

**The text that follows is a PREPRINT**  
**O texto que segue é uma PREPRINT**

Please cite as:

Favor citar como:

da Silva, S.S., M.P. Pereira, Y. Araújo, I. Oliveira, L.  
Anderson, A.W.F. de Melo, C. Silva, F. Brown & P.  
Fearnside. 2025. **Risco climático a  
incêndios florestais no estado do  
Acre em 2024**. *XXII Simpósio Brasileiro de  
Sensoriamento Remoto (SBSR), 13 a 16 de abril de 2025,  
Salvador, BA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
(INPE), São José dos Campos, SP (no prelo).*

Copyright: INPE

# RISCO CLIMÁTICO A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESTADO DO ACRE EM 2024

Sonaira Souza da Silva <sup>1,2</sup>, Moises Parreiras Pereira <sup>2</sup>, Yara Araújo <sup>3</sup>, Igor Oliveira<sup>1</sup>, Liana Anderson <sup>4</sup>, Antonio Willian Flores de Melo <sup>1</sup>, Camila Silva, Foster Brown <sup>1,5</sup>, Philip Fearnside<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Acre, Laboratório de Geoprocessamento Aplicado ao Meio Ambiente – UFAC/LabGAMA, Cruzeiro do Sul – Acre – Brasil, sonaira.silva@ufac.br, willian.flores@ufac.br, igor.oliveira@ufac.br; <sup>2</sup> Universidade Federal do Acre, Rede Bionorte, Rio Branco – Acre – Brasil, moises.pereira@sou.ufac.br; <sup>3</sup> Universidade Federal do Pará - UFPA/PPGEco, Belém - Pará - Brasil, araujoo.y@gmail.com; <sup>4</sup> Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, São José dos Campos – São Paulo – Brasil, liana.anderson@cemaden.gov.br, <sup>5</sup> Woodwell Climate Research Center, Falmouth, MA, Estados Unidos, fbrown@woodwellclimate.org e <sup>6</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – Amazonas – Brasil, pmfern@inpa.gov.br

## RESUMO

As queimadas e incêndios florestais na Amazônia possuem influência das práticas agrícolas tradicionais, desmatamento, tipo de uso da terra e clima, influenciando na magnitude e intensidade do impacto. O estado do Acre, localizado no sudoeste da Amazônia brasileira, tem registrado incêndios florestais recorrentes sob influência de secas extremas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a influência da seca de 2024 na ocorrência de queimadas e incêndios florestais no Acre. Foi analisado dados de área de queimadas e incêndios florestais produzidos pelo Projeto AcreQueimadas, e dados climáticos de precipitação e temperatura do ar obtidos pelo INMET. Foram identificados até 14 de setembro de 2024, 106.950 ha de queimadas e 2.974 ha de incêndios florestais. Foi registrado eventos de secas extremas em 3 das 4 estações pluviométricas analisadas e ondas de calor em 2 estações. Os efeitos da seca extrema e altas temperatura tem contribuiu para ocorrência de incêndios florestais em 18 dos 22 municípios do estado Acre.

**Palavras-chave** — secas extremas, temperatura do ar, degradação florestal, Amazônia.

## ABSTRACT

*Forest fires and burnings in the Amazon are influenced by traditional agricultural practices, deforestation, land use type and climate, influencing the magnitude and intensity of the impact. The state of Acre, located in the southwest of the Brazilian Amazon, has recorded recurrent forest fires under the influence of extreme droughts. In this sense, the objective of this study was to analyze the influence of the 2024 drought on the occurrence of forest fires and burnings in Acre. Data on the area of fires and burnings produced by the AcreQueimadas Project and climatic data on precipitation and air temperature obtained by INMET were analyzed. Up to September 14, 2024, 106,950 ha of fires and 2,974 ha of forest fires were identified. Extreme drought events were recorded in 3 of the 4 rainfall stations analyzed and heat*

*waves in 2 stations. The effects of extreme drought and high temperatures have contributed to the occurrence of forest fires in 18 of the 22 municipalities in the state of Acre.*

**Key words** — extreme droughts, air temperature, forest degradation, Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, as queimadas possuem influência das práticas agrícolas tradicionais, desmatamento, tipo de uso da terra e clima [1–3]. Estudos mostram que a frequência e intensidade de incêndios tem aumentado na última década e devem continuar intensificando no futuro com as mudanças climáticas [4, 5]. Desta forma, monitorar os diferentes tipos de impactos causados pelo fogo é importante para delinear estratégias de prevenção e mitigação [6].

As secas extremas na Amazônia ocorrem por influencia do aquecendo anormal dos oceanos, principalmente do Pacífico (El Niño) e Atlântico tropical norte (dipolo do Atlântico) [7]. Mesmo em anos considerado de seca extrema para toda a Amazônia, a seca não se distribui espacialmente de forma homogênea em todo o território, devido a circulação atmosférica, interação com a paisagem, entre outros fatores. A seca de 2005 no Estado do Acre foi uma das piores foi mais intensas na região leste do estado, ao passo que a de 2010 teve maior abrangência por todo o estado, a de 2015/2016 teve seca mais intensa nas regiões central e leste [6, 8]. Compreender estes fatores auxiliaria na definição dos processos de combate e controle do impacto do fogo.

Silva et al. [6] observaram que os anos que tiveram mais de 40 dias sem chuva no leste do Estado do Acre tiveram maior impacto de incêndios florestais. Para a ocorrência de queimadas de desmatamento e agrícolas, o deficit hídrico normal do verão amazônico é suficiente para que ocorra o impacto do fogo [6].

O período de 2023/2024 tem sido um período com seca extrema na Amazônia. Entretanto, será que este evento se distribuiu de forma homogênea em todo o Estado do Acre? Qual a influência da seca na ocorrência de queimadas e

incêndios florestais? Este artigo tem objetivo de analisar e responder essas perguntas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no Estado do Acre, localizado na região sudoeste da Amazônia, entre as latitudes de  $-7^{\circ}06'56''$  N e longitude  $-73^{\circ}48'05''$  W, latitude de  $-11^{\circ}08'41''$  S e longitude  $-68^{\circ}42'59''$  S. Possui limite internacionais com Peru (Oeste) e Bolívia (Sul) e por divisas estaduais com os estados do Amazonas (Norte) e Rondônia (Leste).

Com área total de 164.173 km<sup>2</sup>, o estado é dividido por 22 municípios, possuindo 17% de desmatamento até 2023 [9] concentrado ao longo das rodovias BR 604 e 3017 [10] e dos principais rios navegáveis (Rio Acre, Iaco, Purus, Envira, Tarauacá e Juruá).

### 2.2. Mapeamento de queimadas e incêndios florestais

O impacto do fogo considerado neste artigo foi conceituado em dois tipos: queimadas em áreas desmatadas, definidas como cicatrizes de incêndio em áreas sem floresta nativa e cobertas por pastagens, agricultura ou desmatamento recente; e incêndios florestais, definidos como aqueles em que as copas das árvores foram afetadas direta ou indiretamente pelo fogo, a ponto de causarem impacto detectável nas imagens ópticas de satélite.

Os dados foram produzidos pelo Projeto AcreQueimadas, coordenado pelo LabGAMA (Laboratório de Geoprocessamento Aplicado ao Meio Ambiente) da Universidade Federal do Acre. O mapeamento foi baseado na classificação supervisionada de imagens dos satélites Landsat 8 e 9 e Sentinel 2 para o ano 2024 até 15 de setembro. Para o mapeamento foi utilizada o método de classificação supervisionada pelo plugin no Qgis Dzeros Gaussian Mixture Model, para queimadas utilizando a composição colorida as bandas 6,5,4 e para incêndios florestais o NBR - Normalized Burn Ratio. Contudo, tanto na classificação para queimadas como para incêndios florestais, realizamos edições manuais para corrigir erros de classificação e incorporar áreas não classificadas devido à sombra de nuvens ou sombreamento por fumaça.

### 2.3. Análise de dados de precipitação e temperatura

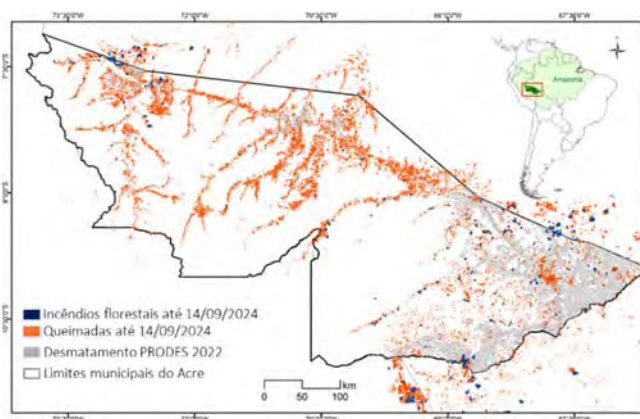
Foram utilizados dados obtidos no INMET – Instituto Nacional de Meteorologia referentes às seguintes estações pluviométricas: Rio Branco (código A104 – coordenadas  $9,9592$  S e  $67,869$  W); Epitaciolândia (código A140 – coordenadas  $11,0239$  S e  $68,7353$  W); Feijó (código A138 – coordenadas  $8,14278$  S e  $70,3436$  W) e; Cruzeiro do Sul (código A108 – coordenadas  $-7,61056$  S e  $72,6811$  W).

As variáveis consideradas foram precipitação (mm) e temperatura do ar bulbo seco (°C), correspondentes ao

período de 01 de janeiro de 2024 a 30 de setembro de 2024. A precipitação foi analisada considerando o total de precipitação diária e quantificando o número de dias com precipitação diária menor que 3 mm, a fim identificar períodos de seca extrema [3, 8, 11]. A temperatura do ar foi analisada considerando o valor médio diário e o valor máximo diário, buscando identificar ondas de calor (período superior a 3 dias com temperatura acima de 35°C [12]).

## 3. RESULTADOS

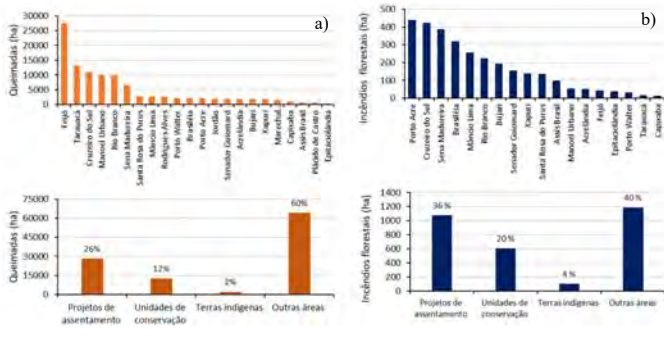
Para o ano de 2024 com base em imagens de até 14 de setembro de 2024, foram identificados 106.950 ha de queimadas e 2.974 ha de incêndios florestais (Figura 1).



**Figura 1. Distribuição espacial das queimadas e incêndios florestais em 2024 no Estado do Acre. Brasil.**

Foram registradas queimadas em todos os municípios do Acre, tendo o município de Feijó concentrado 25% da área total de queimadas registradas. Entre as categorias fundiárias, as propriedades privadas e terras da união corresponderam a 60% da área total queimada (Figura 2a). Para os incêndios florestais, 18 dos 22 municípios registraram incêndios até a data analisada, e os municípios com maior área queimadas foram na região leste (Porto Acre) e na região oeste (Cruzeiro do Sul), nos dois extremos do Estado. Entre as categorias fundiárias, as com maior área impactada pelo fogo foram propriedades privadas, terras da união, projetos de assentamento e unidades de conservação, respectivamente.

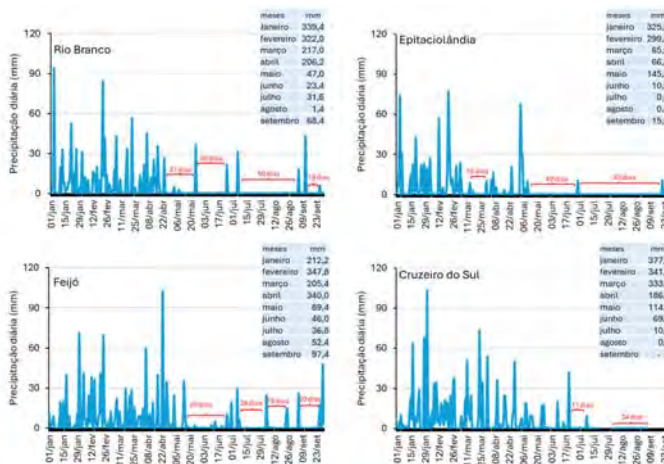
A extensão do impacto do fogo apresentou uma relação estreita com os fatores climáticos. Foi observado períodos de seca extrema em todas as regiões do Acre, sendo a seca mais intensa na região do Alto Acre (representado pela estação pluviométrica de Epitaciolândia), com dois períodos consecutivos sem chuvas, um de 49 dias e outro de 83 dias (Figura 3).



**Figura 2. Queimadas (a – cor laranja) e incêndios florestais (b – cor azul) por município e situação fundiária em 2024 no Estado do Acre, Brasil. Em categorias fundiárias, a classe “Outras áreas” engloba propriedades privadas e terras da União.**

Na maior parte das estações pluviométricas analisadas a seca teve início em maio, com precipitação acumulada no mês menor que 150 mm. Na estação pluviométrica de Epitaciolândia, o registro da seca extrema iniciou-se no mês de março, com 65 mm acumulados no mês, seguido de 66,8 mm em abril.

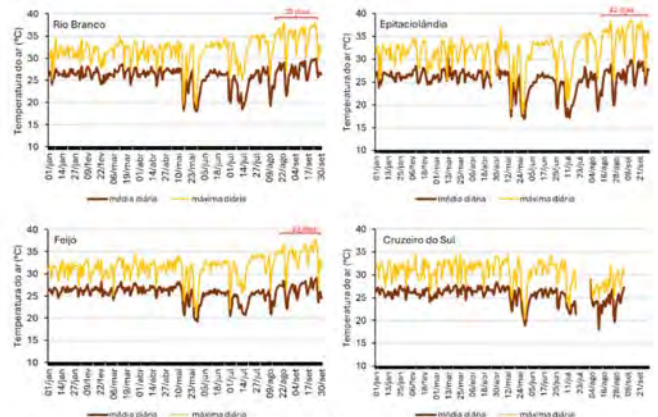
A região central do Estado, representada pela estação pluviométrica de Feijó, apresentou dois períodos de seca extrema, em meses consecutivos. O primeiro com duração de 29 dias no mês de junho, seguido de um período de 26 dias em julho (Figura 3). Entretanto, entre estes momentos foram registradas precipitações diárias maiores que 20 mm, reduzindo o déficit hídrico e, conseqüentemente reduzindo o risco de incêndios florestais.



**Figura 3. Precipitação (mm) em 2024 registrada nas estações pluviométricas no Estado do Acre, Brasil.**

O aumento da temperatura do ar é um fator que agrava eventos de seca extrema. Em três das quatro estações pluviométricas analisadas foram identificados períodos com temperatura acima dos 35 °C (Figura 4). Foram registrados

períodos de 35 dias com temperatura do ar acima de 35°C em Rio Branco, 23 dias em Feijó e 42 dias em Epitaciolândia entre os meses de agosto e setembro. Em Epitaciolândia houve 6 dias com temperaturas de 38°C.



**Figura 4. Temperatura do ar buíbo seco (°C) em 2024 para as estações pluviométricas no Estado do Acre.**

#### 4. DISCUSSÃO

A ocorrência de queimadas e incêndios florestais na Amazônia e no mundo tem sido ponto de preocupação, devido aos impactos sociais, ambientais, econômicos, de saúde pública e nas mudanças climáticas [4, 13]. As secas extremas e ondas de calor tem se intensificado nos últimos 30 anos, contribuindo para a ocorrência de grandes incêndios na Amazônia e, conseqüentemente, aumentando a emissão de gases de efeito estufa pelo bioma [8, 14].

Em 2024, o estado do Acre, assim como grande parte da Amazônia, tem vivido mais um período de seca extrema. Nossos resultados indicam que a distribuição dessas secas extremas no Acre apresentam um padrão geográfico heterogêneo, com maior incidência de eventos de seca extrema na região sul do estado. Essa região também apresentou grande ocorrência de incêndios florestais, queimadas e déficit hídrico, o que, juntamente com a magnitude de áreas desmatadas, é uma evidência contundente da sinergia desses fatores que determina o padrão de ocorrência de secas extremas no estado.

Até 14 de setembro de 2024, foram registrados 106.950 ha de queimadas e 2.974 ha de incêndios florestais. Todos os municípios tiveram registro de queimadas e 18 dos 22 municípios tiveram registro de incêndios florestais. Os locais com maiores registros de incêndios florestais passaram por períodos de secas extremas com mais de 30 dias consecutivos sem chuva e com ondas de calor com temperatura máxima diária acima de 35°C.

Novamente nossos resultados apontam para uma ação sinérgica entre os fatores analisados, onde a associação entre déficit hídrico e altas temperaturas impulsionam a ocorrência de incêndios florestais e queimadas. O município

de Feijó ilustra bem essa associação ao acumular diversos dias com altas temperaturas e déficit hídrico com a magnitude de áreas queimadas.

A combinação da degradação ambiental, secas extremas e manejo inadequado do fogo tem ocasionado incêndios florestais de magnitudes expressivas [15, 16]. Mesmo territórios indígenas e unidades de conservação tem sido afetados por incêndios florestais no estado do Acre. Além disso, a emergência climática atual exige urgentemente adaptações das formas de uso do fogo na Amazônia e a compreensão do novo “normal climático”, com eventos extremos de seca e temperatura mais altas recorrentes, de modo a permitir ações de adaptação e mitigação [5, 7, 8, 16, 17].

## 5. CONCLUSÕES

Eventos de secas extremas com mais de 30 dias consecutivos sem chuva, altas temperaturas e magnitude de áreas degradadas têm contribuído de modo determinante para a ocorrência de incêndios florestais e queimadas no estado do Acre. Esse fenômeno se distribui de forma heterogênea pelo estado, afetando mais expressivamente a região sul, onde a sinergia entre os fatores avaliados parece ser maior.

O monitoramento do impacto do fogo, diferenciando queimadas e incêndios florestais é uma importante ferramenta para compreender a influência do clima sobre a ocorrência do fogo e suas consequências. O estado do Acre em 2024 registrou incêndios florestais em 18 dos 22 municípios, incluindo em territórios indígenas e unidades de conservação.

A combinação da degradação ambiental, secas extremas e manejo inadequado do fogo tem aumentado a ocorrência e os impactos do fogo no estado do Acre. A redução do desmatamento, associada à melhoria de práticas agrícolas, melhorias no manejo do fogo e políticas públicas efetivas de combate a incêndios florestais, podem melhorar o cenário atual. Dessencasione os incêndios florestais. Além disso, a emergência climática traz a urgência para adaptação das formas de uso do fogo na Amazônia, compreender o novo normal climático, com eventos extremos de seca e temperatura mais recorrentes

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq/PrevFogo e IAI pelo financiamento do Projeto AcreQueimadas (Edital 33/2018).

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Barlow, J.; Berenguer, E.; Carmenta, R.; en França, F., Clarifying Amazonia’s burning crisis, *Global Change Biology*, vol 26, bll 1–3, 2019.
- [2] Silva, S. S. da *et al.*, Sinergismo de variáveis climáticas e incêndios florestais no estado do Acre, *Biodiversidade Brasileira*, vol 9, no 1, bll 104–104, Mei 2019.
- [3] Aragão, L. E. O. C. *et al.*, Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia, *Phil. Trans. R. Soc. B*, vol 363, no 1498, bll 1779–1785, Mei 2008.
- [4] IPCC, *Climate change 2022: impacts, adaptation, and vulnerability*, vol 6. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. Cambridge University Press, 2022.
- [5] Silva, S. S. da *et al.*, Amazon climate extremes: Increasing droughts and floods in Brazil’s state of Acre, *Perspectives in Ecology and Conservation*, vol 21, no 4, bll 311–317, Okt 2023.
- [6] Silva, S. S. da *et al.*, Burning in southwestern Brazilian Amazonia, 2016–2019, *Journal of Environmental Management*, vol 286, bl 112189, Mei 2021.
- [7] Aragão, L. E. O. C. *et al.*, 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions, *Nature Communications*, vol 9, no 1, bl 536, Feb 2018.
- [8] Silva, S. S.; Fearnside, P. M.; Graça, P. M. L. de A.; Brown, I. F.; Alencar, A.; en Melo, A. W. F. de, Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon, *Forest Ecology and Management*, vol 424, bll 312–322, Sep 2018.
- [9] Inpe, Desmatamento na Amazônia Legal - PRODES. Inpe, 2024.
- [10] Nascimento, E. de S. *et al.*, Roads in the Southwestern Amazon, State of Acre, between 2007 and 2019, *Land*, vol 10, no 2, bl 106, Feb 2021.
- [11] Aragão, L. E. O. C.; Malhi, Y.; Roman-Cuesta, R. M.; Saatchi, S.; Anderson, L. O.; en Shimabukuro, Y. E., Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts, *Geophys. Res. Lett.*, vol 34, no 7, bll 1–5, Apr 2007.
- [12] Bitencourt, D. P.; Fuentes, M. V.; Maia, P. A.; en Amorim, F. T., Frequência, Duração, Abrangência Espacial e Intensidadedas Ondas de Calor no Brasil, *Rev. bras. meteorol.*, vol 31, no 4, bll 506–517, Des 2016.
- [13] Anderson, L. O.; Silva, S.; en Melo, A. W. F., Onde há fumaça, há fogo!, *Cadernos de Saúde Pública*, vol 39, no 8, Aug 2023.
- [14] MAPBIOMAS, As cicatrizes deixadas pelo fogo no território brasileiro. Mapbiomas, 2021.
- [15] Nobre, C. A. en Borma, L. D. S., “Tipping points” for the Amazon forest, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol 1, no 1, bll 28–36, Okt 2009.
- [16] Lapola, D. M. *et al.*, The drivers and impacts of Amazon forest degradation, *Science*, vol 379, no 6630, bl eabp8622, Jan 2023.
- [17] Machado, M. S. *et al.*, Emergency policies are not enough to resolve Amazonia’s fire crises, *Commun Earth Environ*, vol 5, no 1, bll 1–5, Apr 2024.