

## EFEITOS DAS QUEIMADAS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO COM FOCO PARA AS DOENÇAS PULMONARES

Hugo Felipe Machado de Sousa<sup>1</sup>  
Laiz Stephane Veiga da Silva<sup>2</sup>  
Flávio Nogueira da Costa<sup>3</sup>

**RESUMO:** Estudos sobre o aumento dos efeitos do desmatamento na Amazônia para o meio ambiente e economia mostram outros efeitos indiretos que incluem a saúde da população, com o aumento do desmatamento, espera-se um aumento das queimadas e conseqüentemente a piora na qualidade do ar e na saúde da população. O presente estudo buscou discutir a prática das queimadas, os impactos dos poluentes na saúde humana e as principais doenças que são resultantes das queimadas. Tem como objetivos específicos: descrever sobre o desmatamento ilegal e os incêndios desenfreados na Amazônia; relatar quais efeitos e riscos que as queimadas causam a saúde pública; mostrar associação entre as queimadas e o surgimento ou agravamento das doenças pulmonares. Baseou-se em um estudo descritivo do tipo ecológico de série temporal: Foram trabalhados dados referentes aos focos de queimadas obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os dados referentes a poluição atmosférica foram obtidos na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CESTEB) e os dados referentes a internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 ou mais de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020 disponibilizados pelo Departamento de Estatística do SUS (DATASUS). O presente estudo revelou que as mudanças climáticas ocasionadas pelo aumento dos poluentes atmosféricos afetam várias esferas, como a biodiversidade, a economia e, em especial, a saúde da população, principalmente os agravos do sistema respiratório, o que por fim pode vir a aumentar o número de internações hospitalares por doenças respiratórias. A análise do estudo foi de fundamental importância para constitui em fontes de dados úteis para o desenvolvimento de parâmetros do setor de saúde na efetivação de ações mais resolutivas e integradas ao que diz respeito ao bem-estar da população.

3126

**Palavras-chave:** Queimadas. Poluição atmosférica. Impactos na saúde. Doenças cardiopulmonares.

<sup>1</sup> Graduado em Farmácia pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM (2024).

<sup>2</sup> Graduada em Serviço Social pela Universidade Norte do Paraná-UNOPAR (2016). Especialista em Gestão Social, Redes e Defesas de Direito pela Universidade Norte do Paraná-UNOPAR (2018). Licenciada em Ciências: Matemática e Física pela Universidade Federal do Amazonas- UFAM (2023). Atualmente é mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM (2024).

<sup>3</sup> Graduado em Farmácia pela Universidade Federal do Ceará (1990) e mestrado em Educação em Saúde pela Universidade de Fortaleza (2003). Doutor em Biotecnologia (2013) pela RENORBIO - Rede Nordeste de Biotecnologia - UECE/UNIFOR. Atualmente é professor adjunto A1 - Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - ICET, campus Itacoatiara.

**ABSTRACT:** Studies on the increasing effects of deforestation in the Amazon on the environment and economy show other indirect effects that include population health. With the increase in deforestation, an increase in wildfires and consequently worsened air quality and population health is expected. This study aimed to discuss the practice of wildfires, the impacts of pollutants on human health, and the main diseases resulting from wildfires. Specific objectives included describing illegal deforestation and uncontrolled fires in the Amazon; reporting the effects and risks that wildfires cause to public health; and showing the association between wildfires and the onset or exacerbation of lung diseases. It was based on a descriptive study of ecological time series: Data on wildfire occurrences were obtained from the National Institute for Space Research (INPE), data on air pollution were obtained from the São Paulo State Environmental Company (CESTEB), and data on hospital admissions for respiratory diseases in individuals aged 60 or older in Manaus, Amazonas, from 2008 to 2020 were obtained from the Department of Unified Health System Statistics (DATASUS). This study revealed that climate changes caused by increased atmospheric pollutants affect various spheres, including biodiversity, the economy, and especially population health, particularly respiratory system ailments, which ultimately may increase the number of hospital admissions for respiratory diseases. The analysis of the study was crucial in providing useful data sources for the development of health sector parameters in implementing more effective and integrated actions concerning the population's well-being.

**Keywords:** Wildfires. Air Pollution. Health Impacts. Cardiopulmonary Diseases.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, as queimadas fazem parte de um modelo de produção econômica que está 3127  
inclusa no contexto histórico ao longo dos séculos, a mesma é utilizada desde o período colonial, até o momento para retirar a cobertura vegetal para utilizar no plantio ou formação de pastagem. A região da Amazônia Legal vem passando por um processo acelerado de ocupação, que nas últimas três décadas levou ao desmatamento de cerca de 10% de sua área. Esta região concentra mais de 85% das queimadas que ocorrem no Brasil durante o período de estiagem das chuvas na região (MENDES *et al.*, 2017).

Estudos sobre o aumento dos efeitos do desmatamento na Amazônia para o meio ambiente e economia mostraram outros efeitos indiretos que incluem a saúde da população, com o aumento do desmatamento, espera-se um aumento das queimadas e conseqüentemente a piora na qualidade do ar e na saúde da população. O aumento das taxas das queimadas na região amazônica possui estreita relação com o processo de desmatamento e manejo de áreas agrícolas e pecuárias, principalmente para a pecuária e o monocultivo de soja (FUCHS, 2020).

A fumaça acumulada pelas sucessivas queimadas, possui propriedades organolépticas que são facilmente perceptíveis, como a limitação da visão do ambiente e o forte cheiro característico, que apresentam impactos na vida cotidiana do brasileiro. Nesse sentido, a poluição atmosférica

tem sido associada ao aumento da morbidade por doenças respiratórias, como demonstrado por Fernandes e colaboradores (2021).

Fernandes e colaboradores, 2021, e Zadinello e colaboradores, 2021, demonstraram que a poluição atmosférica tem sido associada ao aumento da morbidade por doenças respiratórias. Ainda neste cenário, as mudanças climáticas ocasionadas pelo aumento dos poluentes atmosféricos têm impacto em várias esferas, afetam a economia, a biodiversidade, e em especial, a saúde da população, principalmente os agravos do sistema respiratório (FERNANDES *et al.*, 2021).

Essa prática do uso fogo na região Amazônica são responsáveis por emissão de partículas de aerossóis, sob efeitos diretos podem ser associados a fatores exógenos e abióticos, e de forma indireta estão relacionados a modificações macro e microclimáticas que por consequência altera o equilíbrio ambiental e principalmente a saúde humana. As variáveis climáticas são importantes contribuintes para o aumento dessas doenças, as baixas temperaturas e a chegada das massas de ar frio propiciam sintomas de doenças respiratórias como resfriados, obstrução nasal, coriza e espirros. Esses sintomas podem evoluir conforme as pessoas se abrigam em locais fechados devido as constantes chuvas típicas das regiões amazônicas, levando a infecção do vírus entre as pessoas, levando crianças, adultos e idosos a procurarem atendimento hospitalar (CERCAL, 2013).

3128

De acordo com o Brasil (2021), incêndios florestais e as queimadas são fatores de riscos para o surgimento ou agravamento de doenças respiratórias, neurológicas, cardiovasculares, especialmente entre crianças e idosos, além de pessoas mais susceptíveis.

A resolução Conama nº. 3 de 1990 estabelece padrões da qualidade do ar, declara, que a saúde humana está propensa a apresentar os sintomas como tosse seca, ardor nos olhos, nariz e garganta, além do cansaço. Para casos de adoecimentos respiratórios existem os “níveis de atenção”, classificados para atender diferentes graus enfermidades, estabelecidos em primário, secundário e terciário. Eles foram adotados para organizar os tratamentos oferecidos pelo SUS com parâmetros definidos pela Organização Mundial da Saúde.

É necessário deixar claro que as doenças causadas pelo alto índice de poluição do ar não afetam somente as pessoas que vivem próximas às áreas onde são comuns os incêndios florestais e ficam expostas a uma maior quantidade de fumaça, mas por seu efeito prolongado no ar, e pelas correntes de ar, alcançam distâncias longas (INPE, 2021).

A OMS define os determinantes sociais da saúde como as circunstâncias em que as pessoas nascem, crescem, vivem, trabalham e envelhecem e o conjunto amplo de forças e sistemas que dão forma às condições da vida diária (WHO, 2022).

Dentro desse contexto, buscou-se realizar um levantamento sobre os efeitos das queimadas na saúde da população com foco para as doenças pulmonares, tendo como objetivo geral discutir a prática das queimadas, os impactos dos poluentes na saúde humana e as principais doenças que são resultantes das queimadas. Tem como objetivos específicos: descrever sobre o desmatamento ilegal e os incêndios desenfreados na Amazônia; relatar quais efeitos e riscos que as queimadas causam a saúde pública; mostrar associação entre as queimadas e o surgimento ou agravamento das doenças pulmonares.

Diante disso, espera-se também que os resultados aqui obtidos e que serão apresentados possam contribuir para um melhor entendimento acerca dos malefícios das queimadas na saúde humana tanto no presente, quanto para as futuras gerações.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2 Contexto histórico de desflorestamento e incêndios na Amazônia

O Brasil é amplamente reconhecido como o país com a maior riqueza e diversidade de espécies em escala global. A fauna e a flora da Amazônia são mundialmente aclamadas por sua vasta variedade, abrangendo milhares de espécies de vegetais e animais, muitas das quais são endêmicas, ou seja, encontradas exclusivamente nesta região. Conforme dados fornecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Amazônia representa o maior bioma do Brasil e abriga aproximadamente um terço de toda a madeira tropical do mundo, bem como mais de 30 mil espécies de plantas (BRASIL, 2019).

No ano de 2021, o Brasil se destacou como o país líder em perda florestal decorrente do desmatamento, seguido pela República Democrática do Congo e Bolívia, conforme relatório da Global Forest Watch (2022). De acordo com dados coletados pelo MapBiomas (2020), mais de 60% da área desmatada de vegetação nativa nos diversos biomas brasileiros, em 2019, estava concentrada na região da Amazônia, totalizando 770 mil hectares devastados.

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), as ocorrências de queimadas entre setembro e outubro de 2019 apresentaram um número abaixo da média histórica. Em setembro de 2019, foram registrados 19,9 mil focos de incêndio na Amazônia, em comparação aos 24,8 mil registrados no mesmo mês do ano de 2018, representando uma redução

de 19,7%. A média histórica para esse período é de 33,4 mil focos (INPA, 2019). Diante disso, é crucial que o Brasil intensifique seus esforços no combate ao desmatamento ilegal, destacando-o como uma prioridade de ação (AGRO PLANNING, 2020).

Os elevados índices de desmatamento observados a partir de 2019 e continuados até 2020 não são atribuíveis apenas ao período de estiagem, mas sim às práticas de queimadas, visando à expansão da criação de gado e do cultivo monocultural de grãos. Isso ocorre devido à ocupação ilegal de terras e às invasões por parte de madeireiras, empresas mineradoras e agricultores ilegais em áreas pertencentes a comunidades indígenas (GREENPEACE, 2019).

No ano de 2020, uma área de 10.897 km<sup>2</sup> de floresta foi desmatada, elevando a área total de perda florestal acumulada na região da Amazônia Legal brasileira para 820.000 km<sup>2</sup> (INPE, 2021). Em 2016, a perda anual de carbono florestal devido à degradação representou 38% do total de perda de carbono florestal na Amazônia brasileira e 47% do total na bacia amazônica como um todo (WALKER *et al.*, 2020). A degradação da floresta devido à exploração madeireira e às queimadas na Amazônia recebe muito menos atenção e estudo do que o desmatamento, apesar de ambos serem considerados as principais ameaças à floresta amazônica

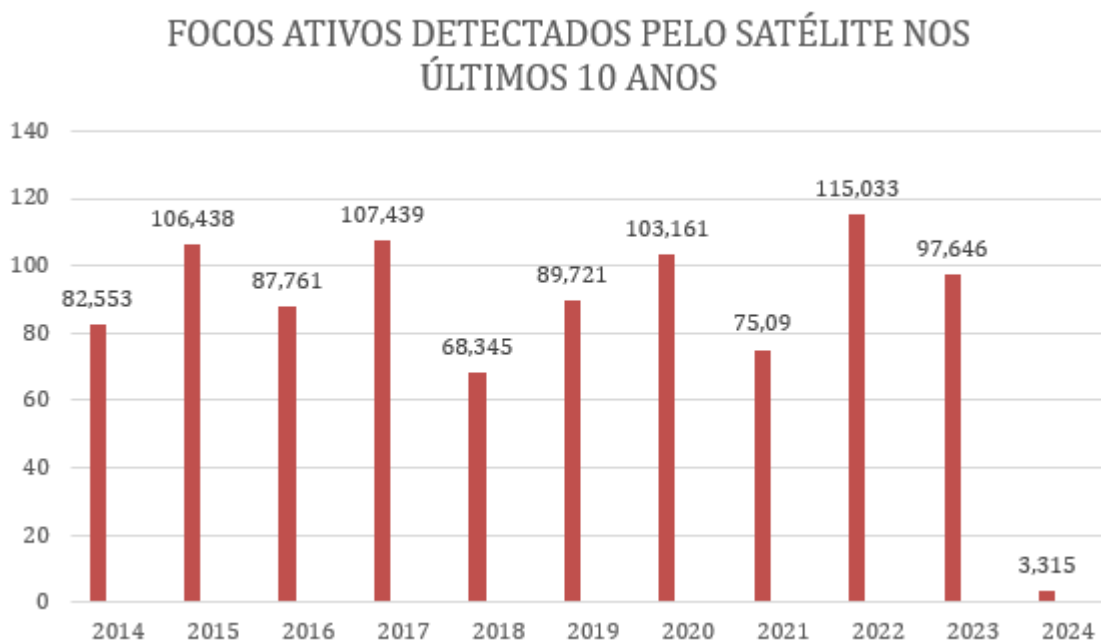
De acordo com informações do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), as áreas protegidas na Amazônia Legal registraram, em 2023, o menor índice de desmatamento dos últimos nove anos. No ano anterior, foram derrubados 386 km<sup>2</sup> de floresta em terras indígenas e unidades de conservação, enquanto em 2022 esse número foi significativamente maior, atingindo 1.431 km<sup>2</sup>. Esses dados indicam uma queda acentuada no desmatamento nessas áreas, chegando a quase quatro vezes menor em comparação com o ano anterior, representando uma redução de 73% (PEIXOTO, 2024).

No entanto, apesar das medidas adotadas, os índices de desmatamento no Brasil continuam sendo motivo de grande preocupação. Em 2019, cerca de 15% da área total do país foi desmatada, sendo que 63,25% desse desmatamento ocorreu no bioma Amazônia, 33,56% no bioma Cerrado, 1,27% no bioma Pantanal, 1% no bioma Caatinga, 0,87% no bioma Mata Atlântica e 0,05% no bioma Pampa (AZEVEDO *et al.*, 2020; IBGE, 2021).

A extração e o comércio ilegal desempenham um papel significativo na destruição das florestas, contribuindo para os altos índices de desmatamento e incêndios na região amazônica, assim como para as emissões de gases de efeito estufa. Essas atividades ilícitas afetam diretamente os meios de subsistência de muitos grupos populacionais e também têm sido associadas a atos de corrupção e conflitos (ALENCAR *et al.*, 2004; SANTOS; BAMPI; DALFOVO, 2019).

O gráfico 1 exibe a quantidade de focos ativos detectados na região da Amazônia Legal ao longo dos últimos 10 anos, conforme registrado pelos satélites.

Gráfico 1 Série histórica do total de focos ativos detectados na região da Amazônia Legal pelo satélite de referência, no período de 2014 a 2024.



Fonte: TerraBrasilis (2024)

3131

A Amazônia está à beira de um ponto crítico, no qual, sem uma redução significativa do desmatamento na região, a floresta perderá sua capacidade de se regenerar, tornando-se irreversivelmente uma savana (SCIENCE PANEL FOR THE AMAZON, 2021). Apesar da existência de leis, decretos, regulamentos e instituições dedicadas a lidar com essa questão no país, é crucial a vontade política para implementá-las (UNEP, 2019).

### 3 Efeito das queimadas

A intensificação das queimadas na região amazônica está associada a três variáveis principais: fontes de ignição, que incluem queimadas provocadas intencionalmente por pessoas, especialmente as ilegais facilitadas pela falta de fiscalização e punição eficaz; material combustível, composto por vegetação morta de áreas desmatadas ou resíduos acumulados ao longo do ano; e condições climáticas, caracterizadas pelo clima quente e seco na floresta tropical, que favorecem a rápida propagação do fogo. Esses fatores influenciam os registros de focos de incêndio e dificultam os esforços de combate, uma vez que as queimadas ainda são consideradas uma forma fácil e acessível de manejar áreas de cultivo ou pastagens (IEPS, IPAM, HRW, 2020).

Nas últimas três décadas, a região da Amazônia Legal tem enfrentado um processo acelerado de ocupação, resultando no desmatamento de aproximadamente 10% de sua área total. Essa mesma região é responsável por mais de 85% das queimadas registradas durante o período de estiagem das chuvas no país (MENDES *et al.*, 2017).

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022) destaca os principais poluentes provenientes das queimadas, enfatizando o material particulado (MP<sub>2,5</sub>/MP<sub>10</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), fumaça (FMC), ozônio (O<sub>3</sub>), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs), como o benzopireno (BaP), e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Esses materiais são gerados durante a queima da biomassa, tornando-se componentes da fumaça lançada na atmosfera (CETESB, 2020).

A tabela 1 apresenta os principais impactos dos poluentes provenientes das queimadas e os efeitos que eles têm na saúde da população, dentre eles estão pontuados o aumento de sintomas respiratório, doenças respiratórias em crianças, acréscimo da mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares e/ ou pulmonar, entre outros.

Tabela 1 Principais poluentes provenientes da queima de biomassa e seus efeitos à saúde humana

POLUENTES	EFEITOS NA SAÚDE HUMANA
<b>Material particulado (MP2.5/MP10)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de sintomas respiratórios e de doenças respiratórias em crianças.</li> <li>• Diminuição da função pulmonar em crianças.</li> <li>• Acréscimo da mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares e/ou pulmonares.</li> <li>• Incremento e piora dos ataques de asma em asmáticos.</li> <li>• Elevação de casos de câncer.</li> </ul>
<b>Monóxido de carbono (CO)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prejuízo ao raciocínio e à percepção, cefaleia, diminuição dos reflexos, redução da destreza manual e sonolência.</li> <li>• Fadiga e dor no peito. Em alta concentração, pode levar à asfixia e à morte.</li> <li>• Recém-natos de baixo peso.</li> <li>• Aumento de mortes fetais.</li> <li>• Aumento de doenças cardiovasculares.</li> </ul>
<b>Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimula problemas respiratórios, especialmente em crianças.</li> <li>• As pessoas que já possuem asma podem sofrer com problemas respiratórios adicionais.</li> <li>• Acréscimo nas internações por pneumonia.</li> </ul>
<b>Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs) (benzopireno – BaP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câncer de boca, nasofaringe, laringe, e principalmente o de pulmão.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de DAPPER *et al.*, 2016. ARBEX *et al.*, 2004. RIBEIRO,2002

De acordo com Barlow e colaboradores (2020), o fogo na Amazônia pode ser categorizado em três tipos distintos. O primeiro tipo é o fogo de desmatamento, que ocorre após o corte completo da floresta, deixando-a secar para, em seguida, queimar as árvores cortadas como preparação do solo para atividades agrícolas e pecuárias. O segundo tipo de fogo está relacionado

à manutenção de áreas desmatadas anteriormente, com o objetivo de eliminar árvores derrubadas e ervas daninhas para a prática dessas atividades. Esse tipo de fogo pode contribuir para o ressecamento da floresta circundante, aumentando sua vulnerabilidade a incêndios nos anos subsequentes. É importante ressaltar que nem todo fogo em áreas previamente desmatadas é intencional, e algumas queimadas podem se expandir além dos limites pretendidos. O terceiro tipo de fogo são os incêndios florestais, que consomem a vegetação em pé, ocorrendo tanto como eventos isolados, com as chamas principalmente confinadas ao sub-bosque, quanto como incêndios recorrentes, resultando em fogo mais intenso.

#### 4 Riscos à saúde pública

A poluição atmosférica, gerada pela queima de biomassa tem sido associada ao aumento de morbimortalidade por doenças respiratórias, principalmente em função do material particulado - um composto tóxico e multe elementar gerado por essa queima. Essas queimadas apresentam efeitos diretos para o sistema respiratório. Estudos comprovam a relação entre poluição do ar e morbimortalidade cardiorrespiratória (SILVA *et al.*, 2018).

O aumento da poluição do ar decorrente de queimadas representa um alto risco para a saúde, especialmente no que diz respeito às doenças respiratórias em crianças. A gravidade da exposição está diretamente relacionada à intensidade e proximidade das queimadas; no entanto, mesmo em áreas menos afetadas, as partículas poluentes podem permanecer dispersas no ar por períodos prolongados (OMS, 2019). O MMA alerta que a poluição do ar resulta em danos significativos tanto para a saúde pública quanto para os custos governamentais, devido ao aumento nos índices de atendimentos médicos e internações hospitalares (BRASIL, 2019).

Atualmente, a poluição atmosférica é reconhecida como o principal impulsionador do aumento dos riscos ambientais para a saúde humana, resultando em impactos diretos e indiretos no meio ambiente, deteriorando a qualidade do ar e tornando a população suscetível a diversas doenças. Os danos à saúde humana não apenas afetam diretamente os indivíduos afetados, mas também têm um impacto adverso no sistema de atenção básica à saúde, aumentando a demanda por atendimentos em unidades de saúde (MAZZIERO *et al.*, 2019).

Conforme destacado por Ignotti e colaboradores (2017), os impactos da poluição atmosférica na saúde humana têm sido amplamente estudados globalmente. Pesquisas epidemiológicas evidenciam um aumento significativo de doenças respiratórias, cardiovasculares e da mortalidade em geral associadas à exposição aos poluentes atmosféricos, especialmente entre os grupos mais vulneráveis, como crianças menores de 5 anos e indivíduos



com mais de 65 anos de idade. Conforme apontado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 2021, é importante ressaltar que as doenças decorrentes da alta poluição do ar não afetam apenas as pessoas que residem próximas às áreas afetadas por incêndios florestais e estão expostas diretamente à fumaça, mas também têm impacto devido à persistência dos poluentes no ar e à sua disseminação por longas distâncias através das correntes atmosféricas.

Há três mecanismos principais que explicam os efeitos bioquímicos, fisiológicos e clínicos da exposição a partículas de poluição do ar. Primeiramente, as partículas inaladas podem interagir com os receptores neurais pulmonares, ativando o reflexo envolvido na comunicação química e elétrica entre o pulmão e o sistema nervoso (WANG *et al.*, 2021). Os sinais de retorno do cérebro, via sistema nervoso autônomo, podem resultar no aumento da pressão arterial e em alterações do ritmo cardíaco (HOLM *et al.*, 2021).

Em segundo lugar, os poluentes atmosféricos interagem com as membranas alvéolo-capilares, desencadeando reações de estresse oxidativo e respostas inflamatórias tanto locais quanto sistêmicas (De Oliveira *et al.*, 2018). Segundo Holm e colaboradores (2021), essas respostas induzem à oxidação e distúrbios lipídicos no sangue, além de ativar plaquetas e provocar alterações pró-trombóticas em proteínas, impactando as funções dos vasos sanguíneos e aumentando a coagulação sanguínea. Em terceiro lugar, as partículas ultrafinas  $MP_{0,1}$  (com diâmetro médio inferior a  $0,1 \mu m$ ) podem atravessar a membrana alveolar e exercer efeitos sistêmicos, agindo à distância do pulmão (De OLIVEIRA *et al.*, 2015).

3134

Os impactos na saúde da população geralmente não se manifestam de forma imediata, conforme indicado pela pesquisadora Sandra Hacon. De acordo com ela, a gravidade dos efeitos depende da quantidade de emissões e da concentração de material particulado na atmosfera. Hacon observa que as pessoas afetadas pelas queimadas e pela poluição atmosférica geralmente já possuíam problemas de saúde preexistentes, como idade avançada ou serem crianças. Para Hacon, aqueles que sofrem de problemas respiratórios e não seguem um tratamento medicamentoso provavelmente experimentarão os efeitos adversos de forma mais rápida. Por outro lado, se estiverem sob medicação, os sintomas podem se manifestar mais tarde ou, em alguns casos, nem se manifestar (PORTELA, 2018).

Danos no DNA são uma marca molecular precoce da exposição ao PM. A matéria orgânica presente nos extratos de  $PM_{10}$  pode transpor células pulmonares humanas e gerar estresse oxidativo pela geração de EROs mitocondriais. As ROS induzem a liberação de citocinas contribuindo para o estresse oxidativo, levando a danos no DNA. Esta situação pode ativar a autofagia para restabelecer a homeostase celular normal, bem como causar a parada do

ciclo celular para lidar com esse dano. Se as células não forem capazes de neutralizar estes efeitos, as vias de morte celular são ativadas, aumentando a fragmentação do DNA por apoptose e também necrose. A fragmentação do DNA também induz a formação de  $\gamma$ -H2AX. A perda de células resultante pode explicar alguns efeitos agudos das doenças respiratórias. Contudo, se as células não forem capazes de lidar com os danos no DNA e não progredirem para a morte celular, pode ocorrer mutagênese levando ao desenvolvimento de câncer de pulmão (ROOS, 2015).

Na figura 1 reitera-se o perigo das queimadas para a população, conforme explicado por especialistas: "Os efeitos adversos decorrem da presença de partículas extremamente finas na fumaça, capazes de alcançar o sistema respiratório, penetrar nos alvéolos pulmonares e entrar na corrente sanguínea, representando um risco à saúde. Além disso, várias substâncias carcinogênicas são liberadas durante essas emissões, levando as pessoas a inalá-las involuntariamente e contribuindo para danos nas células pulmonares".

Figura 1 O impacto das queimadas na Amazônia em nossa saúde



Fonte: "Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells"- Revista Nature Scientific, (2017)

Estudos indicam que a qualidade do ar que respiramos está alarmantemente comprometida: nove em cada dez pessoas estão expostas a níveis de poluição do ar que representam um sério risco à saúde, resultando em sete milhões de mortes anualmente (RETS, 2018). A OMS também destaca que a poluição do ar é um fator de risco crucial para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), contribuindo para aproximadamente um quarto (24%)

das mortes por doenças cardíacas, 25% por acidentes vasculares cerebrais, 43% por doença pulmonar obstrutiva crônica e 29% por câncer de pulmão (RETS, 2018).

## 5 Surgimento/agravamento de doenças pulmonares.

Conforme indicado pela OMS (2018), as doenças cardiovasculares e respiratórias figuram entre as principais causas de mortalidade no mundo, com um total de 17,9 milhões e 3,9 milhões de óbitos anuais, respectivamente, sendo classificadas como doenças crônicas não transmissíveis. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) cerca 99% da população mundial, vivem em locais onde a poluição do ar excede os níveis recomendados pela OMS, destes, cerca de 2 bilhões são crianças (ONU,2020).

As alterações climáticas resultantes do incremento dos poluentes atmosféricos exercem impacto significativo em diversas áreas, incluindo a biodiversidade, a economia e, particularmente, a saúde da população, com ênfase nos distúrbios do sistema respiratório (FERNANDES *et al.*, 2021). Segundo informações fornecidas pelo The World Air Quality Index Project (2021), o Brasil figura entre as vinte nações com os níveis de poluição do ar mais elevados globalmente, posicionando-se atrás de países localizados nos continentes Asiático e Europeu.

A fumaça proveniente de incêndios florestais é composta principalmente por Material Particulado (MP), com destaque para o  $MP_{0,1}$ . Observa-se uma maior concentração de MP nas proximidades da fonte emissora. Durante períodos de atividade intensa de incêndios, o  $MP_{2,5}$  tem sido significativamente associado a efeitos adversos sobre o sistema respiratório, devido à deposição direta de partículas inaladas nos pulmões. Tal fenômeno resulta em estresse oxidativo local, inflamação e, potencialmente, a migração dessas partículas para a circulação sistêmica (HOLM *et al.*, 2021; De OLIVEIRA, 2018).

Pesquisas conduzidas por Andreão e colaboradores (2018) ressaltam a lacuna existente no monitoramento do Material Particulado de diâmetro aerodinâmico menor que 2,5 micrômetros ( $MP_{2,5}$ ) no Brasil, identificando-o como um poluente associado a mortes decorrentes de doenças cardiovasculares, respiratórias e ao desenvolvimento de câncer de pulmão e isquemia cardíaca. O autor sugere que a adesão às diretrizes estabelecidas pela OMS poderia potencialmente reduzir o número de óbitos relacionados a essas enfermidades.

Estudos prévios indicaram que a exposição das células pulmonares ao Material Particulado com diâmetro médio inferior a  $10 \mu m$  ( $MP_{10}$ ) resulta em um aumento significativo nos níveis de espécies reativas de oxigênio, bem como de citocinas inflamatórias, aumentando assim o risco de autofagia e danos ao DNA (OLIVEIRA *et al.*,2017). A exposição crônica ao  $MP_{10}$

desencadeia a ativação de apoptose e necrose celular. Entre as morbidades respiratórias associadas estão a asma, a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), a bronquite e a pneumonia (ANDRADE *et al.*, 2013; CASCIO, 2018).

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), que englobam condições como doenças cardiovasculares (como infarto do miocárdio), câncer, doenças respiratórias crônicas (como bronquite, asma e rinite), hipertensão, diabetes e distúrbios metabólicos (incluindo obesidade, diabetes e dislipidemia), podem ser desencadeadas ou agravadas pela exposição a níveis elevados de poluição do ar. Essas enfermidades comprometem a função pulmonar, desencadeando processos inflamatórios e quadros clínicos severos. Em crianças, pode ocorrer uma redução na função pulmonar (PECHIM, 2020).

Segundo o Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (2019), as queimadas na Amazônia representam um sério perigo para a saúde da população, conforme destacado no texto do informe técnico. O documento ressalta que os poluentes liberados por essas queimadas têm a capacidade de se deslocar por longas distâncias, chegando a alcançar áreas urbanas distantes dos focos de incêndio. Além disso, ainda de acordo com o instituto, as mortes e as hospitalizações são aspectos particularmente graves e visíveis dos problemas de saúde decorrentes das queimadas, porém não são os únicos: "Outros eventos adversos à saúde, como visitas a pronto-socorro e comprometimento funcional do sistema respiratório, são fenômenos mais frequentes, embora sejam de difícil detecção pelos sistemas de informação em saúde".

3137

Em uma entrevista concedida à BBC News Brasil, o pneumologista Marcos Abdo Arbex explica que um dos compostos mais prejudiciais à saúde é o monóxido de carbono (CO), o qual, quando inalado, penetra na corrente sanguínea e se liga à hemoglobina, impedindo o transporte adequado de oxigênio para as células e tecidos do corpo. Isso desencadeia um processo inflamatório sistêmico, com efeitos adversos sobre o coração e os pulmões, podendo, em alguns casos, levar à morte (TURBIANI, 2019). Arbex também enfatiza que as queimadas não apenas exacerbam essas condições, mas também as desencadeiam, incluindo doenças cardiovasculares, insuficiência respiratória e pneumonia. Ele acrescenta que as queimadas podem também causar reações alérgicas e, em casos de exposição prolongada, aumentar o risco de desenvolvimento de câncer (TURBIANI, 2019).

Conforme Jesem Orellana, epidemiologista da Fiocruz Amazônia, que destacou que no Amazonas existe uma lacuna de coordenação entre os bancos de dados das diversas instâncias governamentais, o que dificulta a avaliação precisa do impacto das queimadas na saúde dos

habitantes de Manaus. Ele apontou que, geralmente, os alertas são emitidos tardiamente e de forma genérica, além de omitirem informações sobre o agravamento de uma série de problemas de saúde durante períodos de queimadas intensas ou descontroladas (FEIFEL, 2023).

## 6 METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica narrativa que explora o tema das queimadas e poluição, com o propósito de examinar os impactos desse fenômeno na saúde da população.

Para conduzir a revisão bibliográfica, inicialmente, foram identificadas palavras-chave com base nos objetivos da pesquisa. Esses termos foram posteriormente utilizados para realizar buscas em diversas bases de dados e em um catálogo de obras relevantes.

Este estudo é uma pesquisa documental de natureza qualitativa, fundamentada nos princípios da revisão bibliográfica. O processo de revisão começou com a definição dos descritores para busca em plataformas online, como "Google Acadêmico", "PubMed" e "SciELO". Após a determinação dos critérios de inclusão e exclusão de artigos, foram examinados os resumos de textos, artigos de revistas, teses e dissertações completas e originais, a fim de avaliar a relevância do documento para a pesquisa. Os idiomas considerados foram o português e o inglês, abrangendo o período de 2018 a 2023 de publicação dos artigos, com uma relação direta com a temática selecionada. Somente após esse processo, os artigos foram armazenados e avaliados em detalhes.

3138

Optou-se pela abordagem qualitativa na análise dos dados desta pesquisa devido à necessidade de compreender os fenômenos humanos e sociais de forma holística, contextualizada e historicamente situada. Para investigar a relação entre os efeitos das queimadas na saúde da população do estado do Amazonas e as doenças pulmonares, propôs-se um estudo descritivo do tipo ecológico de série temporal.

As estratégias de busca foram conduzidas utilizando os descritores "Queimadas", "Poluição Atmosférica", "Impactos na saúde", "Doenças cardiopulmonares", nas bases de dados eletrônicas Google Acadêmico, PubMed e SciELO. Após a definição dos descritores e das bases de dados, a busca inicial resultou em 52 artigos. Após a leitura dos resumos de todos os artigos investigados, procedeu-se à classificação com base nos critérios de inclusão, exclusão e nos objetivos do estudo, levando em consideração o escopo da pesquisa. Isso resultou em um total de apenas 39 artigos selecionados, dos quais 23 estavam diretamente relacionados com o tema e os

objetivos da pesquisa. Essa seleção possibilitou uma avaliação crítica e sistemática do assunto, contribuindo para a apresentação dos resultados encontrados e as conclusões finais do grupo

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Brasil perdeu 536 mil hectares para o fogo entre janeiro e fevereiro de 2023. Foram 213 mil hectares, ou 28%, a menos que no mesmo período do ano passado. Deste resultado, um acumulado de 90% das queimadas no Brasil ocorreram na Amazônia, ao todo a porcentagem corresponde a 487 mil hectares (ALBURQUEQUE, 2023).

No Amazonas houve um período em que a cidade de Manaus estava envolta de muita fumaça, muitos residentes experimentaram sintomas como irritação nos olhos, inflamação na garganta, ataques de asma, agravamento da rinite alérgica e outros distúrbios respiratórios. Além disso, a exposição prolongada pode acarretar em problemas mais sérios, impactando o sistema cardiovascular e reprodutivo, e até mesmo aumentando o risco de câncer de pulmão, o que, por sua vez, pode reduzir a expectativa de vida (ROLIM, 2024).

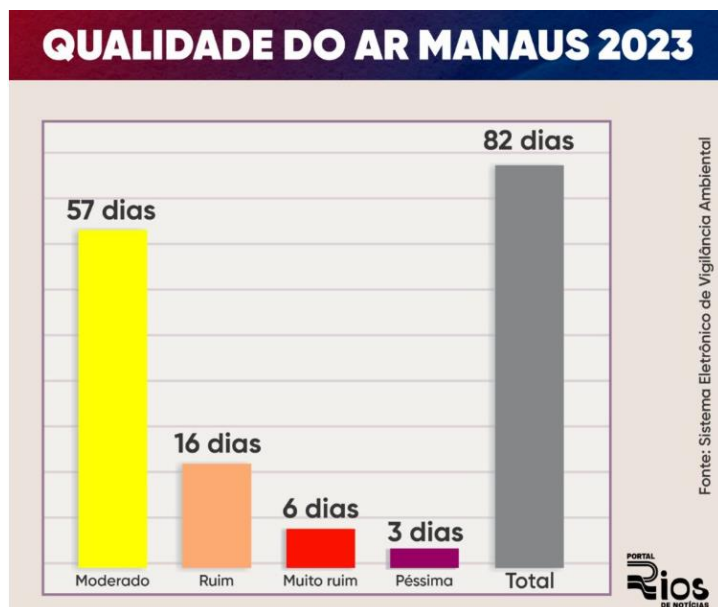
Informações exclusivas obtidas pelo Portal RIOS DE NOTÍCIAS indicam que, no período de 9 de janeiro de 2023 a 10 de janeiro de 2024, a cidade de Manaus experimentou 82 dias com níveis de poluição do ar acima do normal. Dentre esses dias, 57 foram classificados como "moderados", 16 como "ruins", seis como "muito ruins" e três dias foram categorizados com a qualidade do ar como "péssima", conforme as medições realizadas pelo Sistema Eletrônico de Vigilância Ambiental (Selva) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) (ROLIM, 2024).

3139

Nuvens de densa fumaça cinza de dezenas de incêndios florestais na Amazônia brasileira, muitos deles iniciados ilegalmente, pairaram sobre a capital da região, Manaus, tornando o ar cada vez mais irrespirável pelo segundo dia seguido. Especialistas afirmam que a poluição atmosférica é proveniente de incêndios ao redor da cidade e dentro de sua área metropolitana, muitas vezes deliberadamente provocados para derrubar árvores para agricultura e desenvolvimento urbano sem autorização (KELLY, 2023).

O gráfico 2 ilustra que a população de Manaus enfrentou cerca de três meses, equivalente a um total de 82 dias, de má qualidade do ar devido à fumaça resultante das queimadas. Muitas dessas queimadas foram criminosas e ocorreram tanto na capital quanto nos municípios do interior do Estado.

Figura 2 Manaus registrou 82 dias com qualidade do ar inadequada



Fonte: Sistema de Vigilância Ambiental

Segundo as análises da pesquisadora Luciana Rizzo, do Laboratório de Física Atmosférica da Universidade de São Paulo (USP), a densa nuvem de fumaça que cobriu a cidade foi originada principalmente pela combinação de dois fatores principais: a severa estiagem na Amazônia e os incêndios na região metropolitana de Manaus, particularmente nos municípios de Careiro e Autazes, próximos à BR-319 (FEIFEL, 2023). 3140

Uma pesquisa realizada pela Fiocruz revelou que 70% das hospitalizações registradas nos últimos dez anos em Mato Grosso, Pará, Amazonas, Rondônia e Acre estão associadas às elevadas concentrações de partículas poluentes provenientes das queimadas na Amazônia. Durante o período de 2010 a 2020, um total de 1,2 milhão de indivíduos foram hospitalizados devido a doenças respiratórias nesses cinco estados. O estudo também indica que a poluição do ar aumentou em até duas vezes o risco de hospitalização (JORNAL NACIONAL, 2021).

Na Tabela 2, são detalhados os impactos na saúde correspondentes à classificação da qualidade do ar, expressa como um índice, para exposições de curto prazo. A classificação da qualidade do ar está em conformidade com a norma regulamentar estabelecida pela Resolução CONAMA nº 491/2018 e é independente dos padrões de qualidade/meta intermediária atualmente em vigor, uma vez que está diretamente relacionada aos efeitos na saúde humana.

Figura 3 Relação entre valor do IQAr e seus efeitos à saúde

Classificação da qualidade do ar e efeitos à saúde - Exposição de curto prazo		
Qualidade	Índice	Significado
N1 - BOA	0 - 40	
N2 - MODERADA	41-80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 - RUIM	81-120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde
N4 - MUITO RUIM	121-200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - PÉSSIMA	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB (2019)

Em geral, a exposição a níveis elevados de poluição por curtos períodos está associada a 3141  
efeitos agudos na saúde, enquanto exposições prolongadas, mesmo a níveis mais baixos, podem resultar em efeitos crônicos. A avaliação da exposição a longo prazo será realizada mediante comparação com os padrões anuais de qualidade do ar (CETESB, 2023).

Os poluentes provenientes da queima de biomassa apresentam diferentes níveis de nocividade à saúde humana, os quais são determinados pelo tempo de exposição e pela sua toxicidade. Conforme indicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), os principais agravantes que afetam um grande número de pessoas devido à exposição a esses poluentes incluem: doenças pulmonares (sendo a pneumonia responsável pela maioria dos casos, correspondendo a 50% dos casos em crianças); doenças cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais; redução do desenvolvimento cognitivo em crianças; demência em idosos; maior predisposição ao câncer e à diabetes (WHO, 2018a, 2018b; OPAS, 2018a, 2018b).

A tabela 2 apresenta o número de internações hospitalares devido a doenças respiratórias ocorridas durante os anos de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas, para indivíduos com 60 anos de idade ou mais. Tanto em maio de 2018 quanto em abril de 2020, foram registradas 229 internações, representando o pico máximo de internações hospitalares durante o período



estudado. Por outro lado, o mês de dezembro de 2020 registrou apenas 14 internações, indicando o mínimo de ocorrências durante os anos analisados. Ao longo de todo o período de estudo, o total de internações hospitalares contabilizou 20.168 ocorrências.

Tabela 2 Quantidades mensais e anuais de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 ou mais de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.

Mês	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Jan	93	90	104	146	69	121	97	146	137	168	148	136	164	1.619
Fev	101	81	81	104	64	116	85	130	91	230	180	188	148	1.599
Mar	88	65	93	137	187	185	85	162	169	173	150	186	170	1.850
Abr	78	89	89	121	201	147	148	149	140	158	207	171	<b>229</b>	1.927
Mai	130	93	128	116	130	126	118	204	172	190	<b>229</b>	143	136	1.915
Jun	127	83	109	120	133	99	104	186	167	154	184	145	93	1.704
Jul	98	112	99	122	129	78	111	158	132	148	179	148	113	1.627
Ago	108	110	107	102	121	91	120	130	141	128	161	177	98	1.594
Set	97	102	103	113	112	108	137	130	116	137	155	167	121	1.598
Out	93	108	91	116	121	114	118	142	127	131	166	173	121	1.621
Nov	71	96	116	136	148	92	126	147	128	158	152	130	65	1.565
Dez	81	127	126	82	106	121	122	136	137	156	167	174	<b>14</b>	1.549
<b>Total</b>	<b>1.165</b>	<b>1.156</b>	<b>1.246</b>	<b>1.415</b>	<b>1.521</b>	<b>1.398</b>	<b>1.371</b>	<b>1.820</b>	<b>1.657</b>	<b>1.931</b>	<b>2.078</b>	<b>1.938</b>	<b>1.472</b>	

Fonte: DATASUS, 2022

Alguns dos efeitos da inalação incluem tosse, dificuldade respiratória, aumento de doenças respiratórias, inflamação e redução da capacidade pulmonar. Durante períodos de incêndios, o aumento das internações hospitalares acarreta um maior risco de mortalidade, especialmente em pacientes com problemas cardiovasculares e/ou pulmonares preexistentes. Além disso, esses pacientes enfrentam agravamento dos sintomas de asma, aumento dos casos de câncer, entre outros problemas de saúde. Indivíduos que residem próximos às áreas queimadas são os mais vulneráveis aos impactos na saúde. No entanto, a fumaça pode se deslocar por longas distâncias, afetando outras cidades, estados e até países (ECOLOGIAEACAO, 2022).

De acordo com um estudo realizado pela Fiocruz e pelo WWF-Brasil, as queimadas na Amazônia resultaram em um aumento significativo nas taxas de internações hospitalares por problemas respiratórios nos últimos 10 anos (2010-2020) nos estados com maior incidência de focos de calor, como Pará, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Acre. No Amazonas, 87% das internações hospitalares durante o período analisado foram atribuídas às elevadas concentrações de fumaça (partículas respiráveis e inaláveis). Os percentuais foram de 68% no Pará, 70% em Mato Grosso e 70% em Rondônia. Além disso, as doenças respiratórias relacionadas às altas concentrações de partículas de poluentes provenientes das queimadas representam 70% das internações hospitalares registradas no Pará, Mato Grosso, Rondônia e Amazonas (WWF-Brasil, 2021).

Em 2019, um relatório conjunto foi elaborado em colaboração entre o Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (IEPS), o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) e a Human Rights Watch (HRW), com o objetivo de analisar o impacto das queimadas associadas ao desmatamento na Amazônia brasileira sobre a saúde. A Human Rights Watch conduziu entrevistas com autoridades, profissionais de saúde e outras partes interessadas em cinco estados da Amazônia brasileira, além de revisar documentos e políticas públicas pertinentes (HRW, 2020).

Segundo a análise estatística realizada pelo IEPS em colaboração com IPAM e HRW, as conclusões deste relatório destacaram o impacto negativo significativo das queimadas associadas ao desmatamento na Amazônia sobre a saúde pública na região em 2019. Isso incluiu 2.195 hospitalizações devido a doenças respiratórias atribuíveis às queimadas. Dessas internações, 467 (21%) envolveram bebês de 0 a 12 meses de idade e 1.080 (49 %) afetaram pessoas idosas com 60 anos ou mais. O estudo revelou que os pacientes passaram um total de 6.698 dias hospitalizados em 2019 devido à exposição à poluição do ar decorrente das queimadas (HRW, 2020).

Sendo assim, a partir das pesquisas realizadas em várias bases de dados nota-se que as queimadas na região Norte representam cerca de 60% do material particulado emitido para a atmosfera no Brasil. Essas partículas contribuem para a alteração da composição química da atmosfera influenciando a nível global e contribuindo para uma nova configuração climática. Na Amazônia brasileira, a população fica exposta a elevadas concentrações de poluição por um período médio anual de 3 a 5 meses (julho a novembro), associado a baixos índices pluviométricos, enquanto em centros urbanos, a exposição é contínua e prolongada ao longo do ano (SMITH *et al.*, 2014).

As alterações de temperatura, umidade e o regime de chuvas podem aumentar os efeitos das doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como alterar as condições de exposição aos poluentes atmosféricos tanto em áreas de queima de biomassa quanto em regiões metropolitanas. Dada a evidência da relação entre alguns efeitos na saúde devido às variações climáticas e os níveis de poluição atmosférica, tais como os episódios de inversão térmica, aumento das concentrações de poluentes atmosféricos provenientes da queima de biomassa e o aumento de problemas cardiovasculares e respiratórios, parece inevitável que as mudanças no clima à longo prazo venha a exercer efeitos à saúde humana em escala global, regional e local (OBSERVATÓRIO NACIONAL DE CLIMA E SAÚDE, 2017).

Considerando as vias de exposição e os potenciais efeitos da exposição as partículas de MP e das mudanças do clima na saúde respiratória, as principais doenças preocupantes são asma,

rinossinusite, doença pulmonar obstrutiva crônica e infecções do trato respiratório. Grupos com maior risco de efeitos da mudança climática incluem indivíduos com doenças cardiopulmonares pré-existentes ou indivíduos desfavorecidos (OBSERVATÓRIO NACIONAL DE CLIMA E SAÚDE, 2017).

Assim, verificou-se que os estudos utilizados para compor este trabalho, inicialmente tiveram caráter retrospectivo, descritivo e exploratório, mostrando os efeitos de variações sazonais e espaciais na distribuição de determinados indicadores de morbimortalidade. Esses e outros trabalhos contribuíram para o entendimento do incremento dos efeitos da exposição à poluição gerada pela queima de biomassa, evidenciando que as taxas de internação por doenças respiratórias nesses grupos alcançavam valores três vezes maiores no período da seca quando comparado ao período chuvoso na Amazônia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como finalidade discutir a prática das queimadas, os impactos dos poluentes na saúde humana e as principais doenças que são resultantes das queimadas. Diante disso, fica claramente perceptível a urgência de se preocupar com os efeitos provocados no meio ambiente pelas emissões de poluentes orgânicos e inorgânicos, efluentes e outros resíduos. Essas substâncias podem causar danos frequentemente irreversíveis tanto ao meio ambiente quanto à saúde da população, muitas vezes sendo liberadas em nome do desenvolvimento e da sobrevivência.

3144

Ficou evidenciado que os altos níveis de material particulado na atmosfera estão correlacionados com um aumento significativo no número diário de mortes, bem como um aumento nas admissões hospitalares devido a problemas doenças respiratórias e cardiovasculares, mesmo que pareça algo que todos deveriam saber, ainda é necessário fornecer mais evidências e garantir que as pessoas estejam realmente conscientes disso.

A análise dos registros de saúde, focos de queimadas e desmatamentos foi crucial para entender as relações entre os efeitos dos poluentes gerados pelas queimadas. Isso considerou os indicadores de mortalidade e morbidade por doenças respiratórias, visando melhorar a qualidade da assistência médica à população afetada.

Apesar das limitações encontradas, a importância deste estudo para a saúde pública e tomadas de decisão futuras não é diminuída. Estimula a necessidade de novas pesquisas, sugerindo análises de associações entre morbidades e mortalidade com variáveis climáticas e focos de queimadas em diferentes faixas etárias e considerando o sexo.

## REFERÊNCIAS

AGRO PLANNING. **Empresários cobram medidas efetivas de combate ao desmatamento ilegal**. Disponível em: <https://www.agroplanning.com.br/2020/07/13/empresarios-cobram-medidas-efetivas-de-combate-ao-desmatamento-ilegal>. Acesso em 12 fev 2024

ALBURQUEQUE, M. Notícia. Amazônia concentrou 90% das áreas queimadas no país de 2023. Brasília: **Correio Braziliense**, 2023. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2023/04/5087878-amazonia-concentrou-90-das-areas-queimadas-no-pais-no-inicio-de-2023.html>. Acesso em: 22 fev. 2024

ALENCAR, L; NEPSTAD, D; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; *et al.* **Desmatamento na Amazônia: indo além da “emergência crônica”**. Belém: IPAM, 2004. Disponível em: Acesso em: [https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2004/03/desmatamento\\_na\\_amazo%C3%A7nia\\_indo\\_ale%C3%81m\\_da\\_e.pdf](https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2004/03/desmatamento_na_amazo%C3%A7nia_indo_ale%C3%81m_da_e.pdf)Acesso em: 12 fev 2024.

ANDREÃO, W. L.; ALBUQUERQUE, T. T; KUMAR, P. Excess deaths associated with fine particulate matter in Brazilian cities. **Atmospheric environment**, v. 194, p. 71-81, 2018

ANDRADE FILHO, VS; ARTAXO, P; HACON, S; CARMO, CN; CIRINO, G. Aerosols from biomass burning and respiratory diseases in children, Manaus, Northern Brazil. **Rev Saude Publica**. 2013;47(2):239-247. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004011>

ANDRÉ, MARLI. O que é um estudo de caso qualitativo em Educação? Educação e 3145 Contemporaneidade – **Revista FAEEBA**, Salvador, v. 22, n. 40, jul./dez. 2013, p. 95-104. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/7441/4804>.

ARBEX, M. A; MARTINS, LC; DE OLIVEIRA, RC; PEREIRA, LA; ARBEX, FF; CANÇADO, JE; *et al.* A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 5, p. 643-655, out. 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132012000500015&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132012000500015&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 15 fev 2024

AZEVEDO, T; ROSA, M; SHIMBO, J; OLIVEIRA, M. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil**. São Paulo, Brasil: MapBiomass, 2020.

BARLOW, J; BERENQUER, E; CARMENTA, R; FRANÇA, F. Clarifying Amazonia's burning crisis. **Glob Chang Biol**. 2020;26(2):319-321. <https://doi.org/10.1111/gcb.14872>

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 3**, de 28 de junho de 1990 Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução [Conama] nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar**. Brasília,DF: Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2018. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>. Acesso em: fev 2024

BRASIL- Ministério do Meio Ambiente. **Qualidade do ar**. MMA, 2019. Disponível em:<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html>. Acesso em: 13 fev 2024

BRASIL- Ministério da Saúde. **Queimadas e Incêndios Florestais**. 2021. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/queimadas\\_incendios\\_florestais\\_atuacao\\_vigilancia\\_ambiental.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/queimadas_incendios_florestais_atuacao_vigilancia_ambiental.pdf)

BRASIL- Ministério do Meio Ambiente-**Sistema Eletrônico de Vigilância Ambiental**. <https://www.riosdenoticias.com.br/populacao-de-manaus-conviveu-com-quase-tres-meses-de-qualidade-do-ar-inadequada-em-2023>

CASCIO, WE. **Wildland fire smoke and human health**. Sci Total Environ. 2018;624:586-595. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.086>

CERCAL, A. **Frio aumenta incidência de doenças respiratórias**, 29 mai 2013

CETESB. **Relatório Qualidade do Ar**. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2020/07/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-2019.pdf>. Acesso em fev 2024

CETESB. **Qualidade do Ar**. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2021/05/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2020.pdf>. Acesso em 13 fev 2024

CETESB. **QUALAR: sistema de informações da qualidade do ar**. São Paulo: CETESB, 2023. 1 banco de dados eletrônicos. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>. Acesso em: 13 fev 2024 3146

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 83-97, abr. 2016. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142016000100083](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142016000100083). Acesso em: 15 fev 2024

DE OLIVEIRA, ALVES N; BRITO, J; CAUMO, S; ARANA, A; DE SOUZA, HACION S; ARTAXO, P; *et al.* Biomass burning in the Amazon region: Aerosol source apportionment and associated health risk assessment. Atmos Environ. 2015;120:277-285. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.059>

DE OLIVEIRA ALVES, N; VESSONI, AT; QUINET, A; FORTUNATO, RS; KAJITANI, GS ; PEIXOTO MS ; HACION ,SS ; ARTAXO,P ; SALDIVA ,P ; MENCK, CFM ; MEDEIROS, SRB. “Biomass burning in the amazon region causes dna damage and cell death in human lung cells”- **Revista Nature Scientific**, 2017. Disponível em: [www.nature.com/articles/s41598-017-11024-3](http://www.nature.com/articles/s41598-017-11024-3). Acesso em: 10 mar 2024

DE OLIVEIRA, BF; CARVALHO, L; MOURÃO, DS; MATTOS, RC; DE CASTRO, HÁ; ARTAXO, P; *et al.* Environmental Exposure Associated with Oxidative Stress Biomarkers in Children and Adolescents Residents in Brazilian Western Amazon **J Environ Prot**. 2018;9(4):347-367. <https://doi.org/10.4236/jep.2018.94023>

ECOLOGIAEACAO. Notícias. Saiba como incêndios afetam saúde da população. Mato Grosso do Sul: **Ecoa**,2022. Disponível em: <https://ecoa.org.br/queimadas-urbanas-afetam-a-saude-da-populacao>. Acesso em: 21 fev 2024

FEIFEL, B. Notícias. **Queimada: como Manaus chegou a estar entre as 3 piores cidades do mundo em qualidade do ar**. Brasil de Fato, 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/11/07/queimada-como-manaus-chegou-a-estar-entre-as-3-piores-cidades-do-mundo-em-qualidade-do-ar>. Acesso em: 22 fev 2024

FERNANDES, T.; HACON, S. S; NOVAIS, J. W. Z. **Dinâmica temporal de focos de calor e seus condutores de pressão no território do Sudeste Paraense**. 2021. Disponível em: [https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2019\\_Fernandes\\_etal\\_FocosCalorPressaoSudesteParaens\\_e\\_RevistaNativa\\_DE3os.pdf](https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2019_Fernandes_etal_FocosCalorPressaoSudesteParaens_e_RevistaNativa_DE3os.pdf). Acesso em 12 de fev de 2024.

FREIRE, M.C.M.; PATTUSSI M.P. **Tipos de estudos**. IN: ESTRELA, C. Metodologia científica. Ciência, ensino e pesquisa. 3ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018. p.109-127.

FUCHS, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, v. 20, n. 1, p. 16-31, 20 20.

GREENPEACE. **CULTIVANDO VIOLÊNCIA: como a demanda global por carne e laticínios é alimentada pela violência contra comunidades no brasil**. São Paulo: Greenpeace, 2019. Disponível em: < [https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2019/12/0e135bff-relatorio\\_cultivando\\_violencia.pdf](https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2019/12/0e135bff-relatorio_cultivando_violencia.pdf) > Acesso em: 12 fev 2024.

3147

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**.4.ed São Paulo: Atlas, 1994

GLOBAL FOREST WATCH. **Forest Monitoring Designed for Action**, 2022. Disponível em: Acesso em: 12 fev 2024

HOLM, SM; MILLER, MD; BALMES, JR. Health effects of wildfire smoke in children and public health tools: a narrative review. **J Expo Sci Environ Epidemiol**. 2021;31(1):1-20. <https://doi.org/10.1038/s41370-020-00267-4>

HUMAN RIGHTS WATCH (HRW); Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (IEPS); Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). **O ar é insuportável” Os impactos das queimadas associadas ao desmatamento da Amazônia brasileira na saúde** (2020). Disponível em: [https://www.hrw.org/sites/default/files/media\\_2020/08/brazil0820pt\\_web.pdf](https://www.hrw.org/sites/default/files/media_2020/08/brazil0820pt_web.pdf). Acesso em 13 fev 2024. <http://terra-brasilis.dpi.inpe.br/queimadas>. Acesso em 18 de fev de 2024

IGNOTTI, E; HACON, S; SILVA, A; JUNGER, W; *et al*. Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 10, p. 453-464, 2017. Disponível em: [https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1415-790X2007000400003&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1415-790X2007000400003&script=sci_arttext&tlng=es). Acesso em: 13 fev 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Brasil em síntese território**. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em: 12 fev 2024.

INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE. Notícias. **Pesquisa mostra o impacto das queimadas na saúde infantil.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 2019. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-mostra-o-impacto-das-queimadas-na-saude-infantil>. Acesso em: 21 fev 2024.

INPA, **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.** Disponível em <http://portal.inpa.gov.br/>. Acesso em 12 fev 2024.

INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Taxas de desmatamento Amazônia Legal** - estados. 2021. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/?chave=queimadas>

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Queimadas no Brasil – Relatório de Monitoramento. 2022.** Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/cadastro/v2/>.

JORNAL NACIONAL. Notícias. **Pesquisa mostra o impacto da poluição das queimadas na saúde da população.** Rio de Janeiro: Jornal Nacional, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/05/24/pesquisa-mostra-o-impacto-da-poluicao-das-queimadas-na-saude-da-populacao.ghtml>. Acesso em 22 fev 2024

KELLY, B. Notícias. Fumaça de incêndios na Amazônia sufoca Manaus pelo 2º dia seguido. **UOL**, 2023. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2023/10/12/fumaca-de-incendios-na-amazonia-sufoca-manaus-pelo-2-dia-seguido.htm>. Acesso em: 14 mar 2024

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento 2021.** São Paulo, 2022. Disponível em: Acesso em: 12 fev 2024

3148

MAZZIERO, FREDERICO; FREGOLENTE, FARACCO; *et al.* Mapeamento e disponibilização em ambiente web das ocorrências de queimadas urbanas: um estudo de caso no município de JAÚ-SP. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 344-360, 2019. Disponível em: Acesso em: 13 fev 2024

MENDES, M; LUANA, S; CASTRO, F; BASTOS, D; *et al.* Impactos das queimadas sobre a saúde da população humana na amazônia maranhense/biomass burning impact on the human population health in the amazon region from Maranhão. **Revista de Pesquisa em Saúde**, v. 17, n. 3, 2017. Disponível em: Acesso em: 13 fev 2024

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE CLIMA E SAÚDE. 2017. **Análise de situação em clima e saúde.** Disponível em [https://climaesaude.icict.fiocruz.br/sites/climaesaude.icict.fiocruz.br/files/analisedesituacaoe\\_msaudecursoopasfiocruzatualizado.pdf](https://climaesaude.icict.fiocruz.br/sites/climaesaude.icict.fiocruz.br/files/analisedesituacaoe_msaudecursoopasfiocruzatualizado.pdf). Acesso: 28 fev 2024

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Noncommunicable Diseases.** 2018. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em 14 fev 2024.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Incêndios na Amazônia representam riscos para saúde.** OMS, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/portuguese/countries/bra/pt/>. Acesso em: 13 fev 2024

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Diretrizes Globais da Qualidade do Ar. 2022.** Disponível em: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54963/9789275724613\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54963/9789275724613_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em 13 fev 2024.

ONU – Organização das Nações Unidas. **A ONU e o meio ambiente .2020.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em 10 mar 2024.

OPAS (Organização Pan-Americana da Saúde). **Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído,** 2018a.

OPAS (Organização Pan-Americana da Saúde). **Não polua o meu futuro! O impacto do ambiente na saúde das crianças,** 2018b.

PECHIM, L. **Poluição pode causar doenças respiratórias.** 2020. Disponível em: <https://www.medicina.ufmg.br/poluicao-pode-causar-doencas-respiratorias/>. Acesso em 14 fev 2024

PEIXOTO, R. Notícias. Desmatamento em áreas protegidas na Amazônia, como terras indígenas, tem a menor taxa em 9 anos, aponta imazon. **Gi.** 22 jan. 2024. <https://gi.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/01/22/desmatamento-em-areas-protegidas-na-amazonia-como-terras-indigenas-tem-a-menor-taxa-em-9-anos-aponta-imazon.ghtml>  
Acesso em: 11 fev 2024.

PORTELA, G. Notícias. **Entre o pulmão verde e a fumaça das queimadas.** 2018. ICICT, 2018. Disponível em: <https://www.icict.fiocruz.br/content/entre-o-pulm%C3%A3o-verde-e-fuma%C3%A7a-das-queimadas>. Acesso: 10 mar 2024

UNEP. Environmental Rule of Law: First Global Report. United Nations Environment Programme, Nairobi, 2019.

REDE INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DE TÉCNICOS EM SAÚDE. Notícias. Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, 2018. Disponível em: <https://www.rets.epsjv.fiocruz.br/noticias/nove-em-cadadez-pessoas-em-todo-o-mundo-respiram-ar-poluido>. Acesso em: 21 fev 2024.

ROLIM, L. Notícias. População de Manaus conviveu durante quase três meses com qualidade do ar inadequada em 2023. Manaus: **Rios de Notícias**, 2024. Disponível em : <https://www.riosdenoticias.com.br/populacao-de-manaus-conviveu-com-quase-tres-meses-de-qualidade-do-ar-inadequada-em-2023/>. Acesso: 22 fev 2024

ROOS, WP; THOMAS, AD & KAINA, B. Danos no DNA e o equilíbrio entre sobrevivência e morte na biologia do câncer. **Nat. Rev. Câncer** 16, 20–33 (2015).

SILVA, E; BRAGA, M; VILAGRA, S; MIRANDA, J; *et al.* Influência da qualidade do ar dentro das Políticas Públicas de Saúde. **Cadernos UniFOA**, v. 5, n. 1, p. 56, 2018. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2430>. Acesso em: 13 fev 2024.

SCIENCE PANEL FOR THE AMAZON. **Amazon Assessment Report. United Nations Sustainable Development Solutions Network**, New York, USA, 2021. Disponível em: <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports/> Acesso em: 12 fev. 2024



SMITH, LT; ARAGÃO, LE; SABEL, CE; NAKAYA, T. **Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon.** Sci Rep. 2014.

THE WORLD AIR QUALITY INDEX PROJECT (2021). **Air pollution in world: real-time air quality index visual map.** <https://aqicn.org/rankings/pt/>.

WALKER, WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Social Determinants of Health.** Geneva: WHO, 2022

WAIKER, W; GORELIK, S; BACCINI, A; SCHWARTZMAN, S; *et al.* The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected 40 areas. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 6, p. 3015- 3025, 2020.

WANG, T; ZHAO, G; TAN, T; YU, Y; TANG, R; DONG, H; *et al.* Effects of biomass burning and photochemical oxidation on the black carbon mixing state and light absorption in summer season. Atmos Environ. 2021;248:118230. doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118230

WHO (World Health Organization). **Burden of disease from the joint effects of household and ambient Air pollution for 2016.** Geneva, 2018a.

WHO (World Health Organization). **Air pollution and child health: prescribing clean air,** 2018b.

WORLD WILDLIFE FUND-BRASIL. Notícias. Queimadas na Amazônia aumentam problemas respiratórios. **WWF-Brasil**, 2021. Disponível em: 3150  
<https://www.wwf.org.br/?78329/Queimadas-na-Amazonia-aumentam--problemas-respiratorios>. Acesso em: 21 fev 2024

ZADINELLO, A. L.; SILVA, D. S.; NASCIBEM, J. L.; ARAÚJO, K. C. S.; PAN, P. I.; GOMES, W. G.; HAUM, T. O.; GUERRA, A. G. Práticas de promoção de saúde como agente contra a poluição atmosférica: uma revisão integrativa. 2021. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.4, p.17820-17831jul/aug.2021 Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n4-261>. ISSN: 2595-6825