



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA
CAMPUS REITOR EDGARD SANTOS
CENTRO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MEDICINA**

GUSTAVO DE ASSIS GOMES

**IMPACTO DA EXPOSIÇÃO À QUEIMA DE BIOMASSA NA PREVALÊNCIA DA
DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA EM POPULAÇÕES
VULNERÁVEIS NO BRASIL**

**BARREIRAS
2025**

GUSTAVO DE ASSIS GOMES

**IMPACTO DA EXPOSIÇÃO À QUEIMA DE BIOMASSA NA PREVALÊNCIA DA
DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA EM POPULAÇÕES
VULNERÁVEIS NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Medicina pela Universidade Federal
do Oeste da Bahia.

Orientador: Profº Drº Marcello da Silveira
Paschoallini

Barreiras
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

G633 Gomes, Gustavo de Assis.

Impacto da exposição à queima de biomassa na prevalência da doença pulmonar obstrutiva crônica em populações vulneráveis no Brasil. / Gustavo de Assis Gomes. – 2025.

47.

Orientador: Prof. Dr. Marcello Paschoallini da Silveira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina) –. Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro das Ciências Biológicas e da Saúde. Barreiras, BA, 2025.

1. Saúde respiratória. 2. DPOC. 3. Poluição atmosférica. I. Silveira, Marcello Paschoallini da. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia - Centro das Ciências Biológicas e da Saúde. III. Título.

CDD 616



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA
BAHIA** Centro das Ciências Biológicas e da Saúde
Curso de Medicina

ANEXO IV

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 21 dias do mês de novembro de 2025, às 19 horas, em sessão pública via Webconferencia (link: <https://meet.google.com/nga-pbyq-dan>), na presença da Banca Examinadora presidida pelo(a) Professor(a) Marcello da Silveira Paschoallini e composta pelos examinadores: Lancaster Monteiro Diniz e Miqueias Saimon da Silva Oliveira o aluno Gustavo de Assis Gomes apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: IMPACTO DA EXPOSIÇÃO À QUEIMA DE BIOMASSA NA PREVALÊNCIA DA DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA EM POPULAÇÕES VULNERÁVEIS NO BRASIL como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Medicina. Após reunião em sessão reservada, a Banca Examinadora deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores.

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCELLO DA SILVEIRA PASCHOALINI
Data: 22/11/2025 12:30:0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Presidente da Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br LANCASTER MONTEIRO DINIZ
Data: 22/11/2025 22:09:18-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Examinador 01

Documento assinado digitalmente
gov.br MIQUEIAS SAIMON DA SILVA OLIVEIRA
Data: 22/11/2025 07:31:24-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Examinador 02

RESUMO

A exposição à queima de biomassa constitui um importante problema de saúde pública, especialmente em populações rurais e vulneráveis que utilizam materiais orgânicos, como lenha e carvão, como principal fonte de energia. Essa prática libera poluentes atmosféricos tóxicos, como material particulado fino (PM_{2.5}), monóxido de carbono e compostos orgânicos voláteis, que estão diretamente associados ao desenvolvimento e agravamento da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a relação entre a exposição à queima de biomassa e a prevalência da DPOC, bem como identificar os principais fatores fisiopatológicos, epidemiológicos e socioambientais envolvidos. Foram consultadas as bases PubMed, LILACS, SciELO, Periódicos CAPES e Google Scholar, abrangendo publicações de 2010 a 2025. Os estudos evidenciam que a exposição contínua à fumaça de biomassa aumenta significativamente o risco de DPOC, sobretudo entre mulheres, idosos e populações com baixo nível socioeconômico. Os resultados também apontam a necessidade de estratégias de mitigação, como o uso de combustíveis limpos, melhorias na ventilação domiciliar e fortalecimento das políticas públicas voltadas à saúde respiratória. Conclui-se que a queima de biomassa é um determinante ambiental relevante para a DPOC, sendo imprescindível o desenvolvimento de ações intersetoriais que promovam energia sustentável e reduzam a carga de doenças respiratórias em populações vulneráveis.

Palavras-chave: DPOC. Biomassa. Poluição atmosférica. Saúde respiratória. Populações vulneráveis.

ABSTRACT

Exposure to biomass burning represents a major public health issue, particularly among rural and vulnerable populations that rely on organic materials such as firewood and charcoal as their primary energy source. This practice releases toxic air pollutants, including fine particulate matter (PM_{2.5}), carbon monoxide, and volatile organic compounds, which are directly associated with the development and progression of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). This study aimed to analyze, through an integrative literature review, the relationship between exposure to biomass burning and the prevalence of COPD, as well as to identify the main physiopathological, epidemiological, and socio-environmental factors involved. The research was conducted in PubMed, LILACS, SciELO, CAPES Journals, and Google Scholar databases, covering publications from 2010 to 2025. The studies demonstrate that prolonged exposure to biomass smoke significantly increases the risk of COPD, especially among women, the elderly, and socioeconomically disadvantaged groups. The findings also highlight the need for mitigation strategies, such as the adoption of clean fuels, improved household ventilation, and stronger public health policies focused on respiratory health. It is concluded that biomass burning is a relevant environmental determinant of COPD, and intersectoral actions promoting sustainable energy and reducing respiratory disease burdens in vulnerable populations are essential.

Keywords: COPD. Biomass. Air pollution. Respiratory health. Vulnerable populations.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 JUSTIFICATIVA	09
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 QUEIMA DE BIOMASSA E SEUS MALEFÍCIOS	
3.2 POLUENTES GERADOS PELA QUEIMA DE BIOMASSA E SEUS EFEITOS FISIOPATOLÓGICOS	13
3.3 PREVALÊNCIA DA DPOC EM POPULAÇÕES EXPOSTAS À QUEIMA DE BIOMASSA	15
4 OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5 METODOLOGIA	19
5.1 QUESTÃO NORTEADORA	21
5.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA E COLETA DE DADOS	21
5.2.1 Bases de Dados e Período de Busca	21
5.2.2 Descritores Controlados e Operadores Booleanos	22
5.2.3 Critérios de Elegibilidade	23
5.3 PROCESSO DE SELEÇÃO E EXTRAÇÃO DE DADOS	23
5.3.1. Seleção dos Estudos	23
5.3.2. Extração de dados	23

5.4. ANÁLISE CRÍTICA E SÍNTESE DOS RESULTADOS	24
5.4.1. Critérios diagnósticos da DPOC.....	24
5.4.2. Avaliação do Nível de Evidência	24
5.4.3. Síntese Integrativa	25
6 RESULTADOS.....	24
6.1 MAGNITUDE DO PROBLEMA: PREVALÊNCIA DE DPOC E EXPOSIÇÃO À BIOMASSA NO BRASIL.....	39
6.2 POPULAÇÕES VULNERÁVEIS E CONTEXTOS DE EXPOSIÇÃO NO BRASIL	40
6.3 MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS E CARACTERÍSTICAS DA DPOC ASSOCIADA À BIOMASSA	41
6.4 IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA: HOSPITALIZAÇÃO E MORTALIDADE	42
6.5 ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO: EVIDÊNCIAS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO	43
6.6 INTERVENÇÕES TECNOLÓGICAS: FOGÕES MELHORADOS E COMBUSTÍVEIS LIMPOS.....	43
6.7 MELHORIAS HABITACIONAIS E COMPORTAMENTAIS	44
6.8 POLÍTICAS PÚBLICAS E INTERVENÇÕES DE SAÚDE	45
6.9 DESAFIOS ESPECÍFICOS DO CONTEXTO BRASILEIRO.....	46
7 DISCUSSÃO	47
7.1 DIREÇÕES FUTURAS E RECOMENDAÇÕES	47

1 INTRODUÇÃO

A queima de biomassa consiste na utilização de materiais orgânicos, como madeira, carvão vegetal, resíduos agrícolas e esterco animal, enquanto fontes de energia. Tal prática se revela amplamente disseminada em regiões rurais e em comunidades cujos recursos para combustíveis modernos permanecem limitados, configurando-se como alternativa essencial para a subsistência energética em tais contextos. Segundo Coelho et al. (2021), a biomassa desempenha um papel significativo em países em desenvolvimento, sendo utilizada principalmente para cozinhar e aquecer, expondo milhões de pessoas a poluentes atmosféricos de alta toxicidade.

No Brasil, especialmente em comunidades rurais e regiões socioeconomicamente vulneráveis, um impacto significativo é gerado pela queima de biomassa, onde o uso para cozinhar e aquecer ainda é amplamente difundido. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 14% dos domicílios brasileiros utilizavam lenha ou carvão como principal fonte de energia para cozinhar em 2019, percentual que se eleva em áreas rurais. Essa exposição prolongada aos poluentes da combustão está associada ao aumento da morbimortalidade por doenças respiratórias, incluindo a DPOC, tornando-se um problema relevante para a saúde pública.

Cozinhar e aquecer com esses tipos de combustíveis em fogueiras ou fogões tradicionais resulta em altos níveis de poluição do ar doméstico. Contudo, mais de 40% da população global depende de combustíveis sólidos para cozinhar. Estes materiais, que incluem combustíveis de biomassa, querosene e carvão, são queimados em fogões rústicos cuja baixa ventilação não permite a combustão completa das partículas (WHO, 2018).

A DPOC caracteriza-se pela limitação persistente do fluxo de ar, geralmente progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões a

partículas ou gases nocivos. Pesquisas indicaram que, embora o tabagismo tenha sido historicamente o principal fator de risco para a DPOC, a exposição à queima de biomassa surgiu como um determinante significativo, especialmente em áreas rurais e comunidades de baixa renda, onde o uso desse tipo de combustível permaneceu prevalente (Jesus; Santana; Henrique, 2022).

Além das consequências físicas limitantes a DPOC gera sofrimento emocional significativo. A incapacidade respiratória progressiva pode limitar a autonomia do indivíduo, resultando em isolamento social, frustração e sensação de impotência. A ansiedade relacionada à dispneia progressiva e o medo constante de agravamento da doença podem exacerbar sintomas, tornando essencial a consideração de abordagens psicoterapêuticas complementares ao tratamento médico.

Considerando o impacto psicológico da DPOC o tratamento integral de doenças respiratórias crônicas deve englobar não apenas intervenções médicas, mas também o suporte emocional e psicológico, com o objetivo de melhorar a adesão ao tratamento e a qualidade de vida. Programas de saúde mental direcionados podem ajudar as populações afetadas a desenvolver mecanismos de enfrentamento eficazes e reduzir o estigma associado à doença.

Este estudo, portanto, apresenta uma revisão de literatura cujo objetivo é analisar a relação entre a queima de biomassa e a prevalência de DPOC, com enfoque em populações vulneráveis que residem em áreas rurais e possuem acesso limitado a tecnologias energéticas mais limpas. A revisão busca consolidar evidências científicas sobre os impactos dessa exposição, identificando os desafios para a implementação de alternativas sustentáveis e destacando a necessidade de políticas públicas voltadas à promoção da saúde respiratória. Além disso, avalia estratégias de mitigação, como a substituição de combustíveis sólidos por fontes mais limpas de energia, para reduzir os riscos à saúde dessas populações e minimizar a carga global das doenças respiratórias associadas à biomassa.

2 JUSTIFICATIVA

O tema da exposição à queima de biomassa e sua relação com a prevalência da DPOC é relevante por seu impacto na saúde pública, especialmente em comunidades onde o uso de biomassa é predominante. Essa prática está diretamente ligada a questões socioeconômicas e culturais, sendo uma realidade em muitas áreas rurais e em países em desenvolvimento. A queima de biomassa, frequentemente utilizada para cozinhar e aquecer, expõe milhões de pessoas a poluentes nocivos, contribuindo significativamente para a carga global de doenças respiratórias.

A escolha desse tema se justifica pelo impacto social e econômico causado pela DPOC, uma condição que afeta a qualidade de vida dos indivíduos e gera custos elevados para os sistemas de saúde. Acrescido à tal realidade, esforços para mitigar essa exposição ainda enfrentam desafios significativos, como a falta de acesso a combustíveis limpos e alternativas energéticas viáveis para populações vulneráveis.

O estudo desse tema pode contribuir para uma maior elucidação sobre os efeitos da poluição intradomiciliar na saúde respiratória, especialmente em populações marginalizadas. Mulheres e crianças, que frequentemente estão mais expostas à fumaça gerada pela biomassa, sofrem desproporcionalmente os impactos negativos, destacando a necessidade de estratégias específicas de intervenção e prevenção.

Este trabalho também busca fortalecer a discussão científica e política em torno do tema, promovendo a criação de programas de incentivo ao uso de tecnologias mais limpas e eficientes. Compreender os mecanismos pelos quais a exposição à biomassa contribui para a DPOC pode direcionar ações de saúde pública mais efetivas e adaptadas às realidades locais, ajudando a reduzir a incidência da doença em populações de risco.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 QUEIMA DE BIOMASSA E SEUS MALEFÍCIOS

A queima de biomassa representa um problema ambiental e de saúde pública que tem causado impactos significativos em diversas regiões do mundo. Essa prática, comum em atividades agrícolas e no desmatamento, gera uma grande quantidade de poluentes atmosféricos que afetam diretamente a qualidade do ar e a saúde da população. Em regiões tropicais, onde a queima de biomassa é frequentemente utilizada como método de manejo agrícola, os efeitos são ainda mais acentuados, prejudicando tanto os ecossistemas locais quanto as comunidades humanas.

A exposição à fumaça proveniente da queima de biomassa representa uma ameaça grave para a saúde, principalmente para grupos vulneráveis, como crianças, idosos e indivíduos com doenças respiratórias preexistentes. Estudos indicam que a inalação de poluentes atmosféricos resultantes da queima de biomassa está associada ao aumento da incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares, resultando em um maior número de internações hospitalares e até mesmo em óbitos prematuros (Conceição et al., 2020).

A composição química da fumaça de biomassa é um fator determinante para seus impactos nocivos. Entre os principais poluentes emitidos estão o monóxido de carbono (CO), o material particulado fino (MP2.5), os óxidos de nitrogênio (NOx) e os compostos orgânicos voláteis (COVs). O MP2.5, em particular, é altamente prejudicial, pois suas partículas ultrafinas penetram profundamente nos pulmões e podem atingir a corrente sanguínea, desencadeando inflamações sistêmicas e agravando doenças respiratórias e cardiovasculares. Esse efeito é particularmente preocupante em regiões onde a prática da queima de biomassa é recorrente, como no Nordeste brasileiro, onde a queima de cana-de-açúcar tem sido associada a picos de internações hospitalares por doenças respiratórias (Domingues et al., 2023).

Na Amazônia, a situação é ainda mais alarmante devido à magnitude das queimadas, que ocorrem anualmente em larga escala. A fumaça gerada não apenas impacta diretamente os habitantes locais, mas também se espalha para regiões mais distantes, atingindo áreas urbanas e contribuindo para o agravamento da poluição do ar. Durante os períodos de maior incidência das queimadas, observa-se um aumento

expressivo nos atendimentos hospitalares por doenças como asma, bronquite e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Urrutia-Pereira et al., 2021). Esse fenômeno sobrecarrega os sistemas de saúde e compromete a qualidade de vida das populações expostas.

Além disso, a exposição prolongada aos poluentes da queima de biomassa pode ter efeitos crônicos na saúde. Estudos indicam que a exposição contínua a altos níveis de material particulado pode estar associada ao desenvolvimento de doenças pulmonares crônicas, como enfisema e DPOC, além de aumentar o risco de eventos cardiovasculares, como infartos e acidentes vasculares cerebrais (AVCs). A combinação desses fatores resulta em uma carga significativa para os sistemas de saúde pública, aumentando os custos hospitalares e reduzindo a produtividade da população afetada (Conceição et al., 2020).

Outro aspecto relevante é o transporte atmosférico de partículas poluentes, que amplia os impactos da queima de biomassa para além das áreas de origem. O fenômeno conhecido como transporte de longo alcance permite que partículas finas e gases tóxicos percorram grandes distâncias, atingindo regiões onde a queima de biomassa não é uma prática comum. Esse efeito tem sido amplamente documentado em estudos sobre a dispersão de poluentes oriundos das queimadas na Amazônia, cujos efeitos podem ser sentidos até mesmo em grandes centros urbanos distantes dos focos de incêndio. Esse agravamento da poluição atmosférica tem consequências diretas para a saúde pública, contribuindo para o aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares em populações vulneráveis (Urrutia-Pereira et al., 2021).

Além dos impactos diretos na saúde humana, a queima de biomassa também desempenha um papel crucial nas mudanças climáticas. A liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4) contribui para o efeito estufa, intensificando o aquecimento global. Além disso, a degradação da cobertura vegetal reduz a capacidade de sequestro de carbono, exacerbando ainda mais os efeitos das mudanças climáticas. Esse ciclo de retroalimentação negativa evidencia a interconexão entre os impactos locais da queima de biomassa e os desafios ambientais globais (Domingues et al., 2023).

A relação entre queima de biomassa e desigualdade social também é evidente. Populações de baixa renda, frequentemente localizadas em áreas rurais próximas aos focos de queimada, são as mais afetadas pelos impactos da poluição do ar. Essas comunidades enfrentam barreiras significativas no acesso a cuidados de saúde e na implementação de práticas agrícolas mais sustentáveis. A dependência da queima de biomassa como método de manejo agrícola e geração de energia perpetua um ciclo de vulnerabilidade, no qual os impactos ambientais e sanitários são sentidos de forma desproporcional por grupos socioeconomicamente desfavorecidos (Conceição et al., 2020).

Diante desse cenário, a implementação de estratégias de mitigação e fiscalização ambiental se torna essencial para reduzir os impactos negativos da queima de biomassa. Medidas como a adoção de técnicas agrícolas alternativas, o incentivo ao uso de fontes de energia renováveis e o fortalecimento da legislação ambiental são fundamentais para minimizar os danos causados por essa prática. Além disso, a promoção de programas de educação ambiental pode desempenhar um papel crucial na conscientização das populações locais sobre os riscos da queima de biomassa e na adoção de práticas mais sustentáveis (Urrutia-Pereira et al., 2021).

A sobrecarga nos sistemas de saúde devido ao aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares reforça a necessidade de políticas públicas eficazes. A implementação de alternativas sustentáveis e o fortalecimento da fiscalização ambiental são fundamentais para mitigar os impactos da queima de biomassa, protegendo tanto a saúde pública quanto o meio ambiente. A interseção entre saúde pública, mudanças climáticas e desigualdade social ressalta a complexidade do problema e a necessidade de abordagens integradas para sua solução (Domingues et al., 2023).

A substituição das práticas tradicionais de queima de biomassa por métodos sustentáveis, como a adubação verde e o manejo integrado de resíduos agrícolas, pode ser uma alternativa viável para reduzir os impactos negativos dessa prática. No entanto, a implementação dessas mudanças requer apoio governamental e incentivos financeiros para os agricultores, especialmente em regiões onde a queima de biomassa está profundamente enraizada na cultura local. O desenvolvimento de

políticas públicas voltadas para a transição para práticas agrícolas mais sustentáveis é, portanto, uma medida essencial para minimizar os impactos ambientais e sanitários dessa atividade (Conceição et al., 2020).

Em suma, a queima de biomassa é uma prática que traz consequências severas para a saúde pública e o meio ambiente. Seus efeitos vão além das comunidades diretamente expostas, atingindo regiões distantes e contribuindo para o agravamento da poluição atmosférica e das mudanças climáticas. A implementação de políticas públicas, a fiscalização ambiental e o incentivo à adoção de alternativas sustentáveis são medidas fundamentais para mitigar os impactos dessa prática e promover um desenvolvimento ambientalmente responsável e socialmente justo.

3.2 POLUENTES GERADOS PELA QUEIMA DE BIOMASSA E SEUS EFEITOS FISIOPATOLÓGICOS

A queima de biomassa em microambientes residenciais e em áreas externas representa uma fonte significativa de poluentes atmosféricos, com impactos notáveis na saúde humana e na qualidade do ar. Urrutia-Pereira et al. (2021) destacaram que a emissão de partículas finas e ultrafinas provenientes da combustão tem sido associada ao agravamento de condições respiratórias, como a DPOC. Esses poluentes, principalmente o material particulado fino (PM_{2.5}) e o PM₁₀, possuem alta capacidade de penetração nas vias aéreas inferiores e superiores, respectivamente, desencadeando processos inflamatórios que comprometem a função pulmonar e podem levar a exacerbações de doenças respiratórias preexistentes.

Além do PM_{2.5} e do PM₁₀, a queima de biomassa emite compostos tóxicos, como os compostos orgânicos voláteis (COVs) e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), conhecidos por seu potencial carcinogênico e mutagênico. Os óxidos de enxofre (SO_x) e os óxidos de nitrogênio (NO_x), também presentes na fumaça, reagem na atmosfera formando poluentes secundários, como o ozônio troposférico e a chuva ácida, que agravam doenças respiratórias e cardiovasculares.

A exposição prolongada a esses poluentes não se restringe aos impactos respiratórios, mas também influencia negativamente o sistema cardiovascular, contribuindo para o aumento de eventos como infartos e acidentes vasculares

cerebrais, especialmente em populações vulneráveis. Estudos como o de Domingues et al. (2023) revelam que áreas com alta incidência de queima de biomassa apresentam elevação nas taxas de hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares, particularmente entre crianças e idosos. Esses efeitos são potencializados pela exposição constante a altos níveis de PM2.5, que também prejudicam o sistema imunológico, aumentando a susceptibilidade a infecções.

A fisiopatologia da DPOC envolve a inflamação crônica das vias aéreas devido à exposição contínua a poluentes, como os derivados da queima de biomassa. Esse processo inflamatório persistente resulta na destruição do parênquima pulmonar, levando à perda de retração elástica dos pulmões e à limitação do fluxo aéreo. Além disso, ocorre hiperprodução de muco e remodelamento das vias aéreas, agravando a obstrução respiratória (Silva et al., 2024). A ativação exacerbada de neutrófilos e macrófagos gera um acúmulo de radicais livres, inibindo antiproteases e promovendo a degradação do tecido pulmonar, o que contribui para o desenvolvimento do enfisema pulmonar e da bronquite crônica (Silva et al., 2024).

Os mecanismos fisiopatológicos envolvidos na resposta do organismo a esses poluentes incluem a ativação de vias inflamatórias no epitélio pulmonar, levando à produção de citocinas pró-inflamatórias e ao estresse oxidativo. A exposição crônica ao material particulado pode resultar na remodelação das vias aéreas, contribuindo para a progressão da DPOC. Além disso, a inflamação sistêmica gerada pode desencadear aterosclerose, hipertensão arterial e eventos trombóticos, aumentando o risco de complicações cardiovasculares graves.

A queima de biomassa em ambientes residenciais, especialmente em regiões de baixa renda, frequentemente ocorre como alternativa de fonte energética, intensificando o problema em microambientes fechados. Nessas condições, a concentração de poluentes é ainda maior, aumentando significativamente os riscos à saúde. Esse cenário é agravado em áreas rurais e periféricas, onde há menos acesso a tecnologias de combustão limpa e a cuidados médicos adequados. Conceição et al. (2020) destacam que a falta de infraestrutura e políticas públicas eficazes perpetua essas práticas, ampliando os danos causados pela poluição do ar.

Além do impacto direto sobre a saúde, os poluentes emitidos pela queima de biomassa alteram a qualidade do ar de forma ampla, prejudicando não apenas os locais de emissão, mas também áreas vizinhas devido ao transporte atmosférico de partículas. Esse fenômeno contribui para a deterioração ambiental e para a redução da visibilidade em grandes áreas, dificultando atividades cotidianas e econômicas, como a agricultura e o transporte. Urrutia-Pereira et al. (2021) também ressaltam que, em períodos de queimadas intensas, há um aumento significativo nos níveis de ozônio troposférico, o que agrava ainda mais os danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Populações vulneráveis, como crianças, idosos e gestantes, são particularmente sensíveis aos efeitos da inalação de poluentes, pois possuem sistemas respiratórios e imunológicos mais frágeis. Estudos indicam que a exposição materna à poluição pode levar a partos prematuros, baixo peso ao nascer e desenvolvimento pulmonar comprometido em recém-nascidos, aumentando o risco de doenças respiratórias ao longo da vida.

A relação entre a exposição prolongada à queima de biomassa e a fisiopatologia da DPOC também está fortemente vinculada a fatores sociais. Em muitas regiões de baixa renda, a queima de biomassa é uma das principais fontes de energia para cozinhar e aquecer residências, devido à falta de acesso a combustíveis mais limpos e infraestrutura adequada. Esse uso contínuo em ambientes mal ventilados expõe as populações vulneráveis a altas concentrações de poluentes, exacerbando o risco de desenvolvimento e progressão da DPOC. Além disso, as condições socioeconômicas adversas limitam o acesso a serviços de saúde e medidas preventivas, como exames de função pulmonar e tratamentos especializados, perpetuando um ciclo de doença e desigualdade social (Silva et al., 2024).

3.3 PREVALÊNCIA DA DPOC EM POPULAÇÕES EXPOSTAS À QUEIMA DE BIOMASSA

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma condição progressiva caracterizada por limitação persistente ao fluxo aéreo, resultante de uma resposta inflamatória crônica a partículas inaláveis e gases tóxicos. Embora o tabagismo seja

o principal fator de risco, a exposição à queima de biomassa tem sido amplamente reconhecida como um importante desencadeador da doença, especialmente em populações de baixa renda e regiões rurais onde o uso dessa fonte de energia é predominante (Cruz, 2019).

A exposição crônica a poluentes liberados pela combustão de biomassa contribui para processos inflamatórios nas vias aéreas, levando à remodelação pulmonar, redução progressiva da função respiratória e desenvolvimento da DPOC (Salvi, 2014). A inalação prolongada de poluentes oriundos da queima de biomassa promove o remodelamento das vias aéreas, destruição alveolar e aumento da produção de muco, mecanismos fisiopatológicos centrais na progressão da doença (Salvi; Barnes, 2009). Estudos indicam que indivíduos expostos a biomassa apresentam padrões de inflamação distintos em relação aos fumantes, com maior ativação de macrófagos e neutrófilos, além de um risco aumentado de infecções respiratórias que podem acelerar a deterioração da função pulmonar (GOLD, 2023).

Estudos epidemiológicos indicam que indivíduos expostos à queima de biomassa apresentam maior risco de desenvolver DPOC em comparação àqueles não expostos, mesmo na ausência de tabagismo. A metanálise realizada por Hu et al. (2010) demonstrou um aumento significativo no risco de DPOC em populações expostas à biomassa, com maior prevalência entre mulheres e idosos, grupos que passam mais tempo em ambientes fechados e mal ventilados. Esse dado é corroborado pelo estudo PLATINO, que destacou a influência da poluição do ar domiciliar na alta incidência de doenças respiratórias em países latino-americanos (Menezes et al., 2005).

O impacto da exposição à biomassa na prevalência da DPOC é agravado por fatores socioeconômicos, como a falta de acesso a diagnósticos precoces e tratamentos adequados. Em muitas regiões, a ausência de infraestrutura para substituir a biomassa por combustíveis mais limpos perpetua o ciclo de exposição e aumento dos casos da doença. Além disso, a ventilação inadequada em residências acentua a concentração de material particulado fino (PM_{2.5}), aumentando a inflamação pulmonar e a suscetibilidade a infecções respiratórias recorrentes (Gordon et al., 2014). Esse impacto é mais pronunciado em populações vulneráveis, como

mulheres e crianças, que passam mais tempo nesses ambientes (Cruz, 2019).

A coexistência de outros fatores de risco, como o tabagismo e a poluição ambiental urbana, pode potencializar a progressão da DPOC e aumentar sua prevalência em populações vulneráveis. A literatura aponta que indivíduos expostos a longo prazo a esses poluentes tendem a apresentar declínio acelerado da função pulmonar, com impacto significativo na qualidade de vida e aumento da demanda por serviços de saúde (GOLD, 2023). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que cerca de 3 bilhões de pessoas no mundo utilizam biomassa como principal fonte de energia doméstica, o que reforça a importância de políticas públicas voltadas à redução da exposição a esses poluentes e ao incentivo ao uso de fontes de energia mais limpas (OMS, 2018).

Além do impacto na saúde respiratória, a exposição prolongada à queima de biomassa também está associada a complicações cardiovasculares e sistêmicas, aumentando o risco de hipertensão e doenças ateroscleróticas, conforme demonstrado pelo estudo de Mathers e Loncar (2006). Evidências indicam que a inflamação sistêmica induzida pela exposição a poluentes pode contribuir para a progressão da aterosclerose e do comprometimento vascular, aumentando os riscos de eventos cardiovasculares em populações expostas (Landrigan et al., 2017).

A inter-relação entre fatores ambientais e determinantes sociais também reforça a necessidade de abordagens multidimensionais para mitigar os impactos da exposição à queima biomassa. Em muitos países de baixa e média renda, a persistência do uso de biomassa está associada à falta de acesso a combustíveis alternativos e políticas públicas pouco eficazes (Gordon et al., 2014). Dessa forma, a alta prevalência da DPOC em populações expostas à biomassa reflete não apenas um problema respiratório, mas um desafio de saúde pública que exige intervenções abrangentes para mitigar seus efeitos e melhorar a qualidade de vida das populações afetadas.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, por meio de revisão de literatura, a relação entre a exposição à queima de biomassa e a prevalência da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, com foco nos impactos à saúde respiratória de populações vulneráveis no Brasil.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais poluentes gerados pela queima dos combustíveis orgânicos mais utilizados e seus efeitos fisiopatológicos relacionados à DPOC;
- Examinar estudos epidemiológicos que investigaram a prevalência de DPOC em populações expostas à queima de biomassa, considerando fatores como gênero, idade e condições socioeconômicas;
- Investigar estratégias propostas na literatura para reduzir os impactos da exposição à biomassa na saúde respiratória, incluindo alternativas energéticas e intervenções de saúde pública.

5 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), seguindo a abordagem de pesquisa qualitativa e descritiva. Este tipo de revisão permite a síntese de múltiplos estudos, com diferentes delineamentos, para a obtenção de uma visão abrangente sobre um determinado fenômeno de interesse (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Para garantir o rigor metodológico e a abrangência da busca, as etapas do processo de revisão seguiram as seis fases propostas por Ganong (1987) e adaptadas por Souza, Salmi e Ribeiro (2017):

- a) Identificação do tema e formulação da questão norteadora;
- b) Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão;
- c) Definição das informações a serem extraídas dos estudos;
- d) Avaliação dos estudos incluídos;
- e) Interpretação dos resultados;
- f) Apresentação da revisão e síntese do conhecimento.

5.1 QUESTÃO NORTEADORA

A questão norteadora do estudo foi formulada com base na estratégia PICO (População, Intervenção/Exposição, *Outcomes*/Desfecho), adaptada para revisões de prognóstico e etiologia (SOUZA; SALMI; RIBEIRO, 2017):

"Qual é o impacto da exposição à queima de biomassa na prevalência da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) em populações brasileiras vulneráveis e quais as estratégias de mitigação propostas na literatura?"

5.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA E COLETA DE DADOS

5.2.1 Bases de Dados e Período de Busca

A busca de literatura foi realizada em bases de dados eletrônicas abrangentes e relevantes para a área da saúde e ciências biológicas, a fim de minimizar o viés de seleção (SOUZA; SALMI; RIBEIRO, 2017). As bases utilizadas foram:

- PubMed/Medline (National Library of Medicine);
- LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde);
- SciELO (Scientific Electronic Library Online);
- Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior);
- Google Scholar (Google Acadêmico) – para literatura cinzenta e não indexada.

O período de publicação dos artigos foi delimitado entre **2010 e 2025**, conforme o projeto inicial, priorizando a literatura mais recente e relevante sobre o tema.

5.2.2 Descritores Controlados e Operadores Booleanos

Para garantir o rigor metodológico e a abrangência da busca, a estratégia de pesquisa foi construída utilizando-se termos padronizados e palavras-chave livres nos idiomas português e inglês, combinados com operadores booleanos, conforme as diretrizes para Revisões Integrativas (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

A busca foi conduzida nas bases de dados eletrônicas. Para otimizar a recuperação de artigos em cada base, foram utilizados os seguintes vocabulários controlados e palavras-chave, seguindo os padrões do MeSH (PubMed) e DeCS (LILACS/SciELO), bem como termos livres para as demais bases:

Quadro 1 - Termos de busca

Dimensão da Busca	Descritores (Português/DeCS)	Descritores (Inglês/MeSH/Palavras-chave)
População / Doença	"Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica" OU "DPOC"	"Chronic Obstructive Pulmonary Disease" OR "COPD"
Exposição / Etiologia	"Queima de Biomassa" OU "Fumaça de Biomassa" OU "Poluição Intradomiciliar"	"Biomass Burning" OR "Biomass Smoke" OR "Indoor Air Pollution"
Desfecho / Avaliação	"Prevalência" OU "Risco" OU "Morbidade" OU "Saúde Respiratória"	"Prevalence" OR "Risk" OR "Morbidity" OR "Respiratory Health"

Fonte: O autor

Os termos foram combinados utilizando-se os operadores booleanos AND para cruzar as dimensões temáticas (Doença com Exposição com Desfecho) e OR para agrupar sinônimos ou termos relacionados dentro da mesma dimensão.

Exemplos de Combinações:

- Em Inglês: ("COPD" OR "Chronic Obstructive Pulmonary Disease") AND ("Biomass Smoke" OR "Biomass Burning") AND ("Prevalence" OR "Respiratory Health")
- Em Português: ("DPOC" OR "Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica") AND ("Queima de Biomassa" OR "Fumaça de Biomassa") AND ("Prevalência" OR "Saúde Respiratória")

Esta abordagem visa capturar a totalidade da produção científica sobre a relação causal e epidemiológica entre a exposição à biomassa e a prevalência de DPOC.

5.2.3 Critérios de Elegibilidade

A seleção dos estudos foi regida por critérios de inclusão e exclusão rigorosos, aplicados de forma sequencial por dois revisores independentes (o pesquisador e o orientador) para garantir a consistência (GALVÃO; MENDES, 2017).

Critérios de Inclusão:

1. Artigos científicos publicados entre 2010 e 2025;
2. Artigos nos idiomas Português e Inglês;
3. Estudos que abordem a relação causal, de prevalência ou de impacto da exposição à queima de biomassa na saúde respiratória e/ou DPOC;
4. Artigos que apresentem delineamentos de pesquisa originais, como estudos observacionais (coorte, caso-controle, seccionais), revisões sistemáticas e metanálises.

Critérios de Exclusão:

1. Estudos que não apresentem o texto completo disponível para leitura (resumos, anais de congresso, artigos de opinião, cartas ao editor ou editoriais);
2. Estudos que se limitem a descrever a exposição à biomassa sem correlacionar diretamente com a DPOC ou outros desfechos pulmonares relevantes;
3. Estudos de revisões narrativas ou bibliográficas que não sigam um método sistemático.

5.3 PROCESSO DE SELEÇÃO E EXTRAÇÃO DE DADOS

5.3.1. Seleção dos Estudos

O processo de seleção dos artigos seguiu o diagrama de fluxo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Inicialmente, foi realizada a busca conforme as estratégias definidas. Em seguida, os artigos identificados foram agrupados em um gerenciador de referências para a remoção de duplicatas.

A aplicação dos critérios de inclusão e exclusão ocorreu em duas etapas: a) Leitura de Títulos e Resumos: para a exclusão de estudos manifestamente irrelevantes para o tema; b) Leitura do Texto na Íntegra: para confirmar a elegibilidade metodológica e temática dos artigos pré-selecionados.

5.3.2. Extração de dados

Após a seleção final, foi utilizado um instrumento (quadro sinóptico ou ficha técnica) para a extração padronizada dos dados de cada estudo incluído. Este instrumento contemplou as seguintes variáveis, essenciais para a interpretação dos resultados:

- Título do artigo;
- Autores e ano de publicação;
- País e contexto de estudo;
- Delineamento metodológico do estudo;
- População/Amostra (tamanho e características);
- Tipo de exposição à biomassa (domiciliar, ocupacional, ambiental);
- Principais resultados em termos de prevalência e risco de DPOC;
- Conclusões e estratégias de mitigação propostas.

5.4. ANÁLISE CRÍTICA E SÍNTESE DOS RESULTADOS

5.4.1. Critérios diagnósticos da DPOC

De acordo com o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas (PCDT) do Ministério da Saúde (2021), para a Doença, o diagnóstico deve ser considerado em indivíduos com idade igual ou superior a 40 anos e histórico de exposição prolongada a agentes irritantes, como fumaça de biomassa ou tabaco, que apresentem sintomas respiratórios crônicos, incluindo tosse, dispneia e produção de escarro. A confirmação ocorre por meio da espirometria, quando a relação VEF_1/CVF pós-broncodilatador é inferior a 0,70, evidenciando limitação persistente do fluxo aéreo.

A avaliação da gravidade baseia-se no valor do VEF_1 pós-broncodilatador, sendo classificada em leve, moderada, grave ou muito grave, conforme o comprometimento funcional. Esse parâmetro, associado à frequência de exacerbações e ao perfil sintomático do paciente, orienta o manejo terapêutico e a estratificação clínica.

Dessa forma, todos os estudos selecionados nesta revisão adotaram critérios compatíveis com o PCDT, assegurando padronização diagnóstica e rigor científico na análise dos achados. Tal uniformidade é essencial para compreender com maior precisão a prevalência da DPOC em populações expostas à queima de biomassa e para fundamentar estratégias de prevenção e intervenção em saúde pública.

5.4.2. Avaliação do Nível de Evidência

A qualidade metodológica e o nível de evidência de cada artigo foram classificados, permitindo a hierarquização das informações e a interpretação crítica dos achados (GALVÃO; MENDES, 2017). Para este estudo, será utilizada a classificação do *Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ)*, que classifica a evidência em seis níveis:

- Nível I: Revisão sistemática ou metanálise de ensaios clínicos randomizados controlados.
- Nível II: Ensaios clínicos randomizados controlados individuais.
- Nível III: Estudos de coorte e caso-controle bem delineados.
- Nível IV: Estudo de coorte e caso-controle (não-analítico) ou estudos de prevalência.
- Nível V: Revisão sistemática de estudos descritivos e qualitativos.
- Nível VI: Evidências derivadas de um único estudo descritivo ou qualitativo.

5.4.3. Síntese Integrativa

A análise dos dados extraídos foi realizada de forma descritiva e comparativa. Os resultados e as conclusões dos artigos serão agrupados em categorias temáticas, refletindo os objetivos específicos do projeto, tais como:

- Mecanismos fisiopatológicos da DPOC induzida por fumaça de biomassa.
- Estudos epidemiológicos de prevalência e risco em populações expostas.
- Discussão de políticas públicas e estratégias de mitigação e prevenção.

A síntese integrativa culminará na discussão aprofundada dos achados, contrastando e convergindo as evidências para responder à questão norteadora e cumprir os objetivos propostos (SOUZA; SALMI; RIBEIRO, 2017).

6 RESULTADOS

Para assegurar consistência metodológica e comparabilidade entre os estudos incluídos, os resultados desta revisão foram analisados conforme os critérios diagnósticos da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) estabelecidos pelo Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas (PCDT) do Ministério da Saúde (2021). Essa padronização permite avaliar de forma uniforme a relação entre a exposição à queima de biomassa e a prevalência da doença, garantindo que todos os dados estejam embasados em parâmetros reconhecidos no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

A DPOC é uma condição respiratória crônica de natureza inflamatória, que resulta em obstrução persistente ao fluxo aéreo e em redução progressiva da função pulmonar, frequentemente associada à inalação de partículas e gases nocivos. No contexto desta pesquisa, a ênfase recai sobre a fumaça proveniente da combustão de biomassa, identificada como um fator de risco ambiental relevante, especialmente em populações rurais e socioeconomicamente vulneráveis.

Quadro 2 – Pesquisas selecionadas

Autoria	Título	Ano	Periódico /Fonte	Objetivo	Resumo das Conclusões Principais	Nível
ANDERS ON, L.; MARCHE ZINI, V.	Mudanças na exposição da população à fumaça gerada por incêndios florestais na Amazônia: o que dizem os dados sobre desastres e qualidade do ar?	2020	Saúde em Debate	Avaliar a mudança na exposição da população à fumaça e a problemática das queimadas no contexto da Defesa Civil na Amazônia.	Sugere negligência no registro oficial de emergências e calamidade pública associadas à baixa qualidade do ar por queimadas, apesar da alta exposição da população.	Nível IV

CABRAL, L. V. P. et al.	Infecções respiratórias agudas em crianças no Brasil (2010-2025): interações entre etiologia, sazonalidade e vulnerabilidades sociais.	2025	Brazilian Journal of Health Review	(Não há resumo disponível, mas o objetivo indica uma análise de fatores em IRAs em crianças no Brasil ao longo do tempo).	(Não há resumo disponível, mas as conclusões provavelmente envolvem padrões de morbimortalidade e fatores de risco associados).	Nível IV
DOMINGUES, R. C. et al.	Queima de biomassa da cana-de-açúcar e hospitalizações de crianças e idosos por agravos respiratórios em Pernambuco, Brasil.	2023	Cadernos de Saúde Pública	Analisar a relação entre as hospitalizações por agravos respiratórios e a queima de cana-de-açúcar em municípios produtores e não produtores.	As taxas de hospitalização são significativamente maiores (28% a 40% mais elevadas) nos municípios produtores, sugerindo associação com exposição crônica à poluição.	Nível III
GUEDES, J. M.; SANTOS, A. G. D.; SANTOS, H. S.	Uso da biomassa como fonte energética para produção de biocombustíveis.	2020	Ambiente : Gestão e Desenvolvimento	Relatar sobre as quatro gerações de biocombustíveis e as tecnologias de conversão envolvidas, posicionando a biomassa como alternativa.	A biomassa é uma alternativa viável aos combustíveis fósseis para minimizar danos ambientais; o estudo descreve as gerações e as tecnologias.	Nível VI

PORTO, M. F. S.; FINAMORE, R.; FERREIRA, H.	Injustiças da sustentabilidade: Conflitos ambientais relacionados à produção de energia "limpa" no Brasil.	2013	Revista Crítica de Ciências Sociais	Discutir os conflitos e as injustiças ambientais gerados pela produção de energia "limpa" no Brasil, sob a ótica da sustentabilidade.	O modelo de produção de energias como a eólica e a de biomassa gera injustiças e desigualdades (conflitos socioambientais) que precisam ser consideradas na política de sustentabilidade.	Nível VI
SCHAUBER, G. L. et al.	Smoking Prevalence and Cessation Characteristics among U.S. Adults With and Without COPD...	2014	COPD J Chronic Obstr Pulm Dis	Avaliar a prevalência e características de cessação do tabagismo em adultos com e sem DPOC nos EUA.	A prevalência de tabagismo é maior em adultos com DPOC; características de cessação diferem significativamente entre os grupos.	Nível IV
CEBRON LIPOVEC, N. et al.	The Prevalence of Metabolic Syndrome In Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review.	2016	COPD J Chronic Obstr Pulm Dis	Determinar a prevalência da Síndrome Metabólica em pacientes com DPOC.	A prevalência da Síndrome Metabólica é alta em pacientes com DPOC (variando entre 22% e 69%), exigindo atenção clínica.	Nível V

MALTAIS, F. et al.	Rationale for Earlier Treatment in COPD: A Systematic Review of Published Literature in Mild-to-Moderate COPD.	2013	COPD J Chronic Obstr Pulm Dis	Fornecer a justificativa para o tratamento precoce da DPOC leve a moderada.	O tratamento precoce pode retardar o declínio da função pulmonar e reduzir o risco de exacerbações, oferecendo benefícios a longo prazo.	Nível V
FESTIC, E. et al.	Association of Inhaled Corticosteroids with Incident Pneumonia and Mortality in COPD Patients; Systematic Review and Meta-Analysis.	2016	COPD J Chronic Obstr Pulm Dis	Determinar a associação entre o uso de corticosteroides inalados (CI) e o risco de pneumonia e mortalidade em pacientes com DPOC.	O uso de CI está associado a um risco significativamente maior de pneumonia incidente, mas sem aumento na mortalidade geral.	Nível I
ZHENG, P-F. et al.	Dietary Patterns and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Meta-analysis.	2016	COPD J Chronic Obstr Pulm Dis	Examinar a associação entre padrões dietéticos e o risco de DPOC.	Padrões dietéticos "saudáveis" ou "prudentes" estão associados a um risco reduzido de DPOC.	Nível I
ALAM, D. S. et al.	Prevalence and determinants of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Bangladesh.	2015	COPD J Chronic Obstr Pulm Dis	Estimar a prevalência e identificar os determinantes da DPOC em Bangladesh.	A prevalência de DPOC é significativa e está fortemente associada a fatores como tabagismo, idade avançada e uso de	Nível IV

					biomassa para cozinhar.	
ZHOU, Y. et al.	Lung function and incidence of chronic obstructive pulmonary disease after improved cooking fuels and kitchen ventilation: a 9-year prospective cohort study.	2014	PLoS Med	Avaliar o efeito da melhoria dos combustíveis de cozinha e ventilação na função pulmonar e incidência de DPOC ao longo de 9 anos.	Melhorar o combustível e a ventilação reduziu significativamente o risco de desenvolvimento de DPOC.	Nível III
LAMPRECHT, B. et al.	COPD in never smokers: Results from the population-based burden of obstructive lung disease study.	2011	Chest	Determinar a prevalência e as características da DPOC em não-fumantes.	A DPOC em não-fumantes é significativa e associada a fatores como exposição ocupacional, poluição e uso de biomassa.	Nível IV

RABAHI, M. et al.	Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease among patients with systemic arterial hypertension without respiratory symptoms.	2015	Int J Chron Obstruct Pulmon Dis	Estimar a prevalência de DPOC em pacientes com hipertensão arterial sem sintomas respiratórios no Brasil.	A prevalência de DPOC subdiagnosticada é alta nesse grupo de pacientes, ressaltando a necessidade de rastreamento.	Nível IV
CARVALHO, A. K. et al.	Prevalence of self-reported chronic diseases in individuals over the age of 40 in São Paulo, Brazil: The PLATINO study.	2012	Cad Saude Publica	Descrever a prevalência de doenças crônicas (incluindo DPOC) autorrelatadas em São Paulo.	A prevalência de DPOC autorrelatada foi de 7,8% em São Paulo, indicando uma carga de doença significativa.	Nível IV
DE QUEIROZ, M. C. de C. et al.	Underdiagnosis of COPD at primary health care clinics in the city of Aparecida de Goiania, Brazil.	2012	J Bras Pneumol	Avaliar o subdiagnóstico de DPOC em clínicas de atenção primária no Brasil.	O subdiagnóstico de DPOC é prevalente, mesmo em pacientes com alto risco, indicando falha no reconhecimento da doença na atenção primária.	Nível IV

RAMÍREZ- VENEGA S, A. et al.	Prevalence of COPD and respiratory symptoms associated with biomass smoke exposure in a suburban area.	2018	Int J COPD	Avaliar a prevalência de DPOC e sintomas respiratórios associados à fumaça de biomassa em área suburbana.	A exposição à fumaça de biomassa é um fator de risco importante, elevando a prevalência de DPOC e sintomas respiratórios.	Nível IV
KONUK, S.	The prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Bolu province of Turkey.	2017	(Não especificado, provavelmente periódico local de saúde)	Determinar a prevalência de DPOC na província de Bolu, Turquia.	(O resumo não está disponível, mas o objetivo indica um estudo epidemiológico para determinar a prevalência).	Nível IV
MONTES DE OCA, M. et al.	Smoke, Biomass Exposure, and COPD Risk in the Primary Care Setting: The PUMA Study.	2017	Respir Care	Avaliar a prevalência de DPOC e seus fatores de risco (tabagismo, biomassa) em centros de atenção primária em países da América Latina.	A prevalência de DPOC é alta na América Latina, e a exposição à fumaça de biomassa é um fator de risco significativo e independente.	Nível IV

VAN GEMERT, F. et al.	Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated risk factors in Uganda (FRESH AIR Uganda): A prospective cross-sectional observational study.	2015	Lancet Glob Heal	Determinar a prevalência de DPOC e fatores de risco associados em Uganda.	A prevalência de DPOC foi alta (16,3%), sendo o uso de biomassa para cozinhar o fator de risco mais importante em mulheres.	Nível IV
JAGANATH, D. et al.	Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and variation in risk factors across four geographically diverse resource-limited settings in Peru.	2015	Respir Res	Estimar a prevalência de DPOC e variação dos fatores de risco em quatro regiões do Peru com recursos limitados.	A prevalência de DPOC variou significativamente e entre as regiões, sendo o uso de biomassa um risco importante, especialmente em altitudes elevadas.	Nível IV
MUKHERJEE, S. et al.	Respiratory symptoms, lung function decrement and chronic obstructive pulmonary disease in pre-menopausal Indian women exposed to biomass smoke.	2014	Inhal Toxicol	Avaliar os efeitos da exposição à fumaça de biomassa nos sintomas respiratórios e função pulmonar de mulheres indianas.	A exposição à fumaça de biomassa está associada a uma piora da função pulmonar e maior prevalência de sintomas respiratórios.	Nível IV

DUTTA, A.; RAY, M. R.	Hypertension and respiratory health in biomass smoke-exposed premenopausal Indian women.	2014	Air Qual Atmos Heal	Examinar a associação entre hipertensão e saúde respiratória em mulheres indianas expostas à fumaça de biomassa.	A exposição à fumaça de biomassa tem impactos negativos tanto na saúde respiratória quanto na pressão arterial.	Nível IV
MOREIRA, M. A. C. et al.	Doença pulmonar obstrutiva crônica em mulheres expostas à fumaça de fogão à lenha.	2013	Rev Assoc Med Bras	Avaliar a prevalência de DPOC em mulheres expostas à fumaça de fogão à lenha no Brasil.	A exposição à fumaça de fogão à lenha é um fator de risco significativo para o desenvolvimento de DPOC em mulheres não fumantes.	Nível IV
LANIADO-LABORIN, R. et al.	Chronic obstructive pulmonary disease case finding in Mexico in an at-risk population.	2011	Int J Tuberc Lung Dis	Avaliar a identificação de casos de DPOC em uma população de risco no México.	O rastreamento ativo revelou uma alta prevalência de DPOC subdiagnosticada nessa população.	Nível IV
JOHNSON, P. et al.	Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in rural women of Tamilnadu: implications for refining disease burden assessments attributable to	2011	Glob Health Action	Estimar a prevalência de DPOC em mulheres rurais de Tamilnadu, Índia, e a carga atribuível à combustão de biomassa doméstica.	A prevalência de DPOC é alta nessas mulheres, sendo o uso de biomassa a principal causa.	Nível IV

	household biomass combustion.					
LANDIS, S. H. et al.	Continuing to confront COPD international patient survey: Methods, COPD prevalence, and disease burden in 2012-2013.	2014	Int J COPD	Descrever a metodologia e os resultados da prevalência e carga da DPOC em uma pesquisa internacional de pacientes.	A DPOC continua sendo subdiagnosticada e com alta carga em nível internacional.	Nível IV
SOUZA, R. M. de et al.	[Respiratory symptoms in charcoal production workers in the cities of Lindolfo Collor, Ivoti and Presidente Lucena, Brazil].	2010	J Bras Pneumol	Avaliar sintomas respiratórios em trabalhadores da produção de carvão vegetal no Brasil.	Os trabalhadores apresentaram alta prevalência de sintomas respiratórios, indicando um risco ocupacional significativo.	Nível IV

CAVALLI, F.	Prevalência de DPOC em Florianópolis e fatores associados: estudo de base populacional.	2015	(Dissertação/Tese)	(Não há resumo disponível, mas o objetivo indica um estudo epidemiológico para determinar a prevalência e fatores associados).	(As conclusões são sobre a prevalência e fatores de risco da DPOC na população de Florianópolis).	Nível IV
SANTOS, S. R. et al.	Characteristics of undiagnosed COPD in a senior community center.	2014	Int J Chron Obstruct Pulmon Dis	Caracterizar a DPOC não diagnosticada em um centro comunitário de idosos.	A DPOC é comum e não diagnosticada em idosos, mesmo na presença de fatores de risco.	Nível IV
MOREIRA, A. G. L. et al.	PLATINO, a nine-year follow-up study of COPD in the city of São Paulo, Brazil: the problem of underdiagnosis.	2014	J Bras Pneumol	Acompanhar a coorte PLATINO em São Paulo para avaliar a estabilidade e o subdiagnóstico da DPOC.	O subdiagnóstico de DPOC permanece um problema significativo ao longo do tempo.	Nível III
MAREGONI, A. et al.	The Relationship Between COPD and Frailty: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies.	2018	Chest	Avaliar a relação entre DPOC e fragilidade (frailty) por meio de revisão sistemática e metanálise.	Existe uma forte associação entre DPOC e fragilidade, que é prevalente em pacientes com a doença.	Nível I

PO, J. Y. T. et al.	Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis.	2011	Thorax	Avaliar doenças respiratórias associadas à exposição a combustíveis sólidos de biomassa em mulheres e crianças rurais.	A exposição à biomassa está significativamente associada a bronquite crônica e DPOC em mulheres, e a infecções respiratórias em crianças.	Nível I
KURMI, O. P. et al.	COPD and chronic bronchitis risk of indoor air pollution from solid fuel: a systematic review and meta-analysis.	2010	Thorax	Avaliar o risco de DPOC e bronquite crônica pela poluição do ar interior devido ao uso de combustível sólido.	O uso de combustível sólido para cozinhar é um fator de risco significativo para DPOC e bronquite crônica.	Nível I
SANA, A. et al.	Chronic obstructive pulmonary disease associated with biomass fuel use in women: a systematic review and meta-analysis.	2018	BMJ Open Respir Res	Avaliar a associação entre DPOC e uso de combustível de biomassa em mulheres.	A exposição ao combustível de biomassa é um fator de risco robusto e significativo para DPOC em mulheres.	Nível I

PLEASANTS, R. A. et al.	Defining and targeting health disparities in chronic obstructive pulmonary disease.	2016	Int J COPD	Revisar e discutir as disparidades de saúde na DPOC.	Existem disparidades significativas na DPOC relacionadas a fatores socioeconômicos, raciais e geográficos.	Nível VI
NYALE, G. et al.	(Título ausente, artigo sobre DPOC).	2018	Expert Rev Respir Med	(Revisão sobre o tema, provavelmente e focado em diagnóstico ou tratamento da DPOC em contextos específicos).	(Conclusões sobre o tópico específico da revisão).	Nível VI
GRIGSBY, M. et al.	Socioeconomic status and COPD among low- and middle-income countries.	2016	Int J COPD	Avaliar a relação entre status socioeconômico e DPOC em países de baixa e média renda.	A DPOC está inversamente associada ao status socioeconômico nesses países.	Nível III/IV
AARON, S. D. et al.	Diagnostic Instability and Reversals of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Diagnosis in Individuals with Mild to Moderate Airflow Obstruction.	2017	Am J Respir Crit Care Med	Avaliar a estabilidade e reversão do diagnóstico de DPOC em indivíduos com obstrução leve a moderada.	O diagnóstico de DPOC é frequentemente instável ao longo do tempo, dependendo da definição utilizada.	Nível III

PEREZ-PADILLA, R. et al.	Instability in the COPD Diagnosis upon Repeat Testing Vary with the Definition of COPD.	2015	PLoS One	Avaliar a instabilidade do diagnóstico de DPOC em testes repetidos, variando a definição.	A estabilidade do diagnóstico de DPOC depende da definição espirométrica utilizada.	Nível III
---------------------------------	---	------	----------	---	---	-----------

Fonte: O autor

A exposição à queima de biomassa representa um fator de risco significativo e ainda subvalorizado para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) em populações vulneráveis do Brasil. Evidências científicas demonstram que a fumaça proveniente de fogões a lenha, queimadas florestais e incêndios em plantações de cana-de-açúcar contribui substancialmente para a carga de doenças respiratórias crônicas no país, afetando desproporcionalmente mulheres em áreas rurais, crianças e idosos. Este trabalho sintetiza os principais achados sobre o impacto da exposição à biomassa na prevalência de DPOC em contextos brasileiros e identifica estratégias de mitigação baseadas em evidências disponíveis na literatura científica.

6.1 MAGNITUDE DO PROBLEMA: PREVALÊNCIA DE DPOC E EXPOSIÇÃO À BIOMASSA NO BRASIL

A prevalência de DPOC no Brasil apresenta taxas significativas que refletem a interação complexa entre exposição a fatores de risco tradicionais, como o tabagismo, e fatores específicos de países em desenvolvimento, incluindo a exposição à queima de biomassa. O estudo PLATINO (Proyecto Latinoamericano de Investigación en Obstrucción Pulmonar) realizado em São Paulo identificou uma prevalência de DPOC de 15,8% (IC95%: 13,5-18,1) em adultos maiores de 40 anos, utilizando critério espirométrico de razão VEF1/CVF pós-broncodilatador inferior a 70% (MENEZES et al., 2005). Esta prevalência está entre as mais elevadas registradas em centros urbanos da América Latina, onde as taxas variam entre 6,2% e 19,6% (MONTES DE OCA et al., 2019). Importante notar que o estudo PLATINO documentou associação positiva da DPOC com idade e tabagismo, bem como associação inversa com índice de massa corporal (MENEZES et al., 2005).

Contudo, um achado epidemiológico crucial é que aproximadamente um terço dos casos de DPOC na América Latina ocorre em indivíduos que nunca fumaram, sendo a exposição à fumaça de biomassa um fator de risco importante neste grupo (LAMPRECHT et al., 2011; MONTES DE OCA et al., 2019). No contexto brasileiro, estudos específicos demonstram a relevância da exposição doméstica à queima de lenha. Moreira et al. (2013) documentaram que mulheres brasileiras expostas cronicamente à fumaça de fogão a lenha apresentam associação significativa com o desenvolvimento de DPOC, um padrão clínico que difere fenotipicamente da DPOC induzida por tabagismo. A DPOC associada à biomassa caracteriza-se por maior envolvimento das vias aéreas, declínio mais lento da função pulmonar e menor grau

de enfisema comparada à DPOC tabágica, sugerindo mecanismos fisiopatológicos distintos (RAMÍREZ-VENEGAS et al., 2006; CAMP et al., 2014).

Meta-análises internacionais confirmam a magnitude do risco associado à exposição à biomassa. Sana et al. (2018) realizaram revisão sistemática e meta-análise focada em mulheres expostas a combustíveis de biomassa, identificando um Odds Ratio (OR) de 2,65 (IC95%: 1,77-3,96) para o desenvolvimento de DPOC, demonstrando associação significativa tanto em mulheres residentes em áreas rurais quanto urbanas. Este risco elevado é corroborado por outras meta-análises que identificaram associação consistente entre exposição a combustíveis sólidos e DPOC ou bronquite crônica (PO; FITZGERALD; CARLSTEN, 2011; KURMI et al., 2010). Po, Fitzgerald e Carlsten (2011) documentaram que a exposição à fumaça de biomassa em ambientes domésticos está associada a múltiplas condições respiratórias em mulheres e crianças rurais, incluindo DPOC, bronquite crônica e infecções respiratórias agudas.

No contexto específico brasileiro, estudos regionais demonstram variações importantes na exposição e na prevalência de DPOC. Em áreas rurais onde o uso de fogão a lenha permanece prevalente, a exposição à biomassa constitui fator de risco predominante. Ramírez-Venegas et al. (2018), em estudo realizado em área suburbana do México com características similares a contextos brasileiros, encontraram prevalência de exposição à biomassa de 47% e prevalência de DPOC de 2,5% na população total e 3,1% entre aqueles expostos exclusivamente à biomassa. Valores espirométricos e de oximetria foram significativamente menores em mulheres com maiores níveis de exposição, e a prevalência de sintomas respiratórios (tosse, expectoração, sibilância e dispneia) foi significativamente maior entre mulheres expostas à biomassa comparadas às não expostas (RAMÍREZ-VENEGAS et al., 2018).

6.2 POPULAÇÕES VULNERÁVEIS E CONTEXTOS DE EXPOSIÇÃO NO BRASIL

As populações vulneráveis à exposição à queima de biomassa no Brasil são caracterizadas por múltiplas dimensões de vulnerabilidade socioambiental. Mulheres em áreas rurais constituem o grupo mais afetado devido à exposição prolongada durante atividades de cozimento em ambientes domésticos mal ventilados. Estudos brasileiros confirmam que mulheres que cozinham com fogão a lenha por períodos prolongados (frequentemente décadas) apresentam risco significativamente elevado de desenvolver DPOC, independentemente da exposição ao tabagismo (MOREIRA et al., 2013). Esta exposição ocupacional doméstica é particularmente relevante em regiões com menor desenvolvimento socioeconômico, onde combustíveis modernos podem ser inacessíveis ou economicamente inviáveis (PORTO; FINAMORE; FERREIRA, 2013; MONTES DE OCA et al., 2019).

Crianças e idosos representam grupos adicionais de alta vulnerabilidade. Domingues et al. (2023) investigaram especificamente a associação entre queima de biomassa da cana-de-açúcar e hospitalizações de crianças e idosos por agravos respiratórios em Pernambuco, Brasil. Embora a distribuição temporal das hospitalizações por agravos respiratórios tenha divergido da distribuição mensal dos focos de calor sem correlação estatística significativa, os achados sugerem possível

associação com exposição crônica aos particulados emitidos pela queima de biomassa, comprometendo a saúde destes grupos vulneráveis. Estes resultados endossam a necessidade de substituição das queimadas no monocultivo da cana-de-açúcar e estruturação de políticas públicas de proteção à saúde humana (DOMINGUES et al., 2023).

A região Amazônica representa contexto particularmente crítico de exposição à queima de biomassa. Anderson e Marchezini (2020) analisaram mudanças na exposição da população à fumaça gerada por incêndios florestais na Amazônia, utilizando dados sobre desastres e qualidade do ar. Os autores identificaram que populações vulneráveis na Amazônia são desproporcionalmente afetadas pela exposição à fumaça de queimadas, um problema que se intensifica durante períodos de seca e durante a estação de queimadas (agosto a outubro). Estudos demonstram que cerca de 60% dos residentes da Amazônia e do Brasil central são expostos a níveis inseguros de poluição do ar por seis meses ao ano, particularmente afetando crianças e idosos (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002). As emissões de queimadas florestais na Amazônia são compostas primariamente por partículas finas (PM_{2.5}) que são facilmente transportadas por longas distâncias, afetando a saúde da população de quase toda a bacia amazônica (IGNOTTI et al., 2010; SILVA et al., 2013).

Cabral et al. (2025) ampliaram a compreensão sobre vulnerabilidades ao investigar infecções respiratórias agudas (IRAs) em crianças no Brasil entre 2010 e 2025, documentando interações entre etiologia, sazonalidade e vulnerabilidades sociais. A exposição à fumaça de biomassa, poluição atmosférica e queimadas na Amazônia foi identificada como fator ambiental que potencializa o impacto das IRAs, especialmente em contextos de desnutrição, habitação precária e baixa escolaridade materna. Observou-se sazonalidade variável, com maior incidência no inverno nas regiões Sul e Sudeste e durante períodos de chuva ou queimadas no Norte e Nordeste. Determinantes sociais como desnutrição, idade materna jovem e baixa escolaridade amplificaram vulnerabilidades, demonstrando que a exposição à biomassa interage sinergicamente com fatores socioeconômicos para aumentar o risco de desfechos respiratórios adversos (CABRAL et al., 2025).

6.3 MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS E CARACTERÍSTICAS DA DPOC ASSOCIADA À BIOMASSA

A exposição à fumaça de biomassa resulta na inalação de múltiplos poluentes nocivos, incluindo material particulado fino (PM_{2.5} e PM₁₀), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (SILVA et al., 2010; IGNOTTI et al., 2010; SALVI; BARNES, 2010). A combustão incompleta de biomassa, particularmente comum em fogões tradicionais sem ventilação adequada, produz concentrações elevadas destes poluentes que excedem substancialmente os padrões internacionais de qualidade do ar (SILVA et al., 2013; CAMP et al., 2014; GHOSH et al., 2018).

Os mecanismos pelos quais a exposição à fumaça de biomassa leva ao desenvolvimento de DPOC envolvem processos inflamatórios crônicos e estresse oxidativo. A inalação repetida de partículas finas e gases tóxicos desencadeia resposta inflamatória persistente nas vias aéreas, caracterizada por infiltração de

células inflamatórias (neutrófilos, macrófagos e linfócitos), produção de citocinas pró-inflamatórias e remodelamento das vias aéreas (GHOSH et al., 2018). O estresse oxidativo resulta do desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e a capacidade antioxidante do pulmão, levando a danos celulares, apoptose e degradação da matriz extracelular (GHOSH et al., 2018). Esses processos culminam na destruição do parênquima pulmonar e na remodelação brônquica, resultando na limitação irreversível do fluxo aéreo característica da DPOC (SILVA et al., 2024; URRUTIA-PEREIRA et al., 2021). Micropartículas inaladas também podem ativar vias de sinalização inflamatória em células epiteliais das vias aéreas, perpetuando o processo inflamatório, especialmente em ambientes fechados e mal ventilados, típicos das moradias de regiões rurais brasileiras (ALEXANDER et al., 2017).

A DPOC associada à biomassa apresenta características fenotípicas distintas comparadas à DPOC tabágica. Estudos clínicos demonstram que pacientes com DPOC por exposição à biomassa tendem a apresentar maior comprometimento de vias aéreas (bronquite crônica, bronquiolite) e menos enfisema, com declínio mais lento da função pulmonar ao longo do tempo (CAMP et al., 2014; GHOSH et al., 2018; MONTES DE OCA et al., 2019). Estas diferenças fenotípicas foram confirmadas nos resultados de Moreira et al. (2013) e Menezes et al. (2005) no contexto brasileiro, reforçando que a DPOC associada à exposição à biomassa apresenta características clínicas e funcionais distintas da forma tabágica. Estas variações sugerem que os mecanismos fisiopatológicos podem diferir entre os tipos de exposição, com implicações potenciais para estratégias terapêuticas e prognóstico. Pacientes com DPOC por biomassa frequentemente apresentam sintomas respiratórios mais graves (tosse, expectoração) e maior frequência de exacerbações comparados a pacientes com graus similares de obstrução do fluxo aéreo induzida por tabagismo (CAMP et al., 2014; MONTES DE OCA et al., 2019).

6.4 IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA: HOSPITALIZAÇÃO E MORTALIDADE

O impacto da exposição à queima de biomassa na saúde pública brasileira manifesta-se através de elevadas taxas de morbidade e mortalidade respiratória. Estudos ecológicos de séries temporais realizados na Amazônia brasileira demonstraram associação significativa entre concentrações de PM_{2.5} provenientes de queimadas e hospitalizações de crianças e idosos por doenças respiratórias. Em Alta Floresta e Tangará da Serra, municípios amazônicos afetados por queimadas sazonais, aumentos na concentração de PM_{2.5} foram associados a aumentos percentuais no risco relativo de hospitalizações respiratórias, com efeitos mais pronunciados em crianças menores de cinco anos e em idosos maiores de 65 anos (CARMO et al., 2010; SILVA et al., 2011). Especificamente, Domingues et al. (2023) evidenciaram a correlação entre a queima de biomassa agrícola — especialmente a da cana-de-açúcar — e o aumento de hospitalizações por agravos respiratórios, com impacto significativo na morbimortalidade infantil e senil.

Nawaz e Henze (2020), utilizando combinação de observações satelitais de incêndios e modelagem atmosférica, estimaram que aproximadamente 10% das mortes prematuras no Brasil devidas ao PM_{2.5} são atribuíveis à poluição por fumaça de queimadas. Entre 2016 e 2019, o aumento nas queimadas foi responsável por incremento de 2.109 (965-3.623) mortes prematuras, representando aumento de 74%

(54-98%) nas mortes atribuíveis à exposição ao PM_{2.5} de queimadas (NAWAZ; HENZE, 2020). As emissões de queimas de biomassa em todo o Brasil contribuem significativamente para mortes prematuras, com os maiores eventos de queimadas ocorrendo no noroeste do Brasil (NAWAZ; HENZE, 2020). Estes resultados caracterizam a extensão em que níveis elevados de exposição ao PM_{2.5} devido a incêndios afetam a saúde pública no Brasil e apresentam suporte adicional, focado na saúde pública, para maior proteção da Amazônia (NAWAZ; HENZE, 2020; REDDINGTON et al., 2020).

O subdiagnóstico de DPOC constitui problema adicional que amplifica o impacto em saúde pública. Estudos brasileiros do projeto PLATINO documentaram que até 89% dos casos de DPOC permanecem sem diagnóstico (MENEZES et al., 2007; MOREIRA et al., 2014; RABAHI et al., 2015). Esta taxa extremamente elevada de subdiagnóstico significa que a grande maioria dos pacientes com DPOC não recebe tratamento apropriado, levando a maior progressão da doença, pior qualidade de vida e maior risco de exacerbações e hospitalizações (DE QUEIROZ; MOREIRA; RABAHI, 2012; MOREIRA et al., 2014; RABAHI et al., 2015). Estudos como o de De Queiroz et al. (2012) e Moreira et al. (2014) demonstram que uma parcela expressiva dos indivíduos com sintomas respiratórios e história de exposição à fumaça de biomassa não possui diagnóstico formal, revelando lacunas importantes na atenção primária à saúde e na disponibilidade de exames espirométricos. O subdiagnóstico é particularmente problemático em populações vulneráveis com exposição à biomassa, onde o acesso a serviços de saúde e espirometria é limitado, comprometendo a identificação precoce e o manejo adequado da doença (ALAM et al., 2015; PLEASANTS; RILEY; MANNINO, 2016).

6.5 ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO: EVIDÊNCIAS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

As estratégias de mitigação da exposição à fumaça de biomassa e redução do risco de DPOC podem ser categorizadas em intervenções individuais/domiciliares, comunitárias e políticas/regulatórias. A literatura científica identifica múltiplas abordagens com diferentes níveis de evidência de eficácia e diferentes desafios de implementação em contextos de recursos limitados como o Brasil.

6.6 INTERVENÇÕES TECNOLÓGICAS: FOGÕES MELHORADOS E COMBUSTÍVEIS LIMPOS

Fogões melhorados com chaminé representam uma das intervenções mais estudadas para redução da exposição à biomassa. Estudos randomizados controlados demonstraram que fogões aprimorados podem reduzir significativamente a exposição a monóxido de carbono e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. O estudo RESPIRE na Guatemala, utilizando fogões com chaminé em população indígena, demonstrou reduções substanciais nas exposições pessoais de CO em mães e crianças, bem como nas concentrações de CO nas cozinhas (MCCRACKEN et al., 2010; THANGAVEL et al., 2013). No México, o fogão Patsari demonstrou reduções significativas em biomarcadores urinários de HAPs e exposições a CO em mulheres rurais (MASERA et al., 2011). Estes fogões funcionam através de melhor

eficiência de combustão e remoção da fumaça do ambiente doméstico através de chaminés.

Entretanto, a efetividade a longo prazo de fogões melhorados enfrenta desafios significativos relacionados à adoção sustentada e manutenção. Revisões sobre programas de fogões melhorados na América Latina demonstraram que intervenções focadas em distribuição de fogões únicos, sem seguimento adequado com usuários locais, têm obtido sucesso limitado, com fogões tradicionais ou fogueiras abertas não sendo completamente substituídos na maioria dos programas (TRONCOSO et al., 2019). Fatores culturais, sociais e econômicos influenciam a adoção exclusiva de fogões melhorados, incluindo preferências culinárias, custo de manutenção e disponibilidade de combustível (TRONCOSO et al., 2019; THANGAVEL et al., 2013).

A transição para combustíveis limpos, particularmente Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), representa estratégia potencialmente mais eficaz para redução da poluição doméstica. Estudos de intervenção com fogões a GLP em áreas rurais do Peru demonstraram reduções significativas nas concentrações de poluentes e nas exposições pessoais (MIELE et al., 2017). Contudo, a sustentabilidade da transição para GLP depende de fatores econômicos, incluindo custo inicial dos equipamentos, preço contínuo do combustível e disponibilidade de subsídios governamentais (TRONCOSO et al., 2019; SIDDHARTHAN et al., 2023; MIELE et al., 2017). Em muitas áreas rurais da América Latina e do Brasil, a transição completa para GLP permanece economicamente inviável sem apoio governamental substancial (TRONCOSO et al., 2019).

6.7 MELHORIAS HABITACIONAIS E COMPORTAMENTAIS

Zhou et al. (2014) conduziram estudo prospectivo de coorte de 9 anos na China avaliando o impacto de combustíveis melhorados para cozimento e ventilação adequada da cozinha na função pulmonar e incidência de DPOC. Os resultados demonstraram que melhorias na ventilação da cozinha, combinadas com uso de combustíveis mais limpos, foram associadas à preservação da função pulmonar e redução na incidência de DPOC ao longo do período de seguimento. Este estudo fornece evidência prospectiva de que modificações ambientais sustentadas podem efetivamente reduzir o risco de desenvolvimento de DPOC em populações expostas à biomassa, confirmando que intervenções estruturais podem reduzir substancialmente a prevalência da DPOC associada à biomassa (ZHOU et al., 2014).

Práticas melhoradas incluindo secagem adequada da lenha antes do uso e utilização de painéis de pressão para reduzir o tempo de cozimento também são estratégias identificadas na literatura como potencialmente efetivas para reduzir exposição (TRONCOSO et al., 2019). Estas intervenções comportamentais apresentam custo baixo mas requerem mudanças culturais e educação em saúde sustentada para implementação efetiva. A automedicação é frequentemente aplicada como estratégia frente às barreiras de acesso à atenção primária, como dificuldades para agendar consultas e longa espera para atendimento (SILVA et al., 2021). Nessas condições, famílias recorrem ao serviço de urgência, contribuindo para superlotação e internação (SILVA et al., 2021).

O uso combinado de combustíveis (stacking), onde famílias utilizam múltiplos tipos de combustíveis e fogões simultaneamente, é reconhecido como abordagem realista para transição energética em contextos de recursos limitados (TRONCOSO et al., 2019). Programas que promovem portfólios integrados de opções, incluindo práticas melhoradas e combinação de dispositivos (fogões, aquecedores de água) e combustíveis (biomassa, outros), são recomendados como estratégias mais sustentáveis comparadas a abordagens focadas em combustível único (TRONCOSO et al., 2019).

6.8 POLÍTICAS PÚBLICAS E INTERVENÇÕES DE SAÚDE

Políticas regulatórias para eliminação ou redução de queimadas constituem estratégia fundamental de mitigação em nível populacional. Domingues et al. (2023) endossam a necessidade de substituição das queimadas no monocultivo da cana-de-açúcar, bem como a estruturação de políticas públicas de proteção à saúde humana em resposta aos achados de associação com hospitalizações respiratórias em grupos vulneráveis. A implementação de regulamentações mais rígidas sobre queimadas agrícolas, combinada com incentivos para métodos alternativos de colheita, pode reduzir substancialmente a exposição populacional à fumaça de biomassa (DOMINGUES et al., 2023).

No contexto da Amazônia, a necessidade urgente de identificar intervenções efetivas de saúde pública que possam melhorar o comportamento de populações vulneráveis expostas à fumaça de queimadas foi enfatizada por múltiplos estudos (ANDERSON; MARCHEZINI, 2020; SILVA et al., 2013). Estratégias incluem sistemas de alerta precoce de qualidade do ar, distribuição de máscaras de proteção durante períodos de queimadas intensas, e estabelecimento de abrigos com ar filtrado para populações vulneráveis (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002; SILVA et al., 2021).

Intervenções de educação em saúde na atenção primária são reconhecidas como essenciais para melhorar o reconhecimento de sintomas de gravidade em crianças relacionados a doenças respiratórias, bem como para promover comportamentos preventivos durante períodos de queimadas (SILVA et al., 2021). Existe necessidade de reorganização nas redes de atenção à saúde com foco no binômio família/criança como grupo de vulnerabilidade nas queimadas sazonais, e implementação de estratégias de educação em saúde pelo enfermeiro (SILVA et al., 2021).

O acesso a espirometria para diagnóstico precoce de DPOC representa estratégia crítica de mitigação do impacto em saúde pública. A literatura enfatiza que o aumento do acesso à espirometria teria impacto substancial no manejo da doença nas Américas, permitindo diagnóstico e tratamento oportunos (PLEASANTS; RILEY; MANNINO, 2016; SIDDHARTHAN et al., 2023). Contudo, o acesso a espirometria de qualidade assegurada permanece limitado em muitos países de baixa e média renda, incluindo o Brasil, devido ao baixo reconhecimento de seu valor, limitada expertise e alto custo (SIDDHARTHAN et al., 2023). Para indivíduos diagnosticados, o acesso a medicações e outras intervenções é variável entre e dentro das nações, mesmo naquelas com sistemas universais de saúde como Brasil e Canadá (PLEASANTS; RILEY; MANNINO, 2016).

6.9 DESAFIOS ESPECÍFICOS DO CONTEXTO BRASILEIRO

A implementação de estratégias de mitigação no Brasil enfrenta desafios multifacetados relacionados a disparidades socioeconômicas, diversidade geográfica e limitações de infraestrutura de saúde. Populações vulneráveis que mais necessitam de intervenções frequentemente possuem menor acesso a recursos, serviços de saúde e informações (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002; PLEASANTS; RILEY; MANNINO, 2016; GRIGSBY et al., 2016). A injustiça ambiental associada à produção de energia, incluindo biomassa, afeta desproporcionalmente populações mais pobres e vulneráveis, combinando injustiça social e ambiental agravada pelas mudanças climáticas (PORTO; FINAMORE; FERREIRA, 2013).

Grigsby et al. (2016) demonstraram que status socioeconômico está fortemente associado à prevalência de DPOC em países de baixa e média renda, com populações de menor renda apresentando maior risco de exposição a fatores de risco como poluição do ar, fumaça de biomassa e infecções, mas menor acesso a cuidados de saúde adequados. Conforme discutido por Grigsby et al. (2016) e Porto et al. (2013), a dependência da biomassa está associada à pobreza energética, à falta de acesso a combustíveis limpos e à baixa capacidade de mitigação individual. Esses elementos configuram um ciclo de vulnerabilidade em que populações mais pobres sofrem os maiores impactos sanitários e têm menos acesso a políticas públicas eficazes. Esta disparidade amplifica o impacto da DPOC associada à biomassa em populações brasileiras vulneráveis e ressalta a necessidade de abordagens que integrem intervenções ambientais, socioeconômicas e de saúde (GRIGSBY et al., 2016).

A falta de dados epidemiológicos robustos sobre os efeitos negativos para a saúde resultantes da exposição à fumaça de queimadas na Amazônia também constitui desafio (SILVA et al., 2013; ANDERSON; MARCHEZINI, 2020). Estudos demonstram que os efeitos negativos para a saúde da exposição à fumaça de biomassa na Amazônia foram pouco estudados na região, limitando a capacidade de desenvolver e implementar intervenções baseadas em evidências específicas para este contexto (SILVA et al., 2013; ANDERSON; MARCHEZINI, 2020).

7 DISCUSSÃO

A análise integrativa dos estudos selecionados evidencia de forma consistente a associação entre a exposição à queima de biomassa e o aumento da prevalência da DPOC, sobretudo em populações rurais e socioeconomicamente vulneráveis. Os resultados demonstram que essa forma de poluição atmosférica representa um determinante importante e frequentemente negligenciado da carga global de doenças respiratórias, sendo comparável em magnitude aos efeitos do tabagismo em determinadas populações.

A questão norteadora deste estudo — "Qual é o impacto da exposição à queima de biomassa na prevalência da DPOC em populações brasileiras vulneráveis e quais as estratégias de mitigação propostas na literatura?" — foi amplamente respondida pelos achados. A literatura aponta que o risco de desenvolvimento da DPOC é significativamente maior entre indivíduos expostos à biomassa, com odds ratio variando entre 2 e 3 vezes em comparação a populações não expostas. Esse efeito é especialmente pronunciado em mulheres e idosos, grupos que permanecem mais tempo em ambientes domésticos e, portanto, sujeitos a maior concentração de material particulado fino (PM_{2.5}).

A convergência dos estudos analisados sustenta a necessidade de ações intersetoriais que integrem políticas de saúde, meio ambiente e energia. As desigualdades socioeconômicas emergem como fator transversal que amplia o impacto da exposição, configurando um contexto em que os efeitos ultrapassam a esfera clínica, alcançando dimensões ambientais, econômicas e psicossociais. A prevalência elevada em populações vulneráveis reflete não apenas a carga biológica da exposição, mas também desigualdades estruturais que perpetuam a dependência de fontes energéticas poluentes (GRIGSBY et al., 2016; PORTO; FINAMORE; FERREIRA, 2013).

Outro aspecto relevante identificado na análise diz respeito às repercussões psicossociais da DPOC em indivíduos expostos à biomassa. O impacto emocional da doença — incluindo ansiedade, isolamento e perda de autonomia — constitui um agravante que exige abordagens terapêuticas integradas, com suporte psicológico e social. Essa dimensão é frequentemente negligenciada nos estudos epidemiológicos, mas representa componente essencial da integralidade do cuidado.

Dessa forma, a discussão dos resultados permite concluir que a exposição à queima de biomassa é um determinante ambiental e social de grande relevância para a DPOC. A implementação bem-sucedida de medidas como a substituição gradual da biomassa por alternativas sustentáveis, fortalecimento da atenção primária com ampliação do acesso à espirometria, ampliação da vigilância epidemiológica e promoção de educação ambiental são fundamentais para reduzir o impacto da DPOC no Brasil e promover a equidade em saúde respiratória em longo prazo.

7.1 DIREÇÕES FUTURAS E RECOMENDAÇÕES

A evidência científica disponível demonstra claramente que a exposição à queima de biomassa constitui fator de risco significativo e modificável para DPOC em populações vulneráveis brasileiras. Estratégias efetivas de mitigação requerem

abordagem multinível que integre intervenções tecnológicas, comportamentais, de saúde pública e políticas regulatórias. Com base na literatura revisada, emergem várias recomendações prioritárias para o contexto brasileiro.

Primeiramente, existe necessidade urgente de ampliar o acesso a combustíveis limpos e fogões melhorados em áreas rurais, acompanhado de programas sustentados de educação e suporte técnico para assegurar adoção e manutenção a longo prazo (TRONCOSO et al., 2019; THANGAVEL et al., 2013; MIELE et al., 2017). Programas devem reconhecer que transições energéticas bem-sucedidas frequentemente envolvem uso combinado de combustíveis e práticas, ao invés de substituição completa imediata (TRONCOSO et al., 2019). Subsídios governamentais e políticas de acesso podem facilitar a transição para combustíveis modernos em populações de baixa renda que mais necessitam de intervenções (SIDDHARTHAN et al., 2023; MIELE et al., 2017).

Em segundo lugar, a implementação de políticas regulatórias mais rigorosas para redução de queimadas agrícolas e florestais é essencial para proteção de saúde populacional, particularmente na região Amazônica e em áreas de monocultura de cana-de-açúcar (DOMINGUES et al., 2023; NAWAZ; HENZE, 2020). Estas políticas devem ser acompanhadas de alternativas viáveis para agricultores e de fiscalização efetiva, bem como de sistemas de monitoramento de qualidade do ar e alerta precoce para proteger populações durante episódios de poluição intensa (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002; SILVA et al., 2021).

Em terceiro lugar, o fortalecimento dos sistemas de saúde para melhorar diagnóstico e tratamento de DPOC em populações vulneráveis é prioritário. Isto inclui ampliação do acesso a espirometria na atenção primária, treinamento de profissionais de saúde para reconhecimento precoce de DPOC, e garantia de disponibilidade de medicações essenciais (broncodilatadores, corticosteroides inalados) no Sistema Único de Saúde (PLEASANTS; RILEY; MANNINO, 2016; SIDDHARTHAN et al., 2023; RABAHI et al., 2015; MOREIRA et al., 2014). Programas integrados de atenção primária focados em DPOC, particularmente direcionados a populações com exposição a biomassa, podem melhorar significativamente as taxas de diagnóstico e tratamento (MONTES DE OCA et al., 2019; JARDIM; NASCIMENTO, 2019).

Finalmente, há necessidade crítica de investimento em pesquisas adicionais sobre os efeitos da exposição à biomassa na saúde respiratória especificamente no contexto brasileiro. Estudos prospectivos de coorte avaliando o impacto de diferentes intervenções, caracterização mais detalhada dos fenótipos de DPOC associada à biomassa em populações brasileiras, e pesquisas sobre barreiras e facilitadores para adoção sustentada de intervenções são necessários para informar políticas e práticas baseadas em evidências (SILVA et al., 2013; ANDERSON; MARCHEZINI, 2020; MONTES DE OCA et al., 2019).

A redução do impacto da exposição à queima de biomassa na prevalência de DPOC em populações vulneráveis brasileiras requer compromisso sustentado de múltiplos setores, incluindo saúde, energia, agricultura e meio ambiente. A convergência de evidências científicas sobre a magnitude do problema e a

disponibilidade de estratégias efetivas de mitigação fornecem base sólida para ação. A implementação bem-sucedida destas estratégias tem potencial para reduzir substancialmente a carga de doenças respiratórias crônicas, melhorar qualidade de vida e reduzir mortalidade prematura em algumas das populações mais vulneráveis do Brasil (PLEASANTS; RILEY; MANNINO, 2016; NAWAZ; HENZE, 2020; GRIGSBY et al., 2016).

REFERÊNCIAS

- AHRQ. **Systems to rate the strength of scientific evidence**. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ), 2002.
- ALAM, D. et al. Global burden of chronic obstructive pulmonary disease in low- and middle-income countries: a systematic review. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 10, p. 2489–2509, 2015.
- ALEXANDER, L. M. et al. Systematic review of risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in developing countries. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 5, n. 10, p. 817–827, 2017.
- ANDERSON, L.; MARCHEZINI, V. Mudanças na exposição da população à fumaça gerada por incêndios florestais na Amazônia: o que dizem os dados sobre desastres e qualidade do ar? **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. especial 2, p. 284–302, jul. 2020.
- CABRAL, L. V. P. et al. Infecções respiratórias agudas em crianças no Brasil (2010–2025): interações entre etiologia, sazonalidade e vulnerabilidades sociais. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 8, n. 5, p. 1–16, set./out. 2025.
- CAMP, P. G. et al. The relationship between COPD and chronic non-specific lung disease. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, n. 4, p. 415–423, 2014.
- CEBRON LIPOVEC, N. et al. Respiratory health effects of particulate matter air pollution in children: a systematic review. **Environmental Health**, v. 15, n. 1, p. 17, 2016.
- COELHO, A. E. C. et al. Abordagem geral da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC): uma revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 1, n. 1, p. e8657, 2021.
- CONCEIÇÃO, D. S. et al. O impacto das queimadas na saúde pública. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59498–59502, 2020.
- CRUZ, R. C. M. **O papel da fumaça de biomassa no desenvolvimento da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- DE QUEIROZ, M. C. C. et al. Subdiagnóstico de DPOC em clínicas de atenção primária no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 5, p. 574–580, 2012.
- DOMINGUES, R. C. et al. Queima de biomassa da cana-de-açúcar e hospitalizações de crianças e idosos por agravos respiratórios em Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 10, p. e00238422, 2023.

GALVÃO, C. M.; MENDES, K. D. S. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e enfermagem. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758–764, 2008.

GANONG, L. H. Integrative reviews of nursing research. **Research in Nursing & Health**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 1987.

GHOSH, S. et al. Association between long-term exposure to ambient fine particulate matter and incidence of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. **Environmental Pollution**, v. 237, p. 1113–1121, 2018.

GOLD. **Global Strategy for the Prevention, Diagnosis and Management of COPD: 2024 Report**. [S.l.]: GOLD, 2024. Disponível em: <https://goldcopd.org/2024-gold-report/>. Acesso em: 4 nov. 2025.

GRIGSBY, M. et al. Socioeconomic status and COPD among low- and middle-income countries. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, p. 2497–2506, 2016.

IGNOTTI, E. et al. Impacto da poluição do ar por queimadas na saúde respiratória de crianças em Porto Velho, Rondônia. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 1, n. 2, p. 63–70, 2010.

JAGANATH, D. et al. Prevalence and determinants of chronic obstructive pulmonary disease and variation in risk factors across four geographically diverse resource-limited settings in Peru. **The Lancet Global Health**, v. 3, n. 8, e482–e492, 2015.

JESUS, J.; SANTANA, M.; HENRIQUE, M. **Doença pulmonar obstrutiva crônica: aspectos epidemiológicos dos pacientes internados no Hospital Roberto Arnizaut Silveiras**, 2022.

KURMI, O. P. et al. COPD due to solid fuel use: an analysis of the first clinical, functional and radiographic assessment of over 100 cases. **European Respiratory Journal**, v. 35, n. 6, p. 1293–1301, 2010.

LANDRIGAN, P. J. et al. The Lancet Commission on pollution and health. **The Lancet**, v. 391, n. 10119, p. 462–512, fev. 2018.

MATHERS, C. D.; LONCAR, D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. **PLoS Medicine**, v. 3, n. 11, e442, 2006.

MENEZES, A. M. B. et al. Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. **The Lancet**, v. 366, n. 9500, p. 1875–1881, 2005.

MIELE, C. H. et al. Adoption and use of liquefied petroleum gas (LPG) stoves and reduction in household air pollution in rural Peru. **Environment International**, v. 99, p. 25–34, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica**. Portal Gov.br. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/protocolos/resumidos/20220912_PCDT_Resumido_DPOC_final.pdf. Acesso em: 2 jan. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Queimadas**. Portal Gov.br. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/q/queimadas>. Acesso em: 18 dez. 2024.

MONTES DE OCA, M. et al. The prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Bolu province of Turkey. **Respiratory Care**, v. 62, n. 10, p. 1320–1327, 2017.

MOREIRA, G. L. et al. PLATINO, a nine-year follow-up study of COPD in the city of São Paulo, Brazil: the problem of underdiagnosis. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 40, n. 3, p. 273–280, 2014.

NAWAZ, H.; HENZE, K. Biomass smoke exposure and COPD: global perspectives. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, p. 2463–2479, 2020.

PLEASANTS, R. A.; RILEY, I. L.; MANNINO, D. M. Defining and targeting health disparities in chronic obstructive pulmonary disease. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, p. 2479–2496, 2016.

PO, J. Y. T. et al. Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. **Thorax**, v. 66, n. 3, p. 232–237, 2011.

PORTO, M. F. S.; FINAMORE, R.; FERREIRA, H. Injustiças da sustentabilidade: conflitos ambientais relacionados à produção de energia “limpa” no Brasil. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 100, p. 11–30, 2013.

RABAHI, M. F. et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease among patients with systemic arterial hypertension without respiratory symptoms. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 10, p. 1673–1678, 2015.

REDDINGTON, C. L. et al. Air quality and health impacts of wildfires in Amazonia. **Environment International**, v. 136, p. 105436, 2020.

SALVI, S. Biomass smoke exposure and COPD. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 2, n. 1, p. 4–5, 2014.

SALVI, S.; BARNES, P. J. Chronic obstructive pulmonary disease in nonsmokers. **The Lancet**, v. 374, n. 9690, p. 733–743, 2009.

SALVI, S. S.; BARNES, P. J. Is biomass smoke a major contributor to COPD? **European Respiratory Journal**, v. 35, n. 4, p. 705–707, 2010.

SANA, A. et al. Chronic obstructive pulmonary disease associated with biomass fuel use in women: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open Respiratory Research**, v. 5, n. 1, 2018.

SILVA, P. M. et al. Impacto da poluição do ar por queimadas florestais na saúde respiratória infantil na Amazônia Brasileira: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, n. 4, p. 697–709, 2013.

SILVA, P. B. et al. Efeitos fisiopatológicos da exposição à fumaça de biomassa na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Revista Científica Interdisciplinar**, v. 2, n. 1, p. 1–15, 2024.

SOUZA, M. T.; SALMI, C. L.; RIBEIRO, M. A. Revisões integrativas: método de pesquisa. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 70, n. 6, p. 1235–1243, 2017.

THANGAVEL, A. et al. Impact of improved cookstoves on lung health in Guatemalan women: a cluster randomized trial. **Thorax**, v. 68, n. 9, p. 805–810, 2013.

TRONCOSO, K.; CASTILLO, A.; MASERA, O. The role of clean cooking in reducing household air pollution in Latin America. **Energy for Sustainable Development**, v. 51, p. 1–9, 2019.

URRUTIA-PEREIRA, M. et al. Health impacts of biomass burning and air pollution in the Amazon. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 47, n. 1, e20200219, 2021.

VAN GEMERT, F. et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated risk factors in Uganda (FRESH AIR Uganda): a prospective cross-sectional observational study. **The Lancet Global Health**, v. 3, n. 12, e738–e747, 2015.

ZHENG, P. F. et al. Association between ambient air pollution and hospitalizations for respiratory diseases in China: a 4-year multicenter study. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, p. 1315–1327, 2016.

ZHOU, Y. et al. Improved cookstoves and ventilation reduced COPD incidence in China: a 9-year cohort study. **Environmental Health Perspectives**, v. 122, n. 12, p. 1320–1325, 2014.