

Avaliação do regime de fogo em florestas degradadas no Estado do Amapá

Assessment of the fire regime in degraded forests in Amapá state

Juliane Batista dos Reis

Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil

julianereis.ueap@gmail.com



<https://orcid.org/0009-0002-0347-1716>

Fernanda Neves Ferreira

Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil

fernanda.ferreira@ueap.edu.br



<https://orcid.org/0000-0003-3224-1485>

Paulo Amador Tavares

Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil

paulo.tavares@ueap.edu.br



<https://orcid.org/0000-0003-2617-1548>

RESUMO

Este estudo analisou a dinâmica das queimadas no estado do Amapá, investigando a influência de fatores climáticos e antrópicos na ocorrência e distribuição espacial dos focos de calor. A metodologia empregou o Sensoriamento Remoto como ferramenta principal, utilizando dados de focos de calor do sensor MODIS para a análise temporal e espacial das ocorrências. Para contextualização climática, foram utilizados dados de precipitação do CHIRPS para avaliar o déficit hídrico. O fator antrópico foi analisado com base nos dados de desmatamento do Projeto PRODES. A integração desses dados permitiu a correlação entre as variáveis e a incidência de queimadas. Os resultados indicaram uma forte correlação entre desmatamento e déficit hídrico com a incidência de queimadas. Observou-se um aumento significativo, com picos de focos de calor em anos de eventos climáticos extremos, como os de El Niño. Além disso, a análise mensal revelou que os meses de outubro e novembro concentram as maiores quantidades de focos de calor, caracterizando o período de maior vulnerabilidade. As áreas próximas à rodovia BR-156 foram identificadas como zonas prioritárias para monitoramento devido à alta concentração de ocorrências. As implicações socioambientais incluem a degradação da vegetação, a perda de biodiversidade e os riscos à saúde da população local. Conclui-se que o sensoriamento remoto é uma ferramenta essencial para subsidiar estratégias eficazes de prevenção e mitigação. Recomenda-se a integração de políticas públicas, tecnologias de monitoramento e o reconhecimento das práticas tradicionais de manejo do fogo para um enfrentamento efetivo dessa problemática socioambiental no Amapá.

Palavras-chave: Queimadas; Desmatamento; Sensoriamento Remoto; Amazônia.

ABSTRACT

This study analysed the dynamics of burn events in Amapá state, investigating the influence of climatic and anthropogenic factors on the occurrence and spatial distribution of heat spots. The methodology employed Remote Sensing as the main tool, utilising heat spot data from the MODIS sensor for the temporal and spatial analysis of occurrences. For climatic contextualisation, CHIRPS precipitation data were used to assess the water deficit. The anthropogenic factor was analysed based on deforestation data from the PRODES Project. The integration of these datasets allowed for the correlation between the variables and the incidence of burn events. The results indicated a strong correlation between deforestation and water deficit with the incidence of burn events. A significant increase was observed, with peaks in heat spots during years of extreme climatic events, such as El Niño. Furthermore, the monthly analysis revealed that October and November concentrate the highest quantities of heat spots, characterising the period of greatest vulnerability. Areas near the BR-156 highway were identified as priority zones for monitoring due to the high concentration of occurrences. Socio-environmental implications include vegetation degradation, biodiversity loss, and health risks to the local population. It

is concluded that remote sensing is an essential tool to support effective prevention and mitigation strategies. The integration of public policies, monitoring technologies, and the recognition of traditional fire management practices is recommended for an effective response to this socio-environmental problem in Amapá.

Keywords: Wildfires; Deforestation; Remote Sensing; Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de fogo na Amazônia brasileira, originalmente rara, tornou-se mais frequente nas últimas décadas devido à intensificação do desmatamento e do avanço da agropecuária. O uso do fogo é amplamente adotado como ferramenta de manejo e transformação da cobertura e uso da terra, principalmente para implantação de pastagens e monoculturas, como a soja (Gabardo *et al.*, 2020). Esse processo está diretamente associado à degradação ambiental, perda de biodiversidade e mudanças climáticas globais, dado que a queima da biomassa libera grandes quantidades de dióxido de carbono, principal gás de efeito estufa (Lashof, 1991; Aragão *et al.*, 2016).

Estudos apontam que o Brasil, apesar dos compromissos climáticos internacionais, registrou em 2019 mais de 131 mil focos de queimadas, sendo cerca de 43 mil apenas na Amazônia (INPE, 2019 *apud* Gabardo *et al.*, 2020). Esses eventos são favorecidos por fatores como políticas públicas frágeis, expansão do agronegócio e ausência de fiscalização eficaz. Os impactos não se limitam à escala local: incluem alterações nos regimes de chuvas, aumento da temperatura, prejuízos à saúde pública e risco de extinção de espécies ainda não catalogadas (Doughty *et al.*, 2015).

Nesse cenário, convém situar que o Estado do Amapá, embora seja um dos mais preservados da Amazônia, com aproximadamente 73% de sua área protegida por unidades de conservação, terras indígenas e assentamentos, possui 27% de seu território sob forte pressão antrópica (Caric *et al.*, 2022). Entre 2001 e 2019, registrou-se a supressão de aproximadamente 448 mil hectares de vegetação nativa, impulsionada principalmente por atividades agropecuárias (Caric *et al.*, 2022).

Essas mudanças são mais intensas em áreas de savana e cerrado amapaense, especialmente próximas às rodovias BR-156 e BR-210, que funcionam como vetores de pressão territorial (Rauber *et al.*, 2020). Não se pode deixar de contextualizar também a existência de práticas tradicionais, como o manejo indígena do fogo, que permanecem relevantes na regulação dos ciclos ecológicos, com queimas controladas e de baixo impacto (Rauber *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o sensoriamento remoto desempenha um papel fundamental no monitoramento ambiental, oferecendo ferramentas poderosas para detectar alterações na paisagem e a ocorrência de queimadas (Monteiro *et al.*, 2025). Essas aplicações são cruciais para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes, o controle da cobertura e uso da terra e a avaliação da efetividade de unidades de conservação. No entanto, o potencial dessas tecnologias ainda enfrenta desafios de implementação local, especialmente em estados como o Amapá. A baixa infraestrutura técnica e tecnológica nessas regiões contribui para um menor monitoramento das queimadas, inclusive em áreas de transição como as savanas amapaenses, e favorece a expansão desordenada das fronteiras agrícolas (Santana *et al.*, 2025).

A carência de estudos integrados que considerem fatores ecológicos, sociais e tecnológicos dificulta a compreensão dos impactos das queimadas e limita a formulação de estratégias de gestão territorial. Além disso, a falta de valorização dos saberes tradicionais, como os indígenas, representa uma perda de conhecimento fundamental para o manejo sustentável do fogo (Rauber *et al.*, 2020).

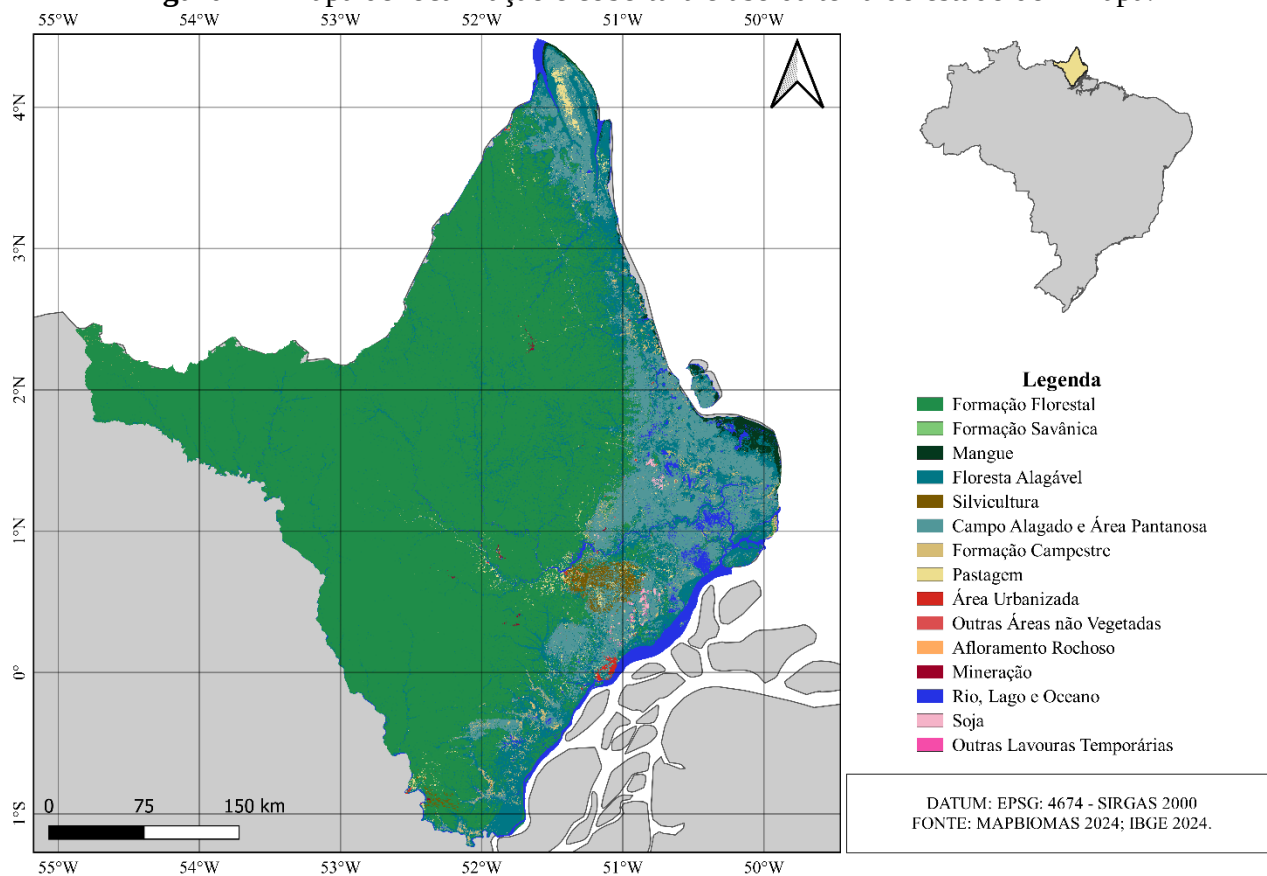
É notável que o emprego de tecnologias como o sensoriamento remoto possibilita o fortalecimento do monitoramento ambiental em escalas local e regional. Nesse sentido, estudos que aplicam métodos de sensoriamento remoto na Amazônia amapaense são de grande importância, especialmente por monitorarem áreas com escassez de pesquisas e por gerarem produtos que podem servir como base para futuros programas de monitoramento locais. Diante disso, este trabalho tem como objetivo geral identificar e mapear os padrões de regime de fogo no estado do Amapá, utilizando técnicas de sensoriamento remoto, a fim de subsidiar a identificação de áreas prioritárias para ações de combate e prevenção de queimadas.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no estado do Amapá, localizado na região Norte do Brasil. O Estado possui uma área de aproximadamente 142.828,52 km², e é composto por dezesseis municípios (Silva Junior *et al.*, 2025). A linha do Equador atravessa a porção sul do estado, enquanto a maior parte de suas terras está situada no Hemisfério Norte (Figura 1). O clima da região é equatorial super-úmido, com duas estações bem definidas: o verão e o inverno. A amplitude térmica anual do estado varia, em média, cerca de 16°C, com temperaturas oscilando entre 20°C e 36°C, enquanto os índices pluviométricos alcançam 2.500 mm por ano (Silva Junior *et al.*, 2025).

Figura 1 – Mapa de localização e cobertura e uso da terra do estado do Amapá.



Fonte: Autores (2025) com dados do Mapbiomas (2024) e IBGE (2024).

O Estado do Amapá está localizado no bioma Amazônia, com sua cobertura vegetal predominante composta por florestas tropicais, divididas em floresta de terra firme e de várzea. Na região litorânea, a vegetação é caracterizada por manguezais. O Estado também abriga vegetação típica do bioma Cerrado e possui 19 unidades de conservação (Drummond; Dias; Brito, 2008).

2.2. Base de Dados

Para o desenvolvimento deste projeto foram adquiridos dados de imagens de satélites dos sensores MODIS-Terra e MODIS-Aqua (MODIS, do inglês significa Espectrorradiômetro de Imagens de Resolução Moderada), os quais foram utilizados para identificação da distribuição dos focos de calor na área de estudo. Esses dados são disponibilizados pelo sistema FIRMS (Fire Information for Resource Management System) (Giglio *et al.*, 2016; FIRMS (2024)). Esses dados foram obtidos para os anos de 2002 até 2023.

O algoritmo de detecção dos dados do MODIS baseia-se nas temperaturas de brilho nativas, sem projeção, captadas nas bandas de 4 μm , 11 μm e 12 μm . Esses dados, extraídos dos canais do sensor MODIS, possuem uma resolução espacial de 1 km e permitem identificar os chamados “pixels de fogo”, que correspondem a áreas onde há pelo menos um foco de incêndio ativo no momento da passagem do satélite (Giglio *et al.*, 2016).

Ademais, foram coletados os dados climáticos de precipitação, abrangendo o período de 1992 a 2023, fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com o intuito de avaliar as variações nas condições meteorológicas e sua relação com os fenômenos investigados. Os dados de precipitação foram coletados da estação Macapá (código da estação: 82098, coordenadas: -0,04, -51,11) por ser a estação com maior disponibilidade de dados para o período de análise proposto (INMET, 2026). Por fim, foram incorporados os dados de desmatamento, relativos ao intervalo de 2002 a 2023, oriundos da plataforma TerraBrasilis, que possibilitam a análise da evolução do desmatamento e sua interação com os focos de calor e as mudanças nas precipitações ao longo do tempo.

2.3. Análise de Dados

A metodologia da pesquisa combina a aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com análise qualitativa para identificar e monitorar áreas afetadas por queimadas. Após a aquisição dos dados de focos de calor, utilizou-se a ferramenta de recorte (Clip) para isolar área do estado do Amapá, permitindo que apenas os focos de calor localizados dentro dos limites geográficos do estado fossem mantidos para análise. Em seguida, para garantir a confiabilidade dos dados, foi aplicada uma filtragem com a ferramenta de consulta espacial, selecionando apenas os focos de calor que apresentaram uma taxa de confiança igual ou superior a 30% (Tavares *et al.*, 2022). Essa filtragem foi essencial para assegurar que apenas os dados mais precisos fossem utilizados na pesquisa.

Em seguida, para verificar a densidade espacial dos focos de calor, aplicou-se o método de interpolação Kernel, utilizando a ferramenta “Kernel Density Estimation” no QGIS versão 3.22.13. Esse método permite suavizar os dados e criar um mapa contínuo de densidade, evidenciando as áreas com maior concentração de focos de calor. Após o cálculo da máxima densidade para cada ano, foi possível gerar um mosaico representando a evolução anual da densidade dos focos de calor. Posteriormente, a média de densidade foi calculada e aplicada de maneira similar, permitindo uma análise mais abrangente das variações de focos de calor ao longo dos anos.

O tratamento dos dados de precipitação foi conduzido no software Excel. Inicialmente, as séries temporais de precipitação foram organizadas. Em seguida, calculou-se a média anual das precipitações para o período de 1992 a 2023, estabelecendo uma normal climatológica. Essa normal foi utilizada para identificar os anos com déficit hídrico na série temporal de 2002 a 2023. Para tal, a precipitação anual de cada ano da série foi calculada e subtraída da normal climatológica. Valores resultantes que eram superiores à normal foram igualados a zero, enquanto os valores inferiores, indicativos de déficit, foram computados e utilizados nas análises subsequentes.

Para compreender a relação entre a ocorrência de focos de calor, o desmatamento e o déficit hídrico, Modelos Lineares Generalizados (GLMs) foram construídos. Nesses modelos, os focos de calor foram definidos como a variável resposta, enquanto o desmatamento e o déficit hídrico atuaram como variáveis independentes. Foram formulados quatro modelos distintos: i) Modelo Nulo: focos $\sim$ 1; ii) Modelo Desmatamento: focos $\sim$ desmatamento; iii) Modelo Déficit Hídrico: focos $\sim$ déficit hídrico; iv) Modelo Geral: focos $\sim$ desmatamento * déficit hídrico.

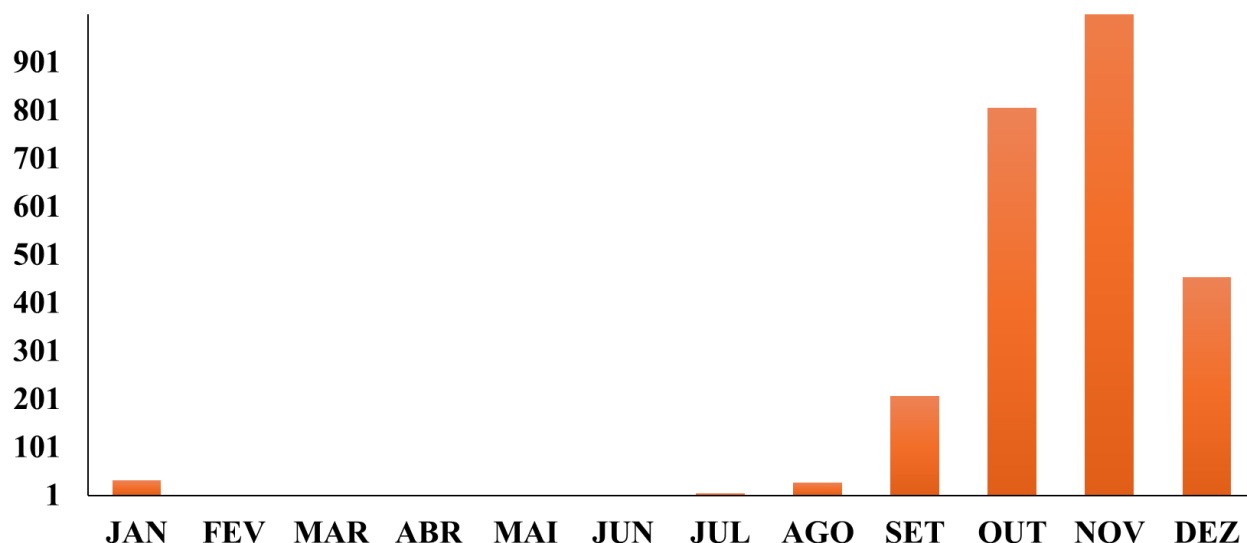
Para todos os modelos, empregou-se a distribuição de Poisson, dado que os dados de focos de calor são de contagem. Por fim, o Critério de Informação de Akaike (AIC) foi calculado para cada modelo, visando identificar aquele que melhor explica a distribuição dos dados. Para o modelo com o melhor ajuste, determinou-se o pseudo R^2 de Efron.

3. RESULTADOS

O estudo sobre o regime de fogo no estado do Amapá revelou padrões consistentes de sazonalidade e impacto espacial das queimadas ao longo de duas décadas. A análise foi estruturada em três eixos principais: análise temporal dos focos de calor e da precipitação, interpretação espectral multitemporal e espacialização por meio de mosaicos de densidade. Foram gerados gráficos que revelaram tendências claras de sazonalidade.

O gráfico de médias mensais (Figura 2) indicou que os meses de setembro a dezembro concentram os maiores números de focos de calor, com destaque para novembro, o mês mais crítico.

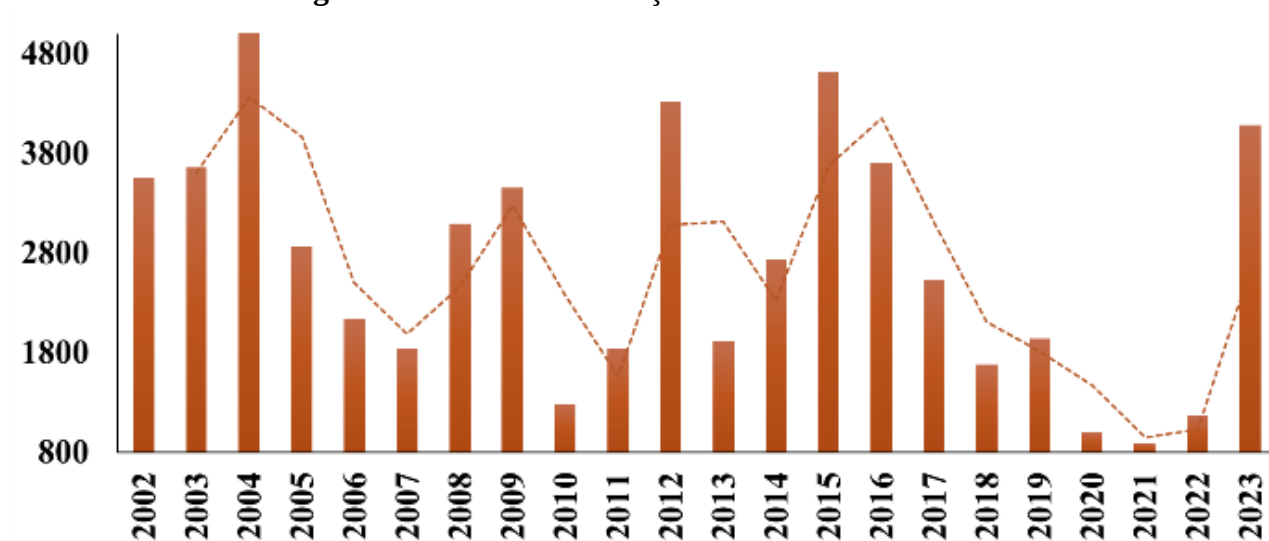
Figura 2 - Gráfico da distribuição mensal dos focos de calor (2002-2023).



Fonte: Autores, 2025.

O gráfico ano a ano demonstrou que os anos de 2004, 2015 e 2023 (Figura 3) foram os que mais se destacaram em número de focos, sugerindo a influência de eventos climáticos extremos, como El Niño e períodos de seca severa.

Figura 3 – Gráfico da evolução anual dos focos de calor.

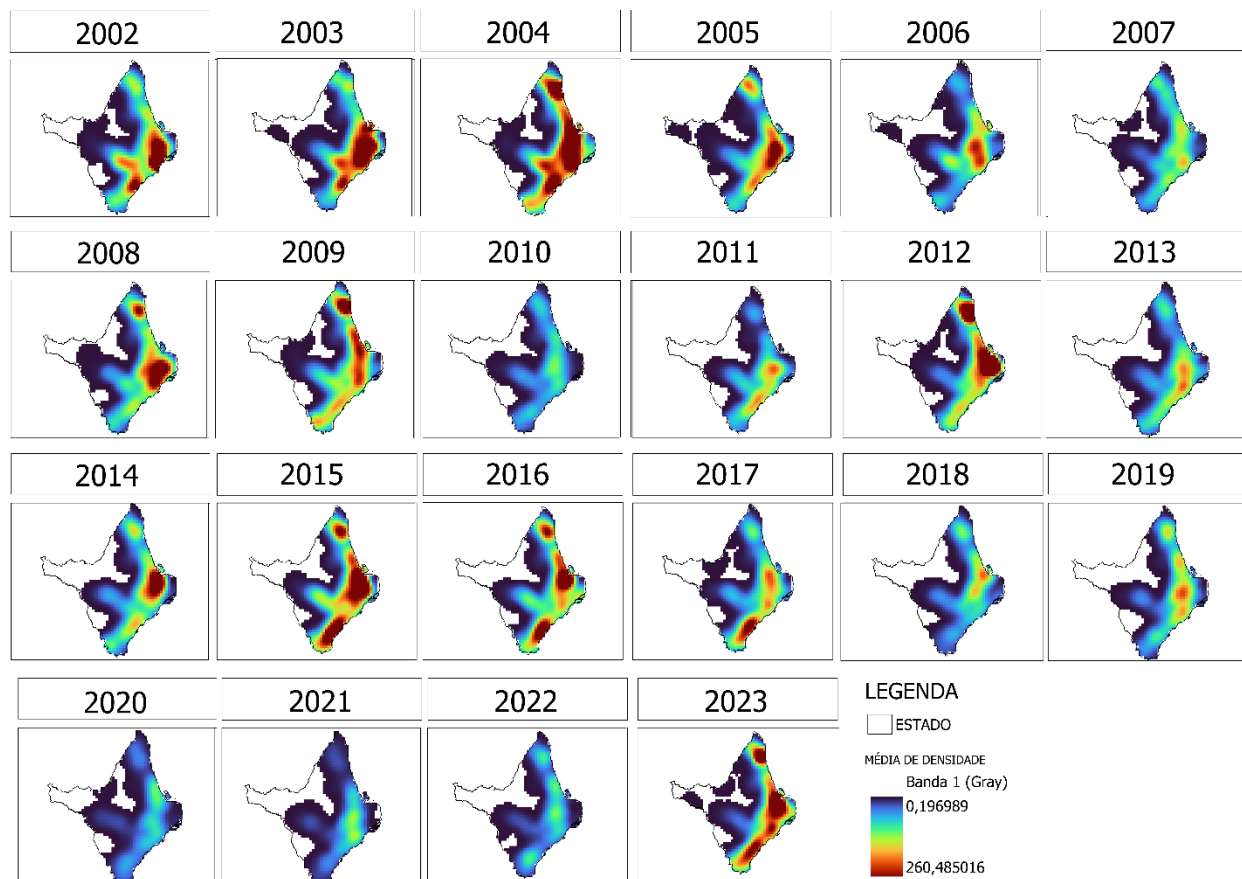


Fonte: Autores, 2025.

A espacialização dos dados de focos de calor foi realizada no QGIS, com aplicação do método de interpolação Kernel Density Estimation, resultando em um mosaico de densidade que representa as áreas com maior recorrência de incêndios florestais.

A partir da integração de dados espaciais (Figura 4) e espectrais com informações climáticas e de cobertura e uso da terra, foi possível delimitar áreas prioritárias para ações de combate e prevenção de queimadas no estado do Amapá.

Figura 4 – Mosaico de densidade dos focos de calor.



Fonte: Autores, 2025.

A identificação das áreas prioritárias considerou a alta densidade de focos de calor ao longo do tempo utilizando a interpolação Kernel. Para tanto, foram mapeadas regiões com reincidência de queimadas entre 2002 e 2023. Áreas com acúmulo recorrente de focos foram destacadas como zonas de maior vulnerabilidade.

Uma análise espacial revelou que muitas das áreas mais afetadas pelas queimadas se concentram próximas à BR-156, corredor logístico que atravessa regiões com expansão agrícola e ocupação desordenada, como nos municípios de Macapá, Mazagão, Tartarugalzinho, Calçoene e Amapá.

Essas regiões apresentaram elevada ocorrência de focos ativos durante os períodos secos (junho a setembro). Além disso, notou-se uma rápida recorrência de degradação, com indicativos de que o fogo é usado sistematicamente como ferramenta de manejo.

Convém mencionar ainda que os dados de precipitação sugerem que essas áreas também estão sujeitas a eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, o que aumenta o risco de propagação do fogo.

3.1. Modelagem para predição de ocorrência de queimadas

Os valores da quantidade de focos de calor foram comparados com os valores de precipitação e desmatamento utilizando os modelos geral, de déficit hídrico, de desmatamento e nulo (Tabela 1). Neste teste inicial, observou-se que todos os modelos propostos apresentaram um desempenho superior (menor AIC) em relação ao modelo nulo. Esse resultado permite afirmar que ambas as variáveis — déficit hídrico e desmatamento — são importantes para a previsão de queimadas na Amazônia amapaense. Entre os modelos avaliados, aquele que incluiu as duas variáveis e considerou as interações entre elas obteve o menor valor de AIC (AIC=10.658,5).

Tabela 1 – Resultados de AIC dos modelos testados

Modelo	AIC	dAIC
Modelo Geral	10.658,5	0
Modelo Déficit Hídrico	11.247,4	588,9
Modelo Desmatamento	12.329,8	1671,3
Modelo Nulo	12.340,6	1682,1

Fonte: Autores, 2025.

Posteriormente, foram obtidos os valores de desempenho do modelo de melhor ajuste (Tabela 2). Neste modelo, todas as variáveis demonstraram ser estatisticamente significantes para explicar o fenômeno (p -valor $<2e-16$). Os coeficientes de regressão indicaram que o desmatamento anual foi a variável com maior peso na explicação de um aumento na quantidade de focos de calor. Em contrapartida, a análise do déficit hídrico revelou uma relação inversa: quanto menor o déficit hídrico, menor a quantidade de focos de calor na área de estudo.

Tabela 2 – Coeficientes e p -valor do modelo geral

Variável	Coeficientes	p -valor
Desmatamento	3,004e-03	$<2e-16^{***}$
Déficit Hídrico	-1,857e-03	$<2e-16^{***}$
Desmatamento * Déficit Hídrico	4,380e-05	$<2e-16^{***}$

Fonte: Autores, 2025.

Outro indicador de desempenho do modelo calculado foi o Pseudo- R^2 de Efron, que para o modelo geral foi de 0,14. Esse valor indica que as variáveis independentes incluídas na regressão possuem a capacidade de prever aproximadamente 14% da ocorrência de focos de calor no estado do Amapá.

4. DISCUSSÃO

Os resultados apontaram que a sazonalidade das queimadas no Amapá é fortemente influenciada pelo déficit hídrico e pelo desmatamento, corroborando pesquisas que relacionam o regime de fogo na Amazônia ao avanço da agropecuária e às alterações climáticas regionais (Tavares *et al.*, 2022; Fearnside, 2005). A regressão mostrou que o desmatamento exerce maior peso na explicação dos focos de calor, resultado que está em consonância com estudos que identificam a supressão da vegetação como principal vetor das queimadas em áreas de transição entre floresta e savana (Caric *et al.*, 2022; Rauber; Almeida; Ferreira, 2020). Esse padrão reflete o processo descrito por Tavares *et al.* (2022), no qual a expansão agrícola e a conversão de florestas em pastagens configuram um “*fire transition*”, aumentando a recorrência do fogo em paisagens cada vez mais florestadas.

A espacialização dos focos de calor evidenciou como áreas prioritárias para o monitoramento e combate às queimadas os municípios de Macapá, Mazagão, Tartarugalzinho, Calçoene e Amapá, especialmente próximos ao eixo da rodovia BR-156. Essas áreas já haviam sido identificadas como regiões críticas de transformação da paisagem em virtude da expansão agropecuária e da exploração madeireira (Rauber, 2022). Além disso, os resultados do presente estudo confirmam análises anteriores que relacionam a pressão sobre o Cerrado amapaense às frentes de ocupação agrícola e pecuária, condicionando maior vulnerabilidade ao fogo (Caric *et al.*, 2022; Rauber, 2022).

Do ponto de vista socioambiental, os impactos das queimadas no Amapá são significativos. A degradação da vegetação e a perda de biodiversidade são agravadas pela lentidão da regeneração natural, especialmente em áreas protegidas como a Reserva Biológica do Lago Piratuba (Costa; Rodrigues, 2024). Estudos recentes sobre a resposta da biodiversidade em savanas amazônicas apontam que a recorrência do fogo pode reduzir a diversidade taxonômica e favorecer espécies tolerantes ao fogo, alterando a dinâmica funcional das comunidades vegetais (Santana *et al.*, 2025). Tais alterações têm implicações diretas na manutenção dos serviços ecossistêmicos e na qualidade de vida das populações locais, que enfrentam desde problemas respiratórios até prejuízos econômicos decorrentes da perda de pastagens e áreas agrícolas (Fearnside, 2005; Costa; Rodrigues, 2024).

Apesar dos avanços obtidos, o estudo apresenta algumas limitações. A análise baseou-se em dados de resolução moderada (1 km), o que pode subestimar queimadas de menor escala, especialmente incêndios de sub-bosque (Tavares *et al.*, 2022). Além disso, embora os modelos tenham identificado forte influência do desmatamento e do déficit hídrico, apenas 14% da variação dos focos foi explicada, sugerindo a necessidade de incluir variáveis adicionais, como uso tradicional do fogo por comunidades indígenas e manejo de pastagens (Rauber; Almeida; Ferreira, 2020).

Estudos futuros devem considerar a integração de dados de maior resolução espacial e temporal, bem como análises interdisciplinares que incorporem aspectos sociais, econômicos e culturais, visando compreender a complexidade dos regimes de fogo e subsidiar políticas públicas eficazes. Aliás, convém mencionar que, em 31 de julho de 2024, foi sancionada a Lei n. 14.944, que institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo – PNMIF (Brasil, 2024), avançando na regulamentação do artigo 40 do Código Florestal, ao trazer uma perspectiva de governança participativa, unindo saberes tradicionais e científicos e buscando equilibrar o uso controlado do fogo com a prevenção de incêndios florestais (Toledo; Macedo, 2025).

O monitoramento, comumente via sensoriamento remoto, integrado à pesquisa interdisciplinar e aos saberes locais, é relevante para subsidiar o planejamento de ações e estratégias de um programa de Manejo Integrado do Fogo – MIF (Schmidt *et al.*, 2016). Nesse cenário, trazer a PNMIF à discussão é importante, porque, independentemente de ter um pouco mais de um ano de vigência, o monitoramento de qualquer política pública é um “dever jurídico-constitucional” para que se concretizem direitos fundamentais e produzam efeitos na sociedade (Barcellos, 2018).

No estado do Amapá, em particular, a PNMIF caminha a passos lentos. Ainda não há uma política estadual de MIF. No entanto, existe o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento, Queimadas e Incêndios Florestais em processo de revisão para uma vigência de 2026 a 2030. As oficinas de elaboração do novo plano reuniram representantes de diversas instituições para criação de diretrizes nas áreas de “monitoramento de dados, regularização ambiental, ordenamento fundiário, promoção da produção sustentável e sensibilização da sociedade civil por meio de campanhas educativas” (Flexa, 2025).

5. CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o regime de fogo no Amapá está diretamente relacionado ao desmatamento e ao déficit hídrico, com maior concentração de queimadas nas áreas próximas à rodovia BR-156. Esses locais configuram zonas prioritárias para ações de prevenção e

monitoramento, pois concentram as pressões antrópicas ligadas à expansão agropecuária.

As queimadas geram implicações socioambientais relevantes, como a perda de biodiversidade, a degradação da vegetação e prejuízos à saúde da população. Embora o Amapá mantenha grande parte de seu território preservado, a intensificação dos usos da terra reforça a necessidade de políticas públicas, como a do manejo integrado do fogo, eficazes e da valorização de práticas tradicionais, como o manejo indígena do fogo, para um controle sustentável.

Conclui-se que os resultados obtidos oferecem subsídios para o planejamento ambiental e reforçam a importância do sensoriamento remoto como ferramenta de monitoramento. Estudos futuros devem integrar variáveis sociais e dados de maior resolução espacial, de modo a ampliar a compreensão da dinâmica das queimadas no estado e apoiar estratégias de conservação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PROBICT/UEAP pelo cadastro do projeto e aos colegas do grupo de pesquisa pelas válidas contribuições.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, L. E. O. C. et al. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, 2016.

BARCELLOS, A. P. Políticas públicas e o dever de monitoramento: “levando os direitos à sério”. **Rev. Bras. Polít. Públicas, Brasília**, v. 8, n. 2, 2018, p. 251-265.

BRASIL. **Lei nº 14.944, de 31 de julho de 2024**. Institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo – PNMIF. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1 ago. 2024.

CARIC, G. S. et al. Desmatamentos e queimadas no estado do Amapá entre os anos de 2001 e 2019. **Confins**, n. 57, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.49082>. Acesso em: 21 jul. 2025.

COSTA, N. A.; RODRIGUES, I. B. Monitoramento e impactos das queimadas no Amapá (REBIO Piratuba): análise via sensoriamento remoto e influências climáticas. **Anais... XXI Simpósio Internacional SELPER**, Belém, 2024. Disponível em: <https://static.even3.com/anais/870455.pdf?v=639070199452070045> Acesso em: 17 de fevereiro de 2026.

DOUGHTY, C. E. et al. Drought impact on forest carbon dynamics and fluxes in Amazonia. **Nature**, v. 519, p. 344–348, 2015.

DRUMMOND, J. A.; DIAS, T. C. A. de C.; BRITO, D. M. C. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá**. Macapá: GEA, 2008. Disponível em: www.icmbio.gov.br. Acesso em: 17 de fevereiro de 2026.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 4, p. 113-123, 2005.

FIRMS. **MODIS Collection 6.1 Active Fire Data**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download/>. Acesso em: 01 dez. 2025.

FLEXA, A. **Prevenção: Amapá conclui elaboração novo ciclo do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento, Queimadas e Incêndios Florestais**. 2025. Disponível em: <https://sead.portal.ap.gov.br/noticia/3009/prevencao-amapa-conclui-elaboracao-novo-ciclo-do-plano-de-prevencao-e-controle-do-desmatamento-queimadas-e-incendios-florestais>. Acesso em: 01 dez. 2025.

GABARDO, G. et al. Queimadas na Amazônia brasileira: Brasil em chamas. In: SILVA, A. S. et al. **A Educação Ambiental em uma Perspectiva Interdisciplinar**. Ponta Grossa: Atena, 2020. P. 334-337. DOI: 10.37885/200800872.

GIGLIO, L.; SCHROEDER, W.; JUSTICE, C. O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], vol. 178, p. 31–41, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2026.

IBGE. **Malha municipal**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2026.

INMET. **Mapa de Estações**. 2026. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 fev. 2026.

LASHOF, D. A. The dynamic greenhouse: feedback processes that may influence future concentrations of atmospheric trace gases and climate change. **Climatic Change**, v. 18, n. 1–2, p. 199–214, 1991.

MAPBIOMAS. **Uso e Cobertura do Solo**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2026.

MONTEIRO, A. L. S. et al. Avaliação de imagem índice normalizado de diferença de fração-NDFI no monitoramento da concessão florestal estadual do Amapá. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 9, p. 1-14, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n9-080.

MORE. **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC: Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 26 jan. 2026.

RAUBER, A. L. A dinâmica da paisagem do estado do Amapá: análise do uso da terra e cobertura vegetal para o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210. **Ciência Geográfica**, v. XXVI, n. 4, p. 1836-1855, 2022. DOI: <https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4007>.

RAUBER, A. L.; ALMEIDA, C. S.; FERREIRA, M. E. Atores da paisagem: o padrão temporal e espacial de focos de queimadas no estado do Amapá entre os anos 2000 e 2019 e as influências das práticas e saberes indígenas. **Ciência Geográfica**, v. XXIV, n. 2, p. 535-541, 2020.

SANTANA, M. M. M. et al. Modeling Plant Diversity Responses to Fire Recurrence in Disjunct Amazonian Savannas. **Land**, v. 14, n. 1455, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/land14071455>.

SCHMIDT, I. B. et al. Implementação do Programa Piloto de Manejo Integrado do Fogo em três unidades de conservação do Cerrado. **Biodiversidade brasileira**, vol. 6, n. 2, p. 55-70, 2016.

SILVA JUNIOR, O. M. *et al.* **Atlas Geográfico Escolar do Estado do Amapá**. Porto Velho: Temática Editora e Cursos, 2025. Disponível em: <https://www.tematicaeditora.com.br/product->

page/atlas-geogr%C3%A1fico-escolar-do-estado-do-amap%C3%A1>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2026.

TAVARES, P. A. et al. Exploring the role of deforestation and cropland expansion in driving a fire-transition in the Brazilian Amazon. **Land**, v. 11, n. 2274, 2022.

TOLEDO, A. de P.; MACEDO, H. Manejo integrado do fogo no Brasil: ato ilícito no piroceno. **Veredas do Direito**, v. 22, n. 1, 2025.