

## SAÚDE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AMAZÔNIA LEGAL: revisão sistemática sobre a exposição a poluentes da queima de biomassa.

RENATA FERREIRA DE AMORIM

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO-UNIFESP

### Introdução

A incidência de queimadas na Amazônia Legal tem um longo histórico, em conjunto com a devastação do bioma. Com as mudanças climáticas, os desequilíbrios no regime de chuvas na estação seca (agosto a outubro), somados à ação antropogênica, condicionam a ocorrência de queimadas em larga escala e intensidade. Nesse contexto, além dos problemas de cunho ambiental, os incêndios florestais, que constituem a queima de biomassa, adicionam mais um desafio para as políticas públicas: a ocorrência de doenças associadas à exposição aos poluentes gerados pelas queimadas.

### Problema de Pesquisa e Objetivo

Diversos estudos têm se dedicado a entender as relações entre a hospitalização por doenças respiratórias e a exposição prolongada à alta concentração de poluentes presentes na fumaça, como Particulate Matter (PM), ozônio (O<sub>3</sub>) e black carbon (BC). Diante desse panorama, neste estudo, buscou-se analisar o que a literatura apresenta em termos de pesquisa acerca dos efeitos das queimadas sobre a saúde, avaliando como essas contribuições podem ser subsídios de informação na formulação de políticas públicas. A pesquisa consistiu de revisão de literatura por scoping review.

### Fundamentação Teórica

Na Amazônia Legal, a poluição do ar está associada às queimadas provenientes das atividades agrícolas, a principal atividade econômica desenvolvida na Região, especialmente no Arco do Desmatamento (Reddington et al, 2015; Rocha; Sant'anna, 2022). Morello et al (2019) constataram que a maior parte da incidência de incêndios ocorre em áreas de agricultura de pequeno porte, mas, no caso amazônico, práticas relacionadas à mineração também são vetores de aumento do desmatamento (Rocha; Sant'anna, 2022) e, portanto, associada a incêndios.

### Metodologia

A seleção dos artigos que compuseram a amostra deste estudo foi orientada pelo protocolo do Fluxograma Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR).

### Análise e Discussão dos Resultados

Os métodos se diversificam conforme o escopo da pesquisa, a proposta de análise e o tipo de relação a ser investigada. Alguns estudos que se dedicaram à compreensão dos efeitos sobre a saúde bucal, oncológica e o peso de recém-nascidos, por exemplo, definiram rotas metodológicas distintas.

### Considerações Finais

As relações entre Queimadas, Poluição e Saúde na Amazônia Legal puderam apresentar matizes pouco explorados da questão. A ocorrência de efeitos que não são aparentes de imediato não são matéria de pesquisa com frequência. A ocorrência de micronúcleos em células epiteliais bucais, baixo peso em recém-nascidos e câncer conformam um subconjunto de efeitos mais específicos que apontam para um novo horizonte de pesquisas e intervenções. Portanto, entender a multitudine de relações e as formas de impacto em cada bioma pode proporcionar um maior substrato de informações e potencializar o aprimoramento

### Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) : 5ª fase (2023 a 2027) [recurso eletrônico] / Subcomissão Executiva do PPCDAm. Brasília, DF: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/amazonia-ppcdam-1> Acesso em 29 de jul de 2025. BUTT, Edward W.; CONIBEAR, Luke; KNOTE, Christoph; SPRACKLEN, Dominick V.. Large Air Quality and Public Health Impacts due to Amazonian Deforestation Fires

### Palavras Chave

Amazônia Legal, Queimadas, Saúde

### Agradecimento a órgão de fomento

Pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através de projeto desenvolvido junto ao Centro de Saúde Global da UNIFESP, sob orientação das Profas. Beatriz Macchione Saes e Elisa Thomé Sena.

# SAÚDE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AMAZÔNIA LEGAL: revisão sistemática sobre a exposição a poluentes da queima de biomassa.

## 1. INTRODUÇÃO

*“[...] declare-se o brasil em Estado de emergência ambiental”*

Marina Silva (2019)

Em 2024, foram registrados 140.346 focos de incêndio na Amazônia Legal. O Estado do Pará apresentou o maior número de focos (56.070) e manteve três municípios (São Felix do Xingu, Altamira e Novo Progresso) entre as três primeiras colocações no ranking do INPE (2025), gerado pela Plataforma BDQueimadas, que reporta a quantidade de focos de calor identificados por satélites. Em escala nacional, os territórios amazônicos ocuparam as primeiras posições em queimadas. Em paralelo a esses dados, cabe mencionar que algumas cidades amazônicas, como Porto Velho-RO, Sena Madureira e Rio Branco-AC, apresentaram os maiores índices de concentração de Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>) entre as cidades ranqueadas no Relatório IQAir (2024), superando centros urbanos cujas atividades poluentes costumam ser massivas pela maior dinâmica industrial e de transportes.

Os Particulate Matter são partículas finas emitidas pela queima de biomassa, cuja classificação pode ser feita segundo o diâmetro em PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. A Organização Mundial da Saúde (OMS) determina que, até 24 horas de exposição a poluentes, uma concentração máxima de 15 ug/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> é um limite tolerável, que não causa danos à saúde humana. Todavia, no contexto de queimadas, a população amazônica sofre exposição aos poluentes em intervalos de longa duração (Galvão et al, 2018; Butt et al, 2021), o que amplia os riscos à saúde. Durante a estação seca, o crescimento dos focos de incêndio tende a apresentar associação com positiva com as taxas de desmatamento em locais onde a devastação é maior (Butt et al, 2021). Com a escalada em incêndios, a qualidade do ar diminui, posto que aumenta a concentração de poluentes nocivos, causando efeitos adversos sobre a saúde das populações próximas aos incêndios.

São eventos alarmantes que extrapolam os limites do que se considera adequado para tolerância à saúde. Além desse aspecto, ainda desafiam os horizontes e as metas estabelecidas nos planos nacionais para a conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento humano e socioeconômico. Combater as queimadas é uma necessidade premente, mas também se impõe ao lado da revisão dos atuais modelos de desenvolvimento que projetamos. A epígrafe com a declaração feita pela atual Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, se referia ao ano de 2019, um ano marcado por escaladas em queimadas florestais. A sentença continua atual e conclama à mudança de padrões de desenvolvimento e governança, voltando o olhar para a preservação e para reversão do quadro de devastação que enfrentamos. Minorar a emergência que se coloca depende da mitigação do desmatamento, pois os efeitos colaterais que são observados na saúde estão estreitamente ligados às mudanças climáticas e às atividades de devastação que não foram combatidas.

Os estudos na área despertam a atenção para a crescente disseminação de doenças respiratórias em virtude do contato com poluentes gerados pelas queimadas. São estudos que ratificam a associação entre os dois eventos: queimadas e internações por doenças respiratórias. Porém, há que investigar outras dimensões da questão, como as possíveis associações com outros danos à saúde que não se restringem ao trato respiratório, o quanto esses efeitos são percebidos em relação aos locais que mais apresentam focos de queimadas e os locais mais

próximos, como o setor público pode se preparar para prevenir os efeitos sobre a saúde e, no momento, como acolher casos ainda em pesquisa.

Neste trabalho, buscou-se analisar o que a literatura investiga acerca dos efeitos da exposição aos poluentes de biomassa na saúde, observando como as diferentes abordagens diferem em recorte temporal, geográfico, em tipos de doença e métodos. Também se identificou quais foram os autores que apresentaram maiores contribuições nessa temática, focando no número de publicações que consubstanciaram a amostra. Também foram analisadas as instituições e redes de pesquisa às quais os autores estavam vinculados, bem como as principais fontes de financiamento, para entender como os interesses no tema se ramificam nacional e internacionalmente, se já fazem parte de um corpo de produções consolidados e se houve continuidade das pesquisas além das publicações identificadas.

A pesquisa utilizou como marcos temporais o ano de 2004, quando foi lançado o PPCDam, e o ano de 2024, limite mais recente de recordes de queimadas registrados na Amazônia Legal. O objetivo dessa delimitação foi entender como as produções tratam o tema antes e após a implantação do PPCDam de acordo com as respostas em desmatamento e queimadas ao longo da vigência do programa. Para equacionar a busca, foram utilizados os termos-chave burning, fire, Amazon, health e disease nas bases PubMed e Scielo. A revisão dos artigos coletados se deu a partir da lista de diretrizes PRISMA-ScR.

Contando com esta introdução, a pesquisa compreende 5 seções, além de Apêndices e Anexo A. A Seção 2 explora a literatura existente sobre desmatamento, queimadas e os efeitos da poluição sobre a saúde. Também apresenta um panorama sobre a estrutura do atendimento à saúde no Brasil e na Amazônia Legal, para ilustrar como a saúde pública atende às novas demandas criadas pelas mudanças climáticas. Também aborda-se a capacidade de resposta do sistema de saúde a situações de crise causadas pela escalada de incêndios e de poluição.

Os aspectos metodológicos são descritos na Seção 3, que explica as etapas realizadas para o desenvolvimento da pesquisa através do protocolo PRISMA-ScR, que resultou em uma amostra de 23 títulos tratando do tema queimadas, poluição e saúde.

A Seção 4 desenvolve os resultados da análise dos artigos em 5 seções que abordam as relações entre fatores de exposição e indicadores de efeitos, traça os recortes temporal e tece avaliações sobre as propostas em políticas públicas presentes nos estudos.

Após a análise dos resultados, a Seção 5 encerra com uma síntese sobre o que foi observado nos resultados e faz observações avaliativas sobre limitações e potencialidades dos estudos acerca do tema queimadas, poluição e saúde.

## 2 O DESMATAMENTO COMO IGNIÇÃO DE QUEIMADAS

### 2.1 Desmatamento na Amazônia

A atenção da esfera política, nos âmbitos nacional e internacional, despertada pela escalada de queimadas e pelo desmatamento na Região da Amazônia Legal precede as discussões atuais, o que evidencia a persistência da questão. Nas décadas de 1970 e 1980, o aumento de atividades de queimadas foi associado aos assentamentos de ocupação agropecuária que avançaram, principalmente, sobre a região que compreende o Estado de Rondônia (Gonçalves et al, 2014). Posteriormente, a tendência se agravou, com os picos de incêndios que se concentraram na porção Sul da Amazônia Legal e no Estado de Roraima, mas houve uma resposta governamental que, à época, representou um avanço: a criação do Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e aos Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento (PROARCO) (Castro; Gonçalves; Hacon, 2009). O PROARCO foi dedicado ao monitoramento dos incêndios florestais na região com maior devastação. Resultante do prolongado processo de devastação, o Arco do Desmatamento (ou desflorestamento) corresponde a uma extensa área desmatada que se estende do sudeste do Estado de Maranhão ao sudeste do Acre. A faixa desmatada que atinge o Norte do Tocantins, o Sul do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Amazonas (Ignotti et al, 2007).

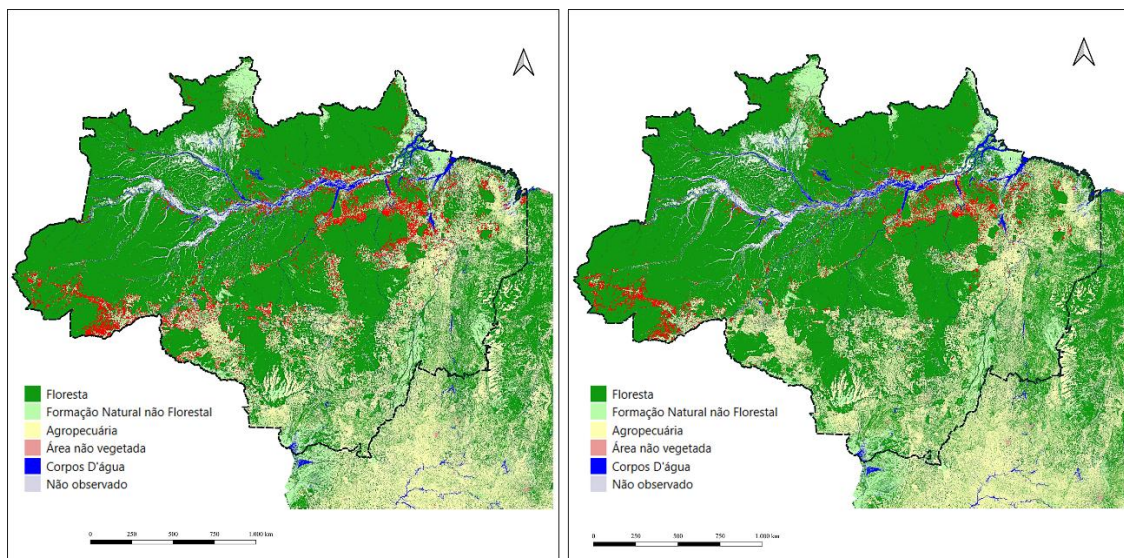
Em 2004, em uma tentativa de reverter as tendências de desmatamento e aprimorar as abordagens de combate, foi lançado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) (Brasil, 2023). Ao lado do Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia (PRODES), o PPCDAm foi corresponsável pela redução da taxa de desmatamento na Amazônia Legal desde o ano de sua implantação (2004) (Pinsky; Marcovitch, 2020), com os polígonos de área desmatada em blocos de 100 km<sup>2</sup> passando a representar 17% da área total do Arco do Desmatamento em 2012, o ano de maior redução para a série 2004-2022 (Brasil, 2023, p. 42). Um outro resultado positivo da implementação do Programa foi a redução da exposição da população a poluentes de biomassa, em 2004 e 2005 (Ignotti et al, 2010).

No entanto, o agronegócio e a pecuária ainda têm atuado de forma intensa na Amazônia Legal, causando mudanças no uso do solo e o aumento da queima de biomassa em áreas de pasto e floresta nativa (Sisenando et al, 2011). Os incêndios florestais associados a essas atividades concentram-se em áreas de desmatamento e são agravados por fatores climáticos, como a estação seca (Ribeiro et al, 2024; Butt et al, 2022). O ano de 2024 registrou 41.463 focos de queimadas na Amazônia Legal no mês de setembro (INPE, 2025). Butt et al (2021), contabilizaram um maior número de focos de incêndio em áreas de maior taxa de desmatamento.

Figura 1 - Alertas de desmatamento na Amazônia Legal – meses selecionados

a) agosto-dezembro de 2019

b) agosto-dezembro de 2024



Elaborado pela autora via QGIS (v. 3.34.7) – camadas vetoriais do MAPBiomias Alerta (2021) e IBGE (2025).

A linha tracejada (em preto) delimita a Região da Amazônia Legal e os pontos em vermelho denotam alerta crítico de devastação. Os pontos de Alerta na Amazônia Legal mostram localizações em que a supressão de vegetação ocorre de forma mais acentuada. Acima, os mapas de Alerta reportam a situação para os meses que compreendem a estação seca: agosto a dezembro. Foram elaborados dois mapas de alerta, nos quais são perceptíveis diferentes concentrações de pontos de alerta nos anos de maior criticidade do fogo na região em análise. Embora o ano de 2024 tenha apresentado o maior pico de queimadas nos anos mais recentes, os pontos de alerta de desmatamento foram mais acentuados em 2019. Butt et al (2021) estimam que o crescimento do desmatamento entre 2014 e 2019 tenha cooperado para o crescimento de incêndios e impactado a saúde pública.

Até 2022, 50,42% do desmatamento ocorreu em áreas com Cadastro Ambiental Rural ativo e 49,58% em áreas sem CAR. Estima-se que a reduzida fiscalização ambiental e a ausência de regularização fundiária sejam fatores que contribuíram para o aumento da participação das Unidades de Conservação (UCs) no total de desmatamento em áreas públicas destinadas à conservação, que perfaz 50% do total, sendo que desse percentual, 43% ocorreram em UCs federais, enquanto 57% UCs estaduais (Brasil, 2023).

O ano do fogo (2019) coincidiu com o final da quarta fase do PPCDAm, em que o desmonte das políticas ambientais, como a suspensão do Fundo Amazônia e do PPCDAm pelo Governo Federal, fez o desmatamento escalar de 7,5 mil km<sup>2</sup> para 11, 5 mil km<sup>2</sup> (Brasil, 2023; Pinsky; Marcovitch, 2020) e reduziu as ferramentas de combate ao desmatamento, vigilância e proteção. Nos mapas, é possível observar que as porções que em 2019 eram parte dos alertas, em 2024 passaram a não concentrar pontos vermelhos, mas correspondem às áreas em amarelo que se referem aos domínios da agropecuária. Portanto, pode-se inferir que parte das queimadas estão atreladas ao desmatamento, posto que 52% dos focos de incêndios situaram-se em áreas de desmatamento recente (2017-2022) (Brasil, 2023).

## 2.2 Manejo e riscos das queimadas como prática ancestral

Na Amazônia Legal, a poluição do ar está associada às queimadas provenientes das atividades agrícolas, a principal atividade econômica desenvolvida na Região, especialmente no Arco do Desmatamento (Reddington et al, 2015; Rocha; Sant'anna, 2022). Morello et al (2019) constataram que a maior parte da incidência de incêndios ocorre em áreas de agricultura

de pequeno porte, mas, no caso amazônico, práticas relacionadas à mineração também são vetores de aumento do desmatamento (Rocha; Sant'anna, 2022) e, portanto, associada a incêndios.

O fogo é utilizado como técnica de manejo do solo, a fim de preparar a terra para o plantio de lavouras e a contenção de plantas daninhas em áreas de pastagem (Motta et al, 2002; Chermont, 2020). A técnica é utilizada desde o neolítico e, no Brasil, estima-se que seja largamente empregada na limpeza de plantações de cana-de-açúcar, algodão e entre indígenas. Portanto, o uso do fogo constitui-se como parte de uma prática ancestral de baixo custo (Chermont, 2025; Embrapa, 2000).

Em caso de alastramento em uma área, o que caracteriza um incêndio ou queimada é a intencionalidade inicial. De acordo com Nepstad, Moreira e Alencar (1999), que desenvolveram estudos sobre as queimadas na agricultura da Amazônia brasileira, o fogo pode ser intencional ou acidental:

i. Fogo intencional: refere-se à combustão gerada com uma finalidade econômica (agricultura) e localizada, o que se denomina queimada;

ii. Fogo acidental: ocorre quando a queimada (fogo intencional) se propaga de forma descontrolada, ultrapassando os limites da área de realização da atividade-fim. São os incêndios florestais.

Como a matéria florestal seca (madeira, galhos e folhas) libera faíscas que funcionam como fontes de ignição, os incêndios de corte e queima tendem a se propagar com facilidade (Nepstad; Moreira; Alencar, 1999).

Apesar do risco potencial inerente ao uso agrícola, o emprego das queimadas como técnica acaba fazendo parte do cenário de reprodução da vida material entre os amazônidas. Para apresentar alternativas, cabe entender a racionalidade envolvida, um exercício que também requer olhar para as necessidades de sobrevivência e integração com os recursos à disposição do agente econômico no meio rural que utiliza esse método ancestral (Myers, 2006; Chermont, 2020), pois a queima acidental do ambiente em que o agente reside não faz sentido econômico (Motta et al, 2002).

Ao conduzir um estudo em propriedades rurais ao longo da BR-163, no Pará, Chermont (2020) tenta confrontar a visão neoclássica de que o uso do fogo é uma ferramenta inerente a um suposto comportamento maximizador de lucros por camponeses na Região. Entendê-lo sob a perspectiva do *homo economicus* para definir suas decisões negligencia o fato de que não é possível enquadrar o camponês, com todas as suas necessidades e subjetividades, em um modelo utópico de concorrência perfeita, pois se trata de um sujeito que tende a exercer suas trocas com base em relações de reciprocidade (Ellis, 1993).

O *modus operandi* do camponês amazônico que utiliza a técnica de queimada deve ser compreendido a partir de suas especificidades. Portanto, entende-se que o comportamento decisório acerca do uso do fogo deve levar a termo as competências de transformação do ambiente e as limitações tecnológicas da estrutura em que o sujeito está inserido, e não padrões de racionalidade individual (Chermont, 2020; Ellis, 1993). Em suma, Chermont aduz que o uso do fogo, além de ser uma técnica de baixo custo, surge de uma lógica reprodutiva baseada na necessidade de garantir segurança alimentar e de dispor de mão-de-obra no campo.

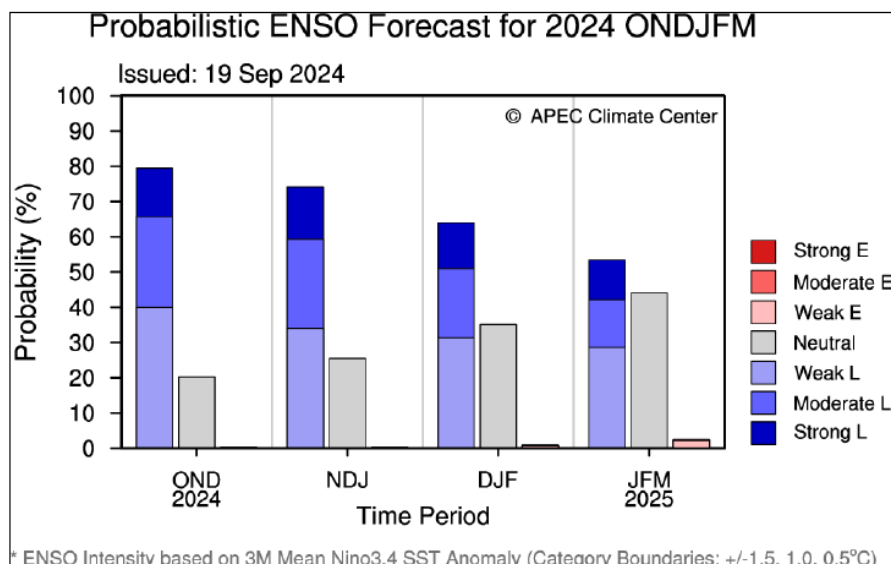
### 2.3 Recordes de queimadas

Entre 2019 e 2024, o número de focos de incêndio no bioma amazônico cresceu 57%. Na série histórica, que se estende de 2003 a 2024, os meses de agosto e setembro são os que

apresentam maior ocorrência de queimadas na Região da Amazônia Legal (INPE, 2025), alcançando uma média de 27.124,52 e 34.408,48 focos, respectivamente. Em anos posteriores ao limite inicial do pico do ano do fogo (2019), as condições que favorecem a deflagração de incêndios persistiram. Estimativas do Boletim Agroclimatológico do INMET (2024) indicaram a manutenção de temperaturas acima da climatologia, com redução dos níveis de volume hídrico (i.e., umidade do solo e níveis de armazenamento de água), especialmente no Pará e em Amapá, entre outubro e novembro de 2024.

Somadas a essas condicionantes, as temperaturas na Amazônia brasileira tornaram o cenário propício a queimadas que bateram recorde. O mês de setembro de 2024 registrou 41.463 focos de incêndios no bioma, ultrapassando o último pico de 2022 (INPE, 2025) (Vide Figura 1). No início do ano de 2024, as temperaturas médias mensais do Pacífico equatorial superaram o limiar de 0,5 °C, caracterizando condições de *El Niño*, que terminou em maio, mas o mês de Setembro foi marcado por picos de temperatura do Atlântico Tropical Norte e do Atlântico Tropical Sul, que após a fase de transição, demarca o início do *La Niña* no último trimestre do ano (INMET, 2024). As estimativas do Boletim no período coincidem com as escaladas de queimadas e recorde de focos registrados no período, superando o ano de 2019.

Figura 2 - Previsão probabilística de ENOS do APCC



APEC Climate Center, 2024 (apud: INMET, 2024, p. 11)

Face ao cenário emergencial, avançaram as medidas de combate e as propostas de alternativas ao emprego de fogo na agricultura. Em audiência de conciliação, para tratar das estratégias de combate e prevenção às queimadas, o Ministro Paulo Teixeira falou em restrição do uso do fogo na agricultura na Amazônia e Pantanal (Brasil, 2024), destacando a necessidade de revisão da cultura de uso do fogo.

No entanto, a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (Lei nº 14.944 de 07/2024), sancionada em um contexto de criticidade do ano de 2024, prevê o reconhecimento do uso da técnica de queimada como prática ancestral e propõe três formas de uso na agricultura: queima controlada, para uso em atividades agrossilvipastoris; queima prescrita, voltada à conservação, e o uso tradicional e adaptativo do fogo. O manejo integrado consiste em um modelo de abordagem técnica que considera a prevenção, o papel ecológico, as necessidades e as percepções culturais de quem pratica queimada na avaliação de risco das atividades que a apliquem (Myers, 2006). Além de apontar os riscos potenciais do uso irregular,

a Lei nº 14.944/2024 reforça a conveniência de penalizações de acordo com Código Florestal (Lei 12.651/2012).

Tabela 1 - Instituições nacionais de manejo integrado do fogo

<b>Medida</b>	<b>Atuação</b>	<b>Atualização</b>
PPCDAM	Prevenção e controle	Metas para 2027
PREVFOGO	Monitoramento	Dados atualizados para acesso civil
Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo	Diretrizes para o uso seguro do fogo na agricultura	Reforça a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012
ICMBio	Conservação e formação de brigadistas	

Elaborado pela autora (2025)

O PPCDAM está em sua quinta fase, que visa alcançar a meta de diminuir o desmatamento no horizonte 2030. O Eixo II do PPCDAm define metas de vigilância, mitigação e controle de incêndios florestais nos objetivos 5 e 6 (Brasil, 2023). Com uma atuação alinhada com as programações do PPCDAm, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) coordena a formação de brigadistas para ações de combate na Amazônia Legal e integra a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo.

Figura 3 - Triângulo do manejo do fogo



Myers (2006, p. 10)

Tendo em vista o desenvolvimento de outros sistemas de manejo, algumas experiências na Amazônia Legal já estão em curso e apresentam perspectivas positivas nesse sentido. Para pequenos agricultores, há experiências que mostram a eficiência de sistemas como a agrossilvicultura, em que os agricultores amazônidas passaram a evitar o uso de fogo no manejo (Weihs et al, 2025). Um sistema similar é o chamado Tibitamba, que envolve corte e trituração da vegetação em vez de corte-e-queima (Sá et al, 2025).

Os eventos críticos de 2019, 2022 e o mais recente recorde de queimadas no ano de 2024 estimularam um desfecho normativo que já estava em curso. O modelo de manejo

integrado e as técnicas agrossilvipastoris alinhadas com a Política Nacional de Manejo Integrado permitem conciliar o uso do fogo ou a sua substituição de forma gradativa respeitando as dimensões socioculturais associadas a essa técnica, mas não deixam de colocar a urgência de revisão do quanto essa prática pode ser danosa, principalmente em um contexto de mudanças climáticas em que a severidade da seca se prolonga por meses e os poluentes das queimadas se alastram por quilômetros.

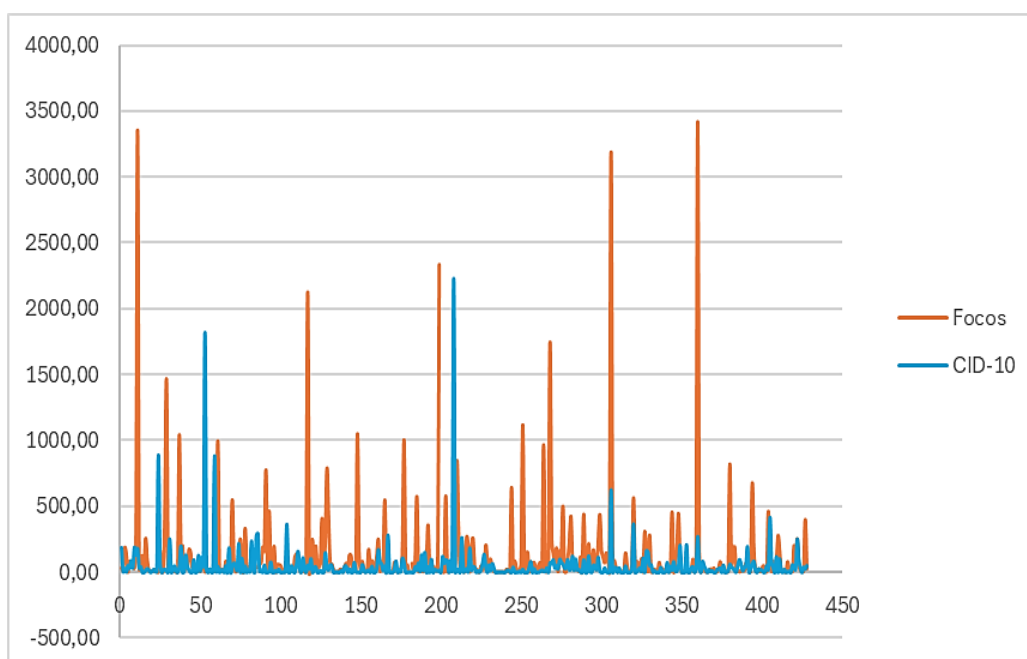
Os custos para os setores público e, também, privados envolvem dispêndios no combate a incêndios, prejuízos na produtividade pela redução de dias de trabalho, mortalidade e atendimento de casos crescentes de asma e bronquite (Cascio, 2018). Na Região Amazônica, os custos com a internação de pacientes, principalmente crianças, com problemas respiratórios devido à incidência de queimadas, em 2019, chegaram a R\$ 1.5 milhões para 9.750 leitos-dia (Barcellos et al, 2019). Há que considerar que a implementação de medidas de mitigação dos fatores principais também representa um custo, mas pode conter a incidência de doenças dessa natureza e atenuar outros efeitos sobre o bioma e as populações.

Algumas políticas podem auxiliar na mitigação do uso do fogo em duas frentes: política e econômica, esta através da mecanização e subsídio (Morello et al, 2019). Na política, é possível desestimular através de regras e acordos, mas na econômica, é necessário avaliar se o aumento da mecanização se constrói a partir de um paradigma tecnológico plausível do ponto de vista dos danos ambientais e de acesso igualitário a novas ferramentas, a exemplo dos sistemas agro silvipastoris. A ideia de subsidiar é satisfatória, mas convém avaliar se ela será implementada, também, para os pequenos agricultores.

#### 2.4 Saúde pública: cobertura e acesso

Em 2019, que passou a ser denominado ano do fogo, os focos de incêndio ocorreram em ritmo muito próximo aos picos no número de internações por doenças listadas no capítulo X do Código Internacional de Doenças (Cid-10), relativo a doenças respiratórias.

Figura 4 - Focos de incêndio X Internações por CID-10 na estação seca



Elaborado pela autora, com base em DATASUS (2024) e INPE (2024).

Todavia, os municípios com maior número de focos não apresentaram um número elevado de internações por doenças listadas no código CID-10. Essa dinâmica coincide com os resultados de estudos precedentes (Arbex et al, 2004; Silva et al, 2016; Anderson; Marchezini, 2020), segundo os quais o aumento no número de internações foi mais perceptível em municípios receptores da pluma de fumaça gerada pela queima de biomassa de focos situados em outros locais. Na estação seca, entre agosto e julho, o risco inerente à exposição a PM<sub>2.5</sub> e O<sub>3</sub> (Ozônio troposférico) é maior entre crianças de 6 a 8 anos, que podem desenvolver condições respiratórias adversas como asma (Silva et al, 2016).

No entanto, é perceptível uma concomitância entre as variáveis Internação por CID-10 x População para alguns municípios. Trata-se de um padrão observável em municípios do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia.

Tabela 2 – Municípios com elevada internação por CID-10 no ano do fogo (2019)

<b>Município</b>	<b>UF</b>
Feijó	Acre
Apuí	Amazonas
Lábrea	Amazonas
Colniza	Mato Grosso
Aripuanã	Mato Grosso
Altamira	Pará
Itaituba	Pará
Novo Progresso	Pará
São Félix do Xingu	Pará
Nova Mamoré	Rondônia
Porto Velho	Rondônia

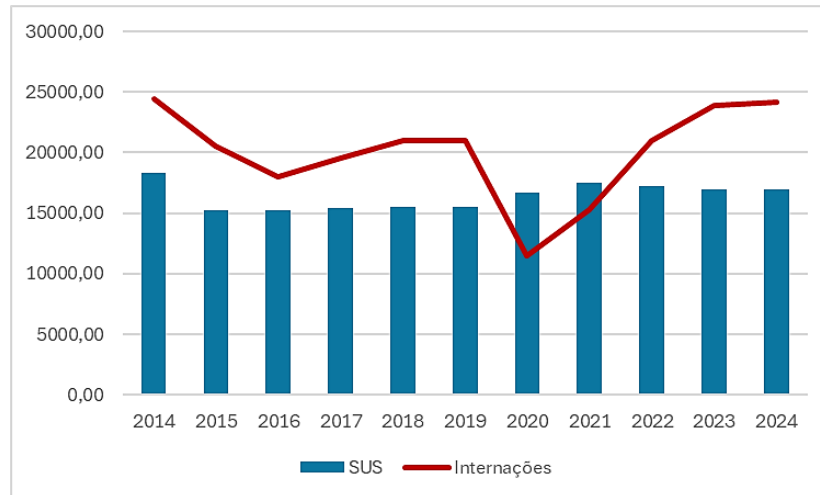
Elaborado pela autora (2025), com base em IBGE (2024) e DATASUS(2024).

Em termos per capita, selecionando os 15 maiores valores, o ranking nacional mostra uma maior razão de hospitalização relativa no Pará, seguido de Mato Grosso, Roraima e Tocantins. Os municípios do Estado do Pará apresentaram maior tendência de aumento em internações por CID-10 no Ano do Fogo, o que pode indicar maior gravidade na escala de distribuição dos focos, intensidade e duração dos incêndios ou a interação de fatores biogênicos.

Em 2019, a taxa de internação por doenças do trato respiratório na região atingiu 63,5% no mês de janeiro (Rocha; Sant'anna, 2022) e, em termos absolutos, 5.000 internações de crianças por mês (Barcellos et al, 2019). Rocha e Sant'Anna (2022) encontraram uma correlação positiva entre o aumento no número de internações e o aumento da poluição, cujos efeitos sobre a população não podem ser contidos pelo sistema de saúde de forma suficiente.

Como o atendimento nos municípios amazônicos depende da cobertura do SUS, nesta pesquisa considerou-se conveniente analisar como o número de leitos disponíveis se comparam com a demanda de internações na estação seca (agosto-outubro) para os anos de 2014 a 2024. Ao justapor as duas séries, observou-se que o número de leitos não acompanha a demanda de internações hospitalares por doenças do capítulo 10 do CID-10 em anos críticos, quando os picos de internações excedem a capacidade de acolhimento do SUS.

Figura 5 - Máximo de leitos disponíveis e internações por doenças do cap X do CID-10 na Amazônia Legal



Elaborado pela autora com base em Open DataSUS (2024) e TABNET DataSUS (2025).

Abordar a crise ambiental de 2019 serve para ilustrar a magnitude dos efeitos e a capacidade de resposta do setor público em situações de emergência, como as que se seguiram em 2023 e 2024. Também pode apontar para a conveniência de uma legislação que estabeleça dispositivos eficientes em mitigar práticas de queimadas ou ações criminosas, pois na Região Norte a ocorrência de situações de calamidade pública atrelada à baixa qualidade do ar ainda é subnotificada (Anderson; Marchezini, 2020). O quadro também permite inferir que persiste a necessidade de interiorização das unidades de atendimento na Amazônia Legal, para o alcance da meta de universalização e integralização da saúde e bem-estar, parte da concepção do SUS.

### 3 MÉTODOS

A seleção dos artigos que compuseram a amostra deste estudo foi orientada pelo protocolo do Fluxograma *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR). O PRISMA-ScR foi desenvolvido com a intenção de padronizar diretrizes de revisão de escopo e possibilitar a replicação de etapas de pesquisa, podendo tangenciar extensão, alcance e natureza dos conhecimentos acerca de um determinado tópico (Tricco et al, 2018). Trata-se de um sistema de scoping review que se desenvolve em quatro etapas de análise (Corazza; Fracalanza, 2025). Para cada etapa, os trabalhos que apresentam maior alinhamento ao objetivo da pesquisa permanecem no quadro até a última etapa, enquanto os que não apresentam compatibilidade, são eliminados.

1. Identificação: Dia 26/05/2025
2. Triagem: de 29/05/2025 a 20/06/2025
3. Elegibilidade: de 30/06 a 03/07/2025
4. Inclusão: entre 03/07/2025 e 04/07/2025

Na etapa de Identificação, a busca de títulos envolveu a utilização de termos-chave a partir do mecanismo de busca booleana. O mecanismo de busca booleana alude à álgebra sistematizada por George Boole e consiste em um sistema seleção de títulos a partir da equação entre termos-chave do assunto e operadores lógicos (AND, OR e NOT) (Betini; Bozoni, 2023). A busca por operadores lógicos permite que os resultados acionados pela equação de busca forneçam apenas os títulos pertinentes aos termos-chave, eliminando os títulos não relacionados ao assunto que é objeto da pesquisa. Urrutia-Pereira et al (2021) também utilizam o sistema de busca booleana, mas não o denominam como tal. Como operadores lógicos, utilizou-se cinco termos-chave, equacionados da seguinte forma:

**((burning OR fire) AND (Amazon) AND (Health OR disease))**

A escolha desses termos se baseou no interesse em analisar artigos que tratam da queima de biomassa e seus efeitos sobre a saúde na Amazônia brasileira entre 2004, ano de escalada do desmatamento e início do PPCDAm, e 2024, ano mais recente com registros de focos de incêndios florestais no Brasil.

Foram coletados 83 resultados da base National Library of Medicine (PubMed) e 9 da Scientific Electronic Library Online – Brasil (SciELO), perfazendo uma amostra inicial de 92 títulos. Procedeu-se ao registro na tabela PRISMA e à primeira triagem, a partir da qual foi feita a inclusão de todos os títulos para serem analisados na segunda etapa. A tabela contém colunas designadas pelas rubricas: ID (identificação ordinal do artigo na lista de resultados), Autor, Ano, título, critério de inclusão, critério de exclusão.

Tabela 3 - Registro na tabela PRISMA-ScR

ID	Título	Fonte	Autor(es)	Ano	Resumo	Duplicado	Critérios de Exclusão	Critério de inclusão
001	Pan-cancer analysis of whole genomes	PubMed	ICGC/TCGA	2020		não	Critérios 1, 2 e 3 não atendidos	
002	25th Annual Computational Neuroscience Meeting: CNS-2016	PubMed	Sharpee- et al [ <b>&gt;20 autores</b> ]	2016		não	Critérios 1, 2 e 3 não atendidos	

Elaborado pela autora (2025)

A triagem consiste na escolha pelos títulos, palavras-chave e leitura do resumo dos artigos. Nessa etapa, 32 títulos da base PubMed e todos os 9 títulos da Scielo continuaram no Fluxograma, ao passo que 51 foram preteridos por não atenderem aos seguintes critérios: apresentar enfoque geográfico na Amazônia Legal (1); abordar queimadas (2) e efeitos sobre a saúde (3).

Através de técnicas de leitura dinâmica, por *skimming* e *scanning*, os 41 artigos da etapa precedente foram analisados para definir a etapa 3, de elegibilidade dos artigos que mais se ajustaram ao tema da pesquisa. Nessa fase, 22 títulos da base PubMed foram acolhidos, ao passo que 10 foram excluídos, pois não tratavam de efeitos sobre a saúde, mas sim de avaliações de risco ambiental ou não envolviam queimadas, apenas as citam. 3 títulos foram excluídos por não estarem disponíveis – acesso mediante taxas em US\$. Entre os títulos da Scielo, notou-se que 4 trabalhos já haviam sido identificados na tabela de títulos do PubMed. Essa convergência foi registrada como duplicidade na tabela PRISMA.

Dos 9 títulos analisados da Scielo, 6 já haviam sido identificados entre os resultados da base PubMed. Do total, 3 foram excluídos e, dos 6 remanescentes, apenas um não era constante nos resultados da busca na PubMed. Portanto, apenas 1 título da Scielo não era duplicado.

Por fim, 23 artigos passaram para a Etapa 4, de inclusão, e compuseram a amostra de artigos que foram analisados. Os títulos se referem às queimadas e seus efeitos sobre a saúde, abrangendo tanto doenças respiratórias quanto complicações de outra ordem, analisadas sob a perspectiva regional do bioma amazônico, de forma isolada, ou de forma associada com outros biomas adjacentes (Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pesquisas que abordam saúde e queimadas buscam traçar relações entre a poluição derivada da queima de material de biomassa e seus efeitos sobre a saúde respiratória. As publicações que tratam desse assunto são consideradas escassas entre os estudos já realizados (Jacobson et al, 2014; Machin et al, 2019) e a produção existente foca em analisar condições respiratórias. Todavia, há estudos que exploram o potencial deletério dos poluentes sobre outras áreas da saúde humana. São estudos que representam uma parte menos expressiva desse conjunto, mas que apontam para outros riscos que merecem ser investigados, pois despertam a atenção para correlações ainda incógnitas e podem auxiliar em estratégias de atenuação.

Embora os artigos difiram entre si pelos métodos, apresentam verossimilhanças em seus enfoques. Entre os que foram selecionados nesta pesquisa, 3 são revisão de literatura, enquanto outros desenvolvem múltiplas abordagens, baseadas em procedimentos que abrangem desde a análise de séries a classificações e formulação de indicadores. Esse quadro pode refletir uma predominância de abordagens quantitativas, que se justificam pela necessidade de acompanhar vestígios amostrais das consequências observadas pelo aumento dos incêndios florestais.

Os estudos de revisão de literatura corroboram a percepção de que há poucos estudos que associam o evento queimadas à poluição e à saúde (Ribeiro et al, 2024; Marlier; Bonilla; Mickley, 2020; Carmo; Hacon, 2013). Enquanto os estudos de revisão propõem a ampliação das pesquisas, os trabalhos de abordagem quantitativa partem dessa premissa para complementar o rol de análises nesse sentido, as quais podem, progressivamente, compor um cenário de estimativas e padrões de sistematização dos conhecimentos na área.

Há uma concentração de interesse em analisar o trinômio queimadas-PM<sub>2.5</sub>-doença respiratória, especialmente relacionando materiais particulados com as doenças listadas no capítulo X do CID-10. Essa mesma relação já foi abordada sob diferentes métodos, mas poucos consideraram a preexistência de comorbidades paralelas nas amostras analisadas. No entanto, Castro, Gonçalves e Hacon (2009) levantam essa possibilidade em seu estudo e acentuam não só a necessidade de ampliação de políticas públicas, como também propõem medidas e protocolos detalhados de intervenção pública. A pesquisa de Urrutia-Pereira et al (2021), por seu turno, também representa uma exceção, pois destaca a necessidade de se estudar a Pandemia como contexto de agravamento da saúde respiratória em situações de crise ao lado da incidência de queimadas, destacando a necessidade de ajustamento das políticas de atendimento em contextos atípicos.

Dentro da amostra de trabalhos, é possível traçar pontos comuns entre os elementos mais recorrentes e diferenças entre outros estudos. Os métodos se diversificam conforme o escopo da pesquisa, a proposta de análise e o tipo de relação a ser investigada. Alguns estudos que se dedicaram à compreensão dos efeitos sobre a saúde bucal, oncológica e o peso de recém-nascidos, por exemplo, definiram rotas metodológicas distintas.

### 4.2 Indicadores de exposição e efeitos sobre a saúde

O tema mudanças climáticas e saúde é multifacetado e, particularmente, quanto ao assunto queimadas, a discussão volta-se para as consequências perceptíveis no curto prazo (que acontecem semanas após os focos de queimadas). Embora se reconheça a escassez de pesquisas (Ribeiro et al, 2024; Jacobson, 2014; Machin et al, 2019), um exemplo que se alinha a essa observação, nesse campo, é a profusão de estudos sobre doenças respiratórias face a outras doenças amplificadas pelos incidentes de queimadas e a disseminação de poluentes.

Na pesquisa em curso, observou-se que, dentro dessa mesma abordagem, existem pontos de coincidência. Precisamente, há mais estudos na amostra sobre a relação PM<sub>2.5</sub> – doenças respiratórias, presentes na lista do Capítulo 10 do CID-10, do que relacionando-as a outros poluentes suspensos que também podem ser emitidos pela queima de biomassa (e.g. Dióxido de carbono, Ozônio, Black Carbon e PM<sub>10</sub>). Em seguida, aparecem os estudos sobre PM<sub>10</sub>, porém em conjunto com a influência de PM<sub>2.5</sub>. Os estudos costumam analisar as intercorrências de doenças respiratórias tecendo associações entre os dois tipos de aerossóis. Apenas o estudo de Galvão (2018) desenvolve uma análise focalizando os efeitos da exposição a PM<sub>10</sub> de forma isolada.

O estudo de Galvão et al (2018) não trata de efeitos respiratórios, mas soma-se a outros que direcionam atenção a essa classe de material particulado. Entre outros efeitos relatados, a exposição a PM<sub>10</sub> pode propender a câncer pulmonar, como indicam Alves et al (2017). Jacobson et al (2018) também inserem PM<sub>10</sub> no conjunto de materiais particulados cujos efeitos sobre a saúde respiratória em crianças em idade escolar foram objeto de estudo.

Entre os artigos analisados, 4 destacaram, em sua descrição metodológica, se tratar de estudo ecológico (Andrade et al, 2017; Machin et al, 2019; Castro, Gonçalves e Hacon, 2009; Mascarenhas et al, 2008). Os estudos acentuam a abordagem ecológica como elemento-guia, mas a conciliam com procedimentos distintos, como a análise de séries temporais e de indicadores. Os estudos ecológicos envolvem a agregação de dados sobre a variável poluente e a variável que mensura os efeitos sobre a saúde (Carmo; Hacon, 2013). Ou seja, as abordagens de análise estatística são predominantes nos estudos ecológicos.

Considerando o valor de referência de 80 µg/m<sup>3</sup> para a qualidade do ar, em um estudo ecológico para o anuênio 2003-2004, Ignotti et al (2010) colocam o percentual anual de concentração PM<sub>2.5</sub> como indicador de exposição aos poluentes das queimadas e justapõem com a taxa de hospitalização. Machin et al (2019) assumem PM<sub>2.5</sub> e CO como indicador de exposição a poluentes de biomassa no ano de 2012, durante o bimestre dezembro-janeiro. O estudo ecológico desenvolvido pelos autores considera doenças do capítulo X do CID-10 na sistematização da variável de efeito. Em um estudo ecológico de Ignotti et al (2007), focos de queimadas foram considerados como variável de exposição e os indicadores de efeito sobre a saúde se basearam na taxa de mortalidade e morbidade hospitalar em crianças.

Outro aspecto comum entre os artigos é a definição da faixa etária. Os trabalhos focalizam os grupos infantil e idoso, com 6 títulos abordando o público infantil ao passo que 3 se voltam para o público idoso. Ao tratar desses públicos, os estudos concluem que são os grupos mais vulneráveis a doenças ocasionadas pela exposição aos poluentes derivados de queimadas.

Machin et al (2019) focalizam o grupo idoso para desenvolver uma avaliação da vulnerabilidade a Asma, pneumonia, bronquite, bronquiolite e doença pulmonar obstrutiva grave decorrentes da exposição a PM<sub>2.5</sub> e CO durante o ano de 2012. Castro, Gonçalves e Hacon (2009) também buscam isolar uma amostra de informações referentes somente a faixa etária de idosos e apontam para limitações na avaliação de impactos sobre a saúde respiratória pela dificuldade de sondar a existência de comorbidades que possam influenciar os efeitos observados em associação com a incidência de queimadas. Em um estudo de efeito conjunto sobre idosos e crianças, Ribeiro et al (2024) corroboram as constatações de estudos precedentes que indicam o aumento de internações entre idosos e crianças por doenças respiratórias quando se elevam os focos de queimadas. O estudo ecológico de Ignotti et al (2010) relaciona a exposição à fumaça de queimadas, medida pela concentração de PM<sub>2.5</sub>, a internações entre os

grupos infantil e idoso: recém-nascidos, crianças menores de 5 anos, adultos (faixa etária intermediária) e idosos acima de 64 anos de idade.

Silva et al (2014) utilizaram modelagem estatística de regressão logística para investigar a relação entre o baixo peso ao nascer e a exposição à fumaça oriunda da queima de biomassa nos Estados de Mato Grosso e Amazonas. O modelo utilizou como variáveis de poluentes PM<sub>2.5</sub> e CO, exposição materna, peso, idade, sexo, educação e pré-natal. No Brasil, há poucos estudos tratando das possíveis associações entre baixo peso ao nascer e a exposição gestacional a PM<sub>2.5</sub>. Porém, a literatura indica uma associação entre a inflamação placentária com o retardamento do crescimento fetal (Nordenvall; Sandstedt, 1990), reforçando a constatação de que a exposição a poluentes pode afetar a morfologia da placenta e interferir no peso de recém-nascidos ao comprometer o fluxo de oxigênio durante a gestação (Silva et al, 2014).

Para avaliar a possibilidade de mutação no DNA e a propensão ao câncer em períodos de seca e intensificação das queimadas, Galvão et al (2018) desenvolveram um indicador que estima o risco a partir da presença de PAHs (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) e oxy-PAHs (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos oxigenados) em PM<sub>10</sub> – frações componentes de PM<sub>10</sub> que estão atreladas à toxicidade. O artigo localiza o estudo em Porto Velho-RO, no intervalo agosto/2011-outubro/2011, que compreende a estação seca na Região. O indicador apresenta a forma:

$$\text{Cancer risk} \propto P([\text{nitro-PAHs}] \times \text{TEF}_{\text{nitro-PAHs}}) \times \text{unit risk}$$

Galvão et al (2018)

Por meio de análise estatística (variância ANOVA e teste Tukey de comparação) e o Teste de Mann-Whitney para a concentração de PM<sub>2.5</sub>, o estudo de Sisenando et al (2012) estima como a exposição à classe de poluentes PM<sub>2.5</sub> em três municípios da Amazônia Legal pode aumentar a frequência de micronúcleos em células epiteliais bucais em crianças e adolescentes em idade escolar (6-16 anos).

Em um estudo precedente sobre a frequência de micronúcleos devida à exposição a PM<sub>2.5</sub> entre crianças menores de 5 anos, Sisenando et al (2011) empregaram como um dos métodos um bioindicador da qualidade do ar, neste caso, a planta *Tradescantia Pallida*. Assim como na pesquisa sobre doenças respiratórias, a diversidade de métodos, nestes casos, sugere formas distintas de investigação da mesma relação micronúcleos-PM<sub>2.5</sub>, observando diferentes faixas etárias e a partir de indicadores inéditos.

Retomando o caso das doenças respiratórias, um outro exemplo da variação de métodos pode ser mostrado pelo estudo qualitativo e classificatório de Gonçalves et al (2014), que utiliza focos e intenações como linhas de base. O artigo faz uma avaliação de risco a doenças respiratórias, destacando a vulnerabilidade e a exposição a focos de calor na zona urbana de Porto Velho.

#### 4.3 Recorte Temporal

O Programa de Prevenção e Combate ao Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) se iniciou em 2004 e representou um ponto fulcral nas políticas de combate ao desmatamento desde a década de 1980 ao início dos anos 2000, período que apresentou as maiores taxas de desmatamento na Amazônia Legal (Brasil, 2023). Entre os eixos de atuação, a prevenção e o combate a incêndios florestais se destacam como ferramentas de mitigação das atividades que aumentam o desflorestamento. Levando em consideração o período de implementação do PPCDAm, nesta seção buscou-se analisar como os estudos situam o objeto de pesquisa

(queimas e saúde) em dois momentos: antes e ao longo da vigência do PPCDam. Para tanto, o enfoque se direcionou à identificação das justificativas que orientaram os autores a delimitarem os períodos de sua investigação.

A justificativa, neste caso, se refere aos eventos ou marcos que delimitaram o período de interesse.

Figura 6 - Estudos anteriores a 2012

Autores	Período analisado	Bioma	Justificativa	Autores	Período analisado	Bioma	Justificativa
de Oliveira Alves N, Vessoni AT, Quinet A, Fortunato RS, Kaiitani GS, Peixoto Cobeio I,	2010-2011	Porto Velho	Picos de incêndio florestal em 2010 e 2011	Sisenando HA, Batistuzzo de Medeiros SR, Artaxo P, Saldiva PH,	2008-2009	Amazônia Legal e Cerrado (Porto Velho, Tangará da Serra e Chapada	Estação seca e concentração de PM2.5
Castelhana FJ, Borge R, Roig HL, Adams M, Amini H,	2003-2008	Pampa, Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia Legal	Aumento dos incêndios florestais	Castro HA, Gonçalves Kdos S, Hacon Sde S.	1998-2005	Rondônia	Programa de Prevenção e Combate às Queimadas
Cândido da Silva AM, Moi GP, Mattos IE, Hacon Sde S.	2004-2005	Mato Grosso	Escassez de estudos	Sisenando HA, de Medeiros SR, Saldiva PH, Artaxo P, Hacon SS	2008-2009	Amazônia Legal	Picos de queimadas no Sul da Amazônia Legal entre 2004 e 2007
do Carmo CN, Hacon Sde S.	1992-2005	Amazônia Legal, Califórnia, Austrália e Ásia	Revisão de literatura, seca de 2005 e escalada de incêndios na	Mascarenhas MD, Vieira LC, Lanzieri TM, Leal AP, Duarte AF, Hatch DL	2005	Rio Branco	Seca de 2005
Smith LT, Aragão LE, Sabel CE, Nakaya T.	2001-2010	Amazônia Legal	Seca	Gonçalves Kdos S, Siqueira AS, Castro HA, Hacon Sde S.	2008-2011	Porto Velho	Aumento de registro ambulatorial por doenças respiratórias
Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon Sde S, Netto PA.	2004-2005	Amazônia Legal	Níveis elevados de concentração de PM2.5 no Arco do Desmatamento	Ignotti, Eliane; Hacon, Sandra de Souza; Silva, Ageo Mario Cândido; Junger, Washington Leite; Castro, Hermano	2000-2004	Arco do Desmatamento	Avanço do desmatamento

Elaborado pela autora (2025)

A maioria dos estudos (13 títulos da amostra) justifica a delimitação indicando que a escalada de queimadas ocorre acompanhada das intercorrências associadas a poluentes nos períodos observados, destacando as atividades de desmatamento e os períodos de seca como agravantes (Oliveira Galvão et al, 2017; Smith et al, 2014; Mascarenhas et al, 2008; Sisenando et al, 2012; Jacobson et al, 2014; Urrutia-Pereira et al, 2021; Do Carmo; Hacon, 2013).

Os intervalos de algumas pesquisas coincidem com períodos de criticidade da estação seca, como as que marcaram os anos de 2005, 2007 e 2010, por exemplo. O estudo de Urrutia-pereira (2021) delimita um horizonte que se estende de 2005 a 2021 e indica que os cenários das secas de 2005 e 2010, comparados ao período da Pandemia de COVID-19 e somados ao desmatamento, ampliaram os riscos para a saúde pública. Oliveira et al (2017) focalizam o biênio 2011-2012, para compreender como a exposição à fumaça e a diminuição da qualidade do ar no Arco do Desmatamento durante as estações seca e úmida entre os dois anos afeta as amostras de células. A delimitação feita por Ignotti et al (2010) converge com a seca de 2005 na Amazônia Legal, mas os autores acentuam os níveis elevados de concentração de PM2.5 no Arco do Desmatamento como elemento de interesse na análise do período. Sisenando et al (2011) colocam os picos de queimadas no Sul da Amazônia Legal entre 2004 e 2007 como contextualização para a relação entre PM<sub>2,5</sub> e seus efeitos na saúde, mas o intervalo de interesse vai de 2008 a 2009, períodos diferentes, mas próximos considerando que os efeitos analisados (frequência de micronúcleos) são relativos à exposição de longo prazo e os indicadores são ambientais e biológicos.

Smith et al (2014) mantêm um escopo espacial amplo, na Amazônia Legal, traçando o panorama da seca de 2005 e seus efeitos nas queimadas dentro de um lapso que vai de 2001 a 2010. A seca de 2005 também foi um elemento importante na contextualização do trabalho de Mascarenhas et al (2008), que focou apenas nesse ano como linha de tempo. Mesmo situadas em períodos anteriores ou concomitantes ao PPCDAm, as análises focaram em aspectos climáticos, e não necessariamente no desmatamento como elemento de descrição cronológica.

A introdução do PPCDAm, assim como de outras medidas de combate ao desmatamento e às queimadas, não significou a queda imediata da devastação, mas sim o início de progressos substanciais no combate a essa atividade que vieram a marcar fases de diminuição até 2012, ano em que se registrou 4.571 km<sup>2</sup>, a menor taxa em todo o histórico de vigência do programa (Brasil, 2023). A continuidade dos eventos queimadas-desmatamento foi motivo de contextualização em estudos que localizam a análise em intervalos precedentes a esse marco de redução drástica do desmatamento. Cobelo et al (2023) situam o estudo no quinquênio 2003-2005 frisando o aumento dos incêndios florestais não somente na Amazônia Legal, mas também nos biomas Cerrado, Pampa e Mata Atlântica, embora seja uma delimitação que compreende a primeira fase do PPCDAm.

A delimitação feita por Silva et al (2014) derivou de justificativas que destoam da contextualização climático-ambiental predominante nos estudos da amostra, pois partiu da premissa de que as produções na temática são escassas e estabeleceu o período 2004-2005. Alguns estudos mencionam a escassez de produções na área, mas não como elemento de delimitação temporal. Uma outra contextualização que diferiu da abordagem ambiental per si voltou-se para os efeitos da poluição na saúde, com base no aumento de registros ambulatoriais por doenças respiratória entre 2008 e 2011 (Gonçalves et al, 2014)

A Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC, 2009) e o PPCDAm foram utilizados como referencial institucional nas pesquisas de Butt et al (2022) e de Castro, Gonçalves e Hacon (2009). Ambos estimam relações entre a mortalidade e a incidência de queimadas e o avanço do desmatamento na Amazônia Legal. Butt et al (2022) estabelecem o intervalo 2013-2020, frisando o aumento do desmatamento e de focos de incêndio a partir de 2012 como fatores de exposição. Lançada em 2009, a PNMC introduziu um conjunto de metas visionárias de redução do desmatamento para Amazônia Legal em 80% até 2020, utilizando como um de seus instrumentos o PPCDAm (Silva Júnior et al, 2020; Brasil, 2009). Embora tenham sido visíveis os avanços no sistema de gestão de indicadores, a quarta fase do PPCDAm (2016-2020) foi marcada por retrocessos, pois a criação de Unidades de Conservação (UCs) diminuiu e, ao mesmo tempo, a proteção decaiu (Brasil, 2023). O artigo de Butt et al (2022) analisa o período 2013-2020 e ratifica a observação do relatório institucional do PPCDAm, pois constata que as metas de redução do desmatamento, também presentes na Política Nacional de Mudança do Clima, não foram atingidas no período que coincide com a quarta fase do PPCDAm e, possivelmente, por essa razão, a mortalidade por doenças ocasionadas pela exposição à fumaça das queimadas não foram evitadas.

Tabela 2 - Estudos situados após 2012

Autores	Período analisado	Bioma	Justificativa
Butt EW, Conibear L, Smith C, Baker JCA, Rigby R, Knot C, Spracklen DV.	2013-2020	Amazônia Legal	Política Nacional de Mudanças Climáticas (2009), desmatamento e
de Oliveira Galvão MF, de Oliveira Alves N, Ferreira PA, Caumo S, de Castro	2011-2012	Porto Velho	Estação seca e estação úmida entre os dois anos
Schroeder L, de Souza EM, Rosset C, Marques Junior A, Boquett JA, Francisco	2019-2020	Pará	Mortalidade por COVID-19 e escalada de incêndios florestais
Marlier ME, Bonilla EX, Mickley LJ.	2019	Amazônia Legal	Crise do fogo, mortalidade e picos de concentração de PM2.5
Nawaz MO, Henze DK.	2016-2019	Nacional	Estimativas do Global Burden of Disease (GBD) de 2016 e a crise do fogo de 2019
Machin AB, Nascimento LF, Mantovani K, Machin EB.	2012	Cuiabá	incêndios florestais e concentração de PM2.5 e CO em 2012

Elaborado pela autora (2025)

Em um estudo precedente, Butt et al (2021) definem o intervalo 2003-2019 como enfoque para a análise da mortalidade pela exposição a PM2.5. Para a contextualização, já haviam levantado a questão das queimadas e do uso do solo como eventos associados ao avanço do desmatamento e identificam o período 2014-2019 como arco temporal marcado por escaladas no desmatamento.

Poucos artigos utilizam os planos nacionais como balizador da contextualização sobre as atividades de desmatamento e a escalada de queimadas, mas os períodos que os pesquisadores delimitam se alinham com etapas importantes, como a quarta fase e a quinta fase (posterior ao ano do fogo e recentes recordes de queimadas na Amazônia Legal). O pressuposto de que a estação seca torna o ambiente propício às queimadas acidentais é consensual, pois todos os estudos a citam ou a utilizam como um dos fatores climáticos em eventos que definiram os intervalos de estudos.

#### 4.4 Informação para políticas públicas

A elaboração de políticas públicas pode utilizar a pesquisa acadêmica como insumo de informação, desenvolvimento de metas e indicadores de desempenho em qualidade do ar e saúde (Machin et al, 2019; Gonçalves et al, 2014). Nesse sentido, os resultados que vêm sendo publicados constituem recursos para desenvolver ferramentas de combate ao desmatamento, aprimoramento dos mecanismos legais de prevenção às queimadas e ao tratamento especializado dos efeitos da poluição sobre a saúde pública.

As conclusões dos estudos costumam apresentar um caráter propositivo, mas de forma ampla, por vezes genérica. Outras, no entanto, especificam o incentivo ao combate ao desmatamento, prevenção e combate às práticas de queimadas e melhoria da qualidade do ar (Ribeiro et al, 2024). As mais específicas descrevem medidas para a saúde respiratória (Urrutia-Pereira, 2021). Para outras doenças, as recomendações são amplas (Cobelo et al, 2023; Galvão et al, 2017; Butt et al, 2022).

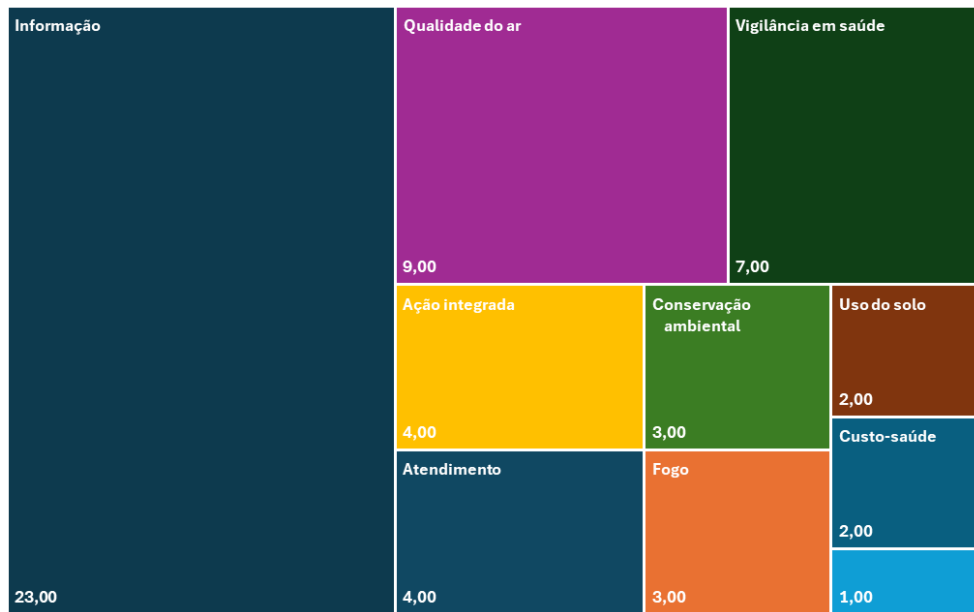
Observando a sobreposição de fatores para a propagação de doenças respiratórias no contexto pandêmico, Schroeder et al (2022) enfatiza a necessidade de se conhecer a população para desenvolver políticas públicas de controle e prevenção de doenças, mas não tece propostas específicas para gestão ambiental ou de combate à devastação, embora mencione que as doenças respiratórias atreladas à exposição a poluentes da queima de biomassa devam ser consideradas em avaliações de situações críticas como a Covid-19. Porém, as políticas de saúde em contextos de sobreposição entre a pandemia e as queimadas podem ser suplementadas por medidas de vigilância da qualidade do ar (Urrutia-Pereira et al, 2021)

Diante das possíveis interrelações entre a estação seca, a ação antropogênica e a hospitalização por doenças do capítulo 10 do CID-10, Ribeiro et al (2024) conjecturam que possíveis intervenções poderiam ser feitas através de monitoramento, uso sustentável do solo, fortalecimento de políticas públicas de combate ao fogo e atendimento às populações afetadas.

Nesse contexto, o monitoramento da qualidade do ar figura como ferramenta essencial entre as proposições para a formulação de políticas de prevenção (Urrutia-Pereira et al, 2024; Butt et al, 2021; Cobelo et al, 2023; Andrade et al, 2017; Mascarenhas et al, 2008; Ignotti et al, 2007). A importância do monitoramento enseja a criação de alternativas em locais que não contam com estações de monitoramento, como os bioindicadores, cuja eficiência foi testada por Sisenando et al (2011) e Sisenando et al (2012). Machin et al (2017) apresentou um modelo matemático (CCATT-BRAMS) para estimar a concentração de poluentes atmosféricos em locais que não dispõem de estruturas que possibilitem essa medição. Independentemente do método de monitoramento, é oportuno considerar a atuação conjunta entre os órgãos ou as secretarias de saúde e de gestão ambiental, para o aprimoramento de dados e de atendimentos (Mascarenhas et al, 2008; Andrade et al, 2017).

Desenvolver ações de combate ao desmatamento e diminuição do uso do fogo também complementa a coletânea de propostas de prevenção, o que pode ser resumido em um tripé que associa: uso sustentável do solo, conservação ambiental e redução do uso do fogo. Castro, Gonçalves e Hacon (2009) sugerem a avaliação de impactos das queimadas na Amazônia Legal como contribuição para a formulação de medidas pelos atores governamentais, que podem partir da percepção da emergência dos casos para a promoção de ações integradas desde a governança ambiental direcionada à redução do uso do fogo ou à queima controlada (Smith et al, 2014; Ribeiro et al, 2024; Butt et al, 2022), a medidas que promovem a conservação e o uso sustentável do solo (Nawaz; Henze, 2020; Ribeiro et al, 2024).

Figura 7 - Categorias de políticas públicas proposta pelos estudos



Elaborado pela autora (2025)

O mapa de árvore ilustra as categorias de propostas mais frequentes entre os estudos, distribuídas de forma hierarquicamente proporcional. As categorias surgiram da análise das duas dimensões de políticas observadas nos estudos. A primeira dimensão considerada foi intitulada Saúde Pública, reunindo sugestões presentes nos estudos relacionadas a atendimento hospitalar, informação sobre morbidade, morbimortalidade, mortalidade, criação de unidades de atendimento, indicadores de vulnerabilidade e dados. A segunda dimensão se refere a aspectos ambientais, a qual foi denominada Meio Ambiente. Nesta última, foram registradas as propostas que mencionam redução e combate ao uso do fogo, combate aos incêndios florestais, monitoramento da qualidade do ar, uso sustentável do solo – em Cobelo et al (2010), uso da terra – conservação e combate ao desmatamento e custos. Todos esses termos foram frequentes entre os estudos e conformaram categorias de análise de segundo nível.

Como alguns estudos não apresentam sentenças prescritivas, foi considerado o potencial de subsidiar informação para políticas públicas e, por essa razão, foi criada a categoria genérica Informação. Na dimensão Meio Ambiente, a categoria alude aos impactos potenciais relativos à queima de biomassa no período analisado pelo estudo. Para a dimensão Saúde Pública, considerou-se os riscos à saúde pela exposição aos poluentes da queima de biomassa e os resultados demonstrados pelas estimativas dos autores.

Não obstante alguns artigos não mencionem o potencial dos resultados para a formulação de medidas de intervenção de forma direta (Galvão et al, 2017; Alves et al, 2017; Jacobson et al, 2014), as avaliações, dados e constatações contribuem para o panorama de informações inéditas para estudos futuros na temática ou reforçam estudos precedentes. Neste sentido, todos os trabalhos analisados na amostram se aglutinam na categoria informação. Há estudos, porém, que explicitam a pretensão de gerar subsídio para a formulação de medidas através das informações geradas, a exemplo do estudo realizado por Urrutia-Pereira et al (2021), que enfatizam a importância de se divulgar um script de procedimentos de prevenção não só contra a exposição prolongada aos poluentes de queimadas, mas também de atendimento emergencial aos casos correntes.

As Políticas Públicas fazem parte de um ramo da Ciência Política e, levadas a termo, são desenvolvidas em etapas que começam com a formulação, análise, implementação e são

sucedidas por avaliação e fiscalização (Souza, 2006). Segundo as abordagens da Ciência da Informação enquanto veículo de transferência de conhecimento, os dados e as ferramentas geradas a partir do método científico podem auxiliar no entendimento e solução de problemas no setor público, pois a Informação tem uma função social (Souza, 20026; Santos; Cardoso Filho, 2011).

No entanto, para Willians (2011), as informações vindas de evidências científicas podem servir apenas como crivo de validação, e não necessariamente para guiar a formulação de Políticas Públicas, mas ressalta que a sinergia entre os atores acadêmicos e públicos pode acontecer de forma gradual, dadas as complexidades e desafios nesse processo.

Ao desenvolver um estudo sobre como as informações são utilizadas por atores públicos da Administração Federal no Brasil, Koga et al (2021) identifica 4 tipos de informação como fontes para os policymakers, quais sejam: (a) Interno: informação gerada pela própria estrutura burocrática; (b) Externo: conhecimento fornecido por atores governamentais e sociais que se beneficiam diretamente ou influenciam a política pública; (c) Científico: trata-se das informações e resultados de pesquisas acadêmicas especializadas; (d) Experiencial: inerente aos atores ou funcionários da máquina pública pela vivência na carreira profissional.

Para os fins deste trabalho, constata-se que os resultados gerados pelos artigos da amostra podem ser identificados como Informação do tipo Científica, posto que são resultantes de pesquisas calcadas em método científico, por atores especializados nas áreas que tangenciam Saúde e mudanças climáticas, sob vinculação com instituições de pesquisa.

A avaliação dos impactos da queima de biomassa na Amazônia legal e da exposição aos poluentes também permite estimar os custos dispendidos pelo sistema de saúde público. O aumento na internação pode representar um aumento expressivo nos custos para o SUS (Ignotti et al, 2010; Machin et al, 2019). Estima-se que, em 2012, o aumento em hospitalizações significou um acréscimo em custos da ordem de R\$ 188.000,00 (R\$ 96.000,00) (Machin et al, 2019). As estimativas geradas pelos estudos podem não servir como parâmetro único para análises futuras, pois se referem a períodos específicos (2004-2005 e 2012), mas podem demarcar possibilidades metodológicas.

Todos os estudos constituem uma contribuição para a compreensão dos riscos e dos efeitos das queimadas e da exposição aos poluentes resultantes e, portanto, fornecem subsídios para medidas públicas. O monitoramento da qualidade do ar em conjunto com a vigilância em saúde podem ser ferramentas básicas essenciais nos locais mais propensos à ocorrência de queimadas, como locais em que se observa o avanço do desmatamento por atividade agropecuária ou que envolvem a queima para uso agrícola de pequeno porte. Por isso, a associação com medidas de controle precisa ser fortalecida por uma prevenção maior e preliminar, através do desenvolvimento de estratégias de uso sustentável do solo e a conservação ambiental. Essas medidas são menos mencionadas, embora sejam indispensáveis dadas as condicionantes que facilitam as queimadas e os problemas derivados da poluição gerada. A conscientização por meio de campanhas de comunicação preventiva também pode ser uma forma de atenuação, como mencionam Urrutia-Pereira et al (2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Os estudos focalizam doenças respiratórias e a sua relação com a classe PM<sub>2.5</sub>. Os resultados corroboram que existe uma maior vulnerabilidade aos poluentes entre crianças e idosos (Ribeiro et al, 2024; Ignotti et al, 2010; Smith et al, 2014; Machin et al, 2019), principalmente em se tratando de doenças respiratórias listadas no capítulo X do CID-10. No entanto, é oportuno avaliar a existência de condições de saúde paralelas que aumentam essa vulnerabilidade, como o fizeram Castro, Gonçalves e Hacon (2009). Essa talvez seja uma limitação que merece mais atenção em estudos futuros, bem como tecer caracterizações sobre os sintomas das doenças, avaliando a intensidade, sem se restringir a mortalidade ou ressaltar, nas relações, a possibilidade de agravamento dos sintomas em foco. Outrossim, o enfoque em doenças respiratórias complementa e aprofunda os estudos na área, mas o quadro de pesquisa nesse tema tem um horizonte de efeitos a ser explorado. Apesar de se apontar a escassez de pesquisas no tema queimadas-saúde respiratória (Ribeiro et al, 2024; Jacobson, 2014; Machin et al, 2019), é muito maior o vale de incógnitas sobre outros efeitos, como mutações genotípicas, câncer, e complicações placentárias.

A análise pelo número de internações e morbimortalidade permite construir panoramas substanciais dos efeitos da exposição aos poluentes de queima de biomassa na Amazônia Legal e podem conformar linhas de base para a elaboração de estratégias de assistência, mas não dispensam a avaliação de contornos socioambientais (Gonçalves et al, 2014).

As escalas geográficas variaram e fizeram interação, mas não necessariamente comparação, entre biomas diferentes (como Cerrado, Mata Atlântica) e a percepção do tema em outros países, como Califórnia, Austrália e Ásia. As análises reforçam as constatações sobre o risco inerente às queimadas, os poluentes resultantes e os fatores climáticos e antropogênicos na conformação do panorama de problemas de saúde na Amazônia Legal, em outras regiões e ecossistemas.

Quanto aos desdobramentos metodológicos, observou-se que a utilização do protocolo PRISMA-ScR configurou uma ferramenta eficiente como estratégia de coleta e organização de informações de forma padronizada, permitindo a seleção precisa de artigos relacionados ao tema de estudo e a sintetização de resultados. Mesmo diante do desafio do tempo e do volume de artigos no tema Saúde e mudanças climáticas, em diferentes bases, foi possível estabelecer um caminho seguro de triagem e de análise.

O interesse de pesquisa apresentou diferentes contextualizações, as quais focaram em fatores climáticos e ambientais, como a dinâmica seca-desmatamento-queimadas. O marco de programas e seus resultados, como o PPCDAm e o PNMC não foram predominantes nas linhas cronológicas da maioria dos estudos, não obstante sejam programas voltados a mitigar a poluição, que é reconhecida como a potencial causa das doenças analisadas.

Seguindo por essa linha multivariada, as relações entre Queimadas, Poluição e Saúde na Amazônia Legal puderam apresentar matizes pouco explorados da questão. A ocorrência de efeitos que não são aparentes de imediato não são matéria de pesquisa com frequência. A ocorrência de micronúcleos em células epiteliais bucais, baixo peso em recém-nascidos e câncer conformam um subconjunto de efeitos mais específicos que apontam para um novo horizonte de pesquisas e intervenções. Portanto, entender a multitudine de relações e as formas de impacto em cada bioma pode proporcionar um maior substrato de informações e potencializar o aprimoramento de estudos e a intermediação de atores governamentais. Também estimulam pesquisas sobre efeitos que vão além das questões já notificadas, das estratégias de prevenção e de assistência à saúde.

## 6 Referências.

ALVES, Nilmara de Oliveira; VESSONI, Alexandre Teixeira; QUINET, Annabel; FORTUNATO, Rodrigo Soares; KAJITANI, Gustavo Satoru; PEIXOTO, Milena Simões; HACON, Sandra de Souza; ARTAXO, Paulo; SALDIVA, Paulo; MENCK, Carlos Frederico Martins. Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-13, 7 set. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-11024-3>.

ANDRADE FILHO, Valdir Soares de; NETTO, Paulo Eduardo Artaxo; HACON, Sandra de Souza; CARMO, Cleber Nascimento do. Distribuição espacial de queimadas e mortalidade em idosos em região da Amazônia Brasileira, 2001 – 2012. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 245-253, jan. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232017221.09622015>.

ANDREAE M, ARTAXO P, FISCHER H, FREITAS SR. GRÉGOIRE J-M, HANSEL A, ET AL. Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. *Geophys Res Lett*. 2001;28(6):951-4. DOI:10.1029/2000GL012391

BETINI, M.; BOZONI, D. F. Revisão Sistemática (RS): elaboração de estratégia de busca e descritores em Ciências da Saúde: DeCS, MeSH e Emtree. Botucatu: Unesp, Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação, 2023. 99 p. Disponível em: <https://www.btu.unesp.br/#!/sobre/biblioteca/servicos/manuais/>. Acesso em: 05 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) : 5ª fase (2023 a 2027) [recurso eletrônico] / Subcomissão Executiva do PPCDAm. Brasília, DF: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/amazonia-ppcdam-1> Acesso em 29 de jul de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama nº 003, de 28 de junho de 1990. *Diário Oficial da União* 1990; 22 ago. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0003-280690.PDF> Acesso em: 02 de ago de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama nº 506, de 05 de julho de 2024. *Diário Oficial da União – Edição* 130, p. 133. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar> Acesso em 02 de ago de 2025.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. Lei Nº 12.187: Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, Distrito Federal. Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm) Acesso em 01 de ago de 2025.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental 743. Realizada em 10 de Setembro de 2024. Brasília, DF. Disponível em: <https://noticias-stf-wp-prd.s3.sa-east-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/wpallimport/uploads/2024/09/10172202/Termo-de-audiencia-ADPF-743-10.09.2024-1.pdf> Acesso em 28 de jul de 2025.

BUTT, Edward W.; CONIBEAR, Luke; KNOTE, Christoph; SPRACKLEN, Dominick V.. Large Air Quality and Public Health Impacts due to Amazonian Deforestation Fires in 2019.

Geohealth, [S.L.], v. 5, n. 7, p. 1-16, jul. 2021. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2021gh000429>.

BUTT, Edward W.; CONIBEAR, Luke; SMITH, Callum; BAKER, Jessica C. A.; RIGBY, Richard; KNOTE, Christoph; SPRACKLEN, Dominick V.. Achieving Brazil's Deforestation Target Will Reduce Fire and Deliver Air Quality and Public Health Benefits. *Earth'S Future*, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1-15, dez. 2022. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2022ef003048>.

BUTT, Edward. Dr Edward Butt. University of Leeds. [s.d.] Disponível em: [https://environment.leeds.ac.uk/see/staff/2623/dr-edward-butt#journal\\_article\\_div](https://environment.leeds.ac.uk/see/staff/2623/dr-edward-butt#journal_article_div) Acesso em 08 de ago de 2025.

CASTRO, Hermano Albuquerque de; GONÇALVES, Karen dos Santos; HACON, Sandra de Souza. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no Estado de Rondônia/Brasil: período entre 1998 e 2005. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 14, n. 6, p. 2083-2090, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232009000600015>.

COBELO, Igor; CASTELHANO, Francisco Jablinski; BERGE, Rafael; ROIG, Henrique L.; ADAMS, Matthew; AMINI, Heresh; KOUTRAKIS, Petros; RÉQUIA, Weeberb J.. The impact of wildfires on air pollution and health across land use categories in Brazil over a 16-year period. *Environmental Research*, [S.L.], v. 224, p. 1-9, maio 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2023.115522>.

DO CARMO CN, HACON SDE S. Estudos de séries temporais de poluição atmosférica por queimadas e saúde humana [Time series studies of air pollution by fires and the effects on human health]. *Cien Saude Colet*. 2013 Nov;18(11):3245-58. Portuguese. doi: 10.1590/s1413-81232013001100015. PMID: 24196890.

ELLIS, Frank. *Peasant Economics: farm households and agrarian development*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. Disponível em: <https://archive.org/details/peasanteconomics00elli/page/84/mode/2up?ref=ol&view=theater&q=decision> Acesso em 20 de jul de 2025.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite. Principais focos e fontes de queimadas no Brasil, e suas causas. In: EMBRAPA. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD); Assessoria de Comunicação Social (ACS). *Alternativas para a prática das queimadas na agricultura: recomendações tecnológicas*. Brasília, 2000. P. 8-17. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/16853> Acesso em 03 de ago de 2025.

GALVÃO, Marcos Felipe de Oliveira; ALVES, Nilmara de Oliveira; FERREIRA, Paula Anastácia; CAUMO, Sofia; VASCONCELLOS, Pérola de Castro; ARTAXO, Paulo; HACON, Sandra de Souza; ROUBICEK, Deborah Arnsdorff; MEDEIROS, Silvia Regina Batistuzzo de. Biomass burning particles in the Brazilian Amazon region: mutagenic effects of nitro and oxy-pahs and assessment of health risks. *Environmental Pollution*, [S.L.], v. 233, p. 960-970, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.068>.

GARNELO, Luiza; LIMA, Juliana Gagno; ROCHA, Esron Soares Carvalho; HERKRATH, Fernando José. Acesso e cobertura da Atenção Primária à Saúde para populações rurais e urbanas na região norte do Brasil. *Saúde em Debate*, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 81-99, set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-11042018s106>.

GONÇALVES, Karen dos Santos; SIQUEIRA, Alexandre San Pedro; CASTRO, Hermano Albuquerque de; HACON, Sandra de Souza. Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 19, n. 9, p. 3809-3818, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014199.14272013>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Boletim Agroclimatológico – v.59 n. 10 – (2024) – Brasília: Inmet, 2024. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/> Acesso em 22 de jul de 2025.

IGNOTTI, Eliane; HACON, Sandra de Souza; SILVA, Ageo Mario Cândido; JUNGER, Washington Leite; CASTRO, Hermano. Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 453-464, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-790x2007000400003>.

IGNOTTI, Eliane; VALENTE, Joaquim Gonçalves; LONGO, Karla Maria; FREITAS, Saulo Ribeiro; HACON, Sandra de Souza; NETTO, Paulo Artaxo. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. *Revista de Saúde Pública*, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 121-130, fev. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-89102010000100013>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Amazônia Legal. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html> Acesso em 08 de ago de 2025

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Regulamentações asseguram o manejo integrado do fogo nas unidades de conservação. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/regulamentacoes-asseguram-o-manejo-integrado-do-fogo-nas-unidades-de-conservacao> Acesso em 08 de ago de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Agenda 2030: objetivos de desenvolvimento sustentável: avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil: ODS 3: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades. Brasília: Ipea, 2024. 22 p. (Cadernos ODS, 3). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ri2024ODS3>

IQAIR. 2024 World Air Quality Report: region & city pm2.5 ranking. Region & City PM2.5 Ranking. 2024. Disponível em: <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities?continent=59af929e3e70001c1bd78e50&country=S6WZCqRunkTTJ8NGj> Acesso em: 07 de ago de 2025.

JACOBSON, Ludmilla da Silva Viana; HACON, Sandra de Souza; CASTRO, Hermano Albuquerque de; IGNOTTI, Eliane; ARTAXO, Paulo; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; LEON, Antonio Carlos Monteiro Ponce de. Acute Effects of Particulate Matter and Black Carbon from Seasonal Fires on Peak Expiratory Flow of Schoolchildren in the Brazilian Amazon. *Plos One*, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 1-14, 13 ago. 2014. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0104177>.

KOGA, Natália Massaco; PALOTTI, Pedro Lucas de Moura; COUTO, Bruno Gontyjo do; LINS, Rafael da Silva; NASCIMENTO, Maricilene Isaira Baia do. O uso de múltiplas fontes de informação nas políticas públicas: um olhar sobre a burocracia federal brasileira. *Revista de*

Administração Pública, [S.L.], v. 55, n. 5, p. 1165-1190, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220200871>.

KOHLHEPP, Gerd. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados*, [S.L.], v. 16, n. 45, p. 37-61, ago. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142002000200004>. Acesso em 09 abr 2025.

MACHIN, A.B.; NASCIMENTO, L.F.; MANTOVANI, K.; MACHIN, E.B.. Effects of exposure to fine particulate matter in elderly hospitalizations due to respiratory diseases in the South of the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal Of Medical And Biological Research*, [S.L.], v. 52, n. 2, p. 1-7, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1414-431x20188130>.

MACIEL, Franciclei Burlamaque; SCHWEICKARDT, Júlio Cesar; MACIEL, Jessé Burlamaque; COSTA, Izaura Cristina Nunes Pereira. Política de Desenvolvimento, ambiente e saúde na Amazônia: uma análise da região do tapajós | development policy, environment and health in the amazon. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 155, 24 jan. 2019. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)*. <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.2019v21n1p155>.

MARCOVITCH, Jacques; PINSKY, Vanessa. Bioma Amazônia: atos e fatos. *Estudos Avançados*, [S.L.], v. 34, n. 100, p. 83-106, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.007>.

MARLIER, M. E.; BONILLA, E. X.; MICKLEY, L. J.. How Do Brazilian Fires Affect Air Pollution and Public Health? *Geohealth*, [S.L.], v. 4, n. 12, p. 1-5, 28 nov. 2020. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2020gh000331>.

MARTINS, Thalyta Cássia de Freitas; SILVA, José Henrique Costa Monteiro da; MÁXIMO, Geovane da Conceição; GUIMARÃES, Raphael Mendonça. Transição da morbimortalidade no Brasil: um desafio aos 30 anos de sus. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 26, n. 10, p. 4483-4496, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320212610.10852021>.

MASCARENHAS, Márcio Dênis Medeiros; VIEIRA, Lúcia Costa; LANZIERI, Tatiana Miranda; LEAL, Ana Paula Pinho Rodrigues; DUARTE, Alejandro Fonseca; HATCH, Douglas Lloyd. Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil - Setembro, 2005. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 42-46, jan. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132008000100008>.

MYERS, Ronald L.. Convivendo com o Fogo: manutenção dos ecossistemas & subsistência com o manejo integrado do fogo. Tallahassee, Fl - Us: The Nature Conservancy Iniciativa Global Para O Manejo do Fogo, 2006. Tradução de Margaret Batalha. Disponível em: <https://www.conservationgateway.org/Files/Pages/convivendo-com-o-fogo%E2%80%9494man.aspx>. Acesso em: 30 jul. 2025.

NAWAZ, M. O.; HENZE, D. K.. Premature Deaths in Brazil Associated With Long-Term Exposure to PM<sub>2.5</sub> From Amazon Fires Between 2016 and 2019. *Geohealth*, [S.L.], v. 4, n. 8, p. 1-14, ago. 2020. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2020gh000268>.

NORDENVALL M, SANDSTEDT B: Placental villitis and intrauterine growth retardation in a Swedish population. *APMIS* 1990, 98(1):19–24.

OLIVEIRA, Igor Neves de et al. Ir pollution from forest burning as environmental risk for millions of inhabitants of the Brazilian Amazon: an exposure indicator for human health. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 39, p. 1-12, 30 mar. 2023.

RIBEIRO, Maura R.; LIMA, Marcos V. M.; ILACQUA, Roberto C.; SAVOIA, Eriane J. L.; ALVARENGA, Rogerio; VITTOR, Amy Y.; RAIMUNDO, Rodrigo D.; LAPORTA, Gabriel Z.. Amazon Wildfires and Respiratory Health: impacts during the forest fire season from 2009 to 2019. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 675, 24 maio 2024. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph21060675>.

ROCHA, Rudi; CAMARGO, Marcela; FALCÃO, Lucas; SILVEIRA, Mariana; THOMAZINHO, Gabriela. A Saúde na Amazônia Legal: evolução recente e desafios em perspectiva comparada. *Amazônia 2030: Instituto de Estudo para Políticas de Saúde, Estudo Institucional n. 4*, p. 1-139, 11 nov. 2021. Estudo Institucional [IEPS]. Disponível em: <https://ieps.org.br/estudo-institucional-04/>. Acesso em: 29 out. 2024.

SANTOS, Marcia Mazo; CARDOSO FILHO, Jair Cunha. Informação e políticas públicas: responsabilidade social da ciência da informação. *Biblios Journal Of Librarianship And Information Science*, [S.L.], n. 45, p. 28-39, 30 dez. 2011. University Library System, University of Pittsburgh. <http://dx.doi.org/10.5195/biblios.2011.26>.

SCHROEDER, Lucas; SOUZA, Eniuce Menezes de; ROSSET, Clévia; MARQUES JUNIOR, Ademir; BOQUETT, Juliano André; ROFATTO, Vinicius Francisco; BRUM, Diego; GONZAGA, Luiz; OLIVEIRA, Marcelo Zagonel de; VERONEZ, Mauricio Roberto. Fire association with respiratory disease and COVID-19 complications in the State of Pará, Brazil. *The Lancet Regional Health - Americas*, [S.L.], v. 6, p. 100102, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lana.2021.100102>.

SENA, Elisa Thome. Variabilidade espacial e temporal da forçante radiativa direta de aerossóis de queimadas e os efeitos da mudança de uso do solo na Amazônia. 2013. 292 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Cap. 7

SILVA JUNIOR, Celso H. L.; PESSÔA, Ana C. M.; CARVALHO, Nathália S.; REIS, João B. C.; ANDERSON, Liana O.; ARAGÃO, Luiz E. O. C.. The Brazilian Amazon deforestation rate in 2020 is the greatest of the decade. *Nature Ecology & Evolution*, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 144-145, 21 dez. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-020-01368-x>.

SILVA, Ageo Mário Cândido da; MOI, Gisele Pedroso; MATTOS, Inês Echenique; HACON, Sandra de Souza. Low birth weight at term and the presence of fine particulate matter and carbon monoxide in the Brazilian Amazon: a population-based retrospective cohort study. *Bmc Pregnancy And Childbirth*, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-8, 6 set. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2393-14-309>.

SILVA, Marina. O holocausto da Amazônia põe a civilização em alerta. *El Pais*. p. 1-2. 21 ago. 2019. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/?id=591893>. Acesso em: 07 ago. 2025.

SISENANDO, H.A., BATISTUZZO DE MEDEIROS, S.R., SALDIVA, P.H. et al. Potencial genotóxico gerado pela queima de biomassa na Amazônia Legal brasileira por bioensaio de micronúcleo de *Tradescantia*: um estudo de avaliação de toxicidade. *Saúde Ambiental* 10, 41 (2011). <https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-41>

SISENANDO, Herbert Ary; MEDEIROS, Silvia Regina Batistuzzo de; ARTAXO, Paulo; SALDIVA, Paulo Hn; HACON, Sandra de Souza. Micronucleus frequency in children exposed to biomass burning in the Brazilian Legal Amazon region: a control case study. *Bmc Oral Health*, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-7, 8 mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6831-12-6>.

SMITH, Lauren T.; ARAGÃO, Luiz E. O. C.; SABEL, Clive E.; NAKAYA, Tomoki. Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-8, 16 jan. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/srep03726>.

SITUATION ROOM/TERRABRASILIS. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2021. Disponível em <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/ams/>. Acesso em: 01 de ago. de 2025.

SOUTO-OLIVEIRA, Carlos E.; MARQUES, Márcia T.A.; NOGUEIRA, Thiago; LOPES, Fabio J.s.; MEDEIROS, José A.G.; MEDEIROS, Ilca M.M.A.; MOREIRA, Gregori A.; DIAS, Pedro Leite da Silva; LANDULFO, Eduardo; ANDRADE, Maria de F.. Impact of extreme wildfires from the Brazilian Forests and sugarcane burning on the air quality of the biggest megacity on South America. *Science Of The Total Environment*, [S.L.], v. 888, p. 1-8, ago. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163439>.

TRICCO, Andrea C.; LILLIE, Erin; ZARIN, Wasifa; O'BRIEN, Kelly K.; COLQUHOUN, Heather; LEVAC, Danielle; MOHER, David; PETERS, Micah D.J.; HORSLEY, Tanya; WEEKS, Laura. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals Of Internal Medicine*, [S.L.], v. 169, n. 7, p. 467-473, 2 out. 2018. American College of Physicians. <http://dx.doi.org/10.7326/m18-0850>.

URRUTIA-PEREIRA, Marilyn; RIZZO, Luciana Varanda; CHONG-NETO, Herberto José; SOLÉ, Dirceu. Impact of exposure to smoke from biomass burning in the Amazon rain forest on human health. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, [S.L.], p. 1-8, 31 out. 2021. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. <http://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20210219>.

WEIHS, Marla; VALE, Joine Carieli Evangelista do; OLIVAL, Alexandre de Azevedo; SILVA, Edgley Pereira da. “Tudo lindo e maravilhoso”: vulnerabilidade e bem-estar na agrossilvicultura camponesa na fronteira agrícola da amazônia. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, [S.L.], v. 63, p. 1-23, 2025. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2025.286204>.

WILLIAMS, Amanda. 10. Is Evidence-Based Policy Making Really Possible? Reflections for Policymakers and Academics on Making Use of Research in the Work of Policy. *Working For Policy*, [S.L.], p. 195-210, 31 dez. 2011. Amsterdam University Press. <http://dx.doi.org/10.1515/9789048513086-016>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Air quality guidelines: Questions and answers. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/who-global-air-quality-guidelines> Acesso em 02 de ago de 2025.

### **Sites:**

BDQueimadas (INPE): <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>

DATASUS-Tabnet: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>

National Library of Medicin (PUBMED): <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

OpenDataSUS (2024): <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/hospitais-e-leitos>

Scientific Eletronic Library Online – Brasil (SCIELO): <https://www.scielo.br/?lng=pt>

## **Mapas**

MAPBiomias Alerta: <https://plataforma.alerta.mapbiomas.org>

IBGE (cartas e mapas): <https://www.ibge.gov.br>

QGIS Development Team, 2025. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.org>. Versão: 3.34.7

Apêndices

## **Recorte temporal**

Autores	Ano	período	Bioma	Justificativa
Ribeiro MR, Lima MVM, Ilacqua RC, Savoia E JL, Alvarenga R, Vittor AY, Raimundo RD, Laporta GZ.	2024	2009-2019	Amazônia Legal	Aumento de internações por CID-10 nos meses de agosto a dezembro (temprada de incêndios)
Urrutia-Pereira M, Rizzo LV, Chong-Neto HJ, Solé D.	2021	2005-2021	Amazônia Legal	Secas de 2005 e 2010, COVID-19 e desmatamento foram riscos para a saúde pública
Butt EW, Conibear L, Smith C, Baker JCA, Rigby R, Knote C, Spracklen DV.	2022	2013-2020	Amazônia Legal	Política Nacional de Mudanças Climáticas (2009), aumento do desmatamento e focos de incêndio a partir de 2012
de Oliveira Galvão MF, de Oliveira Alves N, Ferreira PA, Caumo S, de Castro Vasconcellos P, Artaxo P, de Souza Hacon S, Roubicek DA, Batistuzzo de Medeiros SR.	2017	2011-2012	Porto Velho	Estação seca e estação úmida entre os dois anos
de Oliveira Alves N, Vessoni AT, Quinet A, Fortunato RS, Kajitani GS, Peixoto MS, Hacon SS, Artaxo P, Saldiva P, Menck CFM, Batistuzzo de Medeiros SR.	2017	2010-2011	Porto Velho	Picos de incêndio florestal em 2010 e 2011
Butt EW, Conibear L, Knote C, Spracklen DV.	2021	2003-2019	Amazônia Legal	Aumento do desmatamento (2014-2019)
Cobelo I, Castelhana FJ, Borge R, Roig HL, Adams M, Amini H, Koutrakis P, Réquia WJ.	2023	2003-2008	Pampa, Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia Legal	Aumento dos incêndios florestais
Andrade VS Filho, Artaxo PE Netto, Hacon SS, Carmo CN.	2017	2001-2012	Porção rondoniense do Arco do Desmatamento	Escalada das queimadas
Schroeder L, de Souza EM, Rosset C, Marques Junior A, Boquett JA, Francisco Rofatto V, Brum D, Gonzaga L Jr, Zagonel de Oliveira M, Veronez MR.	2022	2019-2020	Pará	Mortalidade por COVID-19 e escalada de incêndios florestais
Cândido da Silva AM, Moi GP, Mattos IE, Hacon Sde S.	2014	2004-2005	Mato Grosso	Escassez de estudos
Martier ME, Bonilla EX, Mickley LJ.	2020	2019	Amazônia Legal	Crise do fogo, mortalidade e picos de concentração de PM2.5

Elaborado pela autora (2025).

## Recorte temporal

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>período</b>	<b>Bioma</b>	<b>Justificativa</b>
Nawaz MO, Henze DK.	2020	2016-2019	Nacional	Estimativas do Global Burden of Disease (GBD) de 2016 e a crise do fogo de 2019
do Carmo CN, Hacon Sde S.	2013	1992-2005	Amazônia Legal, Califórnia, Austrália e Ásia	Revisão de literatura, seca de 2005 e escalada de incêndios na Amazônia Legal
Smith LT, Aragão LE, Sabel CE, Nakaya T.	2014	2001-2010	Amazônia Legal	Seca
Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon Sde S, Netto PA.	2010	2004-2005	Amazônia Legal	Níveis elevados de concentração de PM2.5 no Arco do Desmatamento
Sisenando HA, Batistuzzo de Medeiros SR, Artaxo P, Saldiva PH, Hacon Sde S.	2012	2008-2009	Amazônia Legal e Cerrado (Porto Velho, Tangará da Serra e Chapada dos Guimarães)	Estação seca e concentração de PM2.5
Castro HA, Gonçalves Kdos S, Hacon Sde S.	2009	1998-2005	Rondônia	Programa de Prevenção e Combate às Queimadas
Jacobson Lda S, Hacon Sde S, de Castro HA, Ignotti E, Artaxo P, Saldiva PH, de Leon AC.	2014	Agosto a outubro de 2008	Amazônia Legal (Tangará da Serra-AC)	Estação seca e seleção da amostra de 234 estudantes entre 6 e 15 anos, durante o ano letivo
Sisenando HA, de Medeiros SR, Saldiva PH, Artaxo P, Hacon SS	2011	2008-2009	Amazônia Legal	Picos de queimadas no Sul da Amazônia Legal entre 2004 e 2007
Mascarenhas MD, Vieira LC, Lanzieri TM, Leal AP, Duarte AF, Hatch DL	2008	2005	Rio Branco	Seca de 2005
Machin AB, Nascimento LF, Mantovani K, Machin EB.	2019	2012	Cuiabá	incêndios florestais e concentração de PM2.5 e CO em 2012
Gonçalves Kdos S, Siqueira AS, Castro HA, Hacon Sde S.	2014	2008-2011	Porto Velho	Aumento de registro ambulatorial por doenças respiratórias
Ignotti, Eliane; Hacon, Sandra de Souza; Silva, Ageo Mario Cândido; Junger, Washington Leite; Castro, Hermano	2007	2000-2004	Arco do Desmatamento	Avanço do desmatamento

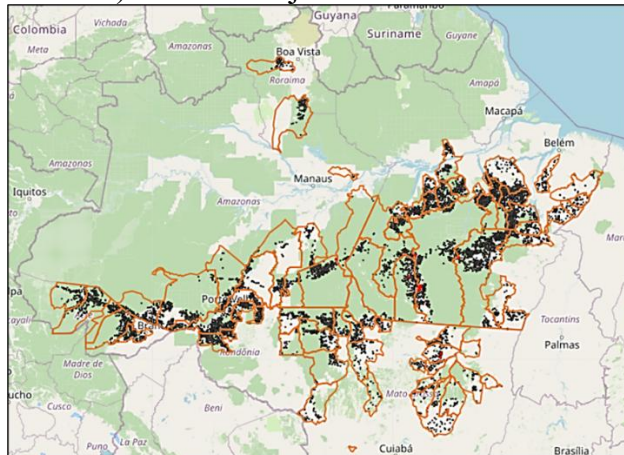
Elaborado pela autora (2025).



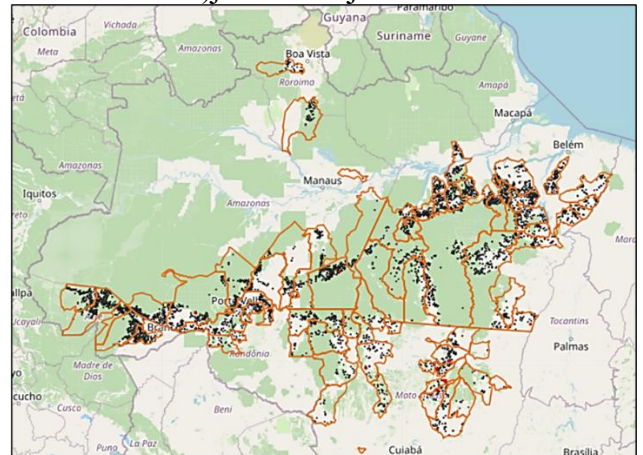
## 7 Anexo A

### Sala de situação Deter – Desmatamento acumulado na Amazônia Legal

a) Jul/2019 a jul/2020



b) jul/2024 a jul/2025



Elaborado com base em Terrabrasilis (INPE, 2021)