

Consequências da degradação da qualidade do ar no surgimento e agravamento de doenças respiratórias

Consequences of air quality degradation on the emergence and worsening of respiratory diseases

Consecuencias del deterioro de la calidad del aire en la aparición y agravamiento de enfermedades respiratorias

Recebido: 26/03/2025 | Revisado: 09/01/2026 | Aceitado: 10/01/2026 | Publicado: 11/01/2026

Eduardo Oliveira Padilha

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4718-4765>

Irmandade Santa Casa de Misericórdia do Jahu, Brasil

E-mail: eduardo_oliveirapadilha@hotmail.com

Bruna Alves Velasco

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1601-8322>

Irmandade Santa Casa de Misericórdia do Jahu, Brasil

E-mail: brunaavelasco@outlook.com

Yasmim de Fátima Rodrigues Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5393-3938>

Irmandade Santa Casa de Misericórdia do Jahu, Brasil

E-mail: yasmim.carvalho2002@hotmail.com

Gabriela Oliveira Iargas

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3335-2018>

Irmandade Santa Casa de Misericórdia do Jahu, Brasil

E-mail: gabiiargas@hotmail.com

Jennyfer Rodrigues Vicentini

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2974-4680>

Irmandade Santa Casa de Misericórdia do Jahu, Brasil

E-mail: jennyfervicentini295@gmail.com

Resumo

A poluição do ar, agravada pelo uso de combustíveis fósseis, tem intensificado doenças respiratórias e gerado novos riscos à saúde, especialmente em populações vulneráveis. Fenômenos climáticos, como ondas de calor e incêndios florestais, amplificam esses impactos, enquanto gases como PM_{2,5} e CO₂ estão associados a milhões de mortes. Este estudo, realizado por meio da estratégia PICO (População, Fenômeno e Contexto) e com artigos de 2020 a 2024 obtidos nas bases PubMed e Google Scholar, tem como objetivo realizar uma revisão narrativa sobre as consequências da degradação da qualidade do ar nas doenças respiratórias. A poluição atmosférica está relacionada ao aumento das hospitalizações, com efeitos negativos especialmente em crianças e idosos. A exposição a poluentes agrava condições respiratórias crônicas e afeta o microbioma pulmonar, intensificando doenças como asma e bronquite. Além disso, a poluição local, incluindo queimadas, tem impactos significativos na saúde pública. Para mitigar esses efeitos, é crucial adotar políticas públicas que melhorem a qualidade do ar, como a promoção de transporte público eficiente e o uso de combustíveis mais limpos. Este estudo propõe a continuidade da pesquisa sobre a interação entre poluição, microbioma e saúde, visando embasar ações eficazes de promoção da saúde pública.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Saúde Pública; Doenças respiratórias; Poluição do ar.

Abstract

Air pollution, aggravated by the use of fossil fuels, has intensified respiratory diseases and generated new health risks, especially in vulnerable populations. Climatic phenomena, such as heat waves and forest fires, amplify these impacts, while gases such as PM_{2.5} and CO₂ are associated with millions of deaths. This study, conducted using the PICO (Population, Phenomenon, and Context) strategy and articles from 2020 to 2024 obtained from PubMed and Google Scholar databases, aims to conduct a narrative review on the consequences of air quality degradation on respiratory diseases. Air pollution is related to increased hospitalizations, with negative effects especially on children and the elderly. Exposure to pollutants aggravates chronic respiratory conditions and affects the lung microbiome, intensifying diseases such as asthma and bronchitis. In addition, local pollution, including burning, has significant impacts on public health. To mitigate these effects, it is crucial to adopt public policies that improve air quality, such as promoting efficient public transportation and the use of cleaner fuels. This study proposes further research on the interaction between pollution, microbiome, and health, with a view to supporting effective public health promotion actions.

Keywords: Climate change; Public Health; Respiratory diseases; Air pollution.

Resumen

La contaminación atmosférica, agravada por el uso de combustibles fósiles, ha intensificado las enfermedades respiratorias y generado nuevos riesgos para la salud, especialmente en las poblaciones vulnerables. Los fenómenos climáticos, como las olas de calor y los incendios forestales, amplifican estos impactos, mientras que gases como el PM_{2,5} y el CO₂ están asociados a millones de muertes. Este estudio, realizado mediante la estrategia PICO (Población, Fenómeno y Contexto) y con artículos de 2020 a 2024 obtenidos en las bases de datos PubMed y Google Scholar, tiene como objetivo realizar una revisión narrativa sobre las consecuencias de la degradación de la calidad del aire en las enfermedades respiratorias. La contaminación atmosférica está relacionada con el aumento de las hospitalizaciones, con efectos negativos especialmente en niños y ancianos. La exposición a los contaminantes agrava las afecciones respiratorias crónicas y afecta al microbioma pulmonar, intensificando enfermedades como el asma y la bronquitis. Además, la contaminación local, incluidas las quemaduras, tiene un impacto significativo en la salud pública. Para mitigar estos efectos, es fundamental adoptar políticas públicas que mejoren la calidad del aire, como la promoción del transporte público eficiente y el uso de combustibles más limpios. Este estudio propone continuar la investigación sobre la interacción entre la contaminación, el microbioma y la salud, con el fin de respaldar acciones eficaces de promoción de la salud pública.

Palabras clave: Cambio climático; Salud Pública; Enfermedades respiratorias; Contaminación atmosférica.

1. Introdução

O quadro de poluição atmosférica e mudanças climáticas impulsionadas pelo consumo de combustíveis fósseis desde a década de 1970 tem impactos diretos na saúde respiratória. O aquecimento global, associado à emissão de gases de efeito estufa, resulta em extremos climáticos como ondas de calor, incêndios florestais e eventos climáticos severos, que agravam doenças respiratórias preexistentes e promovem novas condições adversas. Poluentes atmosféricos, como material particulado fino (PM_{2,5}) e ozônio troposférico, desempenham papel crítico na piora da função pulmonar e no aumento das hospitalizações (Covert et al., 2023).

As emissões de gases poluentes, particularmente de CO₂ e outros gases de efeito estufa, têm impactos devastadores na saúde humana. De acordo com o relatório de 2022 da Lancet Countdown, as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis aumentaram 6% em 2021, enquanto as emissões agrícolas cresceram 31% desde 2000. Esse aumento está diretamente associado a 1,3 milhão de mortes em 2020 devido à exposição à poluição do ar (Romanello et al., 2022). Em adição, a dependência de combustíveis sólidos intensifica a poluição do ar interior, colocando ainda mais pressão sobre a saúde respiratória.

A poluição do ar é uma preocupação crescente, com impactos significativos na saúde humana, especialmente em doenças respiratórias crônicas como asma e DPOC. As fontes de poluição são tanto antropogênicas quanto naturais, com o tráfego e a queima de biomassa destacando-se como contribuintes importantes. Estudos epidemiológicos e toxicológicos recentes associam a exposição à poluição do ar ao agravamento de condições respiratórias e ao surgimento de doenças como a asma em crianças e adultos. Além disso, a poluição tem sido identificada como um fator de risco para a fibrose pulmonar idiopática, bronquiectasia e até mesmo a morte em casos de doenças respiratórias (Annesi-Maesano et al., 2021).

Nesse contexto, se torna necessário pontuar que a intensificação dessa poluição atmosférica, diretamente vinculada às mudanças climáticas, não afeta todos da mesma maneira, ampliando as desigualdades em saúde e impactando desproporcionalmente populações mais vulneráveis (Rocque et al., 2021). Consideradas pela Organização Mundial da Saúde como a maior ameaça à saúde global, essas alterações climáticas agravam as desigualdades em saúde e exigem respostas rápidas e coordenadas. Os serviços de saúde têm um papel crucial, mas as respostas ainda são fragmentadas, necessitando de uma abordagem integrada (Haigh et al., 2023).

A redução da poluição, por meio de intervenções como a modernização industrial, mudanças nos métodos agrícolas e a implementação de políticas públicas eficazes, é essencial para proteger a saúde pública e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, que por sua vez exacerbam os riscos respiratórios (Annesi-Maesano et al., 2021). O objetivo deste trabalho foi realizar

uma revisão narrativa da literatura sobre as consequências da degradação da qualidade do ar no surgimento e agravamento de doenças respiratórias.

2. Metodologia

Foi realizado um estudo de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018) e do tipo revisão narrativa da literatura (Casarin et al., 2020; Mattos, 2015; Rother, 2007) sobre o tema, inicialmente, os pesquisadores se reuniram para definir como seria feita a pesquisa bibliográfica, estabelecendo a pergunta de pesquisa utilizando a estratégia PICO (População, Intervenção, Comparação e Desfecho). A População (P) envolveu populações expostas à poluição do ar, com ênfase em grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias crônicas. A Intervenção (I) abordou a exposição a poluentes atmosféricos, como PM2,5 e partículas finas, e sua relação com doenças respiratórias. A Comparação (C) envolveu populações com baixa exposição ou sem exposição significativa à poluição do ar. O Desfecho (O) foi o surgimento e o agravamento de doenças respiratórias, como asma, bronquite, DPOC e hospitalizações, com foco nos efeitos crônicos e no impacto sobre o microbioma respiratório.

A questão central da revisão foi: "Qual a relação entre a exposição a poluentes atmosféricos, como PM2,5, e o surgimento e agravamento de doenças respiratórias crônicas em populações vulneráveis, comparando indivíduos expostos a baixos níveis de poluição atmosférica?" Para a coleta, análise e síntese das evidências, foram utilizadas as bases de dados PubMed e Google Scholar. Foram utilizados os seguintes critérios de busca: *Climate Change Health Impacts* (6 resultados no PubMed) e *Respiratory Diseases and Pollution* (8.367 resultados no PubMed, 8.000 resultados no Google Scholar), com seleção de artigos publicados entre 2020 e 2024, nos idiomas inglês e português. Os critérios de seleção focaram em trabalhos que abordassem diretamente a relação entre as mudanças climáticas e o agravamento ou surgimento de doenças respiratórias. Artigos que não tratassem diretamente dessa relação foram excluídos.

A seleção dos artigos iniciou-se pela leitura dos títulos e resumos, seguida pela leitura completa dos artigos selecionados. Feito isso, 17 estudos foram selecionados para compor a revisão narrativa. Esses estudos foram analisados qualitativamente para avaliar as associações entre a exposição aos poluentes atmosféricos e o surgimento e agravamento das doenças respiratórias, bem como os impactos sobre o microbioma respiratório nas populações vulneráveis.

3. Resultados

Foram selecionados 17 trabalhos (Quadro 1) para compor os dados reunidos neste artigo, publicados entre 2020 e 2024.

Quadro 1 - Reunião de todos os trabalhos utilizados.

Procedência	Título do Artigo	Autores	Conclusão
PubMed	Environmental air pollution: respiratory effects.	Santos, U. P., Arbex, M. A., Braga, A. L. F., Mizutani, R. F., Cançado, J. E. D., Terra-Filho, M., & Chatkin, J. M.	A poluição atmosférica eleva a morbimortalidade, especialmente em indivíduos com doenças crônicas. A exposição a poluentes está ligada a condições como asma, DPOC e câncer, além de prejudicar a saúde fetal. Medidas para reduzir emissões, como transporte público eficiente e combustíveis mais limpos, podem reduzir em até 60% as mortes relacionadas à poluição. Os profissionais de saúde têm um papel essencial na promoção de hábitos saudáveis e na defesa de ações ambientais para mitigar esses efeitos. A pandemia do SARS-CoV-2 destaca a necessidade de uma abordagem ativa diante dos desequilíbrios ambientais, por exemplo.
PubMed	Environmental impact of inhaler devices on respiratory care: a narrative review.	Urrutia-Pereira, M., Chong-Neto, H. J., Winders, T. A., & Solé, D.	O artigo aponta a necessidade urgente de ações para mitigar as mudanças climáticas, enfatizando que a indústria da saúde, especialmente através da utilização de dispositivos inaladores, contribui significativamente para as emissões de carbono. Embora tratamentos eficazes para doenças respiratórias como asma e DPOC

			sejam essenciais, é crucial que a indústria farmacêutica e organizações de saúde integrem a sustentabilidade em seus planejamentos estratégicos. Isso inclui o desenvolvimento de inaladores reutilizáveis e a consideração das pegadas de carbono associadas aos tratamentos. A liderança em políticas de saúde e a priorização de alternativas acessíveis que não contenham HFA são essenciais para garantir um futuro mais sustentável. A inovação e a ação decisiva são fundamentais para proteger a saúde dos pacientes em face das ameaças climáticas.
PubMed	Impacto das mudanças climáticas e da qualidade do ar em hospitalizações por doenças respiratórias em municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil.	Vassari-Pereira, D., Valverde, M. C., & Asmus, G. F.	As taxas de internação por doenças respiratórias em Santo André e São Caetano do Sul (1998-2018) revela uma correlação significativa com a qualidade do ar, destacando a elevada incidência em São Caetano do Sul, atribuída a emissões veiculares. Modelos de regressão indicam que temperatura e pressão atmosférica afetam as internações, com o material particulado (MP10) e o índice de precipitação (SPI) como fatores relevantes. As projeções climáticas sugerem uma redução nas taxas em Santo André e um aumento em São Caetano do Sul, evidenciando a necessidade de políticas públicas adaptativas.
PubMed	The Impact of Ambient Environmental and Occupational Pollution on Respiratory Diseases	Nishida, C., & Yatera, K.	O estudo conclui que a poluição ambiental, especialmente a poluição do ar, causa diversos efeitos à saúde, impactando principalmente o sistema respiratório. Poluentes como PM _{2,5} e gases tóxicos são os principais responsáveis por doenças pulmonares, cardiovasculares e aumento de hospitalizações por asma e DPOC. Exposições prolongadas ao PM _{2,5} também estão associadas ao desenvolvimento de câncer de pulmão. Além disso, a poluição pode agravar condições como a COVID-19 e intensificar os riscos de doenças ocupacionais, como a asbestose e a silicose, entre trabalhadores expostos a materiais perigosos.
PubMed	‘Smogging kills’ – Effects of air pollution on human respiratory system.	Grzywa-Celińska, A., Krusiński, A., & Milanowski, J.	O estudo mostra que a poluição do ar na Polônia é complexa, com partículas de material particulado (PM _{2,5} e PM ₁₀) que afetam seriamente a saúde pública. As PM _{2,5} penetram no trato respiratório e estão ligadas a doenças cardiovasculares e respiratórias. Fontes principais de poluição incluem transporte, aquecimento e indústria, resultando em milhares de mortes anuais.
PubMed	Air pollution and the respiratory microbiome.	Hamidou Soumana, I., & Carlsten, C.	A poluição do ar, composta por gases e partículas, afeta negativamente a saúde respiratória, agravando doenças como asma e DPOC. A exposição a poluentes induz estresse oxidativo e inflamação, alterando a composição do microbioma pulmonar e aumentando o risco de infecções. Essa interação bidirecional entre poluição e microbioma compromete a homeostase das vias aéreas.
PubMed	The influence of air pollution on respiratory microbiome: A link to respiratory disease.	Xue, Y., Chu, J., Li, Y., & Kong, X.	O estudo indica que a poluição do ar, composta por gases e material particulado, está ligada ao desenvolvimento de doenças respiratórias. Poluentes como óxidos de nitrogênio e material particulado causam inflamação nas vias aéreas e afetam negativamente o microbioma respiratório, contribuindo para condições como asma e DPOC. O artigo ressalta a importância de investigar mais as interações entre poluição, microbioma e saúde pulmonar.
PubMed	Air pollution and children’s health—a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter	Johnson, N. M., Hoffmann, A. R., Behlen, J. C., Lau, C., Pendleton, D., Harvey, N., Shore, R., Li, Y., Chen, J., Tian, Y., & Zhang, R.	A exposição a partículas finas do ar (PM) durante a gestação está associada a baixo peso ao nascer, doenças respiratórias e problemas de neurodesenvolvimento. O artigo verifica também que estudos ligam essa exposição a alterações no sistema imunológico e no metabolismo, contribuindo para mortes neonatais globais.
PubMed	Air pollution in Delhi, India: It’s status and association with respiratory diseases.	Dutta, A., & Jinsart, W.	Os resultados revelam que as concentrações de PM ₁₀ e SO ₂ estão fortemente associadas ao aumento de doenças respiratórias em Déli. Em particular, a exposição a PM ₁₀ e SO ₂ , mesmo em curtos períodos, aumentou significativamente as visitas hospitalares. A poluição atmosférica na cidade é impulsionada por fatores locais e regionais, como transporte, queima de biomassa e emissões de usinas termelétricas. É apontada a necessidade de medidas eficazes para reduzir as concentrações de SO ₂ e PM ₁₀ .

PubMed	Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: A call to action for health professionals	Deng, S. Z., Jalaludin, B. B., Antó, J. M., Hess, J. J., & Huang, C. R.	O trabalho destaca que mudanças climáticas, como ondas de calor e tempestades, agravam doenças respiratórias alérgicas, como asma e rinite, ao aumentar a exposição a aeroalérgenos. Gases de efeito estufa e poluição do ar intensificam crises respiratórias, exacerbando inflamação das vias aéreas. Eventos climáticos extremos, como a "asma de tempestade" em Melbourne, também têm grande impacto, gerando crises em massa. Há uma necessidade urgente de integrar estudos sobre mudanças climáticas, poluição e saúde pública para desenvolver estratégias preventivas e mitigadoras.
PubMed	Long-term residential exposure to air pollution and risk of chronic respiratory diseases in Italy: The BIGEPI study.	Marchetti, P., Miotti, J., Locatelli, F., Antonicelli, L., Baldacci, S., Battaglia, S., Bono, R., Corsico, A., Gariazzo, C., Maio, S., Murgia, N., Pirina, P., Silibello, C., Stafoggia, M., Torroni, L., Viegi, G., Verlato, G., & Marcon, A.	O estudo transversal realizado em oito cidades italianas revela que a exposição à poluição do ar, especialmente aos poluentes PM _{2.5} e NO ₂ , está associada a um aumento no risco de doenças respiratórias crônicas, como rinite, asma e CB/DPOC. A rinite foi mais fortemente relacionada à exposição a partículas finas (PM), enquanto o NO ₂ teve a associação mais significativa com CB/DPOC. A análise também destaca que o clima e fatores como idade e tabagismo influenciam as associações observadas. O estudo reforça a importância da poluição do ar como um fator de risco para o desenvolvimento e agravamento de doenças respiratórias.
PubMed	Respiratory health and cities.	Mohan, A., Alupo, P., Martinez, F. J., Mendes, R. G., Zhang, J., & Hurst, J. R.	É possível constatar que a urbanização tem um impacto significativo na saúde respiratória, com a poluição do ar, a superlotação e a exposição a vírus agravando doenças como DPOC e asma. Em países de baixa e média renda, esses fatores contribuem para a propagação de doenças infecciosas e intensificam a desigualdade em saúde. A OMS destaca a necessidade de um planejamento urbano multissetorial, que envolva profissionais de saúde e políticas públicas, para melhorar a qualidade de vida e reduzir os riscos respiratórios nas cidades.
Google Scholar	Poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias em Volta Redonda (RJ)	Oliveira, J. G. I., de Souza, R. F. D. P., dos Reis, M. M., & de Góis, G.	A poluição atmosférica em Volta Redonda, proveniente principalmente da atividade industrial e frota veicular, tem um impacto significativo nas internações por doenças respiratórias, especialmente em crianças e idosos. A sazonalidade das concentrações de poluentes, influenciada pelo clima local, afeta diretamente a saúde da população. As internações mostraram uma associação com os níveis de poluentes, mesmo quando abaixo dos limites regulamentares.
Google Scholar	Queimadas e doenças respiratórias em crianças na cidade de Marabá, Pará	Fernandes, A. S. S., & Terceiro, I. B.	Há evidência forte da relação entre as queimadas e o aumento de internações infantis por doenças respiratórias, especialmente pneumonias, bronquite e IVAS, com maior incidência nos períodos de seca e baixa umidade. A pesquisa destaca que lactentes são os mais afetados, com uma correlação significativa entre a poluição por fumaça e as condições respiratórias. Além disso, aponta a necessidade de políticas de controle das queimadas para proteger a saúde das crianças e o meio ambiente, corroborando achados de estudos internacionais sobre o impacto da poluição no desenvolvimento de comorbidades respiratórias.
Google Scholar	Impactos da poluição das queimadas à saúde humana: Internações por doenças respiratórias no estado de Rondônia entre 2009 e 2018.	Silva, L. B., de Souza Mendes, D. F., & da Silva, R. M. P.	O estudo analisa a relação entre queimadas e internações por doenças respiratórias em Rondônia entre 2009 e 2018. Embora os focos de queimadas tenham se concentrado principalmente em Porto Velho e Ariquemes, e as internações tenham sido mais altas em Cacoal e Ji-Paraná, não foi encontrada uma correlação significativa entre ambos. A análise estatística revelou uma correlação desprezível, sugerindo que as queimadas não explicam diretamente as hospitalizações. A dispersão de poluentes na atmosfera, no entanto, pode afetar áreas distantes, influenciando a saúde pública.
Google Scholar	Relationship between air pollutants and respiratory diseases: Analysis by spatial data clustering and temporal association rules	Godoy, A. R. L.	Este trabalho usa técnicas de mineração de dados para identificar padrões de poluentes atmosféricos em cidades do Estado de São Paulo, associando-os a condições meteorológicas e hospitalizações por doenças respiratórias. Os principais achados incluem a identificação de padrões de poluição nas regiões urbana, litorânea e interior, com associação entre alta concentração de poluentes (PM ₁₀ , PM _{2.5} , NO ₂ , SO ₂ , O ₃ e CO) e aumento de hospitalizações, com atrasos de até 4 dias. A pesquisa também revela a importância da análise temporal e espacial para embasar políticas públicas de

			gestão da qualidade do ar e prevenção dos impactos à saúde.
Google Scholar	Poluição atmosférica e doenças respiratórias: Um estudo de caso em Paranaguá, Paraná.	Santana, G. P., Moreira, V. S., & Armani, F. A. S.	A poluição atmosférica em Paranaguá, especialmente as concentrações de PM10, está fortemente associada ao aumento de doenças respiratórias na cidade. A poluição é mais intensa nos meses frios e nos dias úteis, devido ao tráfego veicular próximo ao porto. A pesquisa também destaca que, comparada a outras cidades brasileiras, Paranaguá apresenta uma taxa de doenças respiratórias mais alta por habitante, sugerindo que a qualidade do ar tem impactos diretos na saúde da população. O estudo reforça a necessidade de ações ambientais para reduzir os níveis de poluição e melhorar a saúde pública.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

4. Discussão

Vassari-Pereira, Valverde e Asmus (2022) investigaram a relação entre as mudanças climáticas, a qualidade do ar e as hospitalizações por doenças respiratórias na Região Metropolitana de São Paulo, concluindo que o aumento da poluição atmosférica está associado a um aumento significativo nas internações, especialmente em períodos de alta concentração de poluentes. Esse achado é corroborado por Nishida e Yatera (2022), que discutem a conexão entre a poluição ambiental e doenças respiratórias, enfatizando os impactos da exposição prolongada a poluentes, como o PM_{2,5}, nas condições respiratórias crônicas. O estudo de Nishida e Yatera, ao destacar a persistência dos efeitos adversos dos poluentes, sugere que, além de causar danos imediatos à saúde, a poluição do ar tem um papel significativo na progressão de doenças respiratórias ao longo do tempo.

A poluição também afeta o microbioma respiratório, como abordado por Soumana e Carlsten (2021) e Xue et al. (2020), que exploram como os poluentes atmosféricos podem alterar a composição do microbioma pulmonar, promovendo inflamações e exacerbando doenças respiratórias. Xue et al. (2020), por exemplo, observam que a exposição a partículas finas pode prejudicar a resposta imunológica, criando um ambiente propício para doenças como asma e bronquite. Essas alterações no microbioma respiratório, segundo os autores, têm implicações não apenas para a saúde imediata, mas também para o desenvolvimento de doenças crônicas, como doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC). A relação entre poluição e microbioma respiratório reforça a necessidade de um olhar mais atento para os impactos ambientais, não apenas no nível físico imediato, mas também na saúde imunológica e em condições respiratórias de longo prazo.

Além disso, a relação entre poluição e saúde infantil tem sido destacada em diversos estudos. Johnson et al. (2021) revisaram os efeitos da poluição do ar na saúde das crianças, identificando que a exposição precoce a poluentes ultrafinos está associada a um aumento de doenças respiratórias. Grzywa-Celińska et al. (2020) também ressaltam a ameaça da poluição, destacando as partículas finas como um dos maiores riscos à saúde humana, com particular atenção às populações urbanas, onde a exposição é mais intensa. A vulnerabilidade das crianças à poluição é um aspecto crucial, pois, além de estarem mais expostas devido ao seu ritmo respiratório mais elevado, a poluição pode afetar seu desenvolvimento pulmonar e imunológico, resultando em consequências de longo prazo para sua saúde respiratória.

Em termos regionais, os estudos de Oliveira et al. (2020) e Fernandes e Terceiro (2022) discutem o impacto da poluição local nas doenças respiratórias. Oliveira et al. (2020) mostraram que em Volta Redonda (RJ), a poluição atmosférica tem contribuído significativamente para as hospitalizações por doenças respiratórias, especialmente entre crianças e idosos. Fernandes e Terceiro (2022) ampliam essa discussão para a cidade de Marabá (PA), onde as queimadas aumentam a incidência de problemas respiratórios, principalmente em crianças. Esses estudos regionalizados fornecem insights valiosos sobre como fatores locais, como a presença de indústrias e a prática de queimadas, podem afetar desproporcionalmente determinadas faixas etárias, exigindo uma abordagem mais específica para o controle da poluição e a promoção da saúde.

Em um contexto mais específico, o estudo de Santana, Moreira e Armani (2022) sobre a cidade de Paranaguá, Paraná, reforça essa correlação, mostrando que a poluição atmosférica, especialmente nas áreas próximas ao porto e devido ao tráfego intenso, tem gerado um aumento das hospitalizações por doenças respiratórias. A pesquisa revelou que, nos meses mais frios e nos dias úteis, as concentrações de PM10 atingem níveis críticos, o que tem impactado a saúde respiratória da população local. Este achado corrobora com os resultados de outros estudos regionais, como os de Oliveira et al. (2020) e Fernandes e Terceiro (2022), e evidencia como fatores específicos de cada local, como a proximidade de áreas industriais e a dinâmica do tráfego, podem amplificar os efeitos negativos da poluição atmosférica na saúde.

No entanto, há divergências nos estudos sobre os efeitos das queimadas. Silva et al. (2020), por exemplo, investigaram os impactos das queimadas em Rondônia, mas não encontraram uma correlação significativa entre o aumento das internações por doenças respiratórias e os focos de incêndio, sugerindo que outros fatores ambientais, como a dispersão dos poluentes, podem ter um papel mais importante. Esse estudo evidencia as complexidades dos efeitos da poluição e as limitações de abordagens simplistas, alertando para a necessidade de considerar uma gama de fatores ao estudar os impactos da poluição, como a dinâmica de dispersão dos poluentes e as características climáticas locais.

Essas divergências são evidentes também nas conclusões de Dutta e Jinsart (2022), que ao estudar a poluição em Delhi, Índia, associaram diretamente a poluição do ar às altas taxas de doenças respiratórias, com foco nas partículas ultrafinas, enquanto outros estudos, como o Godoy (2023), exploram a relação entre os poluentes do ar e as doenças respiratórias com base em análise espacial, sugerindo que a distribuição geográfica dos poluentes pode afetar de maneira desigual as taxas de hospitalização. Esses estudos destacam que a relação entre poluição e saúde não é uniforme, e as características geográficas, demográficas e climáticas de cada localidade podem influenciar a intensidade dos efeitos na saúde da população.

Esses achados ilustram a complexidade do problema, em que a interação entre fatores locais, como o clima, a topografia e as fontes específicas de poluição, pode gerar impactos variados. Para mitigar esses efeitos, Deng et al. (2020) alertam para a necessidade de um esforço coordenado entre profissionais de saúde, pesquisadores e políticos para abordar a crise ambiental e suas repercussões na saúde pública. A implementação de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade do ar e à conscientização da população sobre os riscos da poluição do ar é fundamental para reduzir os danos à saúde respiratória, especialmente em cidades de grande porte como São Paulo e Delhi. A cooperação entre diferentes setores da sociedade será crucial para desenvolver estratégias eficazes de mitigação da poluição e proteção da saúde pública.

Os dados apresentados por Marchetti et al. (2023) no estudo BIGEPI sobre a exposição a longo prazo à poluição do ar na Itália, junto aos trabalhos de Mohan et al. (2023) sobre saúde respiratória nas cidades, ressaltam a importância de analisar o impacto crônico da poluição, mostrando que a exposição prolongada está fortemente associada ao risco de doenças respiratórias graves. A poluição atmosférica e as mudanças climáticas têm efeitos significativos na saúde respiratória, especialmente em indivíduos com doenças crônicas, como asma e DPOC, aumentando a morbimortalidade (Santos et al., 2021). Para mitigar esses impactos, é essencial adotar medidas como transporte público eficiente e combustíveis mais limpos, além de a indústria da saúde, especialmente a farmacêutica, adotar alternativas sustentáveis, como inaladores reutilizáveis, para reduzir as emissões de carbono associadas ao tratamento de doenças respiratórias (Urrutia-Pereira et al., 2023). A implementação dessas ações pode proteger a saúde e combater os desequilíbrios ambientais.

5. Conclusão

A revisão narrativa dos estudos sobre a poluição do ar e seu impacto nas doenças respiratórias revela a complexidade dessa relação, evidenciando que a exposição a poluentes atmosféricos, como PM2,5 e partículas finas, está diretamente associada com o surgimento e agravamento de doenças respiratórias crônicas, especialmente em populações vulneráveis, como crianças, idosos e indivíduos com doenças respiratórias preexistentes. Os estudos revelaram que essas populações estão mais suscetíveis

aos efeitos adversos da poluição, resultando em um aumento significativo nas hospitalizações e agravamento de condições como asma, bronquite e DPOC. Além disso, a interação entre a poluição do ar e o microbioma respiratório potencializa os efeitos inflamatórios, prejudicando a resposta imunológica e favorecendo o desenvolvimento de doenças crônicas.

Fatores locais, como clima, topografia e fontes de poluição, como o tráfego intenso e as indústrias, exacerbam os efeitos da poluição, requerendo estratégias de mitigação específicas para cada região. A implementação de políticas públicas focadas na redução da poluição atmosférica, com medidas como transporte público eficiente, combustíveis mais limpos e conscientização da população, é essencial para reduzir a morbimortalidade associada a doenças respiratórias crônicas e proteger a saúde respiratória a longo prazo. Recomenda-se que futuros estudos se concentrem na avaliação de intervenções práticas, como melhorias na infraestrutura urbana e programas de redução de emissões, com foco em resultados de saúde em populações vulneráveis.

Referências

- Anima. (2014). *Manual revisão bibliográfica sistemática integrativa: a pesquisa baseada em evidências*. Grupo Ânima. https://biblioteca.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/manual_revisao_bibliografica-sistemica-integrativa.pdf
- Annesi-Maesano, I., Forastiere, F., Balmes, J., Garcia, E., Harkema, J., Holgate, S., Kelly, F., Khreis, H., Hoffmann, B., Maesano, C. N., McConnell, R., Peden, D., Pinkerton, K., Schikowski, T., Thurston, G., Van Winkle, L. S., & Carlsen, C. (2021). The clear and persistent impact of air pollution on chronic respiratory diseases: A call for interventions. *European Respiratory Journal*, 57(3), 2002981. <https://doi.org/10.1183/13993003.02981-2020>
- Casarin, S. T., et al. (2020). Tipos de revisão de literatura: Considerações das editoras do *Journal of Nursing and Health*. *Revista de Enfermagem e Saúde*, 10(5). <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/19924>
- Covert, H. H., Abdoel Wahid, F., Wenzel, S. E., & Lichtveld, M. Y. (2023). Climate change impacts on respiratory health: Exposure, vulnerability, and risk. *Physiological Reviews*, 103(4), 2507–2522. <https://doi.org/10.1152/physrev.00043.2022>
- Crossetti, M. G. M. (2012). Revisão integradora de la investigación en enfermería: El rigor científico que se le exige. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 33(2), 8–9.
- Deng, S. Z., Jalaludin, B. B., Antó, J. M., Hess, J. J., & Huang, C. R. (2020). Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: A call to action for health professionals. *Chinese Medical Journal*, 133(13), 1552–1560. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000861>
- Dutta, A., & Jinsart, W. (2022). Air pollution in Delhi, India: Its status and association with respiratory diseases. *PLOS ONE*, 17(9), e0274444. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274444>
- Fernandes, A. S. S., & Terceiro, I. B. (2022). Queimadas e doenças respiratórias em crianças na cidade de Marabá, Pará. *Brazilian Journal of Health Review*, 5(1), 154–168. <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n1-014>
- Godoy, A. R. L. (2023). *Relationship between air pollutants and respiratory diseases: Analysis by spatial data clustering and temporal association rules* [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas]. <https://repositorio.unicamp.br>
- Grzywa-Celińska, A., Krusiński, A., & Milanowski, J. (2020). Smog kills: Effects of air pollution on the human respiratory system. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.26444/aaem/110477>
- Haigh, F., Crimeen, A., Green, L., Moeller, H., Conaty, S. J., Prior, J. H., & Harris-Roxas, B. (2023). Developing a health impact assessment of the inequality of climate change for health services. *Public Health Research & Practice*, 33(4), 3342336. <https://doi.org/10.17061/phrp3342336>
- Hamidou Soumana, I., & Carlsen, C. (2021). Air pollution and the respiratory microbiome. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 148(1), 67–69. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.05.013>
- Johnson, N. M., Hoffmann, A. R., Behlen, J. C., Lau, C., Pendleton, D., Harvey, N., Shore, R., Li, Y., Chen, J., Tian, Y., & Zhang, R. (2021). Air pollution and children's health: A review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12199-021-00995-5>
- Marchetti, P., Miotti, J., Locatelli, F., Antonicelli, L., Baldacci, S., Battaglia, S., Bono, R., Corsico, A., Gariazzo, C., Maio, S., Murgia, N., Pirina, P., Silibello, C., Stafoggia, M., Torrioni, L., Viegi, G., Verlato, G., & Marcon, A. (2023). Long-term residential exposure to air pollution and risk of chronic respiratory diseases in Italy: The BIGEPI study. *Science of the Total Environment*, 884, 163802. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163802>
- Mattos, P. C. (2015). *Tipos de revisão de literatura*. UNESP. <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-revisao-de-literatura.pdf>
- Mohan, A., Alupo, P., Martinez, F. J., Mendes, R. G., Zhang, J., & Hurst, J. R. (2023). Respiratory health and cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 208(4), 371–373. <https://doi.org/10.1164/rccm.202304-0759VP>
- Nishida, C., & Yatera, K. (2022). The impact of ambient environmental and occupational pollution on respiratory diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2788. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052788>

- Oliveira, J. G. I., de Souza, R. F. D. P., dos Reis, M. M., & de Góis, G. (2020). Poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias em Volta Redonda (RJ). *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 55(1), 72–88. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200642>
- Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Ed. UAB/NTE/UFMS.
- Rocque, R. J., Beaudoin, C., Ndjaboue, R., Cameron, L., Poirier-Bergeron, L., Poulin-Rheault, R. A., Fallon, C., Tricco, A. C., & Witteman, H. O. (2021). Health effects of climate change: An overview of systematic reviews. *BMJ Open*, 11(6), e046333. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046333>
- Romanello, M., Di Napoli, C., Drummond, P., et al. (2022). The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: Health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, 400(10363), 1619–1654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9)
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Santana, G. P., Moreira, V. S., & Armani, F. A. S. (2020). Poluição atmosférica e doenças respiratórias: Um estudo de caso em Paranaguá, Paraná. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(5), 352–361. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0033>
- Santos, U. P., Arbex, M. A., Braga, A. L. F., Mizutani, R. F., Cançado, J. E. D., Terra-Filho, M., & Chatkin, J. M. (2021). Environmental air pollution: Respiratory effects. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 47(1), e20200267. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200267>
- Silva, L. B., de Souza Mendes, D. F., & da Silva, R. M. P. (2020). Impactos da poluição das queimadas à saúde humana. *ID on Line. Revista de Psicologia*, 14(52), 414–427. <https://doi.org/10.14295/online.v14i52.2713>
- Urrutia-Pereira, M., Chong-Neto, H. J., Winders, T. A., & Solé, D. (2023). Environmental impact of inhaler devices on respiratory care: A narrative review. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 48(6), e20220270. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20220270>
- Vassari-Pereira, D., Valverde, M. C., & Asmus, G. F. (2022). Impacto das mudanças climáticas e da qualidade do ar em hospitalizações por doenças respiratórias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(5), 2023–2034. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022275.08632021>
- Xue, Y., Chu, J., Li, Y., & Kong, X. (2020). The influence of air pollution on respiratory microbiome. *Toxicology Letters*, 334, 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.09.007>