

VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS E EXPOSIÇÃO À FUMAÇA NA AMAZÔNIA LEGAL: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA JUSTIÇA AMBIENTAL

Mariana Arinana Canuto Pereira¹;

Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Rondônia.

<https://lattes.cnpq.br/4123278316948455>

Cristiano Fonseca dos Santos²;

Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Rondônia.

<https://lattes.cnpq.br/5646812695416049>

Rodrigo Henrique Risso Aires Alves³;

Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/6319861627679140>

Jordeanes do Nascimento Araújo⁴;

Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/1730905579503048>

Ana Karla Almeida dos Santos⁵.

Faculdade Literatus (UNICEL), Manaus, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/1427049681184364>

RESUMO: O presente capítulo analisa os impactos das queimadas na Amazônia Legal, com ênfase na relação entre poluição atmosférica e saúde coletiva, sob a perspectiva da justiça ambiental. A pesquisa, de natureza qualitativa e descritiva, baseia-se em revisão bibliográfica e documental, com apoio de dados de sensoriamento remoto, modelagens matemáticas e fontes oficiais como INPE e IBGE. Evidenciam-se as causas antrópicas das queimadas, especialmente o desmatamento e a expansão agropecuária, bem como os efeitos das mudanças climáticas na intensificação dos incêndios. Destaca-se a exposição desproporcional de comunidades vulneráveis à fumaça, resultando em agravamento de doenças respiratórias e aprofundamento das desigualdades socioambientais. O estudo discute a limitação de medidas emergenciais e defende a adoção de políticas públicas estruturais, intersetoriais e territorialmente sensíveis. Também são abordados o papel estratégico do sensoriamento remoto e o uso de tecnologias emergentes no monitoramento e na gestão ambiental, visando à promoção da equidade, da saúde e da sustentabilidade na região amazônica.

PALAVRAS-CHAVE: Queimadas. Amazônia. Saúde coletiva.

SOCIOENVIRONMENTAL VULNERABILITIES AND EXPOSURE TO SMOKE IN THE LEGAL AMAZON: AN ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL JUSTICE

ABSTRACT: This chapter analyzes the impacts of fires in the Legal Amazon, with an emphasis on the relationship between air pollution and public health, from the perspective of environmental justice. The research, which is qualitative and descriptive in nature, is based on a review of the literature and documentation, supported by remote sensing data, mathematical modeling, and official sources such as INPE and IBGE. It highlights the anthropogenic causes of fires, especially deforestation and agricultural expansion, as well as the effects of climate change on the intensification of fires. It highlights the disproportionate exposure of vulnerable communities to smoke, resulting in the worsening of respiratory diseases and deepening socio-environmental inequalities. The study discusses the limitations of emergency measures and advocates for the adoption of structural, intersectoral, and territorially sensitive public policies. It also addresses the strategic role of remote sensing and the use of emerging technologies in environmental monitoring and management, with a view to promoting equity, health, and sustainability in the Amazon region.

KEYWORDS: Wildfires. Amazon. Public health.

INTRODUÇÃO

As queimadas na Amazônia representam um dos maiores desafios ambientais do século XXI, com efeitos diretos sobre a saúde coletiva e implicações profundas em termos de justiça ambiental. Esse fenômeno, intensificado por mudanças no uso do solo e atividades antrópicas como o desmatamento e a expansão agropecuária, acentua desigualdades históricas na Amazônia Legal ao atingir desproporcionalmente populações já vulnerabilizadas — como comunidades indígenas, ribeirinhas e periferias urbanas com acesso precário aos serviços de saúde(1).

Do ponto de vista da justiça ambiental, a exposição contínua à fumaça gerada pelas queimadas revela um quadro de injustiça na distribuição dos riscos ambientais, em que grupos socialmente marginalizados sofrem mais intensamente os efeitos da degradação ecológica. A poluição atmosférica resultante dos incêndios florestais tem sido associada ao aumento de doenças respiratórias, especialmente entre crianças e idosos, revelando uma interseção entre fatores ambientais, sociais e de saúde pública.

Além das causas antrópicas, fatores climáticos como o aumento da temperatura, redução das chuvas e prolongamento da estação seca favorecem a propagação dos

incêndios. Modelos climáticos indicam que o risco de fogo na Amazônia tende a aumentar com as mudanças climáticas globais, devido à diminuição da umidade do solo e da vegetação, criando condições favoráveis para o fogo. A análise espacial dos focos de calor mostra que as áreas mais suscetíveis coincidem com regiões de maior desmatamento e uso do solo para agricultura, especialmente no chamado “arco do desmatamento” (2)

Segundo pesquisa baseada em mais de 300 mil imagens do satélite Sentinel-2, a dinâmica recente dos incêndios na Amazônia revela que, mesmo sem eventos de seca extrema em 2019, houve um aumento significativo no número de focos, indicando maior influência das atividades humanas. A análise mostrou que mais de 90% dos incêndios estavam ligados à limpeza de áreas desmatadas para uso agrícola. Os autores alertam que sensores com baixa resolução espacial tendem a subestimar esses eventos, especialmente na zona de transição entre floresta e agricultura, considerada crítica para ações de conservação (3).

Estudos recentes sobre a Amazônia brasileira indicam que os padrões espaço-temporais dos incêndios florestais estão fortemente associados à variabilidade climática e à atuação de políticas públicas. Através da modelagem com processos de Cox Log-Gaussianos, foi possível observar uma redução nas ocorrências de fogo até 2012, seguida por um novo aumento. Essa dinâmica reflete tanto os efeitos de governança quanto fatores ambientais, como a duração da estação seca. A pesquisa destaca a importância de compreender esses padrões para uma gestão mais eficaz dos incêndios(4).

OBJETIVO

Analisar os impactos das queimadas na Amazônia Legal sobre a saúde coletiva, com foco na exposição de populações vulneráveis à fumaça e aos poluentes atmosféricos, à luz da justiça ambiental. Busca-se também discutir estratégias de controle e políticas públicas integradas que promovam equidade socioambiental e proteção da saúde.

METODOLOGIA

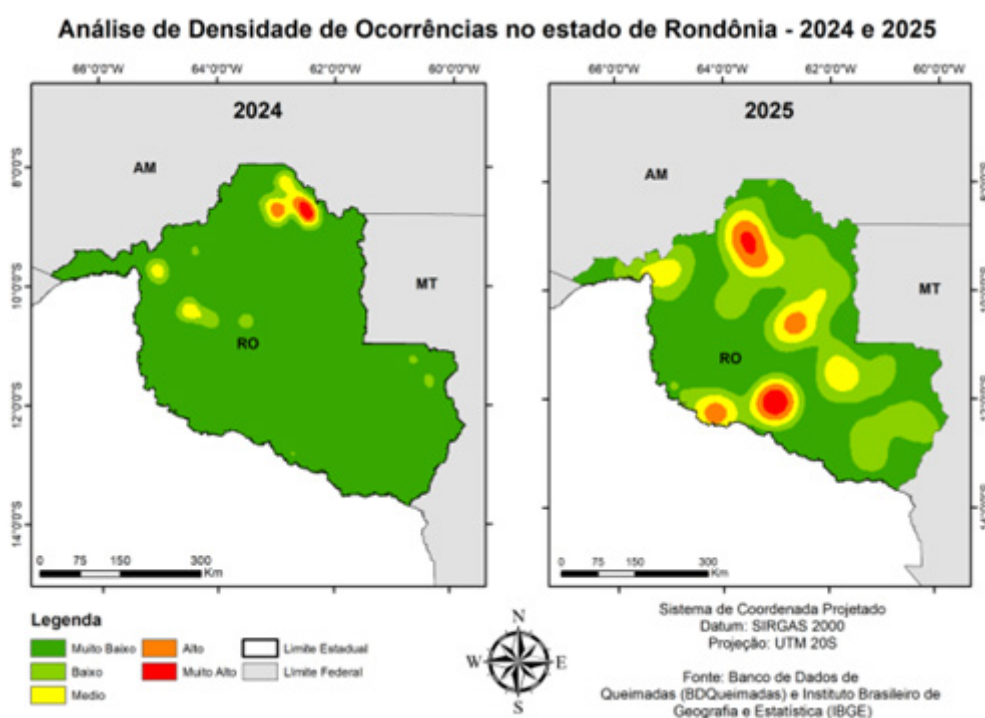
Apesquisa é do tipo qualitativa, descritiva e de abordagem exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica e documental. Foram consultados artigos científicos, relatórios técnicos, documentos oficiais e bases de dados secundários de instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cujos dados permitiram mapear os focos de calor, o uso do solo e os indicadores socioeconômicos e de saúde pública na Amazônia Legal. Adicionalmente, foram analisados estudos baseados em modelagens estatísticas e sensoriamento remoto, que possibilitam identificar padrões espaço-temporais dos incêndios florestais, inclusive em áreas de transição entre floresta e agropecuária. A partir dessas ferramentas, foi possível observar a correlação entre os focos de incêndio e o agravamento de doenças respiratórias,

sobretudo entre populações expostas à fumaça em regiões marcadas pela precariedade de infraestrutura e serviços públicos.

A escolha metodológica foi orientada pela seguinte questão norteadora: De que maneira as queimadas na Amazônia Legal impactam a saúde coletiva e revelam desigualdades socioambientais, sob a perspectiva da justiça ambiental? Ao adotar essa perspectiva, a pesquisa buscou compreender como os efeitos das queimadas ultrapassam o campo ambiental e incidem diretamente sobre grupos socialmente vulneráveis, revelando padrões de injustiça na distribuição dos riscos ambientais e na exposição à poluição atmosférica. A articulação entre os dados ambientais, sanitários e sociais permitiu desenvolver uma análise crítica sobre a forma como a degradação ecológica acentua desigualdades históricas na região e evidencia a urgência de políticas públicas integradas e territorialmente sensíveis, orientadas pelos princípios da justiça ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados demonstram que mais de 90% dos focos de incêndios na Amazônia estão associados a atividades humanas, principalmente o desmatamento. Estudos indicam correlação direta entre o aumento de queimadas e a elevação nos índices de doenças respiratórias, afetando principalmente crianças e idosos. As medidas emergenciais como decretos de proibição de fogo mostraram-se insuficientes, sendo necessárias estratégias de longo prazo, como o fortalecimento da governança ambiental e o uso de tecnologias de monitoramento em tempo real.



A imagem apresenta a análise de densidade de ocorrências de queimadas no estado de Rondônia para os anos de 2024 (à esquerda) e 2025 (à direita). As áreas estão classificadas em níveis de densidade: muito baixo (verde claro), baixo (amarelo), médio (laranja), alto (vermelho) e muito alto (vermelho escuro). Observa-se um aumento na dispersão e intensidade dos focos de queimadas em 2025, com a expansão de áreas em nível “alto” e “muito alto”, principalmente na porção central e sudeste do estado. Os dados utilizados foram obtidos do Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

“As mudanças climáticas causadas pelo homem já estão afetando muitos extremos climáticos em todas as regiões do mundo. Isso levou a impactos adversos generalizados na segurança alimentar e hídrica, na saúde humana e nas economias e na sociedade e perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas. As comunidades vulneráveis que historicamente contribuíram menos para as mudanças climáticas atuais são desproporcionalmente afetadas” (5)

De acordo com Duane (2021), os eventos extremos de incêndios florestais ocorridos nos últimos anos têm desafiado o conhecimento estabelecido sobre a resposta dos regimes de incêndio às variações climáticas e sobre como as sociedades devem lidar com os impactos causados pelo fogo. Embora os incêndios sejam, por natureza, estocásticos e extremos, a intensidade, velocidade e extensão dos novos incêndios relatados recentemente são sem precedentes. Duane identifica características comuns nesses eventos emergentes, como a alta intensidade do fogo e a rápida propagação, e revisa os principais mecanismos que explicam sua ocorrência.

Conforme o Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (2023) conclui que as atividades humanas são a causa principal do aquecimento global observado nas últimas décadas. As evidências científicas apontam para um aumento significativo da temperatura global, acompanhado de mudanças drásticas nos oceanos, geleiras e cobertura de gelo, atribuídas principalmente ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Essas alterações climáticas são sem precedentes em escalas de tempo de milhares de anos (5).

Embora a literatura científica traga avanços significativos no entendimento das causas e consequências das queimadas na Amazônia, nota-se uma carência de políticas públicas que incorporem esse conhecimento técnico de forma eficaz. As evidências apontam para a complexidade dos fatores que impulsionam os incêndios, envolvendo desde mudanças climáticas até dinâmicas socioeconômicas locais. No entanto, as respostas governamentais ainda se concentram majoritariamente em ações reativas, como decretos emergenciais e proibições temporárias de queimadas, sem o devido investimento em ações estruturais e preventivas, como educação ambiental, reforma fundiária e fortalecimento da governança territorial (6).

O combate às queimadas, nesse contexto, não pode ser pensado de forma isolada

ou meramente técnica, mas deve estar articulado ao enfrentamento das desigualdades regionais e à redefinição do modelo de desenvolvimento para a região amazônica. Isso implica uma mudança de paradigma que reconheça os direitos territoriais dos povos tradicionais, a proteção dos ecossistemas e a distribuição equitativa dos riscos e benefícios ambientais.

Investir em bioeconomia, conservação florestal e no fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis baseadas no uso racional dos recursos naturais surge como um caminho viável e necessário. Essas estratégias não apenas contribuem para preservar a integridade ecológica do bioma amazônico, mas também promovem dignidade, saúde e autonomia econômica para as populações locais, atendendo aos princípios da justiça ambiental e aos compromissos climáticos assumidos internacionalmente pelo Brasil(7).

Segundo estudo que utilizou modelos regionais de clima-química e dados observacionais, os incêndios em vegetação na Bacia Amazônica contribuíram com mais de 80% do $PM_{2.5}$ na estação seca de 2012, impactando severamente a saúde pública. A pesquisa estimou que a prevenção desses incêndios poderia ter evitado cerca de 16.800 mortes prematuras na América do Sul. Os maiores impactos foram observados na Bolívia e nos estados brasileiros de Rondônia, Acre e Mato Grosso. Os benefícios à saúde seriam comparáveis aos obtidos em regiões como a Ásia Equatorial (8).

A queima de biomassa na Bacia Amazônica afeta significativamente o clima e a qualidade do ar, especialmente durante a estação seca, agravando riscos à saúde humana. O estudo identificou que as emissões de poluentes como $PM_{2.5}$, CO, NO_x e O_3 aumentam em anos de seca, elevando a mortalidade prematura relacionada à poluição. Estima-se que entre 2010 e 2015, cerca de 8.500 a 10.400 mortes anuais estejam ligadas a essa exposição. Os impactos são mais severos no sudeste da Amazônia e em áreas sob influência dos ventos predominantes. Abordar o desmatamento e as secas é essencial para mitigar esses efeitos (9).

Segundo Sands et al. (2024), durante a estação seca na região sul da Amazônia, o aumento das emissões de incêndios causados pelo desmatamento eleva a poluição atmosférica, especialmente por gases como monóxido de carbono (CO), formaldeído (HCHO) e dióxido de nitrogênio (NO_2), diretamente associados à variabilidade da área queimada.

Outro ponto crucial que emerge dos estudos analisados é a desigualdade de impactos sociais e ambientais. As populações indígenas, ribeirinhas e comunidades tradicionais são, frequentemente, as mais afetadas pela degradação ambiental e pela exposição prolongada à fumaça de queimadas, sem que haja suporte adequado dos sistemas de saúde ou de proteção ambiental. Essa realidade revela uma assimetria de poder e de acesso a direitos, exigindo um olhar interseccional na formulação de políticas públicas. É necessário garantir que essas populações participem dos processos decisórios e que seus conhecimentos tradicionais sejam valorizados como parte das estratégias de adaptação e atenuação dos

impactos.

A revisão também demonstra a importância crescente das tecnologias de sensoriamento remoto, aprendizado de máquina e modelagem espacial no monitoramento de incêndios florestais. Apesar do avanço técnico, há uma lacuna crítica entre a geração de dados e sua aplicação prática na gestão territorial e nas tomadas de decisão em tempo real. Isso evidencia a necessidade de integrar ciência e política de forma mais eficaz, criando canais permanentes de comunicação entre pesquisadores, gestores públicos e sociedade civil organizada.

Além disso, a predominância de medidas de curto prazo para conter incêndios evidencia uma lógica de enfrentamento emergencial que desconsidera a natureza cíclica e previsível das estações de seca. A Amazônia, por suas características climáticas e ecológicas, requer planejamento contínuo e multissetorial. Assim, é fundamental promover ações articuladas entre os setores ambiental, agrícola, de saúde e de infraestrutura, considerando não apenas o combate direto ao fogo, mas também o ordenamento territorial, o controle do uso do solo e a valorização de práticas produtivas sustentáveis (10).

Por fim, a análise crítica dos estudos evidencia a urgência de se abandonar modelos desenvolvimentistas centrados na expansão da fronteira agropecuária, que historicamente operam à custa da floresta e das populações que dela dependem. Sob a perspectiva da justiça ambiental, torna-se evidente que o avanço desse modelo produtivo aprofunda desigualdades socioambientais, ao concentrar benefícios econômicos em poucos agentes e externalizar os impactos — como queimadas, poluição atmosférica e perda da biodiversidade — para comunidades vulneráveis da Amazônia Legal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos das queimadas na Amazônia Legal extrapolam a dimensão ambiental, alcançando profundamente a esfera da saúde coletiva e evidenciando um quadro de injustiça socioambiental. A exposição prolongada à fumaça compromete a qualidade de vida, especialmente de populações vulnerabilizadas, e acentua desigualdades sociais históricas na região. Diante desse cenário, é imprescindível adotar uma abordagem integrada que articule políticas públicas de meio ambiente, saúde e educação, pautadas em evidências científicas, inclusão social e no reconhecimento dos direitos dos povos e comunidades tradicionais. Somente com essa convergência será possível enfrentar de forma eficaz os efeitos das queimadas, promovendo não apenas a proteção ambiental, mas também a justiça, a equidade e o cuidado com a vida em todas as suas dimensões.

REFERÊNCIAS

- [1] DUARTE, J. C. S.; HIGUCHI, M. I. G.; PINTO FRAXE, T. D. J. As percepções ambientais sobre as queimadas antropogênicas da floresta amazônica entre pós-graduandos

em ciências ambientais da Universidade Federal do Amazonas. **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 5, n. 02, p. 96–115, 1 jul. 2023.

[2] LEMOS, N. S. A.; CUNHA, J. M. Analysis of fire risk in the Amazon: a systematic review. **Revista Ambiente & Água**, v. 16, p. e2706, 25 jun. 2021.

[3] XU, W. et al. Active Fire Dynamics in the Amazon: New Perspectives From High-Resolution Satellite Observations. **Geophysical Research Letters**, v. 48, n. 20, p. e2021GL093789, 2021.

[4] VALENTE, F.; LAURINI, M. A spatio-temporal analysis of fire occurrence patterns in the Brazilian Amazon. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 12727, 5 ago. 2023.

[5] **IPCC Relatório de Síntese AR6 - Mudança Climática 2023**. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2023/03/20/ipcc-relatorio-de-sintese-ar6-mudanca-climatica-2023/?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 5 jun. 2025.

[6] FONSECA-MORELLO, T. et al. QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: PORQUE AS POLÍTICAS PÚBLICAS TÊM EFEITO LIMITADO? 1. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 19–38, dez. 2017.

[7] SANTOS, P. M.; LORETO, M. DAS D. S. DE; OLIVEIRA, M. L. R. DE. O licenciamento ambiental na legislação brasileira: uma análise a partir da visão crítica da justiça ambiental. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 13, n. 2, p. 329–364, 2022.

[8] BUTT, E. W. et al. Large air quality and human health impacts due to Amazon forest and vegetation fires. **Environmental Research Communications**, v. 2, n. 9, p. 095001, set. 2020.

[9] NG, T. H. L. et al. **Impacts of land use change and interannual climate variability on biomass burning emissions, air quality and public health in Amazon** Em: EGU24. [s.l.] Copernicus Meetings, 7 mar. 2024. Disponível em: <<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU24/EGU24-5191.html>>. Acesso em: 4 jun. 2025.

[10] **PDF**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/sudam/pt-br/assuntos/planos-de-desenvolvimento/PRDA2427.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2025