ISSN 1984-4891
OBSERVATORIUM
REVISTA ELETRÔNICA DE GEOGRAFIA

Uma investigação sobre as regiões resilientes aos incêndios recorrentes no Parque Estadual do Pau Furado

A Study of Regions Resistant to Recurring Fires in Pau Furado State Park

Raphael Tosta Santana[1]

João Vítor Meza Bravo[2]

RESUMO

Neste projeto pretende-se identificar e mapear as zonas de resiliência aos incêndios que, de forma recorrente, acontecem no Parque Estadual do Pau Furado - PEPF. O PEPF está localizado nos municípios de Uberlândia e Araguari, em Minas Gerais, e é uma importante área de interesse ecológico para a conservação do bioma e fauna local. É relevante destacar que aqui entendemos como "zonas resilientes" aquelas regiões capazes de resistir a incêndios florestais, quer seja com a impossibilidade de queima, quer seja com a total regeneração em curto prazo. Para tanto, neste projeto monitoraremos os incêndios ocorridos na referida região durante o período de 2020 a 2022. O mapeamento será realizado dentro de um buffer de 2 km, delimitado com base no limite do parque, o qual se encontra inserido na zona de amortecimento da unidade de conservação. Mapearemos as áreas dentro desse buffer que, ao longo das ocorrências, não pegaram fogo ou que, logo após os incêndios, recuperaram-se completamente em pouco tempo. Para o mapeamento e monitoramento do estado da vegetação, pretende-se utilizar imagens provenientes da missão Sentinel-2 e da missão Landsat. Serão aplicados índices de vegetação (e.g. NDVI, SAVI) para identificar o vigor da vegetação antes e após a ocorrência dos eventos com fogo, bem como, índices que destacam a intensidade dos incêndios (e.g. dNBR, NBR). Espera-se identificar regiões que são resilientes à ocorrência de incêndios, descrevendo suas principais características relacionadas com essa condição. Com isso, será possível

[1] Graduando em Geografia na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET/MEC). E-mail: raphael.tosta07@gmail.com.

[2] Professor do Instituto de Geografia, Geociências e Saúde Coletiva (IGESC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Doutor (2017) em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná. E-mail: jvmbravo@gmail.com.

criar – em estudos futuros - estratégias de preservação que favoreçam a conservação de regiões que podem ser matrizes à recuperação do bioma local e regional. Ainda, entende-se que esta investigação pode servir de estímulo à estudos, inspirando o mapeamento de áreas de resiliência em outras Unidades de Conservação que sofrem e sofreram com incêndios florestais.

PALAVRAS-CHAVE: Incêndio Florestal; Resiliência; Unidades de Conservação; Cerrado.

ABSTRACT

The aim of this project is to identify and map areas resilient to the wildfires that recur in the Pau Furado State Park (PEPF). The PEPF is located in the municipalities of Uberlândia and Araguari, in Minas Gerais, and is an important area of ecological interest for the conservation of the local biome and fauna. It is important to note that we define “resilient zones” here as those regions capable of withstanding wildfires, either because burning is impossible there or because the area can fully regenerate in the short term. To this end, this project will monitor wildfires that occurred in the region from 2020 to 2022. Mapping will be conducted within a 2-km buffer zone, delineated based on the park’s boundary, which is located within the conservation unit’s buffer zone. We will map the areas within this buffer zone that, during the fire events, either did not catch fire or, immediately after the fires, recovered completely in a short period of time. For mapping and monitoring vegetation status, we intend to use imagery from the Sentinel-2 and Landsat missions. Vegetation indices (e.g., NDVI, SAVI) will be applied to identify vegetation vigor before and after fire events, as well as indices that highlight fire intensity (e.g., dNBR, NBR). The aim is to identify regions that are resilient to wildfires and to describe their key characteristics related to this resilience. This will make it possible—in future studies—to develop conservation strategies that promote the preservation of regions that can serve as seed sources for the recovery of local and regional biomes. Furthermore, it is understood that this research may serve as a catalyst for further studies, inspiring the mapping of resilient areas in other Conservation Units that are currently suffering or have suffered from wildfires.

KEYWORDS: Wildfire; Resilience; Conservation Areas; Cerrado.

Introdução

É notório que nos últimos anos os incêndios florestais no Brasil têm ganhado relevância no cenário nacional por conta do aumento do número de ocorrências no território brasileiro, especialmente quando atingem as Unidades de Conservação-UCs (IBAMA, 2016). Cabe salientar que as UCs devem conservar os recursos naturais e a biodiversidade: são regiões protegidas por marcos normativos (BRASIL, 2000).

No Cerrado a preocupação tem ganhado proporções maiores, porque, do Brasil, é o segundo bioma mais afetado, ficando atrás somente da Amazônia (INPE, 2019). É importante informar também que o bioma Cerrado contribui com 5% da biodiversidade mundial, contudo apenas 4% estão protegidos em UCs (Machado, 2007; Prudente, 2016). Dessa forma, as UCs no Cerrado devem ser monitoradas, especialmente por abrigarem espécies que podem recompor, um dia, esse bioma que caminha para a permanente degradação (Sato et al., 2003; Jesus et al., 2020).

A região do Triângulo Mineiro está localizada dentro do bioma do Cerrado e é um território que sofre constantemente com incêndios de acordo com o Instituto Estadual de Florestas (IEF 2019). Dentro dessa região está localizado o Parque Estadual do Pau Furado, próxima às cidades de Uberlândia e Araguari - MG, que em 2020 sofreu com um grave incêndio, causador de severos danos ao bioma local. Entretanto, observações preliminares registraram que algumas áreas verdes do parque, que corresponde a uma área livre composta por vegetação (Cavalheiro et al., 1999; Bargos; Matias, 2019.), conseguiram resistir aos danos provocados pelo fogo sem controle. Apesar de já existir uma literatura sobre a ocorrência de incêndios no Estado de Minas Gerais (Latuf et al, 2022), sobre incêndios no Cerrado (Prudente, 2016) e sobre incêndios em áreas de preservação (Torres, et al, 2017), não há ainda estudo específico sobre esse tema no Parque Estadual do Pau Furado, nem há grande discussão sobre as áreas resilientes aos incêndios.

Quando falamos de resiliência, aqui entendemos como um processo de restauração ecológica, no qual, após uma perturbação/distúrbio, o ecossistema se adaptará, ou seja, terá seus recursos bióticos necessários para continuar a se desenvolver sem auxílio, obtendo a capacidade de se autossustentar e de resistir a perturbações externas (Brancalion et al, 2013; Oliveira, 2023; Cardoso, 2024.). E é nesta lacuna, portanto, que se aloja a contribuição da pesquisa que aqui se pretende desenvolver, respondendo-se a seguinte indagação: Quais zonas de vegetação dentro e ao entorno do parque conseguiram ser resilientes após períodos de incêndios durante

os anos de 2020 à 2022? Em observações preliminares compreendemos que existem regiões mais úmidas que são capazes de impedir a progressão do fogo sem controle e, de certa forma, resistir às intempéries causadas por esse fenômeno.

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é identificar e mapear as zonas de resiliência aos incêndios recorrentes no Parque Estadual do Pau Furado, por meio do mapeamento das ocorrências e da intensidade dos incêndios registrados entre 2020 e 2022. Busca-se também identificar os pontos de recorrência e, quando possível, determinar as causas de ignição, reconhecendo as áreas mais afetadas pelo fogo e aquelas que apresentaram maior resistência. Por fim, pretende-se compreender os fatores que contribuíram para a resistência dessas áreas aos incêndios ou favoreceram a rápida recuperação da vegetação após os eventos.

Justificativa

Nos últimos anos, o IBAMA (2016) e o IEF (2019) que é o órgão responsável pelas UCs no Estado de Minas Gerais, vem apresentando dados de que os impactos ambientais causados por incêndios florestais dobraram nos últimos anos, gerando consequências na biodiversidade e na ecologia das reservas. Jesus et al. (2020) em seu trabalho, analisaram de forma temporal a tendência dos focos de calor nos biomas e nas UCs e chegaram à conclusão de que os biomas Amazonia e Cerrados são os que mais sofrem com incêndios florestais.

De acordo com o INPE (2019) o cerrado é o segundo bioma mais degradado do Brasil, o que é grave quando levamos em consideração de que o Parque Estadual do Pau Furado apresenta uma combinação única de características geográficas e biogeográficas, que o tornam um importante espaço de conservação da biodiversidade do Cerrado e um local de grande valor para a proteção integral ambiental da região (ICMbio 2014). Apesar de que também o cerrado brasileiro é conhecido por sua resiliência a incêndios devido à sua adaptação a um clima sazonalmente seco e à presença de espécies resistentes ao fogo, como o próprio cerrado rupestre (Miranda et al., 2010, p. 35; Latuf et al., 2022). Os incêndios antrópicos não controlados que infringem o Código Florestal, estabelecido pela Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, que são o problema, uma vez que esses incêndios atingem a diversidade biológica, causando maiores proporções de focos de calor devido ao ambiente seco, o que resulta

na alteração de seus ciclos naturais levando muito tempo para equilibrar a vegetação. (Delegà, 2017)

Cabe ao governo de Minas Gerais juntamente com o IEF e com o auxílio do IBAMA e ICMbio e das corporações de bombeiros e policiais militares do Estado de MG prevenir e coordenar o combate aos incêndios florestais nas Unidades de Conservação (AGÊNCIA MINAS, 2020) através de programas especializados em controle de incêndios. É nesse cenário que este projeto ganha relevância, pois eventualmente pode oferecer informações importantes sobre a resiliência das áreas verdes na vegetação no PEPF, e também estimular outras pesquisas na mesma linha científica que por sua vez pode ser utilizada pelas instituições citadas acima, afim de criar uma estratégia para monitorar e controlar os incêndios florestais desenfreados no Cerrado contribuindo para a diversidade geográfica e biogeográfica do país.

Área de Estudo

O Parque Estadual do Pau Furado é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral determinada pelo Decreto n°344 de 16/09/2015, e foi criado em 27 de janeiro de 2007 como medida compensatória devido a criação de duas usinas hidrelétricas (Capim Branco I e II), tendo como objetivo proteger os ecossistemas da região. Atualmente o parque está sob a administração do Instituto Estadual de Florestas (IEF). O Parque do Pau Furado está localizado entre os munícipios de Uberlândia e Araguari, no Estado de Minas Gerais (**Figura 1**), (18°49'42.2"S, 48°10'00.1"W); possui uma área 2186,85 de hectares e está situado no bioma Cerrado e tem a Floresta Estacional Decidual como vegetação predominante (cerca de 50,9% da área da reserva), além de outros fragmentos como o cerradão, cerrado strictu senso, floresta ciliar, floresta de galeria, e floresta estacional semidecidual (Clemente, 2023).

Seu principal acesso é viável pela estrada de terra da Rua Aeronauta, que está ligada ao Anel Viário Ayrton Senna na cidade de Uberlândia, conforme a **Figura 1**. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Aw, tendo seus verões quentes e úmidos e seus invernos frios e secos (Clemente, 2023.). Essa condição faz com que haja predominância de maior risco/perigo de incêndio durante a estação dos meses de abril a outubro (onde é mais frio e seco), enquanto a outra estação é mais úmida com temperaturas médias mais alta, entre novembro e março (INMET, 2024). O relevo do parque é do tipo canyon, sobre embasamento vulcano-sedimentar com afloramentos metamórficos, o que provoca uma maior umidade em relação às regiões mais altas do

entorno (Rodrigues et al. 2023). Essas condições ocasionam a formação de material vegetal que serve como combustível para incêndios florestais durante períodos de seca. Esse risco é agravado pela crescente expansão das atividades agropecuárias no entorno do parque, onde práticas recorrentes de queimadas para abertura de pastagens e lavouras representam uma ameaça constante à integridade da unidade de conservação (Clemente, 2023).

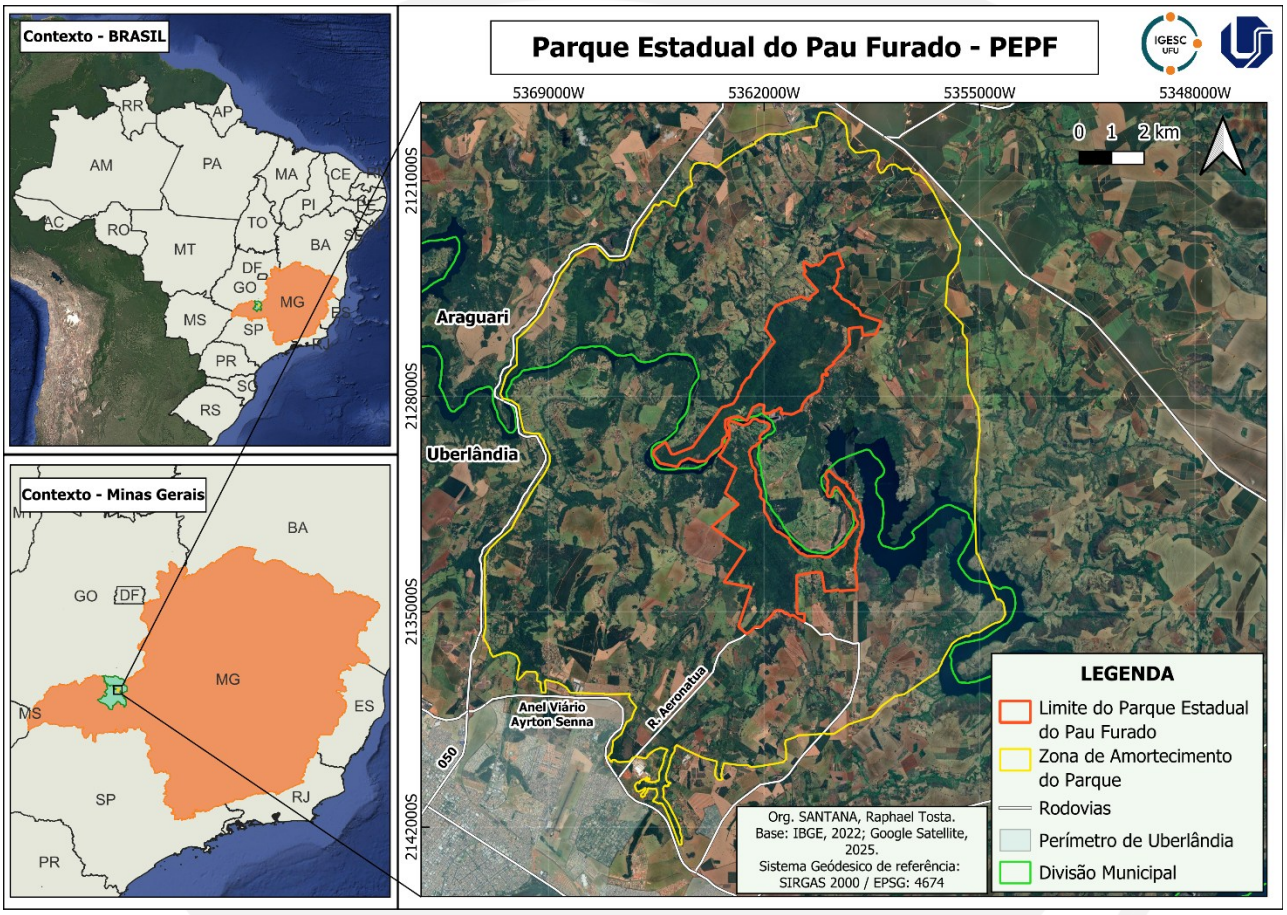


Figura 1: Mapa de Localização do Parque Estadual do Pau Furado
Elaborado por: Santana, R. T., 2025.

Metodologia

O fluxograma **(Figura 2**) abaixo representa cada etapa da metodologia que será aplicada no desenvolvimento deste projeto de pesquisa. Os procedimentos metodológicos estão detalhados na sequência.

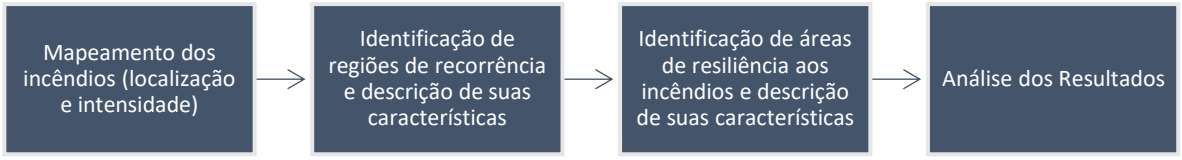


Figura 2 – Fluxograma geral da pesquisa
Elaborado por: Os autores, 2025.

3.1 Mapeamento dos incêndios (localização e intensidade)

Visando mapear as zonas de resiliência do parque, pretende-se utilizar dados que representam focos de calor da plataforma BDQueimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e também dados das plataformas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE – SISEMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)/ inclui-se aqui imagens dos satélites Landsat (8) (NASA) e Sentinel-2 da Agência Espacial Europeia (ESA) do MapBiomas.

O uso de imagens de satélites para monitorar e analisar as áreas florestais afetadas por incêndios tem se tornado crucial na quantificação e no combate desses fenômenos, devido ao seu baixo custo e sua boa eficiência (Oliveira, 2019). A diversidade de características estruturais das fitofisionomias presentes nas áreas de vegetação impacta diretamente nas propriedades espectrais e nos algoritmos de mapeamento, nesse sentido, é fundamental utilizar índices espectrais de vegetação para analisar as diferentes hipóteses de vegetação. Para medir a intensidade das áreas queimadas, utilizar-se-á as imagens dos satélites já descritos e os seguintes índices espectrais: Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI); Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI), Índice de Queima Normalizada (NBR) e o Índice de Queimadas Normalizado Diferenciado (dNBR) (Oliveira, 2019). Os índices se aplicam ao mapeamento de cicatrizes de incêndio recentes (à tomada da imagem), à identificação do estágio de revegetação, à identificação da intensidade de queima do material combustível, conforme se explica no próximo item

3.2 Identificação de regiões de (re)ocorrência e descrição de suas características

Pretendendo identificar as regiões que registraram focos de incêndio entre os anos de 2020 a 2022, serão utilizados os dados disponíveis no site BDQueimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Após coletar e baixar todos os dados de focos de calor de todos os 3 anos, pretende-se proceder com o processamento no *software* livre QGIS, fase na qual será realizada a filtragem dos focos de calor que se concentram sobre a área de estudo e que, de fato, correspondem a incêndios. Considerando que apenas um incêndio foi registrado dentro dos limites da área de estudo em si, foi decidido por criar um buffer de 2 km ao redor dessa área (**Figura 3**), a fim de ampliar o alcance da análise e incluir um número maior de ocorrências de incêndios. Essa estratégia permite compreender melhor a dinâmica do fogo nas proximidades imediatas da área de estudo e avaliar possíveis influências sobre o seu entorno. Para tanto, o crosscheck - para validar a ocorrência de incêndios no entorno dos focos identificados pelo BDQueimadas - será feito mediante a análise visual de cicatrizes de incêndios e resquícios de fumaça de fogo recente, com as imagens Landsat e Sentinel (dependendo da escala de ocorrência). Adicionalmente, pretende fazer uma visita a campo, afim de compreender as características físicas comuns das eventuais áreas que foram impactadas pelo fogo.

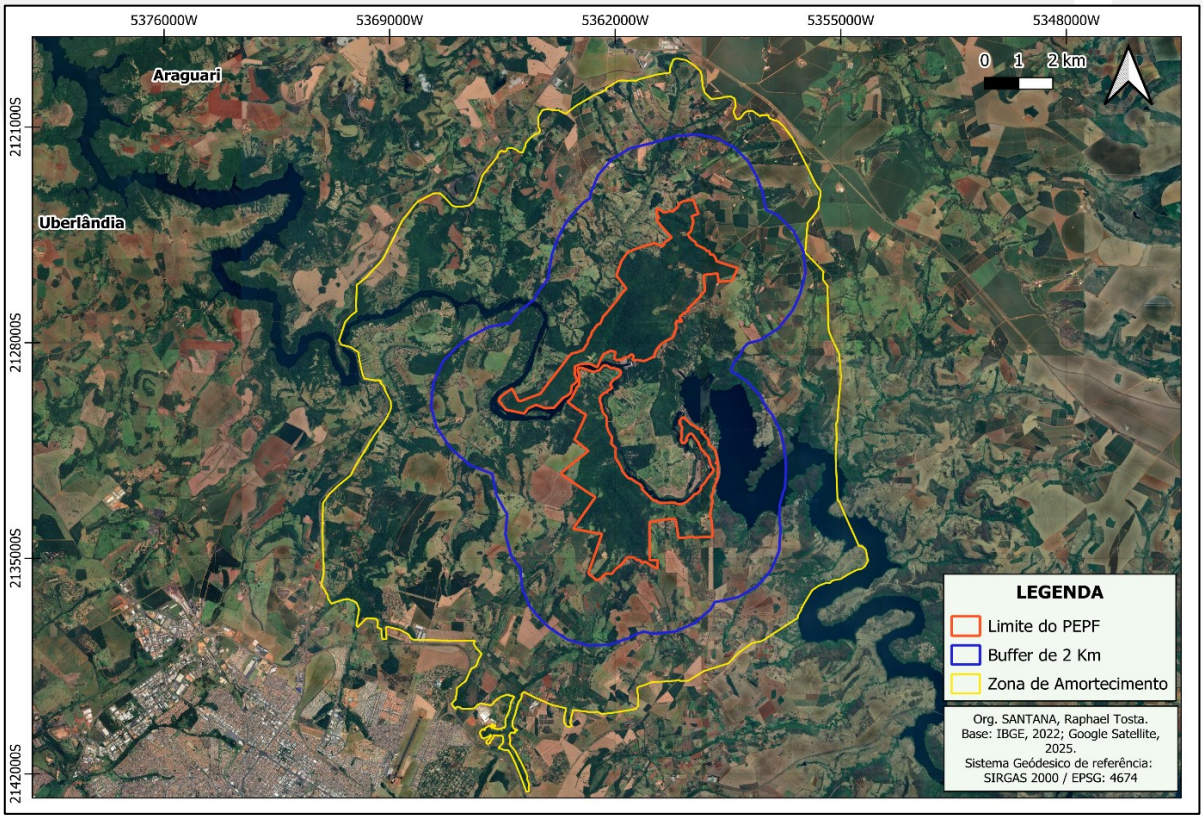


Figura 3 – Mapa representando a área de estudo e o buffer de 2km.
Elaborado por: Santana, R. T., 2025.

Para o mapeamento das cicatrizes e da intensidade dos incêndios, utilizar-se-á os Índice de Queima Normalizada (NBR) e o Índice de Queimadas Normalizado Diferenciado (dNBR). O dNBR é uma ferramenta fundamental para analisar a gravidade dos incêndios florestais, permitindo realizar comparações diretas das condições que determinada vegetação apresentada em seu antes e depois do incêndio. (Lopes; Baptista, 2015). Já o NBR é utilizado para identificar e cartografar áreas queimadas em um único ponto (Latuf et al, 2022). A junção desses índices fornece uma visão ampla dos impactos e da recuperação dos incêndios florestais. (Silva; Beltrão, 2021).

O dNBR é calculado com a diferença entre duas imagens (pré e pós-incêndio), destacando mudanças na vegetação ao longo do tempo. A fórmula utilizada para o cálculo do dNBR consiste em:

$$dNBR = NBR\,pré\,fogo - NBR\,pós\,fogo$$

Onde:

NBR pré-fogo: Valor do NBR calculado a partir de imagens antes do incêndio.

NBR pós-fogo: Valor do NBR calculado a partir de imagens após o incêndio.

Sua interpretação é dada por valores altos, ou seja, positivos indicam severidade do fogo; enquanto valores baixos (próximos de zero ou negativos) indicam pouca alteração ou regeneração.

Já o NBR é calculado a partir de uma única imagem, mostrando a condição da vegetação em um momento específico. Podemos interpretar os valores altos de NBR como uma indicação da saúde vegetação, pois essa reflete mais no infravermelho próximo (NIR) do que no infravermelho de ondas curtas (SWIR). Os valores baixos de NBR indicam áreas queimadas ou com vegetação degradada, uma vez que a vegetação queimada reflete menos no NIR e mais no SWIR. Especificamente, valores próximos de 1 indicam vegetação muito saudável, valores próximos de 0 indicam áreas com pouca vegetação ou vegetação degradada, e valores próximos de -1 indicam áreas severamente queimadas ou completamente desprovidas de vegetação. Sua fórmula consiste em:

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Onde:

NIR: Significa a banda do infravermelho próximo

SWIR: Representa a banda do infravermelho de ondas curtas

Para a classificação de severidade de incêndio, utilizar-se-á a **Tabela 1**, que foi adaptada de acordo com os valores propostos por (Key & Benson, 1999) e também utilizada na metodologia de Aquino et al., (2024).

Tabela 1: Níveis de Severidade e variações dos valores do dNBR.

Nível de Severidade	Variação do NBR (dNBR)
Alta Regeneração	-500 ~ -251
Baixa Regeneração	-250 ~ -101
Não Queimado	-100 ~ +99
Baixa Severidade	+100 ~ +269
Baixa Moderada Severidade	+270 ~ +439
Alta Moderada Severidade	+440 ~ +659
Alta Severidade	+660 ~ +1350
Anomalia	>+1350

Fonte: Key & Benson, 1999.

Nesta pesquisa, utilizar-se-á a metodologia de Aquino et al. (2024), além do mapeamento realizado por meio do cálculo dos índices NBR e dNBR, também pretende-se analisar as cicatrizes de queimadas, utilizando composições coloridas e de falsa cor a partir de bandas espectrais, com o objetivo de identificar as áreas impactadas pelo fogo. Para tal, será realizado o download de imagens do satélite Sentinel-2, focando nas regiões onde houve registros de focos de calor, e foram elaboradas composições de bandas que realçassem as marcas deixadas pelos incêndios. Isso se justifica pelo fato de que a queima da vegetação provoca o escurecimento da superfície e altera significativamente a sua resposta espectral (Aquino et al., 2024). Considerando que o cálculo da severidade pode confundir áreas de solo exposto com aquelas efetivamente queimadas, será realizada, adicionalmente, uma análise através da composição RGB, a fim de filtrar e confirmar as regiões que apresentaram cicatrizes reais de queimada.

Após essa etapa, a delimitação da cicatriz de queimada será vetorizada por meio de um polígono. Em seguida, será realizado o recorte da cicatriz no raster do dNBR, restringindo a análise à área afetada. O raster resultante será multiplicado por 100, adequando os valores para processamento na ferramenta *reclass.r*, pertencente ao complemento GRASS no software livre QGIS. Posteriormente, o raster será

reclassificado conforme os critérios estabelecidos na **Tabela 1** e, então, vetorizado novamente e submetido ao processo de dissolução, a fim de unificar as áreas de mesma classificação. O shapefile resultante será utilizado para o cálculo da área em hectares, facilitando a quantificação dos resultados obtidos. Este procedimento visa identificar e quantificar o nível de severidade e o grau de regeneração do incêndio na área de estudo.

Na sequência, pretende-se demonstrar como serão identificadas as áreas de resiliência, após o mapeamento das áreas de (re)ocorrência.

3.3 Identificação de áreas de resiliência aos incêndios e descrição de suas características

Visando identificar áreas de resiliência após incêndios, pretende-se utilizar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI) para avaliar a vegetação por meio de técnicas de regressão e pela resposta espectral. Também serão utilizados dados sobre a classificação do uso e cobertura do solo fornecidos pelo complemento MapBiomas, para se identificar as tipologias de vegetação mapeadas que correspondem às áreas de resiliência. Espera-se, ainda, usar os dados de uso e cobertura do solo para se compreender a contribuição das atividades no entorno da reserva para a (re)ocorrência dos incêndios.

Especificamente, o NDVI é obtido através dos valores de refletância das bandas do vermelho e infravermelho, e seus valores para seu cálculo variam de -1 a 1, onde os valores próximos de 1 indicam vegetação mais densa, enquanto os valores próximos de 0 indicam uma superfície não vegetada. Por conseguinte, uma eventual diminuição do NDVI significa o aumento do estresse na vegetação, ou seja, a variação do NDVI antes de um incêndio nos permite analisar as áreas vulneráveis para focos de calor. (Prudente, 2016; Oliveira, 2019). Seu cálculo se dá pela fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Onde:

NIR: A refletância na faixa do infravermelho próximo.

Red: A refletância na faixa do vermelho.

Já o SAVI avalia a influência do solo no índice de vegetação por meio de um fator denominado ‘’L’’ adepto à equação do NDVI. Porém, o fator L varia conforme a área de estudo, devido que as vegetações de áreas muito baixa é recomendado utilizar o fator L igual a 1,0; já vegetações intermediárias o fator L adota 0,5; e para as áreas de altas densidades, o fator L é igual a 0,25 (Oliveira, 2019) (Huete et al., 1988) Sua fórmula se dá pela equação:

$$SAVI = \frac{(NIR - Red) \times (1 + L)}{(NIR + Red + L)}$$

Onde:

NIR: É a reflectância no infravermelho próximo.

Red: É a reflectância no vermelho.

L: Representa o fator de ajuste do solo.

Para a identificação das áreas de resiliência, também será feito uma comparação das áreas queimadas com as áreas de vegetação que se restauraram durante 2 meses após a ocorrência do incêndio. Nesse caso, serão observadas as características fisiográficas dos locais (e.g., relevo, fitofisionomia, hidrografia, posição geográfica e etc.) e se caso necessário, será feito uma visita técnica de campo no PEPF para credibilizar o estudo desenvolvido, que também auxiliará a verificação empírica do que foi observado pelas imagens. Se caso necessário a visita de campo, também será produzido material fotográfico com informações produzidas pelo estudo. Para o caso da avaliação sobre a elevação/relevo, serão utilizados dados do COPDEM30, já validados pela literatura de Bielski et al. (2024).

3.4 Análise dos resultados

Pretende-se buscar relações e variáveis dos focos de incêndios com possíveis tendências ao longo dos anos ou tendências de pontos de calor de queimadas acontecendo na mesma área dentro do parque ou em seu entorno. Serão observadas as possíveis alterações na cobertura do solo onde ocorreram os incêndios, afim de avaliar se essas áreas tiveram ou não uma reestruturação em sua vegetação.

O critério utilizado para monitoramento de restauração dessas áreas, consiste nos indicadores ecológicos observados, como o crescimento da cobertura vegetal (Daronco et al., 2013; Colmanetti et al., 2015, Rech et al., 2015). Sendo assim, os indicadores selecionados devem contribuir com a capacidade de autorestruturação e

com a eficiência das técnicas adotadas para o monitoramento de áreas resilientes (Melo et al.; Miranda et al., 2007; Daronco et al., 2013; Montandon et al., 2015).

Avaliar-se-á a gravidade dos incêndios florestais na vegetação, a condição dessa vegetação antes e depois e a identificação da cobertura do solo ao decorrer desses anos. Essa análise consiste primeiro em uma análise quantitativa, será contado quantas ocorrências ocorreram nos durante os 3 anos analisados, dentro de áreas especificas na área de estudo. As áreas específicas serão definidas por meio de uma grade regular de polígonos de 15 por 15 metros. Serão contadas as ocorrências dentro de cada polígono, associando-se os dados de intensidade do incêndio (dNBR), bem como, sobre a saúde da vegetação (NDVI e SAVI). Pretende-se reunir todos os dados fornecidos pelo BDQueimadas sobre focos de calor encontrados dentro do PEPF nos anos de 2020 a 2022. Já em posse desses dados, investigar-se-á em quais anos houve mais incêndios, quais áreas tiveram suas vegetações queimadas de maneira consecutiva e se há alguma proximidade entre as áreas queimadas e as trilhas da reserva. Após a análise primária e quantitativa, será feita uma análise visual das imagens com esses dados plotados e juntamente também com os índices espectrais citados acima, examinar-se-á quais foram as áreas de vegetações que sofreram com focos de calor e quais dessas áreas impactadas tiveram um aumento em sua cobertura vegetal. Por fim, uma análise empírica através de um eventual trabalho de campo será realizada, às áreas vistas e estudadas através dos softwares serão visitadas e será avaliado a formação da cobertura vegetal e seus indicadores ecológicos.

Desenvolvimento

Em função da aplicação dos procedimentos, foi possível demonstrar os resultados obtidos da análise dos focos de calor registrados pelo INPE entre agosto e dezembro dos anos de 2020, 2021 e 2022, considerando o Buffer de 2 km ao redor do PEPF, conforme mostra a **Figura 4**. Esses dados permitiram avaliar a dinâmica das queimadas na região, que apesar das restrições legais ao uso do fogo previstas no Decreto nº 2.661/1998, a prática ainda é comum em atividades agropastoris (Clemente, 2023). Assim como observado por Aquino et al. (2024), nas áreas de pastagem, a vegetação presente é formada por materiais secos e finos, que pegam fogo com facilidade. E dependendo das condições externas, o fogo pode se espalhar rapidamente, saindo do controle e alcançando outras regiões, causando novos incêndios florestais.

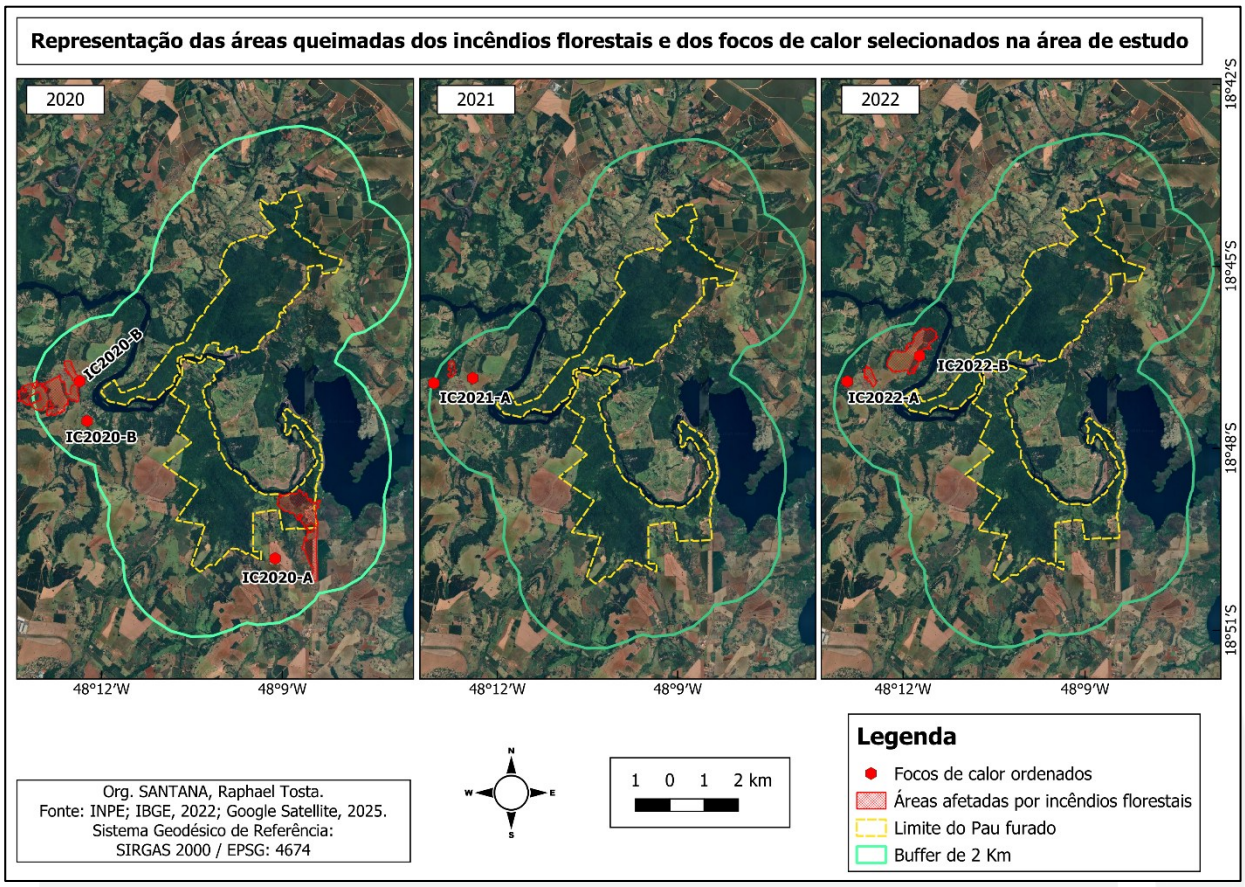


Figura 4 – Mapa representando as áreas queimadas dos incêndios e dos focos de calor selecionados dentro da área de estudo.
Elaborado por: Santana, R. T. 2025.

Analisando os mapas de uso e ocupação do solo entre os anos de 2020 e 2022, foi possível notar que não houve mudanças significativas no uso do solo, conforme ilustra a **Figura 5**. Observou-se que os incêndios florestais seguiram um padrão, concentrando-se principalmente em áreas de pastagem, agricultura, formações naturais não florestais e pequenos remanescentes de floresta. Os mapas possibilitaram enxergar que os incêndios se concentraram na região oeste do parque, estando todos do lado do município de Uberlândia, apenas um incêndio foi registrado na região Sul do PEPF. Pode se observar que em todos os casos de incêndios florestais registrados, todos estão próximos de áreas que próximas a chácaras ou assentamentos, o que exemplifica que possivelmente os incêndios foram iniciados por ação antrópica.

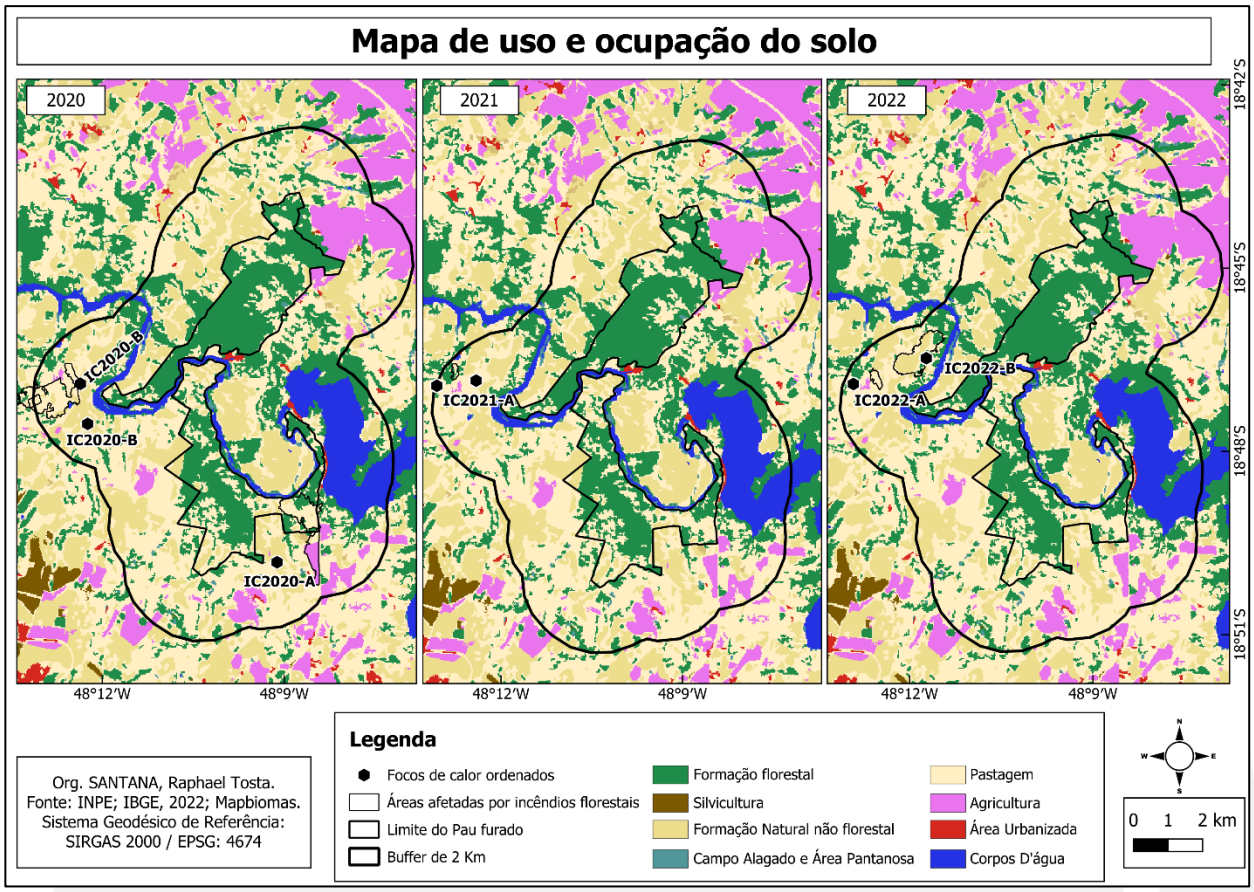


Figura 5 – Representação do uso e ocupação do solo nos anos de 2020, 2021 e 2022.
Elaborado por: Santana, R. T. 2025.

Durante o período analisado, foram identificados cinco incêndios florestais distintos. Desses incêndios, dois ocorreram no ano de 2020, um em 2021 e dois em 2022. Para facilitar a denominação e a organização dos dados, os incêndios foram nomeados conforme o ano e a ordem de ocorrência de cada um deles: “Incêndio A” e “Incêndio B” para os anos que apresentaram mais de um evento (no caso 2020 e 2022). Essa denominação permitiu uma análise comparativa mais estruturada entre os diferentes eventos.

Os dois incêndios registrados em 2020 foram os de maior extensão em termos de área queimada em hectares. A classificação da severidade dos incêndios foi realizada com base na tabela proposta por Key & Benson (1999). E em todos os casos foram identificadas pequenas áreas que permaneceram como "não queimadas", essas áreas geralmente eram em lugares com o uso do solo denominado de Formação Florestal (**Figura 6**), enquanto as que pegaram fogo em sua maioria eram do uso do solo denominado Pastagem, contudo, não houve registro de áreas classificadas como de alta severidade ou com presença de anomalias térmicas.

Em relação aos períodos de ocorrência, a maioria dos incêndios se concentrou nos meses de agosto e setembro, o que coincide com a estação seca da região e sendo assim, com maior propensão à propagação de fogo. Para avaliar a regeneração da vegetação após os incêndios, foi imposto um intervalo de análise de dois meses a partir da data estimada de ocorrência de cada evento. Porém, em dois casos específicos de incêndios, foi preciso adaptar esse prazo por conta da ausência de imagens de satélite sem cobertura de nuvens. No caso, as alterações foram que para o único incêndio de 2021, que ocorreu em agosto, a regeneração foi avaliada apenas em novembro, três meses após o evento. Já no caso do incêndio B de 2022, ocorrido em setembro, a análise de regeneração foi realizada em outubro, com apenas um mês de intervalo, pela mesma limitação de imagens sem nuvem.

Os resultados mostram que de forma geral, todos os incêndios apresentaram uma regeneração rápida e expressiva da vegetação, indicando uma boa capacidade de resiliência do ecossistema local (**Figura 6**). Uma exceção foi observada no incêndio A de 2020, que deixou uma área visivelmente mais degradada em relação aos demais. Sendo essa área a única que se encontra realmente dentro dos limites do PEPF, o que pode sugerir diferenças em relação as práticas de manejo ambiental em relação às áreas do entorno.

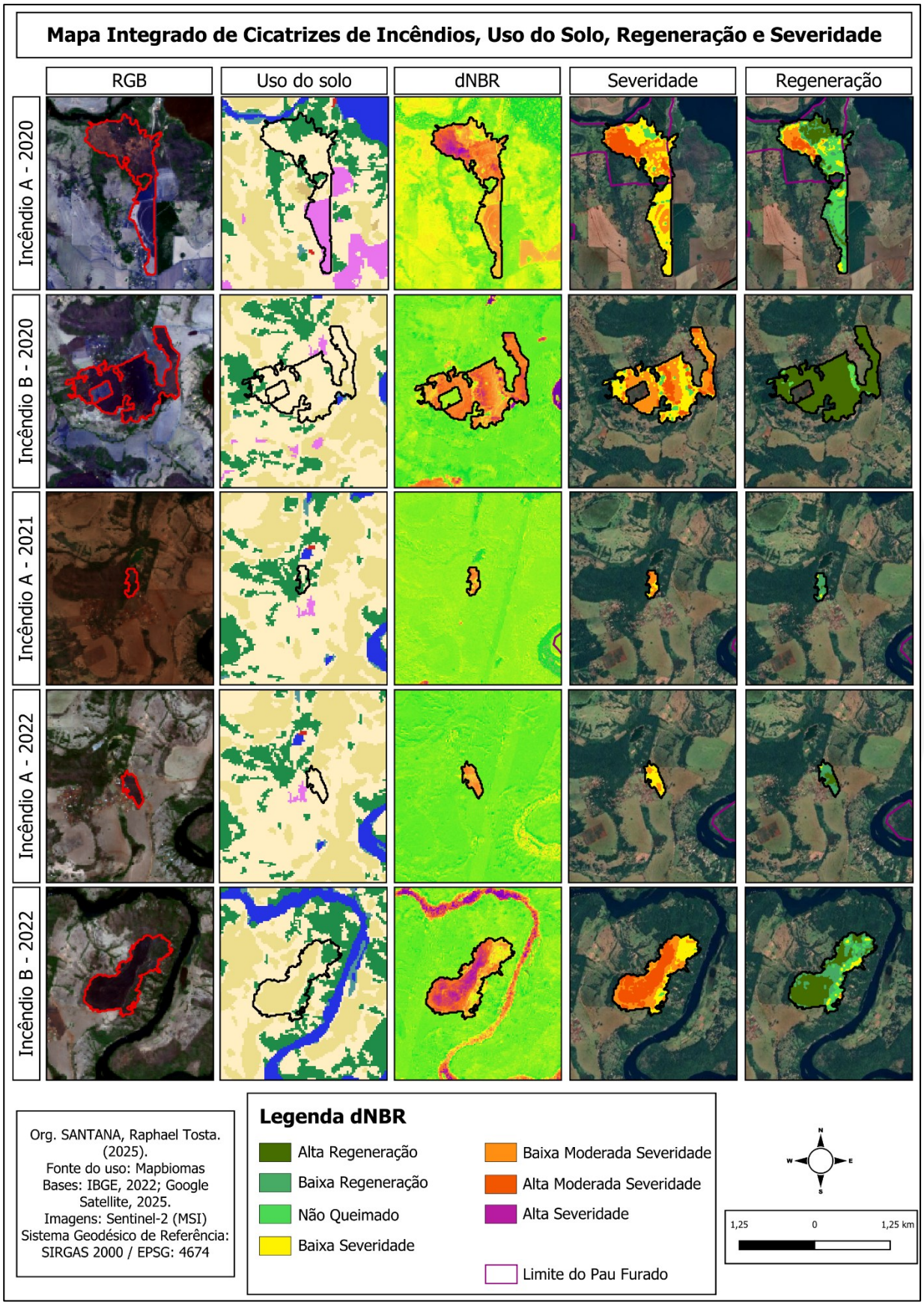


Figura 5 – Representação das cicatrizes de incêndios, e seu uso e ocupação do solo, dNBR, severidade e regeneração nos anos de 2020, 2021 e 2022.
Elaborado por: Santana, R. T. 2025.

Vale salientar que todos os incêndios ocorridos dentro do buffer de 2 km ao redor do parque apresentaram alta taxa de regeneração, conforme mostra as tabelas a seguir, sobretudo em áreas de pastagens próximas a chácaras e assentamentos rurais. Isso reforça a ideia de que, mesmo após perturbações classificadas como de alta moderada severidade, a vegetação da região possui alta resiliência. É importante destacar também que o incêndio A de 2022 ocorreu parcialmente na mesma área atingida pelo incêndio B de 2020, o que é indicativa que essa região apresenta recorrência de eventos de fogo, sendo, portanto, mais suscetível a novos incêndios. Ainda assim mesmo com essa reincidência, a área demonstrou uma capacidade significativa de regeneração, o que aponta para um comportamento ecológico importante a ser monitorado em estudos futuros.

Tabela 2: Dados da área em hectare do incêndio A - 2020, demonstrando a severidade e regeneração da área.

Nível de Severidade	Incêndio A - Set (2020)	Incêndio A - Nov (2020)
Alta Regeneração	0,00	12,07
Baixa Regeneração	0,00	22,21
Não Queimado	3,19	45,07
Baixa Severidade	54,65	19,41
Baixa Moderada Severidade	43,68	16,11
Alta Moderada Severidade	15,33	2,85
Alta Severidade	0,00	0,00
Área Total: 116,932 ha Área regenerada: 29%		

No primeiro incêndio, a área total atingida foi de 116,932 hectares, dos quais 113,66 hectares foram afetados pelo fogo. Após dois meses, foi observado uma regeneração de 29% da vegetação, concentrada principalmente em áreas de agricultura e de formação florestal. No entanto, as áreas de pastagem permaneceram impactadas também, pois a área conta com a presença de estradas e trilhas, o que sugere a possibilidade de origem antrópica do fogo.

Tabela 3: Dados da área em hectare do incêndio B - 2020, demonstrando a severidade e regeneração da área.

Nível de Severidade	Incêndio B - Out (2020)	Incêndio B - Dez (2020)
Alta Regeneração	0,00	115,56
Baixa Regeneração	0,00	4,08
Não Queimado	2,10	2,99
Baixa Severidade	41,91	0,73
Baixa Moderada Severidade	70,09	0,04
Alta Moderada Severidade	8,67	0,00
Alta Severidade	0,00	0,00
Área Total: 123,430 ha Área regenerada: 97%		

O segundo incêndio de 2020, identificado como IC-B, atingiu uma área total de 120,67 hectares. Apesar da extensão, a vegetação apresentou uma taxa de regeneração de 97%, sendo majoritariamente composta por áreas de pastagem. Esse incêndio ocorreu nas proximidades de conjuntos de chácaras e assentamentos. Diferentemente do Incêndio A, o Incêndio B foi caracterizado por pequenos fragmentos de queima de baixa severidade, especialmente em regiões de formação florestal.

Tabela 4: Dados da área em hectare do incêndio A - 2021, demonstrando a severidade e regeneração da área.

Nível de Severidade	Incêndio A - Ago (2021)	Incêndio A - Nov (2021)
Alta Regeneração	0,00	0,97
Baixa Regeneração	0,00	3,69
Não Queimado	0,27	1,79
Baixa Severidade	4,00	0,27
Baixa Moderada Severidade	2,53	0,00
Alta Moderada Severidade	0,08	0,00
Alta Severidade	0,00	0,00
Área Total: 7,211 ha Área regenerada: 65%		

Devido à ausência de dados, o incêndio A – 2021 teve seu tempo de regeneração analisado a partir de três meses, um mês a mais em comparação aos demais incêndios estudados. A área afetada foi de 6,61 hectares em relação à sua área total, com uma

taxa de regeneração de 65% ao longo desse período. Embora a maior parte do fogo tenha ocorrido em áreas de formação florestal, as regiões de pastagem foram as que apresentaram maior severidade, com baixa taxa de regeneração após o incêndio. Assim como o incêndio B - 2020, este também ocorreu nas proximidades de chácaras e assentamentos.

Tabela 5: Dados da área em hectare do incêndio A - 2022, demonstrando a severidade e regeneração da área.

Nível de Severidade	Incêndio A - Ago (2022)	Incêndio A -Out (2022)
Alta Regeneração	0,00	5,10
Baixa Regeneração	0,00	5,26
Não Queimado	0,23	0,43
Baixa Severidade	7,01	0,16
Baixa Moderada Severidade	3,86	0,08
Alta Moderada Severidade	0,00	0,00
Alta Severidade	0,00	0,00
Área Total: 11,220 ha Área regenerada: 92%		

O incêndio A – 2022 afetou 10,86 hectares de um total de 11,22 hectares. Ocorreu em área de pastagem, nas proximidades de chácaras e sítios, e apresentou aproximadamente 92% de regeneração após dois meses. Em comparação ao incêndio B do mesmo ano, foi um incêndio de menor proporção.

Tabela 6: Dados da área em hectare do incêndio B - 2022, demonstrando a severidade e regeneração da área.

Nível de Severidade	Incêndio B - Set (2022)	Incêndio B - Out (2022)
Alta Regeneração	0,00	51,47
Baixa Regeneração	0,00	23,09
Não Queimado	2,61	11,06
Baixa Severidade	28,97	2,34
Baixa Moderada Severidade	27,88	0,08
Alta Moderada Severidade	29,24	0,00
Alta Severidade	0,00	0,00
Área Total: 88,784 ha Área regenerada: 84%		

O segundo incêndio analisado em 2022, o incêndio B - 2022, atingiu 86,09 hectares de um total de 88,784 hectares. A área mais afetada foi a de pastagem, seguida por áreas de formação florestal natural, ambas localizadas próximas a sítios e ranchos. A maior severidade também foi observada nas áreas de pastagem, que, apesar disso, apresentaram a melhor recuperação, com 84% de regeneração após um mês de avaliação (devido à ausência de dados posteriores). Por outro lado, uma pequena porção da formação florestal natural não conseguiu se regenerar completamente, mantendo fragmentos isolados com severidade alta e moderada-baixa.

No geral, a análise realizada dos incêndios ocorridos entre 2020 e 2022 detectou padrões recorrentes relacionados à localização, tipo de uso e cobertura do solo, severidade e a capacidade de regeneração das áreas afetadas. Em todos os casos estudados, os incêndios ocorreram majoritariamente em áreas de pastagem, frequentemente próximas a chácaras, sítios, assentamentos e estradas, o que sugere forte influência antrópica na origem dos focos. Em outras palavras, os dados indicaram que embora as áreas de pastagem sejam as mais frequentemente afetadas e por vezes as mais severas, elas também tendem a apresentar rápida regeneração quando a intensidade do fogo é menor. Já as formações florestais, mesmo sendo menos atingidas de forma severa, tem uma regeneração mais fragmentada.

Considerações Finais

Conclui-se que a área analisada apresenta características de resiliência ecológica, uma vez que a vegetação demonstrou capacidade de regeneração em curto prazo, independentemente da intensidade (alta ou baixa). Os incêndios ocorreram durante a estação seca, enquanto a recuperação da cobertura vegetal coincidiu com o período chuvoso, conforme o perfil climático característico da região, de acordo com dados do INMET (2024).

Vale salientar sobre a limitação do uso do sensoriamento remoto no monitoramento de incêndios florestais, devido ele identificar áreas quentes que nem sempre significam que existe um incêndio real. Além disso, a capacidade dos sensores de captar detalhes no solo pode ser insuficiente para detectar focos menores ou indicar com exatidão o local onde o fogo aconteceu.

Contudo, os dados obtidos mostraram que as áreas de pastagem são constantemente mais afetadas pelo fogo e apresentam em muitos casos uma maior severidade inicial. Porém, quando o fogo é de menor intensidade, a regeneração tende

a ser rápida e significativa, especialmente em pastagens. A proximidade com as áreas habitadas por humanos (como chácaras, sítios e assentamentos) aparece como um fator comum em todos os incêndios analisados, indicando uma provável influência antrópica na origem dos eventos. Já as áreas de formação florestal, são menos atingidas em termos de severidade, porém, demonstram uma regeneração mais lenta e fragmentada, principalmente quando submetidas a queimadas de maior intensidade (como no caso do Incêndio B – 2022).

Este tipo de pesquisa busca colaborar e beneficiar não somente o PEPF, mas também outras unidades de conservação que são constantemente atingidas por incêndios florestais. Apesar da rápida resposta da vegetação mediante as conturbações, é indispensável a formulação de políticas públicas e de novos estudos na mesma linha científica de pesquisa para prevenir e controlar incêndios florestais. Baseado nas informações deste estudo, se faz necessário adotar medidas mitigadoras, como restringir queimadas em períodos críticos do ano e melhorar os sistemas de monitoramento e de alerta em áreas protegidas. Por fim, vale ressaltar, a importância de realizar visitas de campo e de amostragens antes e depois das queimadas para identificar mudanças na paisagem e em sua resposta espectral.

Referências

Araújo, G. M. Comparação da estrutura e do teor de nutrientes nos solos e nas folhas de espécies arbóreas de duas matas semidecíduas no Triângulo Mineiro. 1992. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf. Acesso em: 09 de junho. 2024.

Aquino, Guilherme; Rocha, José; Zucchi, Vítor; Rodrigues, Silvio; Bravo, João Vitor. A relação entre condições meteorológicas instantâneas e a ocorrência de incêndios de diferentes intensidades, na região do Parque Estadual do Pau Furado, em Minas Gerais - Brasil. *Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente*, v. 6, p. 93-113, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.21814/physisterrae.5838. Acesso em: 19 de maio. 2025.

Baccaro, C.A. D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 17-21, 1989. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf. Acesso em: 09 de junho. 2024.

Bargos, Danúbia; Matias, Lindon. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 6, p. 172, 2019. Disponível em: DOI: 10.5380/revsbau.v6i3.66481. Acesso em: 19 de Junho de 2024.

Bielski, C.; Lopez-Vazquez, C.; Grohmann, C. H.; Guth, P. L.; Hawker, L.; Gesch, D.; Trevisani, S.; Herrera-Cruz, V.; Riazanoff, S.; Corseaux, A.; Reuter, H. I.; Strobl, P. Novel approach for ranking DEMs: Copernicus DEM improves one arc second open global topography. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. XX, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1109/TGRS.2024.3368015. Acesso em: 19 de Junho. 2024.

Bontempo, G. S. Impactos e realidade dos incêndios florestais nas unidades de conservação brasileiras. 142f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Acesso em: 09 de Junho. 2024.

Brancalion, Pedro Henrique Santin et al. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados. Tradução . Viçosa: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2013. . . Acesso em: 10 maio 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza:** Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/. Acesso em: 10 de Maio. 2024

Cardoso, E.; Moreno, M. I. C.; Bruna, E.; Vasconcelos, H. L. Mudanças fitofisionômicas no cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. Caminhos de Geografia, v. 10, p. 254-268, 2009. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf. Acesso em: 9 de junho. 2024.

Cardoso, Phillipe. O estrato herbáceo-arbustivo do cerrado sensu stricto é menos resiliente que o estrato arbóreo após o desmatamento e raspagem do solo superficial: o papel do banco de gemas e sementes na regeneração natural. 2024. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Biodiversidade) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.5527. Acesso em: 28 de Maio. 2025.

Cavalheiro F, Nucci JC, Guzzo P, Rocah YT. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da SBAU** 1999; 7(3): 7.

Colmanetti, M.A.A., Shirasuna, R.T., Barbosa, L.M. 2015. Flora vascular não arbórea de um reflorestamento implantado com espécies nativas. Hoehnea, v.42, n.4, p.725-735.

Clemente, Roberta Garibalde. O efeito do fogo sobre a inflamabilidade e a estabilidade de florestas estacionais deciduais do Parque Estadual do Pau Furado – MG. 2023. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Biodiversidade) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/45061. Acesso em: 28 de Maio. 2025.

Cristofori, Pedro.P.B. 2023. ANÁLISE DO POTENCIAL DE RESILIÊNCIA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA APÓS INCÊNDIOS FLORESTAIS: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Disponível em: https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/6607. Acesso em: 11 Maio, 2024.

Daronco, C., Melo, A.C.G., Durigan, G. 2013. Ecossistema em restauração versus ecossistema de referencia: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. Hoehnea, v.40, n.3, p.485-498

Guimarães, P. .; Souza, S. .; Fiedler, N. C. .; Silva, A. . ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE UM INCÊNDIO FLORESTAL. **Agrarian Academy, [**S. l.], v. 1, n. 01, 2014. Disponível em: https://conhecer.org.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/5210. Acesso em: 8 Maio. 2024.

Grise, M. M.; Biondi, D.; Araki, H.. Distribuição Espacial e Cobertura de Vegetação das Tipologias de Áreas Verdes de Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente,** v**.** 23, n. 4, p. 498–510, out. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/floram/a/cYwRqFqJQLnQ7JBN8WhCfRS/?lang=pt#ModalHowcite. Acesso em: 10 Maio. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Plano de Manejo da RPPN da Reserva Ecológica do Panga. Brasília: IBAMA, 2014. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf>. Acesso em: 8 junho. 2024.

INMET (2024). Banco de Dados Meteorológicos. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/

INPE (2024). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto de Monitoramento do
Desmatamento (Prodes) do Cerrado. Disponível em: <http://cerrado.obt.inpe.br>.

Key, C., & Benson, N. (1999). Measuring and remote sensing of burn severity: The CBI and NBR.

Latuf, M. O; Rios, G. S; Pereira, R. C. Análise multitemporal de incêndios florestais ocorridos no Estado de Minas Gerais entre 2001 e 2020. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 13, n. 3, p. 1037-1050, 2020. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576969868006. Acesso em: 7 junho. 2024.

Lima, S. C. As veredas do ribeirão do Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem. 1996. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, USP, Brasil, 1996. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf. Acesso em: 09 de junho. 2024.

Lima, S. C.; Bernadino, A. R. Mapeamento dos Solos da Bacia do Ribeirão Panga. *Sociedade & Natureza*, v. 4, p. 77-84, 1992. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf. Acesso em: 09 de junho. 2024.

Lopes da Silva, Sheila; Baptista, Gustavo Macedo de Mello. Análise do Grau de Severidade de Áreas Queimadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas por Meio de Dados do Landsat 8. **Revista Brasileira de Geografia Física**, *[S. l.]*, v. 8, n. 2, p. 431–438, 2015. DOI: 10.26848/rbgf.v8.2.p431-438. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233368. Acesso em: 10 de junho, 2024.

Machado, M. P.; Oliveira, A. D.; Roselen, V. S. Realidades e desafios da criação do parque estadual do pau furado enquanto medida compensatória da criação das usinas capim branco em UberlândiaMG,2007. In: **XIII SBGFA Simpósio Brasileiro de geografia física aplicada.** Universidade Federal de Viçosa: Curso de geografia, 2007. Disponível em: http://www.geo.ufv.br/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo10/018.pdf. Acesso em 10 maio. 2024.

Melo, A.C.G., Miranda, D.L.C, Durigan, G. 2007. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. Rev.Árvore, v.31, n.2, p.321-328.

Melo, Antônio Carlos Galvão de; Durigan, Giselda. Impacto do fogo e dinâmica da regeneração da comunidade vegetal em borda de floresta estacional semidecidual (Gália, SP, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 37–50, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbb/a/Xw5Px3Pp5t84sXFzFS7fqtk/?lang=pt#. Acesso em: 08 Maio. 2024.

Miranda, Heloisa Sinátora; Neto, Walter Nascimento; Castro Neves, Beatriz Moreira de. *Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Projeto Fogo*. Brasília: Ibama, 2010. 144 p. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/efeitosdoregimedofogodigital.pdf. Acesso em: 08 Junho. 2024.

Montandon, T.S., Camello, T.C.F., Almeida, J.R. 2015. Indicadores de sustentabilidade para monitoramento de projetos de recuperação de áreas degradadas. 2015. Sustinere, v.3, n.1, p.43-52.

Oliveira, Mateus Enrique Amorim. Banco de sementes do solo como bioindicador de resiliência de áreas em restauração florestal, Brumadinho, MG. 2023. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2023. Disponível em: https://locus.ufv.br//handle/123456789/32011. Acesso em: 19 de Junho em 2024.

Oliveira, Tiago Moreira de. Monitoramento dos focos de calor e do risco de incêndios florestais no município de Ituiutaba-MG. 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019. DOI http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.652. Acesso em: 10 de Junho. 2024.

Prudente, Tatiana Diniz. Risco integrado de incêndio florestal em áreas de cerrado: contribuições metodológicas. 2016. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI https://doi.org/10.14393/ufu.te.2016.45. Acesso em: 10 de Junho de 2024.

Rech, C.C.C., Da Silva, A.C., Higuchi, P., Schimalski, M.B., Pscheidt, F., Scmidt, A.B., Ansolin, R.D., Bento, M.A., Missio, F.F., Loebens, R. 2015. Avaliação da restauração florestal de uma APP degradada em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente,** v.22, n.2, p.194-203.

Ribeiro, H.; Assunção, J. V. DE .. Efeitos das queimadas na saúde humana**. Estudos Avançados,** v. 16, n. 44, p. 125–148, jan. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/5KxLnbYV6c8kRph4Dxd49rv/?lang=pt#ModalHowcite. Acesso em: 09 Maio. 2024.

Rodrigues, S. C.; Helena Ribeiro Rocha Augustin, C.; Isabela Silva Martins Nazar, T. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, *[S. l.]*, v. 24, n. 1, 2023. DOI: 10.20502/rbg.v24i1.2233. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2233. Acesso em: 28 maio. 2025.

Santos, S. A. dos; Oliveira, W. N. de; Ribeiro, N. V.; Ferreira, N. C. Fire regime in Goiás - Brazil and Mozambique between 2010 and 2019: frequency, recurrence, and most affected cover classes. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 375–385, 2022. DOI: 10.5327/Z2176-94781303. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/1303. Acesso em: 10 may. 2024.

Sato, M. N. 2003. Efeito a longo prazo de queimadas prescritas na estrutura da comunidade de lenhosas da vegetação do Cerrado sensu stricto.Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília. Acesso em: 07 junho. 2024.

Silva, Ana Beatriz Neves da; Beltrão, Norma Ely Santos. Metodologias de sensoriamento remoto para análise de queimadas com base em índices espectrais e diagnóstico de severidade. Revista da AGB Bauru, v. XXV, n. 3, p. 150-160, ago. 2021. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXV_3/agb_xxv_3_web/agb_xxv_3-10.pdf. Acesso em: 10 de junho 2024.

Scervino, Renata Picolo. Monitoramento da vegetação em áreas de restauração e fragmentos de floresta estacional. **Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas**. 2018. Disponível em: <https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UEL_33b5a7ede3a3bed55023032c264fff74>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Schiavini, I. Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). 1992. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/RPPNPangaPlanoManejo.pdf. Acesso em: 09 de junho. 2024.

Torres, F. T. P. et al.. ANÁLISE DO PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO BRIGADEIRO E ENTORNO (MG). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1008–1021, jul. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509833384. Acesso em: 18 de Junho. 2024.