

# Impacto da poluição atmosférica na prevalência da asma em crianças e adolescentes

<sup>1</sup>Caio César Ramos Carvalho 

<sup>1</sup>Luiz Lin Guo Hong 

<sup>1</sup>Márcia Dorcelina Trindade Cardoso 

<sup>1</sup> Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA

## RESUMO

A asma infantil é uma condição crônica de alta relevância em saúde pública, associada a significativa morbidade e impacto socioeconômico. Evidências indicaram que a poluição atmosférica desempenha papel central tanto no desenvolvimento quanto na exacerbação da doença, especialmente em populações pediátricas vulneráveis. Este estudo teve como objetivo integrar e analisar achados recentes sobre a relação entre exposição a poluentes e desfechos respiratórios em crianças e adolescentes, por meio de revisão integrativa de oito artigos publicados entre 2022 e 2024, na base de dados Public/Publisher MEDLINE (PubMed). Os resultados mostraram que a proximidade de vias de tráfego intenso, a exposição a fumaça de tabaco e a eventos extremos, como incêndios florestais, aumentam o risco de exacerbações e reduzem a função pulmonar, com maior impacto em grupos de baixa renda e minorias étnicas. Evidencia-se, portanto, a necessidade de políticas públicas de caráter intersetorial, aliadas a estratégias comunitárias e ao uso de tecnologias de monitoramento ambiental, como medidas fundamentais para enfrentar as desigualdades socioambientais e reduzir a carga da asma na infância.

## Palavras-chave:

Asma; Poluição do ar; Crianças.

## *Impact of air pollution on the prevalence of asthma in children and adolescents*

### **ABSTRACT**

*Childhood asthma is a chronic condition of high public health importance, associated with significant morbidity and socioeconomic impact. Evidence suggests that air pollution plays a central role in both the development and exacerbation of the disease, especially in vulnerable pediatric populations. This study aimed to integrate and analyze recent findings on the relationship between exposure to pollutants and respiratory outcomes in children and adolescents through an integrative review of eight articles published between 2022 and 2024 in the Public/Publisher MEDLINE (PubMed) database. The results showed that proximity to high-traffic roads, exposure to tobacco smoke, and extreme events such as wildfires increase the risk of exacerbations and reduce lung function, with a greater impact on low-income groups and ethnic minorities. Therefore, the need for intersectoral public policies, combined with community strategies and the use of environmental monitoring technologies, is evident as fundamental measures to address socio-environmental inequalities and reduce the burden of childhood asthma.*

### **Keywords:**

*Asthma; Air Pollution; Child.*

## *Impacto de la contaminación atmosférica en la prevalencia del asma en niños y adolescentes*

### **RESUMEN**

*El asma infantil es una enfermedad crónica de gran importancia para la salud pública, asociada a una morbilidad significativa y un impacto socioeconómico significativo. La evidencia sugiere que la contaminación atmosférica desempeña un papel central tanto en el desarrollo como en la exacerbación de la enfermedad, especialmente en poblaciones pediátricas vulnerables. Este estudio tuvo como objetivo integrar y analizar hallazgos recientes sobre la relación entre la exposición a contaminantes y las consecuencias respiratorias en niños y adolescentes mediante una revisión integrativa de ocho artículos publicados entre 2022 y 2024 en la base de datos MEDLINE (PubMed). Los resultados mostraron que la proximidad a vías transitadas, la exposición al humo de tabaco y eventos extremos como incendios forestales aumentan el riesgo de exacerbaciones y reducen la función pulmonar, con un mayor impacto en grupos de bajos ingresos y minorías étnicas. Por lo tanto, se evidencia la necesidad de políticas públicas intersectoriales, combinadas con estrategias comunitarias y el uso de tecnologías de monitoreo ambiental, como medidas fundamentales para abordar las desigualdades socioambientales y reducir la carga del asma infantil.*

### **Palabras-clave**

*Asma; Contaminación del aire; Niños.*

## 1 INTRODUÇÃO

A asma é uma condição crônica das vias aéreas inferiores que causa aumento na sensibilidade dessas vias a vários estímulos, resultando em bloqueio intermitente do fluxo de ar, geralmente reversível (*Global Initiative for Asthma*, 2020). A *Global Initiative For Asthma* (GINA) reforçou a importância da informação como ferramenta crucial para melhorar a qualidade de vida dos pacientes e reduzir a mortalidade relacionada à doença. No entanto, a realidade brasileira revela um cenário preocupante: inquéritos nacionais, como o de 2015, indicam que apenas uma parcela ínfima dos pacientes diagnosticados com asma tem a doença sob controle (SBPT, 2024). A maioria enfrenta os desafios da asma não controlada ou parcialmente controlada, essa falta de controle tem consequências graves, como os 83.155 casos de internação por asma e 524 óbitos registrados pelo DATASUS em 2022. Somente em fevereiro de 2023, foram constatados 7.197 internações e 20 óbitos pela doença (SBPT, 2024).

Esse elevado número de internações ocorre muitas vezes por uma dificuldade na adesão ao tratamento regular, seja por negação ou subestimação da doença pelo próprio paciente, ou pela ausência ou uso errôneo das medicações (Santos *et al.*, 2022). Além disso, diversos fatores contribuem para o descontrole da asma, como a exposição ambiental e ocupacional, o tabagismo ativo e passivo, o uso de drogas como a aspirina e as medicações anti-inflamatórias, e comorbidades importantes como obesidade, disfunção de cordas vocais, alterações psíquicas, rinosinusite crônica e refluxo gastroesofágico, que influenciam de forma significativa na resposta ao tratamento dos pacientes asmáticos. Outro fator significativo é o aumento em cerca de 2,6 vezes no risco de asma não controlada em áreas com ambiente poluído, o que contribui para o desencadeamento dos sintomas, sendo um problema global com sérios impactos na saúde (Santos *et al.*, 2022).

A exposição crônica aos poluentes gasosos e particulados desencadeia inflamação e estresse oxidativo no sistema respiratório, resultando na redução da função imunológica e na exacerbação de várias condições respiratórias. Os efeitos duradouros da poluição incluem uma maior taxa de mortalidade por distúrbios respiratórios, o aumento da incidência de asma e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), bem como o desenvolvimento de câncer de pulmão. Eventos de exposição aguda levam ao declínio da saúde, gerando mais consultas médicas e internações, principalmente em grupos vulneráveis (Santos *et al.*, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) alertou que 93% das crianças em todo o mundo vivem em áreas com níveis de poluição do ar acima das recomendações. Foi estimado que uma em cada quatro mortes de crianças com menos de 5 anos esteja diretamente ou indiretamente relacionada a riscos ambientais, de acordo com essa organização (Santos *et al.*, 2021). Em 2015, análises globais estimaram que 727 mil óbitos por infecções respiratórias em crianças menores de 5 anos foram causados pela exposição à poluição do ar ambiental. Essas crianças, devido à maior ventilação minuto, metabolismo basal acelerado e maior atividade física, ficam mais tempo em ambientes externos, o que aumenta sua suscetibilidade às infecções respiratórias devido ao sistema imunológico ainda em desenvolvimento. (Santos *et al.*, 2021).

Em relação ao período gestacional, os fetos podem ser afetados pelos poluentes inalados pela mãe durante a gravidez, o que pode resultar em consequências para a saúde na vida adulta, como um maior risco de asma. Dada a gravidade dos impactos da poluição do ar na saúde respiratória infantil, especialmente em casos de asma, é essencial abordar essa relação para implementar medidas eficazes. Focando nas consequências para a saúde das crianças, a análise buscou promover intervenções preventivas que possam mitigar esses efeitos e proteger as futuras gerações (Santos *et al.*, 2021).

Devido à crescente evidência de que a poluição atmosférica tem influência na exacerbação da asma na criança, este estudo teve como objetivo investigar a correlação entre a poluição do ar e os casos de asma, de maneira a ampliar a discussão dessa temática como um problema de saúde pública.

## 2 METODOLOGIA

A presente revisão integrativa teve o objetivo de analisar a relação entre asma brônquica em crianças e os impactos da poluição ambiental na saúde. Para isso, inicialmente, foi elaborado a seguinte questão norteadora: Quais são os impactos que a poluição do ar tem sobre a prevalência da asma em crianças?

A busca por artigos foi realizada por dois examinadores, por meio da base de dados *Public/Publisher MEDLINE* (PubMed), devido a referência em temas na área da saúde. A pesquisa foi realizada por meio dos descritores encontrados no *Medical Subject Headings* (MeSH): “*Asthma*” e “*Air Pollution*”. A estratégia de busca com cruzamento dos descritores utilizada na base de dados PubMed foi: (*Asthma*) AND (“*Air Pollution*”).

Foram considerados artigos publicados entre 2022 e 2024, que abordaram especificamente a asma em crianças e discutiram os impactos da poluição ambiental sobre essa condição. Além disso, foram incluídos textos disponíveis em português ou inglês; completos e gratuitos; com a faixa etária de 0 a 18 anos; pesquisas que apresentaram os dois descritores no título; e que abordassem exclusivamente a poluição atmosférica causada por agentes químicos; Foram excluídos artigos que não continham resumo; que envolviam indivíduos com idade superior a 18 anos; que trataram de outras doenças respiratórias; que abordavam formas de poluição do ar diferentes da química (como poluição biológica ou física); ou que não responderam à pergunta norteadora desta revisão.

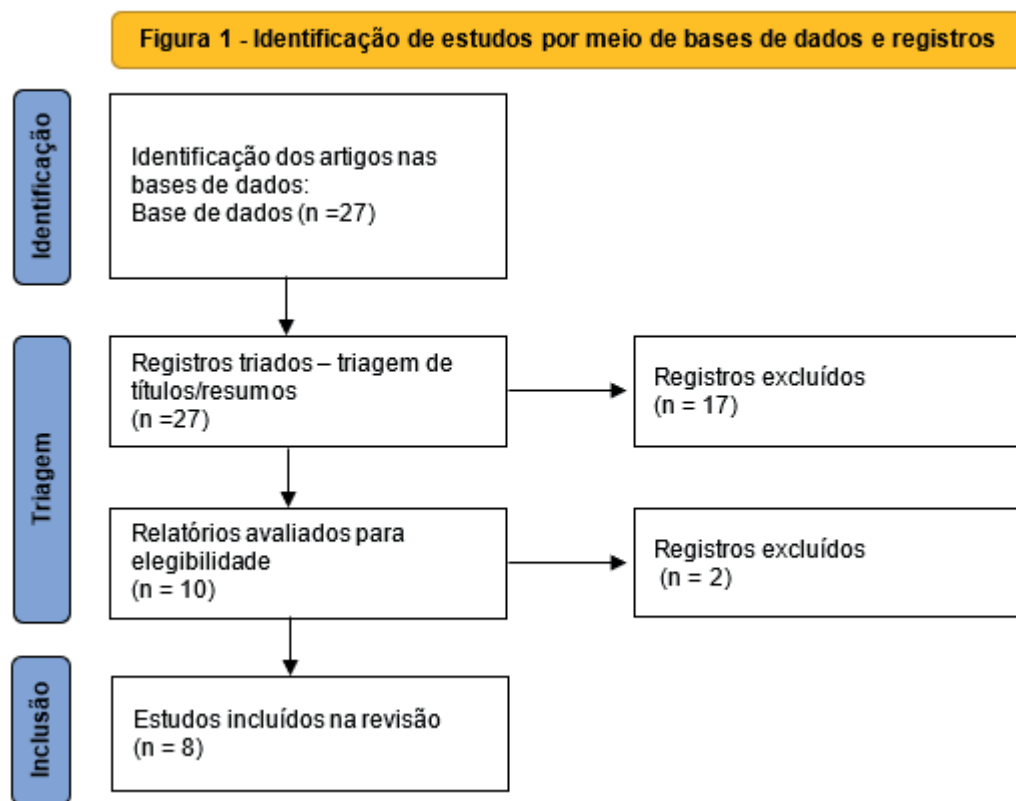
A seleção dos estudos foi conduzida de forma independente por ambos os revisores e as divergências analisadas em conjunto até que se atingisse um consenso. Uma vez que esta pesquisa consiste em uma revisão integrativa da literatura, baseada na análise de artigos já publicados, não houve necessidade de submissão ao comitê de ética em pesquisa.

## 3 RESULTADOS

Para auxiliar a condução dessa revisão integrativa, foi utilizado o modelo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). A seleção de artigos foi realizada da seguinte forma: 1) A busca inicial resultou em 27 artigos encontrados na PubMed; 2) Em seguida, por meio da triagem de títulos e resumos foram selecionados 10 artigos a serem avaliados para elegibilidade; 3) Esses estudos foram analisados, então, na íntegra, dos quais 8 corresponderam ao tema proposto por esta pesquisa (Figura 1).

Posteriormente, os artigos selecionados foram organizados conforme apresentado no Quadro 1, destacando-se o número de identificação (ID), título, autores, ano da publicação e relevância para o estudo.

FIGURA 1 - Fluxograma do processo de seleção de artigos.



FONTE: Adaptado e traduzido de PRISMA 2020 (“PRISMA 2020 flow diagram”, [S.d.]

QUADRO 1 - Descrição metodológica dos estudos incluídos nesta revisão.

ID	Título	Autores	Ano	Relevância para o estudo
A1	Traffic-related air pollution, chronic stress, and changes in exhaled nitric oxide and lung function among a panel of children with asthma living in an underresourced Community	Ji et al.	2024	Abordou os efeitos da exposição ao carbono negro, um marcador de poluição do tráfego, na inflamação das vias aéreas de crianças asmáticas, mesmo sem impacto imediato na função pulmonar.
A2	The association between air pollution and childhood asthma: United States, 2010–2015	Connor; Zablotzky.	2022	Integrou variáveis socioeconômicas e ambientais para demonstrar que que crianças expostas a níveis mais elevados de PM <sub>2,5</sub> apresentaram maior probabilidade de ter episódios de asma e de recorrer ao pronto-socorro.

A3	Neighborhood violence and socioeconomic deprivation influence associations between acute air pollution and temperature on childhood asthma in New York city	Sharma et al.	2023	Os autores demonstraram que exposições a PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> e ozônio (O <sub>3</sub> ) estão associadas a aumentos nas visitas ao pronto-socorro por asma, com efeitos mais fortes observados em determinadas estações. Foi sugerido que os impactos da poluição do ar na saúde respiratória infantil podem ser atenuados ou potencializados dependendo do nível de estresse social do bairro
A4	Impacts of Wildfire Smoke and Air Pollution on a Pediatric Population with Asthma: A Population-Based Study	Moore et al.	2023	Reforçou a associação entre a poluição do ar e o aumento das exacerbações de asma em crianças, o que aumenta a demanda por serviços de urgência médica.
A5	Daily Associations of Air Pollution and Pediatric Asthma Risk Using the Biomedical REAI-Time Health Evaluation (BREATHE) Kit	Hao et al.	2022	Evidenciou associações entre a exposição a poluentes como ozônio e micropartículas de origem veicular com a redução da função pulmonar, aumento do uso de inaladores e sintomas respiratórios.
A6	Birth Cohort Studies of Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution in Early Life and Development of Asthma in Children and Adolescents from Denmark	Pedersen et al.	2024	Abordou que não a um nível seguro para a exposição aos poluentes atmosféricos, pois mesmo os níveis abaixo do limite podem causar impacto na asma. Aborda também como impacto a queda da função pulmonar e o maior risco entre as meninas.
A7	Asthma symptoms, spirometry and air pollution exposure in schoolchildren in an informal settlement and an affluent area of Nairobi, Kenya	Meme et al.	2023	Evidenciou maior prevalência da asma em crianças que vivem em assentamentos informais, em comparação com aquelas de áreas urbanas mais favorecidas. Além disso, evidenciou múltiplas fontes de poluição do ar associada a essa doença, como exposição a partículas finas, queima de lixo e fumaça do cigarro.
A8	Air pollution and childhood asthma	Mukharesh; Phipatanakul; Gaffin,	2023	Associação entre a exposição à poluição atmosférica (incluindo material particulado, ozônio e dióxido de nitrogênio) e a prevalência e gravidade da asma em crianças. A análise contempla diferentes tipos e fontes de poluentes, bem como janelas críticas de exposição.

FONTE: Autores

## 4 DISCUSSÃO

A análise integrativa dos estudos incluídos nesta revisão mostrou forte convergência nos resultados que relacionam a poluição atmosférica à ocorrência e à maior prevalência da asma em crianças e adolescentes. Em diferentes contextos geográficos e metodológicos, os autores descreveram que a exposição a poluentes está associada tanto ao desenvolvimento da doença quanto ao aumento do risco de exacerbações (A1, A2). Destacam-se, especialmente, o material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>), o bla-

ck carbon (BC) e gases como NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e ozônio, considerados centrais na carga global da asma pediátrica (A1, A2, A4, A5, A8).

Alguns estudos apontaram que a interação entre poluição atmosférica e variáveis climáticas, como variações na temperatura ambiente, potencializa o risco de exacerbações, resultando em atendimentos emergenciais e hospitalizações (A3). Essa relação multifatorial indica que condições meteorológicas modulam a resposta respiratória à poluição.

A vulnerabilidade de crianças e adolescentes decorre de fatores fisiológicos, como vias aéreas em desenvolvimento e maior taxa ventilatória, e comportamentais, como maior tempo em atividades ao ar livre. Essa suscetibilidade se agrava em exposições agudas, como durante episódios de fumaça de incêndios florestais, quando há aumento expressivo de sintomas, consultas, visitas a serviços de emergência e hospitalizações (A5).

No contexto urbano, a literatura reforçou que a proximidade de grandes vias, a presença de fumaça do tabaco no domicílio e a exposição frequente a vapores, poeiras e gases estão associadas a pior saúde respiratória infantil (A7). Esses fatores se somam à poluição de áreas de tráfego intenso, potencializando seus efeitos adversos (A1).

A distribuição do impacto da asma não é equitativa: crianças de baixa renda e de grupos raciais ou étnicos minorizados tendem a viver em áreas mais poluídas, apresentando taxas mais elevadas de exacerbações e maior uso de serviços de saúde (A2). Além da maior exposição a poluentes, essas crianças enfrentam condições ambientais e sociais desfavoráveis — como altas temperaturas e estressores sociais — que aumentam sua vulnerabilidade (A3, A5).

Estudos evidenciaram que crianças de comunidades carentes ou assentamentos informais apresentam maior prevalência e gravidade de sintomas respiratórios, como chiado e dispneia, em comparação às de áreas mais favorecidas (A7). Esses achados evidenciam um gradiente socioambiental de risco, no qual desigualdades urbanas e socioeconômicas amplificam a carga da asma pediátrica.

A susceptibilidade infantil à poluição resulta de fatores genéticos e ambientais. Polimorfismos em genes como TNF- $\alpha$  e Glutathione S-Transferase aumentam a resposta inflamatória das vias aéreas e o risco de asma, especialmente em indivíduos atópicos (A8).

Pesquisas com monitoramento detalhado mostraram que poluentes como PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e ozônio prejudicam o controle da doença, aumentam o uso de medicação de resgate, elevam atendimentos de urgência e reduzem a função pulmonar, com queda do FEV<sub>1</sub> (A6, A8). Esses efeitos incluem não apenas exacerbações agudas, mas também alterações crônicas na fisiologia pulmonar, mais severas em crianças predispostas ou expostas a ambientes altamente poluídos.

Para reduzir os impactos da poluição na saúde infantil, é fundamental adotar estratégias combinadas. Entre elas, destacam-se a implementação de leis antifumo, programas de cessação do tabagismo, o uso de filtros de ar em ambientes internos e o monitoramento contínuo da qualidade do ar por meio de sensores. Essas medidas integradas têm o potencial de melhorar parâmetros respiratórios e diminuir o risco de exacerbações (A8).

Entre os desafios evidenciados na elaboração dessa revisão integrativa, destacam-se a dificuldade em isolar o impacto específico da poluição frente a outros determinantes sociais, a heterogeneidade dos métodos de mensuração da exposição e a falta de estudos que contemplem diferentes contextos, incluindo áreas menos urbanizadas. O uso de monitoramento pessoal e o envolvimento comunitário

são abordagens promissoras para caracterizar de forma mais precisa a exposição e os efeitos inflamatórios nas vias aéreas (A5). Eventos extremos, como incêndios florestais, são capazes de provocar aumentos significativos nas exacerbações e sobrecarga dos serviços de saúde (A4), afetando desproporcionalmente crianças de famílias de baixa renda e de grupos minoritários (A1, A7). Portanto, políticas públicas devem integrar ações voltadas ao controle das emissões e à mitigação das desigualdades socioambientais, incorporando evidências científicas à gestão urbana e à vigilância ambiental para reduzir a carga da asma pediátrica.

## 5 CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa indicou, com base em evidências, que a poluição atmosférica exerce papel determinante na prevalência, na gravidade e nas exacerbações da asma em crianças e adolescentes. A interação entre fatores ambientais — como material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>), black carbon (BC) e gases irritantes — e determinantes sociais, incluindo desigualdades urbanas e socioeconômicas, potencializa a vulnerabilidade pediátrica, especialmente em grupos minorizados e de baixa renda. Além dos efeitos agudos, há indícios de que a exposição crônica compromete a função pulmonar e agrava processos inflamatórios, sobretudo em indivíduos geneticamente predispostos.

Apesar dos avanços no entendimento dessa relação, permanecem lacunas metodológicas, como a dificuldade de dissociar o impacto isolado da poluição de outros fatores contextuais e a limitada representatividade de áreas menos urbanizadas. As evidências indicaram que intervenções regulatórias, comunitárias e tecnológicas — como leis antifumo, filtros de ar e monitoramento ambiental — podem reduzir significativamente a carga da doença, mas sua efetividade depende da integração com políticas públicas intersetoriais que também enfrentem desigualdades socioambientais. Assim, o enfrentamento da asma pediátrica requer uma abordagem abrangente, ancorada na ciência e articulada entre saúde pública, planejamento urbano e justiça ambiental, de modo a proteger populações vulneráveis e promover equidade em saúde respiratória.

## REFERÊNCIAS

CONNOR, Eric M.; ZABLOTSKY, Benjamin. The association between air pollution and childhood asthma: United States, 2010–2015. **The Journal of asthma: official journal of the Association for the Care of Asthma**, v. 59, n. 10, p. 2069–2080, out. 2022.

Global Initiative for Asthma. GINA Full Report 2020. Capa frontal. Disponível em: [https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2020/06/GINA-2020-report\\_20\\_06\\_04-1-wms.pdf](https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2020/06/GINA-2020-report_20_06_04-1-wms.pdf). Acesso em: 13 de maio de 2024

HAO, Hua *et al.* Daily Associations of Air Pollution and Pediatric Asthma Risk Using the Biomedical REAI-Time Health Evaluation (BREATHE) Kit. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 6, p. 3578, jan. 2022.

JI, N. *et al.* Traffic-related air pollution, chronic stress, and changes in exhaled nitric oxide and lung function among a panel of children with asthma living in an underresourced community. **Science of The Total Environment**, v. 912, p. 168984, 20 fev. 2024.

MEME, Hellen *et al.* Asthma symptoms, spirometry and air pollution exposure in schoolchildren in an informal settlement and an affluent area of Nairobi, Kenya. 1 nov. 2023.



MOORE, Linn E. *et al.* Impacts of Wildfire Smoke and Air Pollution on a Pediatric Population with Asthma: A Population-Based Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 3, p. 1937, jan. 2023.

MUKHARESH, Lana; PHIPATANAKUL, Wanda; GAFFIN, Jonathan M. Air pollution and childhood asthma. **Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology**, v. 23, n. 2, p. 100–110, 1 abr. 2023.

PEDERSEN, M. *et al.* Birth Cohort Studies of Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution in Early Life and Development of Asthma in Children and Adolescents from Denmark. **Research Report (Health Effects Institute)**, v. 2024, n. 219, p. 1–63, set. 2024.

PRISMA 2020 flow diagram. Disponível em: <<https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SANTOS, Taiane Lima dos *et al.* Principais fatores desencadeadores da asma brônquica: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Enfermagem**, v. 19, p. e10578, 14 jun. 2022.

SANTOS, U. DE P. *et al.* Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 47, p. e20200267, 8 fev. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA - SBPT. **Apenas 12,3% dos asmáticos brasileiros estão com a doença controlada**, 2023. Disponível em: <<https://sbpt.org.br/portal/dia-mundial-asma-2023/>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SHARMA, Rachit *et al.* Neighborhood violence and socioeconomic deprivation influence associations between acute air pollution and temperature on childhood asthma in New York city. **Environmental Research**, v. 231, p. 116235, 15 ago. 2023.