBMDF, 2020a.

GPRAM - GRUPAMENTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Relatório Operação Verde Vivo 2020.** Brasília: CBMDF, 2020b. 46p.

HOFFMANN, A. **Conceito de Manejo Integrado do Fogo.** Projeto Cerrado-Jalapão. 2021. Disponível em: <http://cerradojalapao.mma.gov.br/mif>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Glossário: Termos usuais relativos aos Incêndios Florestais.** Brasília: IBAMA, 1994.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília.** Brasília: ICMBio, 1998, 305p.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatório de ocorrências de incêndios em Unidades de Conservação Federais 2005-2008.** Brasília: IBAMA, 2009. 31p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Portal de Mapas do IBGE.** 2021. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa222190>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Ibram lança guia com Unidades de Conservação do DF.** 03 de nov. de 2014. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/5080-ibram-lanca-guia-com-unidades-de-conservacao-do-df>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Parque Nacional de Brasília.** 2021. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/213-parque-nacional-de-brasilia.html>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Banco de Dados de queimadas.** 2021. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>. Acesso em 27 de dez. 2019.

KHALIP, A.; CASTILLO, R. **Incêndios florestais matam ao menos 30 em Portugal e Espanha.** Exame. 16 de out. 2017. Disponível em: <https://exame.com/mundo/incendios-florestais-matam-ao-menos-30-em-portugal-e-espanha/>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos florestais da Amazônia 2003**. Belém: Imazon, 2003. 110 p.

LIMA, A. M. **Zoneamento de risco de incêndios no Distrito Federal**. 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

LIRA, A. **Riscos de queimadas no campo aumentam durante o período de estiagem**. Semagro. 31 jul. 2018. Disponível em: <https://www.semagro.ms.gov.br/riscos-de-queimadas-no-campo-aumentam-durante-o-periodo-de-estiagem/>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

MAPBIOMAS BRASIL. **Plataforma de Mapas e Dados**. 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/download>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

MENEZES, P.M.L.; FERNANDES, M.C. **Roteiro de cartografia**. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2013.

MIRANDA, H.S. (org.). **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo**. Brasília: Ibama, 2010. 144p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação: Relatório Parametrizado – Parque Nacional de Brasília**. 2021a. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=159>. Acesso em 20 de jun. de 2021.

NASA. **Lightning Sparking More Boreal Forest Fires**. 26 de jun. 2017. Disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/jpl/lightning-sparking-more-boreal-forest-fires>. Acesso em 20 de jun. de 2021.

NUNES, J. R. S. **FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná - Brasil**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. 150p. (Tese de Doutorado).

PROBIO - PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA. **Educação Ambiental: PROBIO – Livro do Professor**. Brasília: Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília/MMA, 2006, 136p.

PROBIO - PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA. **Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado – Relatório Final**. Brasília, 2007. 93p.

RAMOS, A. Em dez anos, queimadas atingiram equivalente a 25% da área do DF. **G1**. 07 de set. de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2019/09/07/em-dez-anos-queimadas-atingiram-equivalente-a-25percent-da-area-do-df.ghtml>. Acesso em 06 de jan. de 2020.

REVISTA INCÊNDIO. **Maioria dos incêndios no Brasil tem origem na ação humana.** Revista Incêndio. 25 de ago. de 2017. Disponível em: <https://revistaincendio.com.br/maioria-dos-incendios-no-brasil-tem-origem-na-acao-humana/>. Acesso em 18 de jul. de 2021.

RIBEIRO, G. A. **Planejamento e proteção contra os Incêndios Florestais.** In: Anais do VI Fórum do Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Distrito Federal, Brasília, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal. 2001.

RODRIGUES, L. Brasil é um dos países onde mais se morre por raios, aponta Inpe. **Revista Galileu.** 12 de mai. de 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2020/05/brasil-e-um-dos-paises-onde-mais-se-morre-por-raios-aponta-inpe.html>. Acesso em 18 de jul. de 2021.

SAMPAIO, O. B. **O impacto dos incêndios florestais nas unidades de conservação brasileiras.** In: IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade. Curitiba: IAP, 2006. p.38–152.

SANT'ANNA, C.M.; FIEDLER, N.C.; MINETTE, L.J. **Controle de incêndios florestais.** Alegre, ES. UFV, 2007. 152p.

SANTOS, L. O que são os hotspots de biodiversidade? **Floresta Brasil.** 26 de abr. de 2019. Disponível em: <https://florestalbrasil.com/2019/04/o-que-sao-os-hotspots-biodiversidade.html>. Acesso em 20 de mar. de 2021.

SCHUMACHER, M.V.; DICK, G. **Incêndios Florestais.** 3ª ed. rev. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Ciências Florestais, 2018. 153p.

SEMACE – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO CEARÁ. **Shape – Definições e Conversão.** 27 de jun. de 2011. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2011/06/27/shape-definicoes-e-conversao/>. Acesso em 20 de mai. de 2021.

SETZER, A. W.; PEREIRA, J. A. R.; MAURANO, L. E. **Visão atual do sistema de monitoramento de fogo na América do Sul.** In: Santos, J. R.; Disperatti, A. A. (Ed.) Aplicações de geotecnologias em engenharia florestal. Curitiba: Gabardo, 2004. p. 245-257.

SILVA, J.C. **Diagnostico das áreas de maior incidência de incêndios florestais em unidades de conservação pertencentes a APA Gama e Cabeça de Veado, Brasília-DF.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 59 p. 2001.

SOARES, R. V. **Queimas controladas: pós e contras.** In: Fórum Nacional Sobre Incêndios Florestais, 1. Piracicaba. Anais... Piracicaba: IPEF, 1995. p.6-10.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: [s.n.], 2007. 250p.

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

SOUSA, M. G. N. R. Distrito Federal. In: SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL - SEMARH. **Caderno técnico: prevenção e combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação**. Brasília, DF: Athalaia Gráfica e Editora. 2004. p. 7-12.

TAVARES, S. Instituto lança sistema high tech contra fogo em UC. **ICMBIO**. 08 de agosto de 2012. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/3201-instituto-lanca-sistema-high-tech-contra-fogo-em-uc>. Acesso em 11 de jul. de 2021.

TEODORO, D. A. A. **Biomassa, Estoque de Carbono e Nutrientes no Cerrado**. Dissertação de Mestrado. Publicação PPGEFL.DM-239/2014, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 59 p, 2014.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série técnica IPEF, v. 12, n. 32, 1998. p. 25-42.

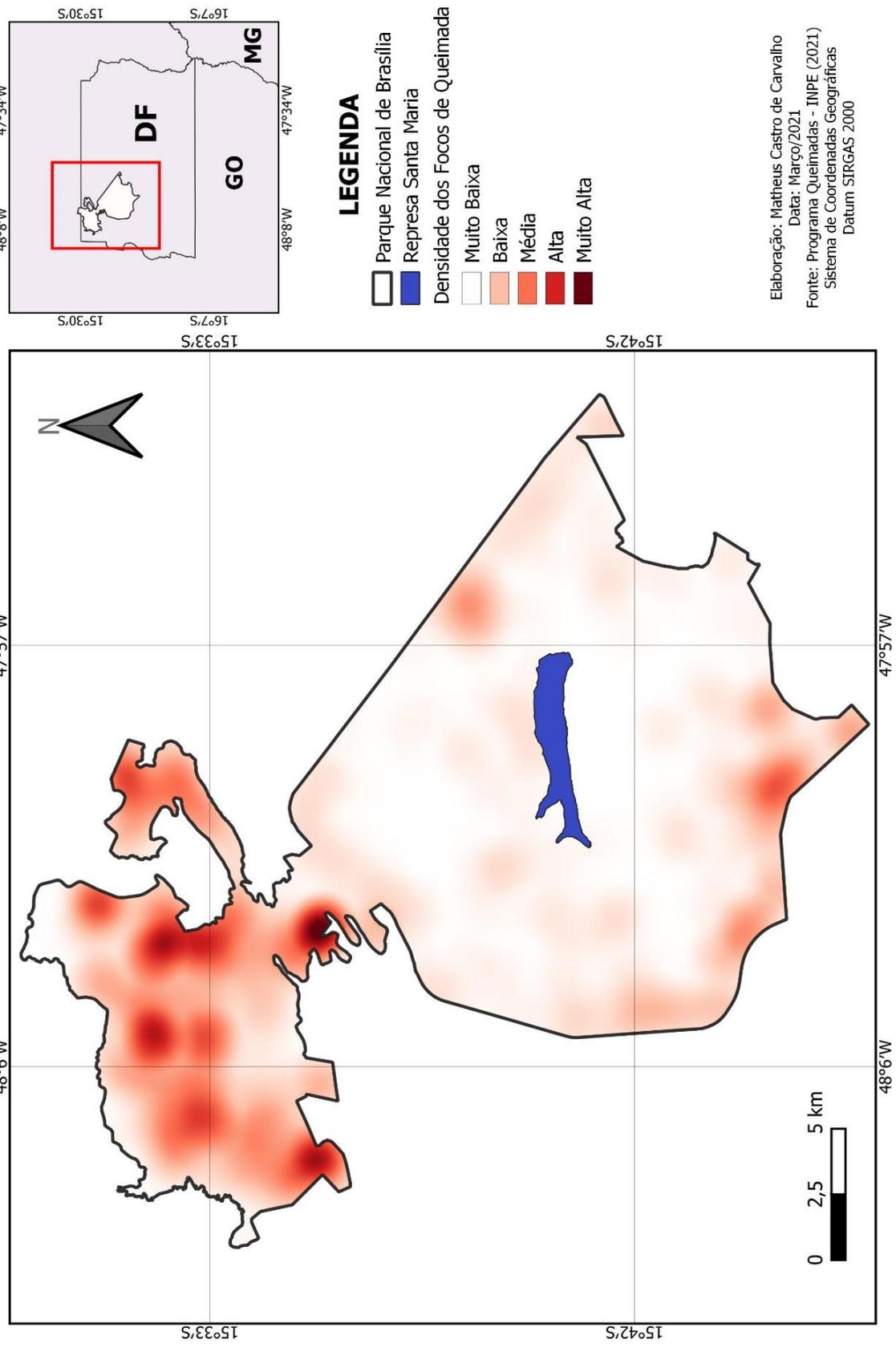
VICENTINI, M. **É hora de falar sobre fogueiras**. Mundo Logout. 26 de jun. de 2019. Disponível em: <https://mundologout.com.br/dicas/e-hora-de-falar-sobre-fogueiras/>. Acesso em 11 de jul. de 2021.

UNESCO. **Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço**. 2ª ed. Brasília: UNESCO, 2002. 80p.

## APÊNDICES

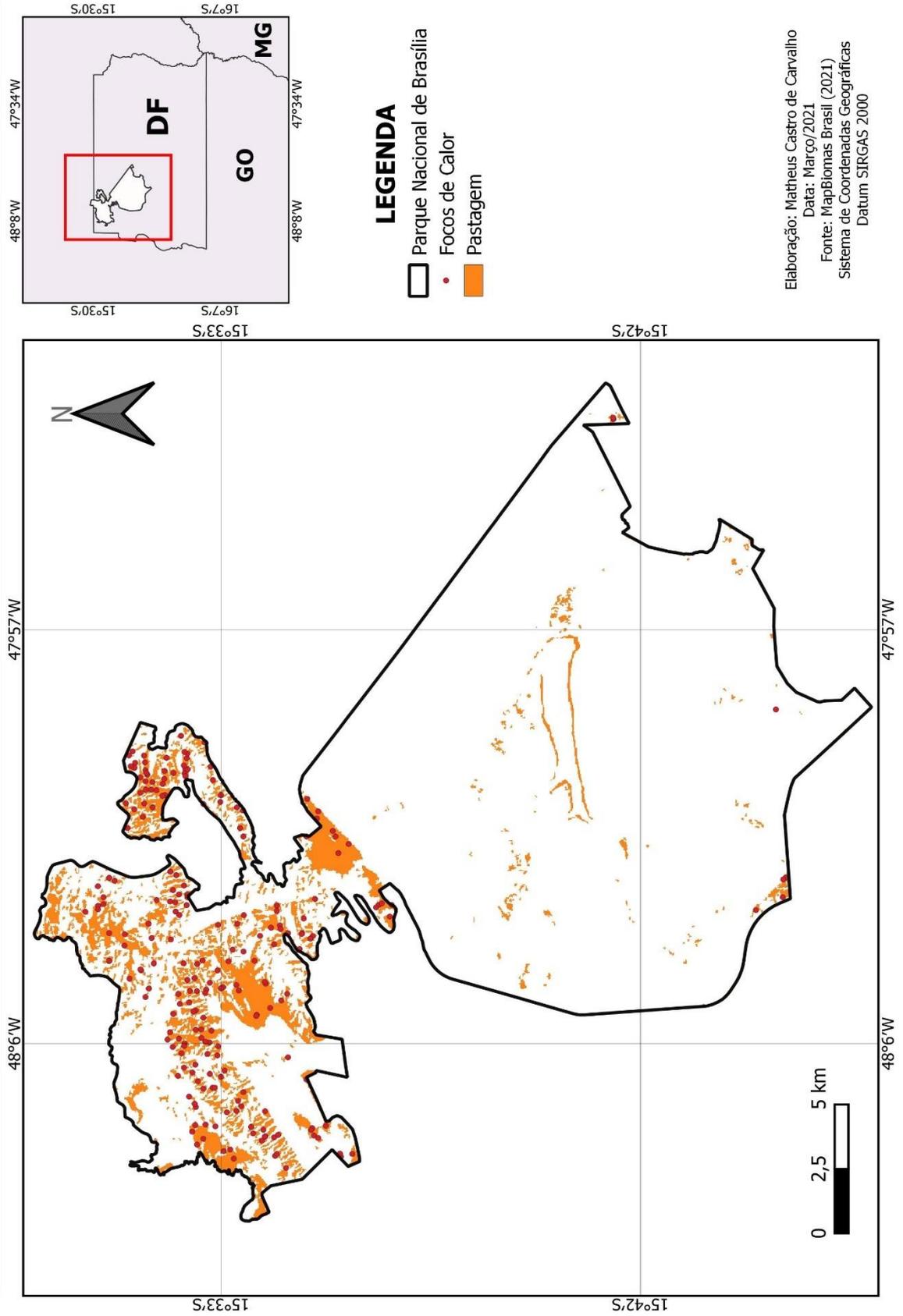
**APÊNDICE A – MAPA DE CONCENTRAÇÃO DOS FOCOS DE  
QUEIMADA NO PNB DE 2011 A 2020**

# MAPA DE CONCENTRAÇÃO DE FOCOS DE QUEIMADA - 2011 A 2020



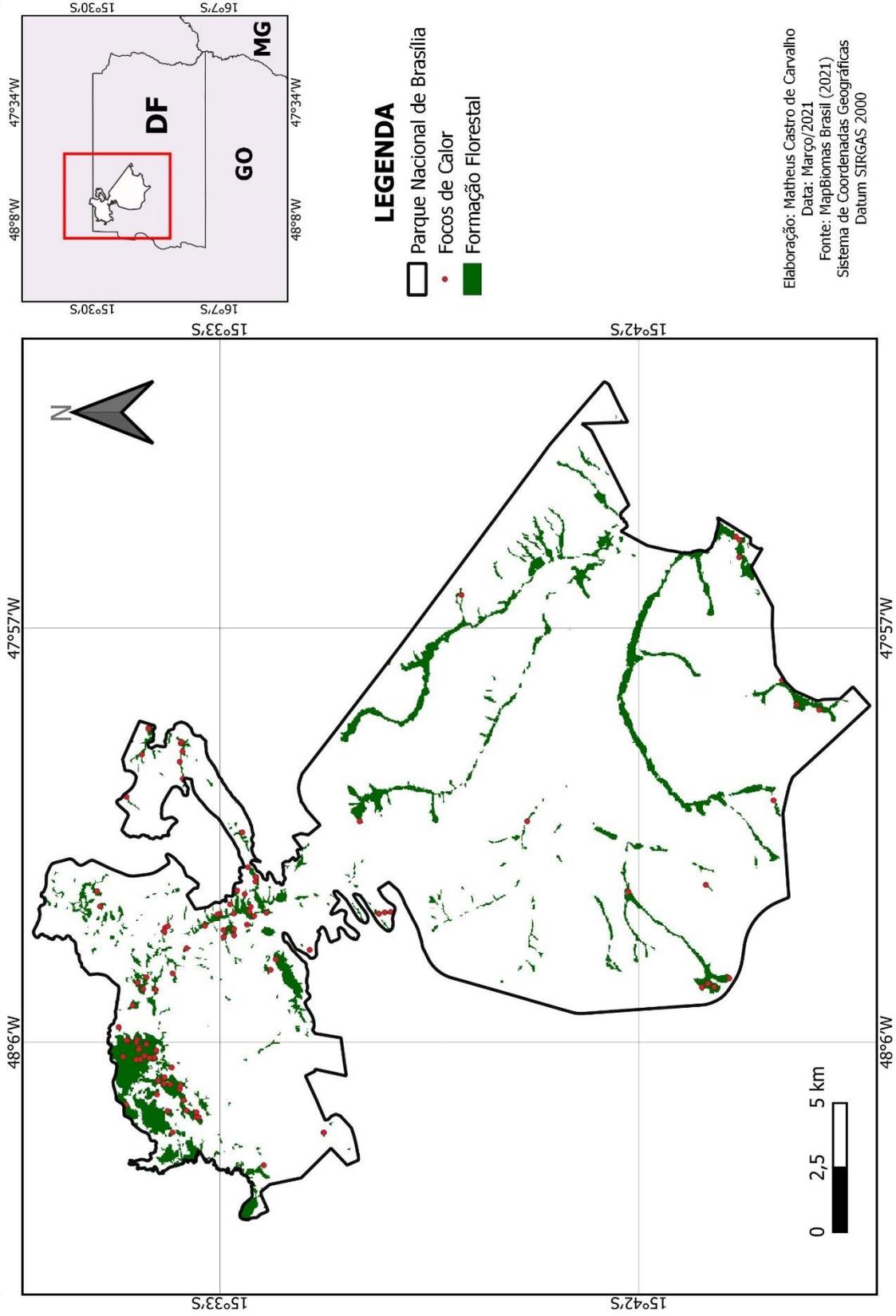
## **APÊNDICE B – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA PASTAGEM**

# MAPA DE FOCOS DE CALOR NA PASTAGEM



**APÊNDICE C – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO  
FLORESTAL**

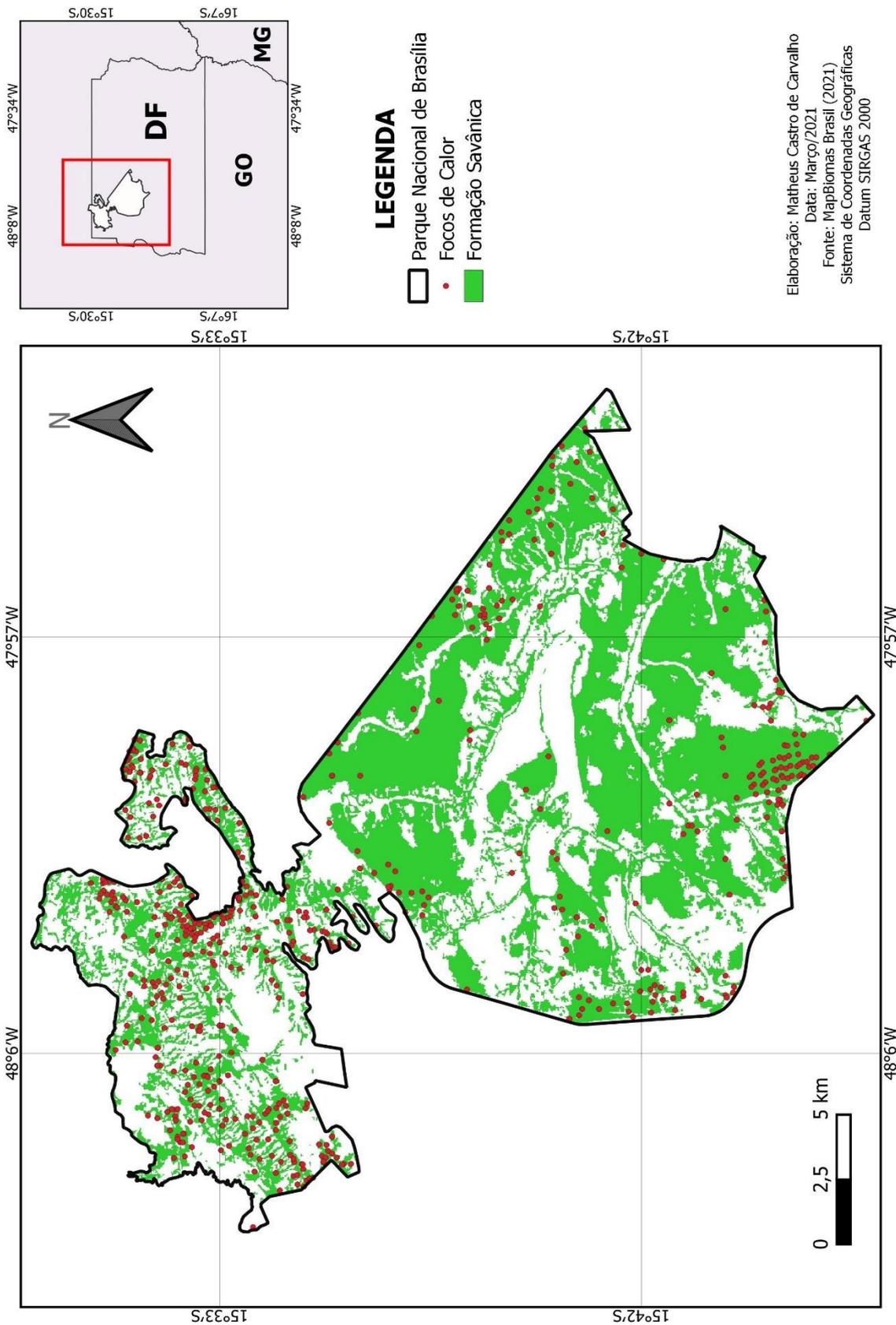
# MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO FLORESTAL



Elaboração: Matheus Castro de Carvalho  
Data: Março/2021  
Fonte: MapBiomas Brasil (2021)  
Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum SIRGAS 2000

**APÊNDICE D – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO  
SAVÂNICA**

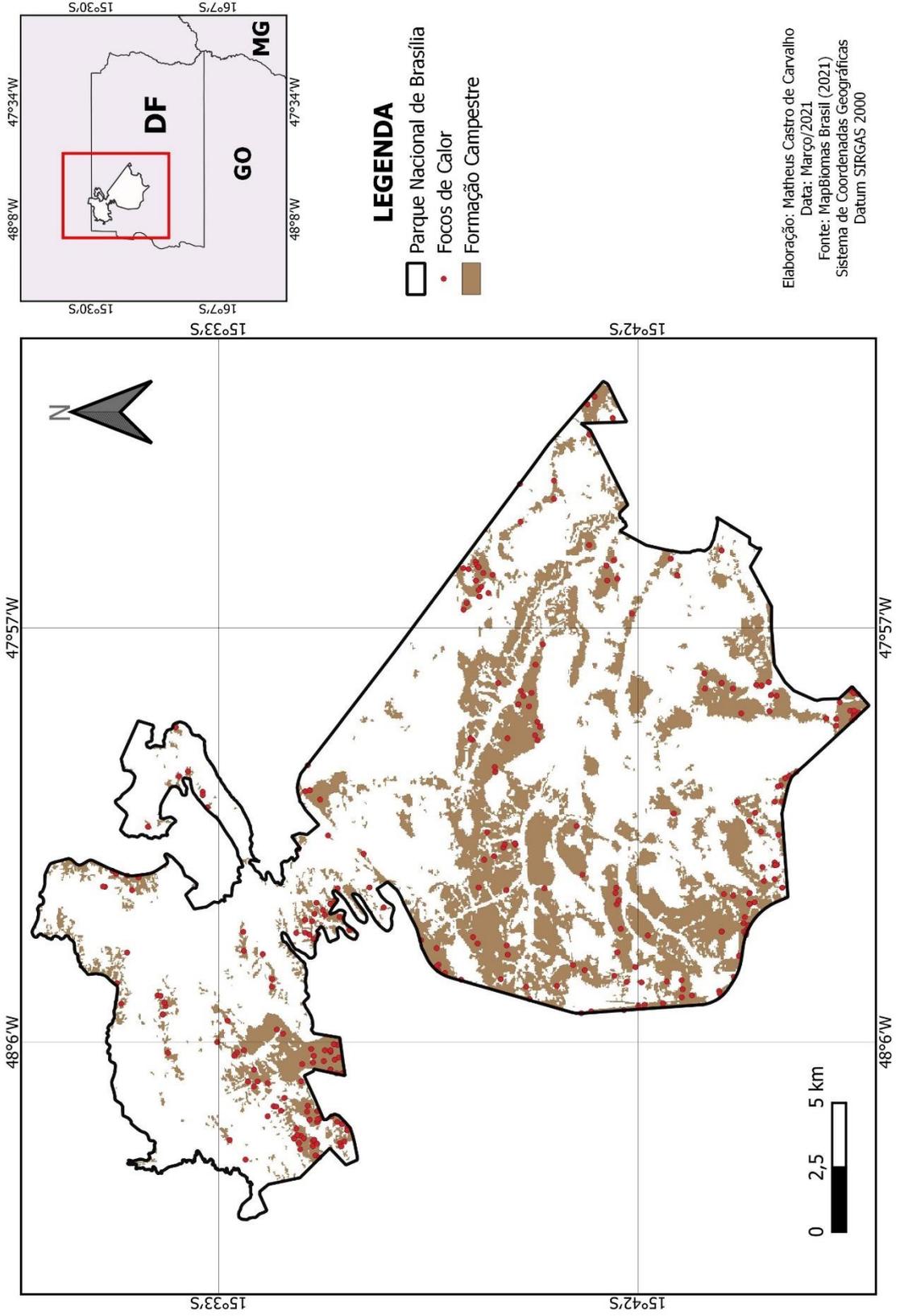
# MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO SAVÂNICA



Elaboração: Matheus Castro de Carvalho  
Data: Março/2021  
Fonte: MapBiomas Brasil (2021)  
Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum SJRGAS 2000

**APÊNDICE E – MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO  
CAMPESTRE**

# MAPA DE FOCOS DE CALOR NA FORMAÇÃO CAMPESTRE



**APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DESTINADO À CHEFE DO PARQUE  
NACIONAL DE BRASÍLIA (NÃO RESPONDIDO)**

**PERGUNTAS À SENHORA CHEFE DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA****NOME COMPLETO:****CARGO:****DATA:**

Observações:

- Pode ser assinalada mais de uma alternativa na questão, assim como comentários em todas elas;
- Estas questões estarão integralmente presentes na versão final do Trabalho de Conclusão de Curso na parte de “Apêndices”;
- Este material auxiliará na pesquisa e conclusão do trabalho, podendo ser utilizado em forma de citações diretas em seu desenvolvimento.

**1) Como é a relação da gestão do Parque Nacional de Brasília (PNB) com o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF)?**

- Excelente  
 Boa  
 Razoável  
 Ruim  
 Não sei informar

Comentários:

**2) O que poderia melhorar nesta relação?**

R.:

**3) Existem queimadas criminosas no PNB?**

- Sim  
 Não  
 Não sei informar

Comentários:

**4) Como a gestão do PNB atua nestas ocorrências?**

R.:

**5) O que está sendo feito pela gestão do PNB para mitigar estas ocorrências?**

R.:

**6) Existe um planejamento para o futuro a respeito da prevenção e combate aos incêndios florestais no PNB?**

- Sim
- Não
- Não sei informar

Se sim, qual:

**7) A gestão do PNB faz o registro das queimadas que ocorrem na unidade?**

- Sim
- Não
- Não sei informar

Comentários:

**8) Quais instrumentos a gestão do PNB utiliza para registrar essas queimadas?**

- Relatórios
- Mapeamento
- Planilhas
- Outro. Qual:

Comentários:

**9) Há algum trabalho de educação ambiental sendo feito com os turistas que visitam o PNB na temática das queimadas?**

- Sim
- Não
- Não sei informar

Se sim, como ele se desenvolve:

Se não, existe a intenção de desenvolver um? Qual:

**10) Há algum trabalho de educação ambiental sendo feito com os moradores do entorno do PNB na temática das queimadas?**

- Sim
- Não
- Não sei informar

Se sim, como ele se desenvolve:

Se não, existe a intenção de desenvolver um? Qual:

**11) Há algum trabalho de educação ambiental sendo desenvolvido em parceria com o CBMDF na temática das queimadas?**

- Sim
- Não

( ) Não sei informar

Se sim, como ele se desenvolve:

Se não, existe a intenção de desenvolver um? Qual:

**12) O que a senhora gostaria de implementar na gestão do PNB e que hoje não é praticado no que diz respeito à ocorrência de incêndios florestais na unidade?**

R.:

**13) Há algo não relacionado às questões acima que a senhora gostaria de complementar?**

R.:

**APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DESTINADO AO GERENTE DE FOGO  
DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA (NÃO RESPONDIDO)**

**PERGUNTAS AO SENHOR GERENTE DE FOGO DO PARQUE NACIONAL  
DE BRASÍLIA**

**NOME COMPLETO:**

**CARGO:**

**DATA:**

Observações:

- Pode ser assinalada mais de uma alternativa na questão, assim como comentários em todas elas;
- Estas questões estarão integralmente presentes na versão final do Trabalho de Conclusão de Curso na parte de “Apêndices”;
- Este material auxiliará na pesquisa e conclusão do trabalho, podendo ser utilizado em forma de citações diretas em seu desenvolvimento.

**1) Como é a relação da brigada de incêndio do Parque Nacional de Brasília (PNB) com o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF)?**

- Excelente
- Boa
- Razoável
- Ruim
- Não sei informar

Comentários:

**2) O que poderia melhorar nesta atuação conjunta?**

- O tempo resposta quando os bombeiros são acionados
- O número de viaturas e militares que chegam à ocorrência
- A forma de atuação para debelar os incêndios
- Não sei informar
- Outro. O quê:

Comentários:

**3) Existe algum planejamento atualmente para diminuir/mitigar as queimadas não planejadas no PNB?**

- Sim
- Não
- Não sei informar

Se sim, qual planejamento:

**4) Existe algum planejamento futuro para diminuir/mitigar as queimadas não planejadas no PNB?**

- Sim

- Não  
 Não sei informar

Se sim, qual planejamento:

**5) Um mapeamento das queimadas nos anos anteriores no PNB poderia auxiliar no combate às queimadas futuras?**

- Sim  
 Não  
 Não sei informar

Justifique a resposta:

**6) O número de brigadistas na época mais crítica de queimadas nos anos abaixo foi suficiente para extinguir as queimadas no PNB?**

- 2011 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2012 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2013 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2014 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2015 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2016 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2017 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2018 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2019 –  Sim  Não - Número de brigadistas:
- 2020 –  Sim  Não - Número de brigadistas:

Comentários:

**7) Existe a prática de queimas controladas no PNB?**

- Sim  
 Não  
 Não sei informar

Comentários:

**8) Desde que ano é realizada queimas controladas no PNB?**

R.:

**9) Quantas queimas controladas foram realizadas e qual a área queimada no PNB nos seguintes anos:**

- 2011 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2012 – Número de queimas:  
Área queimada:

- 2013 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2014 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2015 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2016 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2017 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2018 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2019 – Número de queimas:  
Área queimada:
- 2020 – Número de queimas:  
Área queimada:

Comentários:

**10) O CBMDF é informado a respeito das queimas controladas que ocorrem no PNB?**

- ( ) Sim, para todas
- ( ) Em quase todas
- ( ) Em quase nenhuma
- ( ) Não é informado
- ( ) Não sei responder

Comentários:

**11) Quais os critérios adotados para o planejamento das queimas controladas no PNB?**

- ( ) Tipo de vegetação
- ( ) Acúmulo de biomassa (material combustível)
- ( ) Proximidade de área urbana
- ( ) Proximidade de estradas/trilhas
- ( ) Queimadas registradas em anos anteriores
- ( ) Outro. Qual:

Comentários:

**12) Com relação à questão anterior, há algum critério ainda não adotado que pretende ser utilizado no futuro?**

- ( ) Sim
- ( ) Não
- ( ) Não sei informar

Comentários:

**13) Qual o efeito das queimas controladas na incidência de incêndios criminosos do Parque?**

- Diminuiu a incidência de incêndios criminosos
- Aumentou a incidência de incêndios criminosos
- Não alterou a incidência de incêndios criminosos
- Não sei informar
- Outro. Qual:

Comentários:

**14) A brigada de incêndio do PNB utiliza de algum dado destes órgãos para subsidiar o planejamento as atuações nos incêndios que ocorrem na unidade?**

- INPE
- Ministério do Meio Ambiente
- ICMBio
- INMET
- Não utiliza nenhum dado
- Outro. Qual:

Comentários:

**15) Com relação à pergunta anterior, qual dado é utilizado?**

- Mapas
- Relatórios
- Notícias
- Previsão do tempo
- Outro. Qual:

Comentários:

**16) Há algo não relacionado às questões acima que o senhor gostaria de complementar?**

R.: