

POLUIÇÃO DO AR E DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: IMPACTOS AMBIENTAIS NA SAÚDE HUMANA

AIR POLLUTION AND RESPIRATORY DISEASES: ENVIRONMENTAL IMPACTS ON HUMAN HEALTH

Murilu Éricles Melo Coelho¹, Matheus Fonseca Lana Saad¹, Ângelo Gabriel Miranda Pereira Labre¹, Luís Fernando Castagnino Sesti²

1. Acadêmico do curso de Medicina da Faculdade AFYA Palmas; 2. Professor do curso de Medicina da Faculdade Afya Palmas. luis.sesti@afya.com.br

Eixo Temático: Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável □

RESUMO

Introdução: A poluição atmosférica constitui importante problema ambiental e de saúde pública, estando associada a diferentes alterações e doenças do sistema respiratório. Entre os principais poluentes estudados destacam-se o material particulado fino (PM_{2.5}), o material particulado inalável (PM₁₀) e o dióxido de nitrogênio (NO₂). **Objetivo:** Esta revisão teve como objetivo analisar as principais evidências científicas acerca da relação entre exposição à poluição atmosférica e ocorrência ou agravamento de doenças respiratórias. **Método:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, com busca dirigida em bases científicas, priorizando revisões sistemáticas e meta-análises publicadas entre 2023 e 2024. Foram selecionados seis estudos que abordaram desfechos respiratórios em adultos, crianças e diferentes populações expostas à poluição atmosférica. **Resultados:** Os estudos analisados demonstraram associações entre exposição a poluentes atmosféricos e diferentes desfechos respiratórios, incluindo redução da função pulmonar, desenvolvimento e exacerbação da asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer de pulmão, hospitalizações e mortalidade respiratória. Crianças e indivíduos com doenças respiratórias preexistentes apresentaram maior vulnerabilidade em determinados contextos. **Conclusão:** Os achados reforçam que a poluição do ar representa importante determinante ambiental da saúde e evidenciam a necessidade de medidas de prevenção, controle das emissões e educação ambiental. A atuação dos profissionais de saúde também é relevante para identificação de grupos vulneráveis, orientação da população e promoção de medidas que contribuam para a redução dos impactos ambientais sobre a saúde respiratória.

Palavras-chave: Poluição do Ar. Doenças Respiratórias. Material Particulado. Saúde Ambiental.

ABSTRACT

Air pollution is an important environmental and public health problem and is associated with several alterations and diseases of the respiratory system. Among the main pollutants studied are fine particulate matter (PM_{2.5}), inhalable particulate matter (PM₁₀), and nitrogen dioxide (NO₂). This review aimed to analyze the main scientific evidence concerning the relationship between exposure to air pollution and the occurrence or worsening of respiratory diseases. A narrative literature review was conducted through a directed search in scientific databases, prioritizing systematic reviews and meta-analyses published between 2023 and 2024. Six studies addressing respiratory outcomes in adults, children, and different populations exposed to air pollution were selected. The studies analyzed demonstrated associations between exposure to air pollutants and several respiratory outcomes, including reduced lung function, development and exacerbation of asthma, chronic obstructive pulmonary disease, lung cancer, hospitalizations, and respiratory mortality. Children and individuals with pre-existing respiratory diseases showed greater vulnerability in specific contexts. The findings reinforce that air pollution represents an important environmental determinant of health and highlight the need for prevention measures, emission control, and environmental education. Health professionals also play an important role in identifying vulnerable groups, educating the population, and promoting measures aimed at reducing environmental impacts on respiratory health.

□

Keywords: Air Pollution. Respiratory Tract Diseases. Particulate Matter. Environmental Health.

INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica representa um importante problema ambiental relacionado à saúde humana, uma vez que a exposição a diferentes poluentes pode produzir efeitos adversos em diversos sistemas do organismo. Entre os poluentes de maior relevância destacam-se o material particulado fino (PM_{2.5}), o material particulado inalável (PM₁₀), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o ozônio (O₃), o dióxido de enxofre (SO₂) e o monóxido de carbono. A exposição a esses agentes está relacionada a manifestações respiratórias que variam de sintomas como tosse, sibilância e dispnéia até desfechos mais graves, como hospitalizações e mortalidade.¹

Entre os diferentes componentes da poluição atmosférica, o material particulado apresenta especial relevância por sua capacidade de penetrar profundamente no sistema respiratório. Evidências recentes demonstram associações entre exposição ao PM_{2.5} e diferentes desfechos respiratórios em crianças e adultos, incluindo sintomas respiratórios, asma e outras doenças

pulmonares.¹ Além disso, revisão sistemática e meta-análise demonstrou associação entre exposição a $PM_{2.5}$ e PM_{10} e risco de doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer de pulmão, infecções respiratórias e COVID-19.²

A relação entre poluição atmosférica e asma também apresenta relevância clínica. Uma revisão sistemática e meta-análise publicada em 2024 identificou associação entre exposição ambiental a $PM_{2.5}$ e NO_2 e maior risco de desenvolvimento de asma em adultos.³ Além disso, revisão sistemática elaborada para subsidiar diretrizes da European Academy of Allergy and Clinical Immunology indicou que exposições de curto prazo a $PM_{2.5}$, PM_{10} e NO_2 provavelmente aumentam o risco de hospitalizações e atendimentos em serviços de emergência relacionados à asma.⁴

Os efeitos da poluição também podem ser observados em populações pediátricas. Em meta-análise envolvendo 11 estudos e 4.314 crianças, a exposição aguda ao $PM_{2.5}$ esteve associada à redução do pico de fluxo expiratório, com efeitos mais pronunciados entre crianças com asma grave.⁵

Além dos efeitos agudos, a exposição prolongada apresenta implicações de maior gravidade. Uma revisão sistemática e meta-análise de 88 estudos de coorte identificou associação entre exposição crônica ao $PM_{2.5}$ e mortalidade respiratória e por câncer de pulmão.⁶ Diante da relevância ambiental e clínica da exposição à poluição atmosférica, o objetivo desta revisão foi analisar as principais evidências científicas sobre a associação entre poluição atmosférica e doenças e desfechos respiratórios, destacando grupos vulneráveis e implicações para a saúde pública.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, com busca dirigida nas bases PubMed/MEDLINE, priorizando revisões sistemáticas e meta-análises. Foram utilizados termos relacionados à exposição ambiental e aos desfechos respiratórios, incluindo “Air Pollution”, “Air Pollutants”, “Respiratory Tract Diseases”, “Asthma”, “Chronic Obstructive Pulmonary Disease”, “Particulate Matter”, “PM2.5”, “PM10” e “Nitrogen Dioxide”, combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram priorizados artigos publicados entre 2023 e 2024, com estudos envolvendo seres humanos e desfechos relacionados à função pulmonar, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer de pulmão, hospitalizações, atendimentos de emergência ou mortalidade respiratória. Foram excluídos estudos sem relação direta com o objetivo da revisão, duplicados e publicações cujo desfecho principal não apresentasse relação com a saúde respiratória.

Após análise da pertinência temática e da qualidade metodológica, foram selecionados seis estudos para composição da revisão. A seleção priorizou trabalhos com métodos estruturados de revisão e avaliação de qualidade ou risco de viés. Entre os estudos selecionados, foram identificados métodos como Newcastle-Ottawa Scale, ROBINS-E, GRADE e OHAT, além de registros de protocolo no PROSPERO.^{3, 4, 6}

RESULTADOS

Os seis estudos selecionados apresentaram evidências de associação entre poluição atmosférica e diferentes desfechos relacionados à saúde respiratória. De maneira geral, o $PM_{2.5}$ foi o poluente mais frequentemente associado a efeitos adversos, embora também tenham sido identificadas associações envolvendo PM_{10} e NO_2 .

Su et al.¹ realizaram uma meta-análise de artigos publicados entre 2000 e 2024. Foram identificados 579 artigos e, após triagem e avaliação de qualidade pela Newcastle-Ottawa Scale, 50 estudos foram incluídos. A análise encontrou associações significativas entre poluentes e desfechos respiratórios; para $PM_{2.5}$, os ORs globais foram 1,31 em crianças, 1,10 em adultos e 1,26 no conjunto dos grupos etários.

Nakhjirgan et al.² incluíram 58 estudos em revisão sistemática e realizaram meta-análises em 53 deles. Com base em estudos de série temporal e coorte, observaram associação entre $PM_{2.5}$ e risco de DPOC, câncer de pulmão e COVID-19; também foram identificadas associações entre PM_{10} e diferentes desfechos respiratórios.

Lee et al.³ incluíram 25 estudos sobre poluição atmosférica e surgimento de asma em adultos. As meta-análises encontraram RR de 1,07 para cada aumento de $5 \mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$ e RR de 1,11 para cada aumento de $10 \mu g/m^3$ de NO_2 . Os autores destacaram heterogeneidade substancial entre os estudos, recomendando cautela na interpretação.

Agache et al.⁴ realizaram revisão sistemática para as diretrizes da EAACI e avaliaram poluentes atmosféricos e temperaturas extremas. A exposição de curto prazo a $PM_{2.5}$, PM_{10} e NO_2 provavelmente aumentou o risco de hospitalizações e atendimentos de emergência por asma, com certeza moderada da evidência para esses desfechos. Intervenções para redução da poluição apresentaram evidência de baixa a muito baixa certeza.

Zhang et al.⁵ analisaram 11 estudos com 4.314 crianças. Um aumento de $10 \mu g/m^3$ na exposição ao $PM_{2.5}$ foi associado a redução de 1,74 L/min no pico de fluxo expiratório. Crianças com asma grave apresentaram redução de 3,11 L/min, sugerindo maior susceptibilidade nesse grupo.

Karimi e Samadi⁶ incluíram 88 estudos de coorte e avaliaram mortalidade associada à

exposição prolongada. Para cada aumento de 10 µg/m³ de PM_{2.5}, o RR agrupado foi 1,066 para mortalidade respiratória e 1,118 para mortalidade por câncer de pulmão. Também foram observadas associações positivas entre PM_{2.5}, PM₁₀, carbono negro e NO₂ e diferentes desfechos de mortalidade.

Em conjunto, os estudos apontam efeitos agudos e crônicos da poluição atmosférica sobre a saúde respiratória. Os desfechos identificados incluem redução da função pulmonar, desenvolvimento e exacerbação da asma, DPOC, câncer de pulmão, hospitalizações, atendimentos de emergência e mortalidade. A magnitude dos efeitos varia conforme poluente, duração e nível de exposição e características da população.

CONCLUSÃO

As evidências analisadas demonstram associações consistentes entre exposição à poluição atmosférica e diferentes desfechos respiratórios, com destaque para PM_{2.5}, PM₁₀ e NO₂. Os resultados indicam impactos agudos, como redução da função pulmonar e exacerbação da asma, e impactos crônicos, incluindo DPOC, câncer de pulmão e mortalidade respiratória. Crianças e indivíduos com doenças respiratórias preexistentes merecem atenção especial em estratégias de proteção.

A revisão reforça que a poluição atmosférica deve ser considerada um importante determinante ambiental da saúde. O enfrentamento do problema depende de ações integradas de saúde pública, controle ambiental e educação da população. Para a área médica, destacam-se a identificação de grupos vulneráveis, orientação sobre redução da exposição e participação dos profissionais de saúde em ações de educação ambiental. Pesquisas futuras devem aprofundar os efeitos de exposições de longo prazo e avaliar estratégias eficazes para reduzir exposição e impactos respiratórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Su JG, Aslebagh S, Shahriary E, Barrett M, Balmes JR. Impacts from air pollution on respiratory disease outcomes: a meta-analysis. *Front Public Health*. 2024;12:1417450. doi:10.3389/fpubh.2024.1417450.
2. Nakhjirgan P, Kashani H, Kermani M. Exposure to outdoor particulate matter and risk of respiratory diseases: a systematic review and meta-analysis. *Environ Geochem Health*. 2024;46(1):20. doi:10.1007/s10653-023-01807-1.
3. Lee S, Tian D, He R, Cragg JJ, Carlsten C, Giang A, et al. Ambient air pollution exposure and adult asthma incidence: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*. 2024;8(12):e1065-e1078. doi:10.1016/S2542-5196(24)00279-1.
4. Agache I, Canelo-Aybar C, Annesi-Maesano I, Cecchi L, Rigau D, Rodríguez-Tanta LY, et al. The impact of outdoor pollution and extreme temperatures on asthma-related outcomes: a systematic review for the EAACI guidelines on environmental science for allergic diseases and asthma. *Allergy*. 2024;79(7):1725-1760. doi:10.1111/all.16041.
5. Zhang Y, Guo Z, Zhang W, Li Q, Zhao Y, Wang Z, Luo Z. Effect of acute PM_{2.5} exposure on lung function in children: a systematic review and meta-analysis. *J Asthma Allergy*. 2023;16:529-540. doi:10.2147/JAA.S405929.
6. Karimi B, Samadi S. Long-term exposure to air pollution on cardio-respiratory, and lung cancer mortality: a systematic review and meta-analysis. *J Environ Health Sci Eng*. 2024;22(1):75-95. doi:10.1007/s40201-024-00900-6.