

Análise da Extensão de Áreas Queimadas e sua Relação com o Uso e Cobertura da Terra no Mato Grosso em 2023

Camila G. Santos, Thales S. Körting¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) –Av. dos Astronautas, 1.758 – Jardim da Granja – 12.227-010 – São José dos Campos – SP - Brasil

{camila.santos, thales.korting}@inpe.br

Abstract. *This study aims to analyze the extent of burned areas in the state of Mato Grosso during 2023 and their relationship with the various land use and land cover classes. Mato Grosso, one of the states with the highest incidence of fires in the country, recorded a significant increase in the burned area in 2023. The research aims to integrate geospatial data, hotspots, and fire scars with land use maps, using geoprocessing and remote sensing techniques. The expected result is the production of thematic maps and statistics that highlight the spatial relationship between fire dynamics and land use, contributing to environmental planning and the formulation of public conservation policies.*

Resumo. *Este trabalho tem como objetivo analisar a extensão das áreas queimadas no estado do Mato Grosso durante o ano de 2023 e sua relação com as diversas classes de uso e cobertura da terra. Mato Grosso, um dos estados com maior ocorrência de queimadas no país, registrou um aumento expressivo na área queimada em 2023. A pesquisa pretende integrar dados geoespaciais, focos de calor e cicatrizes de queimadas com os mapas de uso do solo, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Espera-se como resultado a produção de mapas temáticos e estatísticas que evidenciem a relação espacial entre a dinâmica do fogo e a ocupação do território, contribuindo para o planejamento ambiental e a formulação de políticas públicas de conservação.*

1. Introdução

Estudos demonstram que a ocorrência de queimadas está fortemente associada às mudanças no uso da terra e a substituição da vegetação nativa por áreas agrícolas e pastagem [Aragão *et al.*, 2018; Ross, 2009]. No entanto, no período seco, a vegetação está mais suscetível ao fogo e a queimada controladas podem adquirir graves proporções, avançando sobre áreas urbanas e de cultivo agrícola, atingindo áreas de vegetação nativa, resultando na perda de fauna matando animais silvestres, espécies endêmicas [Cochrane, 2009].

Os incêndios florestais e queimadas representam uma das maiores ameaças aos ecossistemas brasileiros, causando uma perda de biodiversidade, degradação ambiental e emissões expressiva de gases de efeito estufa. Perante este cenário, a análise e o monitoramento desses eventos tornam-se essenciais para subsidiar políticas públicas eficazes voltadas à mitigação e à prevenção.

No Brasil, o fogo é amplamente utilizado no manejo de pastagem, pois é uma forma rápida de reduzir a biomassa, estimular a rebrota de forragem, diminuir as pragas e remover os remanescentes agrícolas, assim sendo uma ferramenta barata [Santos et al. 2014].

O estado do Mato Grosso apresenta os maiores índices de ocorrência de queimadas no país. Retratando uma dinâmica espaço-temporal bem definida, condicionada a diversos fatores econômicos, sociais e ambientais [Coutinho, 2005]. Isto se deve, em grande maioria, à extensa cobertura vegetal e à dinâmica de uso da terra, que normalmente envolve práticas de manejo com fogo.

Conforme destacado por Rosa *et al.* (2024) “em 2024, a área queimada no primeiro semestre aumentou 529% em relação à média dos anos anteriores”. Complementarmente, uma publicação do MapBiomas em 22 janeiro de 2025 indicou que o Mato Grosso foi o segundo estado que mais queimou no ano de 2024, totalizando cerca de 6,8 milhões de hectares.

Além dos fatores antrópicos, eventos climáticos extremos, vêm agravando a severidade e a frequência dos incêndios. Isso torna áreas que historicamente não queimariam mais suscetíveis ao fogo, ampliando os impactos ecológicos e socioeconômicos.

2. Objetivo

O objetivo do trabalho é analisar a extensão de áreas queimadas e focos de calor afim de identificar as relações com as classes de uso e cobertura da terra no Mato Grosso no ano de 2023.

3. Fundamentação Teórica

3.1. Projeto MapBiomas

Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas), foi criado em 2015 e é uma iniciativa de monitoramento aberto e colaborativo, que conta com universidades, ONGs e empresas de tecnologia [Rosa *et al.* 2019]. E conta com uma equipe de especialistas em usos da terra, biomas, SIG, sensoriamento remoto, geoprocessamento e ciência da computação que realizam processamento em nuvem e classificação automatizada desenvolvidos e operados na plataforma Google Earth Engine para gerar uma série histórica de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil [Francisco *et al.* 2023].

O projeto define 5 classes gerais para cobertura e uso do solo, sendo elas, floresta, vegetação herbácea e arbustiva, agropecuária, área não vegetada e corpos d'água, e 32 subclasses [Carlos, 2017].

3.2. Queimadas

O regime de queimadas é caracterizado pela magnitude (gravidade/severidade e intensidade), frequência, tamanho, sazonalidade, previsibilidade e padrões espaciais (WHELAN, 1995; MORGAN *et al.*, 2001). Segundo Credêncio (2016, apud NEARY *et al.*, 1999; MORGAN *et al.*, 2001; WHELAN, 2006), a frequência de queimadas pode ser identificada por meio do intervalo de retorno do fogo e da probabilidade de

ocorrência, onde este é o número de eventos de fogo em uma determinada área em um período ou de registro.

Este aumento pode ser consequência do aumento da prática de limpeza de terra e/ou área e desmatamento que se dar por meio do sistema de corte e queima da vegetação original para o cultivo de culturas anuais (CORDEIRO; RANGEL-VASCONCELOS; SCHWARTZ, 2017), renovação de pastagens, eliminação de restos culturais e o manejo da terra para distintas finalidades (MARIA, 2017), por ser uma prática de baixo custo que aumenta a fertilidade do solo (SANT'ANNA *et al.*, 2020; ARAGÃO *et al.*, 2016).

Para além dos impactos diretos sobre a vegetação, as queimadas provocam alterações na dinâmica dos solos, aumento na emissão de gases de efeito estufa e comprometimento dos serviços ecossistêmicos, como regulação do clima e conservação dos recursos hídricos.

4. Material e Métodos

4.1. Área de Estudo

A área de estudo (Figura 2), compreende o estado de Mato Grosso (MT) localizado na região Centro-Oeste do Brasil, delimitado por 171 municípios, possuindo uma extensão de aproximadamente 904 mil km² [IBGE,2024], sendo coberto em sua maioria pela floresta tropical amazônica, pelas zonas úmidas e pelas planícies da savana e com mais ou menos 1.25 km² de área urbanizada [IBGE, 2019].

Com a diversidade de biomas o Mato Grosso se torna particularmente sensível às alterações no regime de fogo, com impactos significativos sobre a biodiversidade, as cadeias produtivas locais e os recursos hídricos.



Figura 1: Mapa de localização do estado do Mato Grosso. Elaborado pela autora(2025).

O estado abriga importantes biomas brasileiros, a Amazônia, o Pantanal e o Cerrado, com cada um ocupando uma parcela significativa de extensão nos limites do MT, a Amazônia é o bioma que predomina no estado, cobrindo aproximadamente 480 km², o que representa cerca de 53.6% da área total do estado.

Sendo seguido, pelo bioma do Cerrado que ocupa cerca de 354. Km², correspondendo a aproximadamente 39% do território e por fim, o Pantanal que abrange cerca de 7% do território estadual.

4.2. Métodos

A metodologia utilizada pode ser conferida na Figura 2.

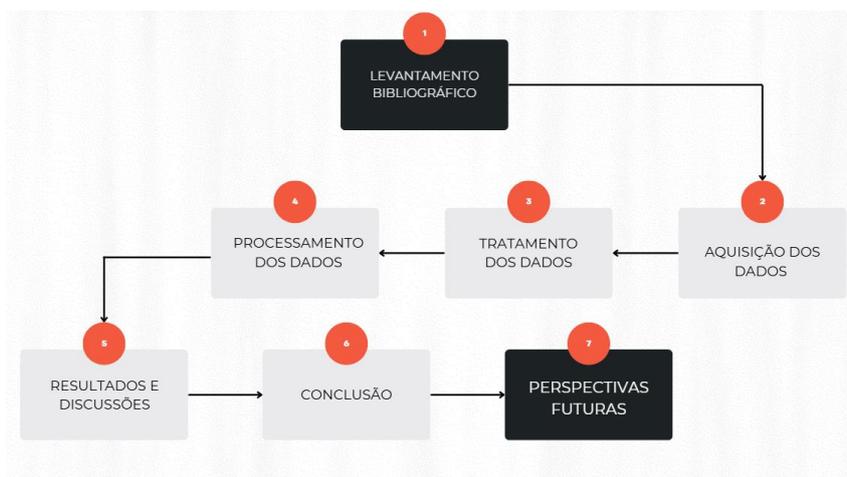


Figura 2: Fluxograma Metodológico.

4.3. Material

No desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados dados de 2023 de diferentes bases, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: descrição dos dados. Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Dados	Tipo de dados	Fonte	Disponível em:
Focos de calor	Vetorial - ~30 metros e csv (Comma-separated values)	 INPE - Projeto BDQueimadas	https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/
Número de Precipitação	Vetorial - ~30 metros e csv (Comma-separated values)	 INPE - Projeto BDQueimadas	https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/
Uso e cobertura do solo	Matricial - 30 metros	 MapBiomas	https://brasil.mapbiomas.org/produtos/
Cicatrices de queimadas	Matricial - 30 metros	 MapBiomas	https://brasil.mapbiomas.org/produtos/
Malha Municipal Digital da Divisão Política Administrativa	Vetorial - 20 metros	 Catálogo de metadados INDE (IBGE)	https://metadados.inde.gov.br/

Após a aquisição dos dados, foi realizado a normalização dos dados, foi adotado a resolução de 30 metros. Em seguida, para quantificação da área afetada por queimadas, foi realizada a conversão dos dados de cicatrizes de queimada, previamente gerados em formato matricial, para um raster binário.

Nesse processo, os pixels correspondentes às áreas com evidências de queimada foram atribuídos com valor 1, enquanto as demais áreas permaneceram com valor 0. Essa etapa foi executada utilizando a ferramenta calculadora raster no QGIS, aplicando a expressão lógica:

"raster_queimada@1" = 1

Esse procedimento permitiu isolar espacialmente os pixels representativos das cicatrizes de fogo, possibilitando a mensuração da extensão total queimada a partir da contagem dos pixels com valor 1, considerando a resolução espacial do raster (30 metros). A área total foi calculada multiplicando-se o número de pixels pelo valor da área de cada pixel (900 m²), convertendo o resultado para quilômetros quadrados.

Para avaliar a distribuição das queimadas em relação às classes de uso e cobertura da terra, realizou-se a sobreposição do raster de cicatrizes de queimada com o raster de uso e cobertura. A interseção entre essas duas camadas foi realizada por meio de expressões booleanas na calculadora raster:

("raster_queimada@1" = 1) AND ("raster_uso@1" = "Código da classe")

O resultado desse processamento gera um raster onde os pixels que satisfazem simultaneamente as condições (presença de cicatriz e pertencimento à classe específica) são atribuídas com valor 1. As áreas assim identificadas foram quantificadas através da ferramenta estatísticas zonais.

Com os resultados, foram realizados mapas temáticos com a distribuição de focos de calor e das cicatrizes de queimadas. Aliado a isto, com o uso de *python* foram produzidos gráficos e cálculos, como por exemplo, a precipitação média em mm para cada mês.

Os dados de precipitação foram utilizados como variável auxiliar para entender a relação entre a sazonalidade climática e a dinâmica das queimadas, permitindo uma análise mais integrada dos fatores ambientais.

5. Resultados

O mapa (Figura 3), apresenta a distribuição mensal de focos de calor e cicatrizes de queimadas no estado do Mato Grosso ao longo do ano de 2023, destacando padrões espaciais críticos e sazonais.

É possível observar que na estação chuvosa (janeiro a abril), se tem uma baixa incidência de focos e as cicatrizes de queimadas são menos extensas, se concentrando em áreas pontuais, o que é compatível com a maior precipitação. Já na estação seca (maio a outubro), tem um aumento exponencial dos focos, com um pico em setembro, com 4.219 focos, seguido por outubro, com 3.705 focos.

No período de transição para chuvas (novembro a dezembro), há uma redução drástica em dezembro, com 1.178 focos, influenciado pelo retorno das chuvas. Entre as áreas críticas, observa-se que a maior concentração de cicatrizes é associada a

desmatamento e expansão agrícola que ocorre na região norte e nordeste do MT, caracterizado pelo bioma Amazônico.

Já na área centro-leste (cerrado), as queimadas são concentradas e áreas de pastagens e de silvicultura (uma das classes mais afetada) e por último a região sudoeste do MT com um bioma de pantanal, em que as cicatrizes estão presentes em áreas de campos alagados, que são vulneráveis durante a seca.

Desta maneira, ao analisar a dinâmica de distribuição de focos e cicatrizes, nota-se que estas coincidem com fronteiras de desmatamento e áreas de manejo com fogo, ação antrópica.

Distribuição dos Focos de Calor e Cicatrizes de Queimadas no estado do Mato Grosso (Mensal)

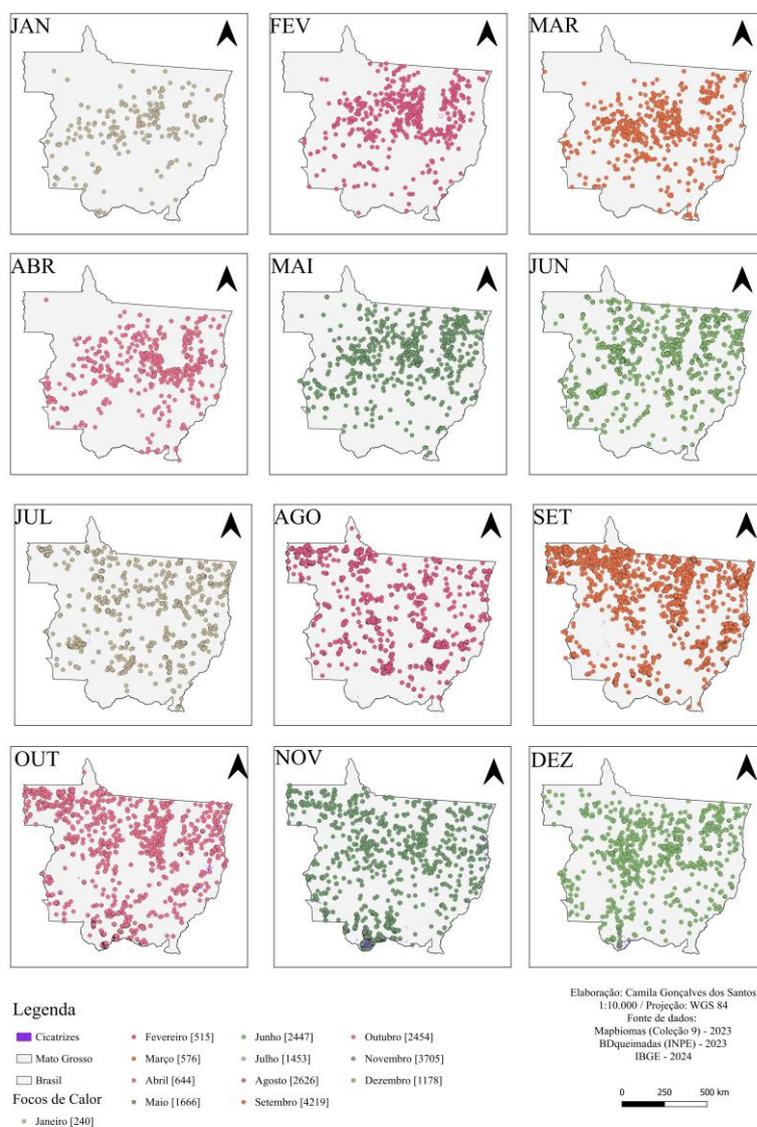


Figura 3: Mapa de Distribuição dos focos de calor e cicatrizes de queimada no estado do Mato Grosso (Mensal). Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Distribuição dos Focos de Calor no estado do Mato Grosso (Mensal)



Figura 4: Mapa de Distribuição dos focos de calor no estado do Mato Grosso (Mensal) com as classes de uso e cobertura do solo. Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No gráfico 1, pode-se perceber que os focos de calor mensais e a precipitação média com uma variação significativa ao longo do ano, seguem um padrão normalmente esperado até o mês de julho, pois, quando a chuva diminui (estação seca), os focos de calor aumentam e vice-versa.

Porém se tem um o início de um padrão incomum a partir de agosto, em que a precipitação e os focos ficam próximos. Destacando o mês de setembro, pode-se notar

que a precipitação média acompanha os focos, o que é incomum, talvez tendo relação com os efeitos do El niño.

Pois, com a passagem do El niño no MT em setembro, fez com que o estado tivesse um alta precipitação, com diversos municípios alcançando a taxa esperada no mês, já nos primeiros 15 dias do mês [CEMTEC/SEMADESC, 2023]. O que pode indicar uma ação antrópica, talvez queimadas intencionais.

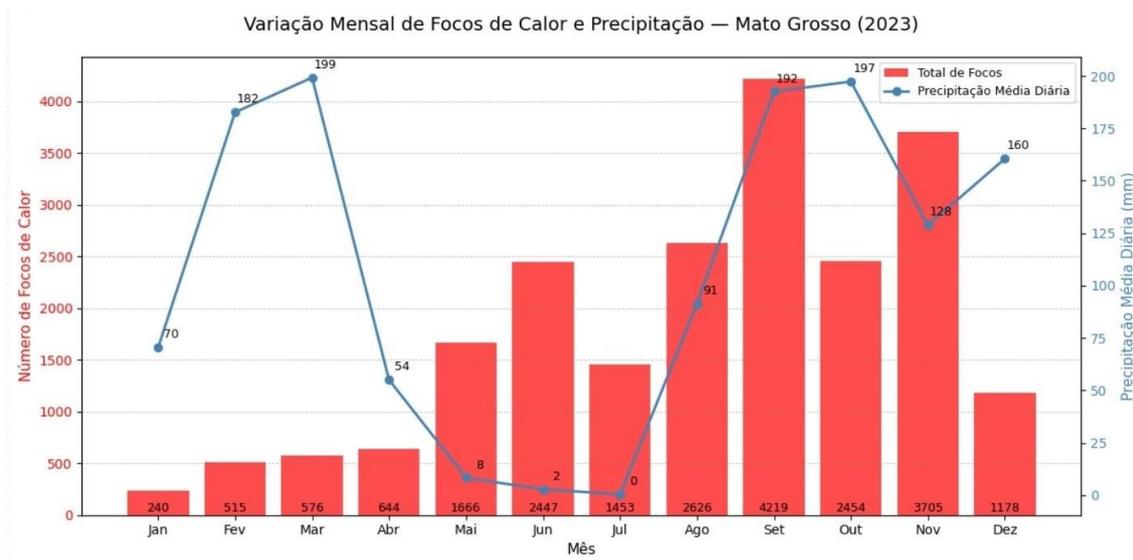


Gráfico 1: Variação Mensal de focos de calor e precipitação. Fonte: Autora.

O gráfico 2, apresenta a área queimada e a área de cobertura por classe em km², desta maneira, podemos observar que as classes de floresta, agropecuária e formação florestal, possuem maior extensão no município.

Observando as áreas de queimadas é perceptível, que as areas que sofreram mais queimadas são vegetação herbácea e arbustiva, silvicultura, floresta, campo alagado e área pantanosa, respectivamente. A floresta apresenta o maior valor, com 700,2 mil km² queimados, porém a área de silvicultura, se destacou com quase a metade da sua área queimada, sugerindo uma vulnerabilidade significativa.

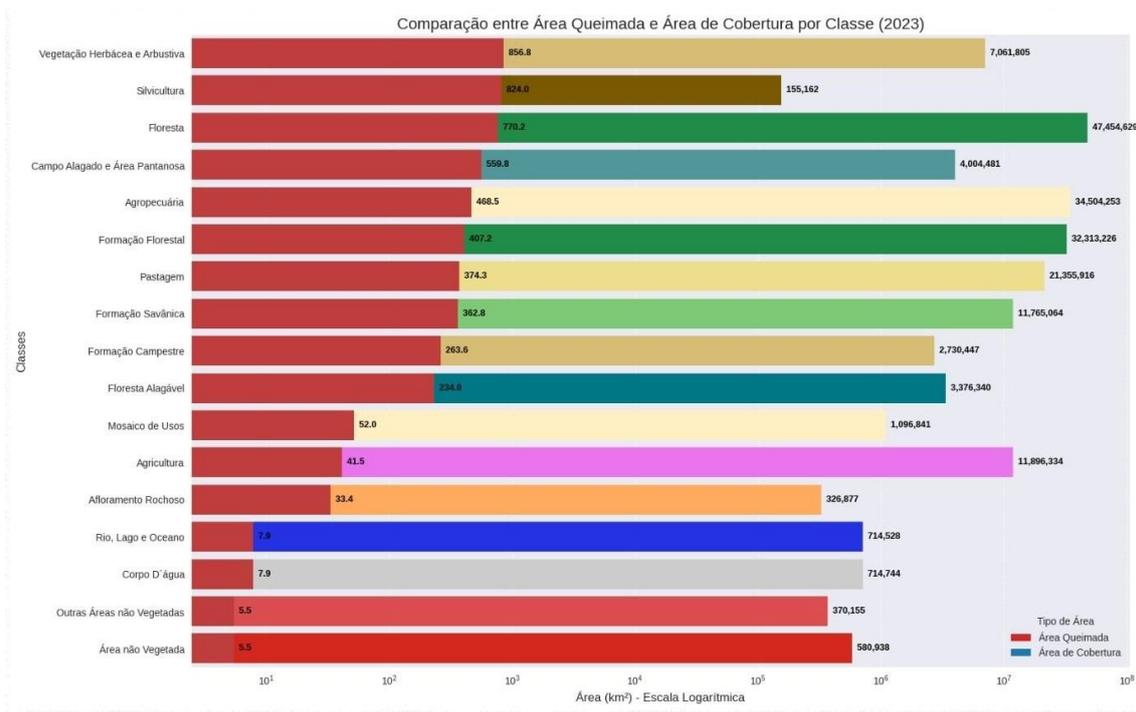


Gráfico 2: Comparação entre áreas queimadas e áreas de cobertura por classe. Fonte: Autora.

6. Conclusão

Este estudo analisou a relação entre os focos de calor, áreas queimadas e as classes de uso e cobertura da terra no Mato Grosso em 2023, evidenciando padrões críticos associados a fatores climáticos e antrópicos. Os resultados confirmam que a ocorrência de queimadas está fortemente vinculada à estação seca (maio a outubro), com picos em setembro, quando o número de focos de calor atingiu 4.219, coincidindo com a menor precipitação média.

No entanto, o aumento atípico de chuvas em setembro, possivelmente influenciado pelo fenômeno El Niño, não impediu a alta incidência de queimadas, indicando que outros fatores, como práticas de manejo agrícola e desmatamento, desempenham um papel significativo.

A análise das classes de uso do solo revelou que florestas, agropecuária e formação florestal foram as mais afetadas em termos absolutos, enquanto a silvicultura e vegetação herbácea e arbustiva apresentaram proporções alarmantes de área queimada em relação à sua extensão total. Isso sugere que, além da vulnerabilidade natural da vegetação durante a seca, atividades humanas—como queimadas para limpeza de pastagens e expansão agrícola—intensificam o problema.

Os dados reforçam a necessidade de políticas públicas mais eficazes, incluindo:

1. Fortalecimento do monitoramento durante a estação seca, com alertas precoces e fiscalização rigorosa.
2. Incentivo a práticas sustentáveis de manejo do solo, substituindo o uso do fogo por alternativas menos impactantes.
3. Proteção de áreas críticas, como florestas e zonas úmidas, onde os danos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos são irreversíveis.
4. Integração de dados climáticos e de uso da terra em estratégias de prevenção, considerando eventos extremos como El Niño.

Em síntese, os incêndios no Mato Grosso são um desafio multifatorial que exige ações coordenadas entre governo, setor agropecuário e comunidades locais. A continuidade de estudos como este, utilizando plataformas como o MapBiomas, é essencial para embasar decisões que mitiguem os impactos ambientais e sociais das queimadas, preservando os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, vitais para o equilíbrio ecológico e climático do Brasil.

5. Referências Bibliográficas

- Aragão, L. E. O. C., Anderson, L. O., Fonseca, M. G. et al. (2018) “21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions”, *Nature Communications*, v. 9. DOI: 10.1038/s41467-017-02771-y.
- Barbosa, C. C. F., De Moraes Novo, E. M. L. and Martins, V. S. (2019) *Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos: princípios e aplicações*, 1st ed., São José dos Campos/SP: LabISA/INPE.
- Boccardo, P. and Tonolo, F. (2015) “Remote sensing role in emergency mapping for disaster response”, In: *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 5*, Springer, Cham, p. 17-24. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09048-1_3.
- Cochrane, M. A. (2009) *Tropical Fire Ecology: Climate change, Land use and Ecosystem Dynamics*, Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK.
- Coutinho, A. C. (2005) “Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local”, PhD Thesis, Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: 10.11606/T.90.2005.tde-24042008-103602.
- Frias, P. S. (2025) “Incêndios devastam biomas brasileiros em 2024 - MapBiomas”, Available at: <https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/queimadas->

[subiram-79-e-consumiram-1-9-milhao-de-hectares-no-pantanal](#) (Acesso em 13 de maio, 2025).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (2025) “Portal do IBGE”, Available at: <https://www.ibge.gov.br/> (Acessado em: 5 de maio, 2025).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (2025) “INDE - Apresentação - Portal INDE”, Available at: <https://inde.gov.br/Inde/Apresentacao> (Acessado em: 05 de maio, 2025).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2022) “Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER)”, São José dos Campos: INPE, Available at: <http://www.obt.inpe.br/deter> (Acessado em: 15 de abril, 2025).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2025) “Programa Queimadas – Monitoramento de Focos de Queimadas e Incêndios Florestais”, Available at: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal> (Acessado em: 15 de abril, 2025).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2025) “Sobre o TerraBrasilis”, Available at: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/sobre> (Acessado em: 15 de abril, 2025).

MapBiomas Brasil (2025) “O Projeto”, Available at: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/> (Acessado em: 25 de abril, 2025).

MapBiomas Brasil (2025) “Dados do Monitor do Fogo do MapBiomas mostram que mais da metade da área queimada no Brasil no ano passado fica na Amazônia”, Available at: <https://brasil.mapbiomas.org/2025/01/22/area-queimada-no-brasil-cresce-79-em-2024-e-supera-os-30-milhoes-de-hectares/> (Acessado em; 23 de abril, 2025).

Merladete, A. (2025) “MT lidera queimadas em 2024: 3,1 milhões de hectares perdidos em setembro”, Available at: https://www.agrolink.com.br/noticias/mt-lidera-queimadas-em-2024--3-1-milhoes-de-hectares-perdidos-em-setembro_495704.html (Acessado em: 23 de abril, 2025).

Rosa, E. et al. (2024) “Nota Técnica: Seca extrema e incêndios no Pantanal em 2024”, Available at: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/07/Mapbiomas_Nota-Tecnica_Pantanal_12.07.24.pdf (Acessado em: 25 de abril, 2025).

Ross, J. (2009) “Paisagem, configuração territorial e espaço total: interação da sociedade com a natureza”, In: Ross, J. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*, São Paulo: Oficina de Textos, p. 47-61.

Santos, P. R., Pereira, G. and Rocha, L. C. (2014) “Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012)”, *Caderno de Geografia*, v. 24, n. 1, p. 133-142. DOI: 10.5752/P.2318-2962.2014v24nespp133.

Francisco, P. R. M., Santos, D., Ribeiro, G. do N., Silva, V. F., Ayres, G. D. J. and Rodrigues, R. C. M. (2023) “Dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do Estado da Paraíba utilizando MapBiomas©”, *Revista Geama*, v. 9, n. 3, p. 57-66. Available at: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/5442> (Acessado em: 11 de abril, 2025).

Rosa, M., Shimbo, J. Z. and Azevedo, T. (2019) “MapBiomas – Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas”, In: *VIII Simpósio de Restauração Ecológica*, p. 1-4. 95-100.