REVISTA CEREUS
ISSN: 2175-7275

Os efeitos do clima e da poluição do ar sobre as doenças respiratórias: uma revisão sistemática

The effects of climate and air pollution on respiratory diseases a systematic review

Davi Carvalho Barros Bezerra[1], Adlai de Lima Lustosa[2].

[1] Graduando em Medicina pela Universidade de Gurupi (UnirG).

E-mail:

davibezerra.66@hotmail.com.

[2]Graduado em Medicina pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente do curso de Medicina pela Universidade de Gurupi (UnirG).

RESUMO

As doenças respiratórias representam um desafio crítico de saúde pública, amplificado por fatores ambientais como poluição do ar e mudanças climáticas. Esta revisão sistemática analisou estudos publicados nos últimos cinco anos para investigar o impacto combinado desses fatores em condições como DPOC, asma e rinite alérgica. Partículas finas (MP2.5 e MP10), ozônio e dióxido de nitrogênio, provenientes de fontes antropogênicas, e eventos climáticos extremos, como ondas de calor e aumento da polinização, intensificam a inflamação crônica e o estresse oxidativo das vias aéreas, agravando doenças respiratórias, especialmente em populações vulneráveis. No Brasil, a urbanização desordenada e as desigualdades sociais acentuam esses efeitos, evidenciando lacunas no controle da exposição aos poluentes e na adaptação às mudanças climáticas. Os achados ressaltam a necessidade de políticas públicas integradas que aliem a mitigação da poluição, a redução de desigualdades e estratégias de educação ambiental para minimizar os impactos sobre a saúde respiratória e promover melhor qualidade de vida, especialmente em contextos de alta vulnerabilidade.

Palavras-chave: Efeitos do Clima. Pneumopatias. Poluição do Ar.

ABSTRACT

Respiratory diseases represent a critical public health challenge, amplified by environmental factors such as air pollution and climate change. This systematic review analyzed studies published in the last five years to investigate the combined impact of these factors on conditions such as COPD, asthma and allergic rhinitis. Fine particles (PM2.5 and PM10), ozone and nitrogen dioxide from anthropogenic sources, and extreme weather events such as heat waves and increased pollination, intensify chronic inflammation and oxidative stress in the airways, aggravating respiratory diseases, especially in vulnerable populations. In Brazil, disorderly urbanization and social inequalities accentuate these effects, highlighting gaps in the control of exposure to pollutants and adaptation to climate change. The findings highlight the need for integrated public policies that combine pollution mitigation, the reduction of inequalities and environmental education strategies to minimize the impacts on respiratory health and promote a better quality of life, especially in contexts of high vulnerability.

Keywords: Air pollution. Climate Effects. Lung Diseases.

1. INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias representam um dos maiores desafios de saúde pública na contemporaneidade, sendo intensificadas por fatores ambientais e sociais. A interação entre poluentes atmosféricos e mudanças climáticas tem papel central na gênese e agravamento de diversas patologias do trato respiratório, como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), asma, rinite alérgica e outras condições inflamatórias. Esses fatores têm sido correlacionados ao aumento do estresse oxidativo, inflamação crônica e alterações epigenéticas nas vias aéreas, resultando em impactos deletérios à saúde respiratória (MUKHERJEE et al., 2021).

A poluição do ar, amplamente estudada, é caracterizada pela presença de partículas finas (MP2.5 e MP10), ozônio, dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis. Esses agentes são provenientes principalmente de atividades humanas, como emissões veiculares e industriais, além de fontes naturais exacerbadas pelas mudanças climáticas, como incêndios florestais e tempestades de poeira (TIAN et al., 2021). A exposição prolongada a esses poluentes afeta diretamente populações vulneráveis, como crianças, idosos e indivíduos com comorbidades preexistentes, agravando desfechos clínicos respiratórios e cardiovasculares (ALMAN et al., 2016; SANTOS et al., 2021).

As mudanças climáticas, por sua vez, têm intensificado eventos extremos, como ondas de calor e aumento da polinização, que potencializam a concentração de alérgenos no ambiente. Essa dinâmica ambiental aumenta a prevalência e a gravidade de doenças respiratórias alérgicas, além de promover alterações epigenéticas que podem amplificar riscos a longo prazo (URRUTIA-PEREIRA et al., 2022; MUKHERJEE et al., 2021).

No contexto brasileiro, a alta urbanização associada às desigualdades socioeconômicas agrava os efeitos da poluição e das mudanças climáticas sobre a saúde. Apesar dos avanços em políticas públicas voltadas ao controle ambiental, lacunas significativas permanecem, principalmente no que se refere à mitigação dos efeitos da exposição prolongada a poluentes atmosféricos e ao aumento da vulnerabilidade social (HABERMANN et al., 2014).

Neste contexto, o presente estudo objetiva, por meio de uma revisão sistemática, sintetizar os principais impactos do clima e da poluição do ar sobre as doenças respiratórias. Além de identificar padrões e lacunas na literatura, busca-se propor estratégias de intervenção para minimizar os riscos associados, contribuindo para o

desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e voltadas à melhoria da qualidade de vida das populações afetadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão sistemática conduzido conforme as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Review Protocols (PRISMA), com o objetivo de identificar as principais lacunas e desafios no enfrentamento a doenças pulmonares associadas à poluição do ar. A estratégia de busca foi aplicada nas seguintes bases de dados: PubMed Central, Scielo (Scientific Electronic Library Online) e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde). Os termos empregados na pesquisa foram: *"Air Pollution", "Climate Effects" e "Lung Diseases"*.

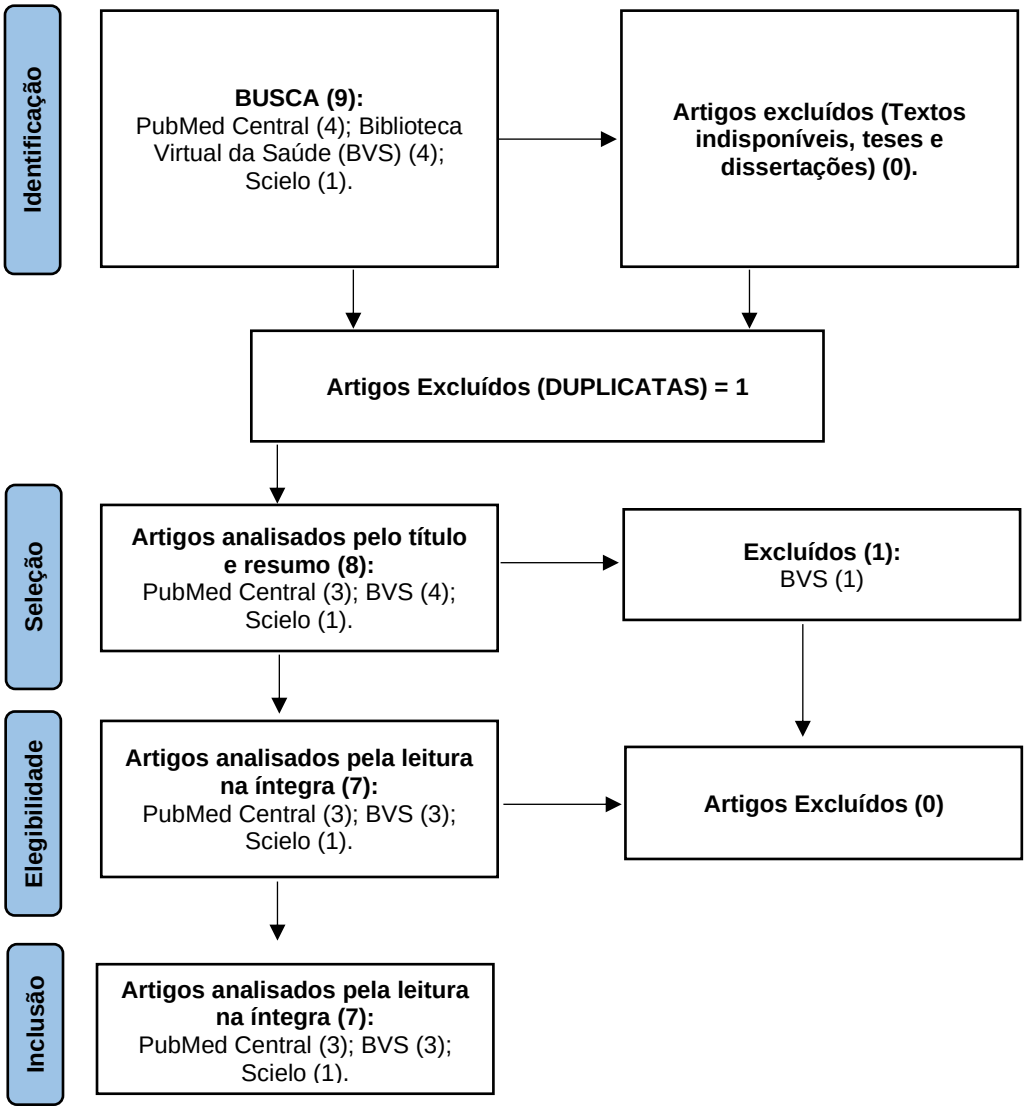
Esses termos foram pesquisados de forma combinada utilizando os termos técnicos-científicos MeSH (Medical Subject Headings) e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde). Além dos termos livres, estes foram associados ao operador booleano 'AND', resultando na combinação (*Air Pollution*) AND (*Climate Effects*) AND (*Lung Diseases*). Assim, a pesquisa foi guiada pela seguinte pergunta: "Quais são os fatores climáticos e poluentes associados à precipitação ou exacerbação das doenças de trato respiratório?"

O processo de revisão dos artigos envolveu a busca, identificação e análise de artigos e dados relevantes. A pesquisa inicial nos indexadores foi realizada por meio da análise dos títulos, resumos e textos completos, seguindo critérios de elegibilidade previamente estabelecidos. Os artigos selecionados foram examinados para extrair informações pertinentes aos objetivos da revisão, com ênfase nos fatores relacionados ao tratamento das doenças pulmonares no contexto brasileiro.

Dois revisores independentes realizaram a triagem inicial dos títulos e resumos, conforme os critérios de inclusão pré-definidos. Foram considerados artigos publicados nos últimos 5 anos, em português e inglês, incluindo estudos de revisão, ensaios clínicos e pesquisa exploratória documental. Os critérios de exclusão englobaram relatos de experiência, estudos de casos, artigos de opinião, guias de prática clínica, teses de dissertação e textos não disponíveis na íntegra.

3. RESULTADOS

De acordo com os critérios de pesquisa utilizados, foram identificados 9 artigos. Destes, 1 duplicata foi removida, e outro artigo foi excluído por não estar alinhado ao tema, resultando em 7 artigos para análise. Desses, 5 revisões sistemáticas e 2 ensaios clínicos foram considerados elegíveis, abrangendo a relação dos fatores de exposição na piora do estado clínico de pacientes pneumopatas. A escala PRISMA foi utilizada para aprimorar o relato desta revisão sistemática. A correlação dos dados foi realizada conforme a prática baseada em evidências.



Os artigos foram integralmente revisados e organizados conforme demonstrado na Tabela 1. Nela, foram registrados os seguintes elementos: os nomes dos autores, o ano de publicação, o título do artigo, os objetivos delineados e as conclusões primordiais alcançadas.

Autores/Ano	Título/Artigo	Tipo de Estudo	Objetivo	Conclusões	Qualis da Revista
ANENBERG, S. C. et al., 2020	Synergistic health effects of air pollution, temperature, and pollen exposure: a systematic review of epidemiological evidence.	Revisão sistemática	Revisar evidências epidemiológicas sobre os efeitos sinérgicos da poluição do ar, temperatura e pólen na saúde.	Evidências destacam interações significativas que aumentam os riscos para a saúde respiratória.	A1 (Environmental Health)
GLENN, B. E. et al., 2022	Ambient air pollution and non-communicable respiratory illness in sub-Saharan Africa: a systematic review of the literature.	Revisão sistemática	Revisar estudos sobre a poluição do ar ambiente e doenças respiratórias não transmissíveis na África Subsaariana.	Identificou lacunas nos dados disponíveis e reforçou a necessidade de estratégias locais eficazes.	A1 (Environmental Health)
KOUIS, P. et al., 2021	The MEDEA childhood asthma study design for mitigation of desert dust health effects: implementation of novel methods for assessment of	Estudo de coorte	Desenvolver métodos para avaliar os efeitos do pó de deserto na asma infantil e mitigar impactos na saúde.	Os métodos propostos são eficazes para avaliar e mitigar os efeitos do pó de deserto.	A1 (BMC Pediatrics)

	air pollution exposure and lessons learned.				
MARCHETTI, P. et al., 2023	Long-term residential exposure to air pollution and risk of chronic respiratory diseases in Italy: The BIGEPI study.	Estudo de coorte	Investigar a exposição prolongada à poluição do ar residencial e o risco de doenças respiratórias crônicas na Itália.	A exposição a longo prazo aumenta significativamente o risco de doenças respiratórias crônicas.	A1 (Science of the Total Environment)
SANTOS, U. P. et al., 2021	Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios.	Revisão sistemática	Revisar os efeitos respiratórios causados pela poluição do ar ambiental.	Confirma associação entre poluição do ar e impactos respiratórios, com destaque para asma e DPOC.	A2 (Jornal Brasileiro de Pneumologia)

TIAN, H. et al., 2021	Effects of high-frequency temperature variabilities on the morbidity of chronic obstructive pulmonary disease: Evidence in 21 cities of Guangdong, South China.	Revisão sistemática	Avaliar o impacto de variabilidades frequentes de temperatura na morbidade por DPOC.	Variabilidades de temperatura aumentam significativamente os casos de DPOC.	A1 (Environmental Research)
URRUTIA-PEREIRA, M. et al., 2022	Climate change and allergic diseases in children and adolescents.	Revisão sistemática	Analisar os impactos das mudanças climáticas nas doenças alérgicas em crianças e adolescentes.	As mudanças climáticas intensificam os fatores de risco para alergias respiratórias e cutâneas.	A2 (Allergologia et Immunopathologia)

4. DISCUSSÃO

Os achados desta revisão sistemática corroboram e aprofundam a compreensão dos impactos combinados da poluição do ar e mudanças climáticas nas doenças respiratórias. A interação entre poluentes atmosféricos, temperaturas elevadas e exposição a alérgenos potencializa significativamente os riscos à saúde respiratória, tornando essencial a implementação de estratégias de mitigação direcionadas à redução da exposição aos poluentes, especialmente no contexto presente de processo de urbanização (ANENBERG et al., 2020).

No cenário internacional, a escassez de dados epidemiológicos robustos em regiões como a África Subsaariana compromete o desenvolvimento de políticas públicas eficazes. Essa lacuna é igualmente identificada no Brasil, onde o monitoramento ambiental

fragmentado e as desigualdades sociais dificultam a análise consistente dos impactos da poluição na saúde. Investimentos em sistemas de vigilância epidemiológica e integração intersetorial são necessários para resolver essas deficiências (GLENN et al., 2022).

No âmbito das estratégias preventivas, métodos inovadores, como o monitoramento de poeira, têm se mostrado eficazes na redução da morbidade por asma infantil em áreas afetadas pela poeira do deserto. No Brasil, a intensificação das tempestades de poeira no Cerrado demanda a adaptação dessas estratégias, com o uso de tecnologias de previsão e mitigação ambiental associadas às políticas de saúde pública e foco em populações pediátricas (KOUSIS et al., 2021).

Estudos também mostram que a exposição prolongada a poluentes atmosféricos, como partículas finas e dióxido de nitrogênio, está ligada ao aumento das doenças respiratórias crônicas. Em cidades brasileiras com altos níveis de poluição veicular e industrial, isso ressalta a urgência das intervenções urbanas, como a promoção do transporte sustentável e o fortalecimento da fiscalização das emissões de poluentes (MARCHETTI et al., 2023).

As mudanças climáticas, por sua vez, geram variabilidades térmicas frequentes, o que eleva a morbidade por DPOC em várias cidades. No Brasil, esse cenário é refletido em ondas de calor e friagens intensas que resultam no aumento das internações por doenças respiratórias. Programas de adaptação climática direcionados a grupos vulneráveis são cruciais para minimizar esses impactos (TIAN et al., 2021).

As condições alérgicas em crianças também foram discutidas, mostrando como o aumento dos alérgenos devido às mudanças climáticas impactam na saúde dessa população. A perda da biodiversidade associada ao desmatamento e ao aumento da poluição acentua quadros de asma e rinite, especialmente em centros urbanos. Medidas como a conservação ambiental e a ampliação das áreas verdes urbanas surgem como estratégias preventivas viáveis (URRUTIA-PEREIRA et al., 2022).

No cenário nacional, a relação entre poluição do ar e o aumento das doenças respiratórias, como asma e DPOC, é bem documentada. Isso enfatiza a importância do monitoramento constante da qualidade do ar e do controle das emissões. Políticas ambientais mais rigorosas e ações educativas junto à população são essenciais para reduzir os impactos à saúde respiratória e melhorar a qualidade de vida das comunidades (SANTOS et al., 2021).

Portanto, os resultados desta revisão sistemática não apenas corroboram os padrões

existentes na literatura científica, mas também destacam lacunas significativas, principalmente em contextos vulneráveis. A implementação de políticas públicas integradas, que combinem o monitoramento ambiental contínuo, a mitigação das emissões e a adaptação climática, é fundamental para reduzir a carga das doenças respiratórias e garantir uma melhor qualidade de vida para as populações afetadas (ANENBERG et al., 2020; GLENN et al., 2022; KOUSIS et al., 2021; MARCHETTI et al., 2023; TIAN et al., 2021; URRUTIA-PEREIRA et al., 2022; SANTOS et al., 2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos achados desta revisão, torna-se evidente que as mudanças climáticas e a poluição do ar desempenham papéis cruciais no agravamento de doenças respiratórias crônicas e alérgicas. Os efeitos sinérgicos entre temperaturas extremas e exposição a poluentes atmosféricos são responsáveis por aumentar os níveis de inflamação e estresse oxidativo, impactando negativamente a saúde das populações mais vulneráveis, como crianças, idosos e indivíduos com condições pulmonares preexistentes.

Os estudos analisados reforçam a necessidade de ações coordenadas entre governos, instituições de saúde e a sociedade para mitigar os impactos dessas condições. Isso inclui desde políticas públicas voltadas para a redução de emissões de poluentes até iniciativas locais de educação ambiental e melhorias no acesso aos serviços de saúde. Somente por meio de uma abordagem integrada será possível minimizar os efeitos das mudanças climáticas e da poluição do ar sobre a saúde respiratória, promovendo uma qualidade de vida mais equitativa e sustentável para as populações globalmente afetadas.

REFERÊNCIAS

ALMAN, B. L.; PFISTER, G.; HAO, H.; STOWELL, J.; HU, X.; LIU, Y.; STRICKLAND, M. J. The association of wildfire smoke with respiratory and cardiovascular emergency department visits in Colorado in 2012: a case crossover study. **Environmental health: a global access science source**, [*s. l.*], v. 15, n. 1, p. 64, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1186/s12940-016-0146-8.

ANENBERG, S. C.; HAINES, S.; WANG, E.; NASSIKAS, N.; KINNEY, P. L. Synergistic health effects of air pollution, temperature, and pollen exposure: a systematic review of epidemiological evidence. **Environmental health: a global access science source**, [*s. l.*], v. 19, n. 1, p. 130, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1186/s12940-020-00681-z.

COHEN, A. J.; BRAUER, M.; BURNETT, R.; ANDERSON, H. R.; FROSTAD, J.; ESTEP, K.; BALAKRISHNAN, K.; BRUNEKREEF, B.; DANDONA, L.; DANDONA, R.; FEIGIN, V.; FREEDMAN, G.; HUBBELL, B.; JOBLING, A.; KAN, H.; KNIBBS, L.; LIU, Y.; MARTIN, R.; MORAWSKA, L.; POPE, C. A., 3rd; SHIN, H.; STRAIF, K.; SHADDICK, G.; THOMAS, M.; VAN DINGENEN, R.; VAN DONKELAAR, A.; VOS, T.; MURRAY, C. J. L.; FOROUZANFAR, M. H. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. **Lancet**, [*s. l.*], v. 389, n. 10082, p. 1907–1918, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

GLENN, B. E.; ESPIRA, L. M.; LARSON, M. C.; LARSON, P. S. Ambient air pollution and non-communicable respiratory illness in sub-Saharan Africa: a systematic review of the literature. **Environmental health: a global access science source**, [*s. l.*], v. 21, n. 1, p. 40, 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1186/s12940-022-00852-0.

HABERMANN, M.; SOUZA, M.; PRADO, R.; GOUVEIA, N. Socioeconomic inequalities and exposure to traffic-related air pollution in the city of São Paulo, Brazil. **Cadernos de saude publica**, [*s. l.*], v. 30, n. 1, p. 119–125, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csp/a/VxxFwDcYBm7S89QrxtyHLzj/. Acesso em: 11 dez. 2024.

KOUIS, P.; PAPATHEODOROU, S. I.; KAKKOURA, M. G.; MIDDLETON, N.; GALANAKIS, E.; MICHAELIDI, E.; ACHILLEOS, S.; MIHALOPOULOS, N.; NEOPHYTOU, M.; STAMATELATOS, G.; KANIKLIDES, C.; REVVAS, E.; TYMVIOS, F.; SAVVIDES, C.; KOUTRAKIS, P.; YIALLOUROS, P. K. The MEDEA childhood asthma study design for mitigation of desert dust health effects: implementation of novel methods for assessment of air pollution exposure and lessons learned. **BMC pediatrics**, [*s. l.*], v. 21, n. 1, p. 13, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1186/s12887-020-02472-4.

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.; BIGEPI GROUP. Long-term residential exposure to air pollution and risk of chronic respiratory diseases in Italy: The BIGEPI study. **The Science of the total environment**, [*s. l.*], v. 884, n. 163802, p. 163802, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163802.

MUKHERJEE, S.; DASGUPTA, S.; MISHRA, P. K.; CHAUDHURY, K. Air pollution-induced epigenetic changes: disease development and a possible link with hypersensitivity pneumonitis. **Environmental science and pollution research international**, [*s. l.*], v. 28, n. 40, p. 55981–56002, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-16056-x.

SANTOS, U. de P.; ARBEX, M. A.; BRAGA, A. L. F.; MIZUTANI, R. F.; CANÇADO, J. E. D.; TERRA-FILHO, M.; CHATKIN, J. M. Environmental air pollution: respiratory effects. **Jornal brasileiro de pneumologia: publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisilogia**, [*s. l.*], v. 47, n. 1, p. e20200267, 2021. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/Y8XSDqxncfs3jphjFV6FmLD/abstract/?lang=pt&format=html. Acesso em: 11 dez. 2024.

TIAN, H.; ZHOU, Y.; WANG, Z.; HUANG, X.; GE, E.; WU, S.; WANG, P.; TONG, X.; RAN, P.; LUO, M. Effects of high-frequency temperature variabilities on the morbidity of chronic obstructive pulmonary disease: Evidence in 21 cities of Guangdong, South China. **Environmental research**, [*s. l.*], v. 201, n. 111544, p. 111544, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2021.111544.

URRUTIA-PEREIRA, M.; BADELLINO, H.; ANSOTEGUI, I. J.; GUIDOS, G.; SOLÉ, D. Climate change and allergic diseases in children and adolescents. **Allergologia et immunopathologia**, [*s. l.*], v. 50, n. S Pt 1, p. 7–16, 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.15586/aei.v50iSP1.545.