

Artigo

Impactos dos poluentes atmosféricos e fatores ambientais na saúde respiratória e no aumento das doenças alérgicas

Impact of air pollutants and environmental factors on respiratory health and the increase in allergic diseases

João Marcos Batista Gomes de Araujo¹, Wallace Ruan Nobre Pereira², Artur Vitor Meneses Batista³, Maria Monalisa Monteiro Viana⁴, Juciara Maria de Sousa Melo⁵, Ana Karoline de Moura Martins⁶, Francisco Ricardo Resende da Nóbrega⁷, Jayanne Hemilly Gadelha de Sá⁸ e Hellita do Nascimento Fernandes⁹

¹Médico formado pelo Centro Universitário Santa Maria, Cajazeiras, Paraíba. E-mail: joomarcusbg@hotmail.com;

²Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. E-mail: walaceruan14@gmail.com;

³Graduado em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. E-mail: arturvitormb@gmail.com;

⁴Advogada, associada ao escritório de João Estrela advogados. Aluna especial no Mestrado PPGSA- Campus Pombal. Membro da Comissão da Jovem Advocacia OAB/PB. Graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. E-mail: monalisamonteiroadv@gmail.com;

⁵Assessora Jurídica. Ex-Secretaria Geral da Comissão de Honorários da OAB/PB, Graduada em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Direito Civil e Empresarial pela Faculdade Damásio de São Paulo, São Paulo, São Paulo. E-mail: juciaramelo.adv@gmail.com;

⁶Advogada. Pós-graduanda em Direito Penal e Processual Penal pela Faculdade Legale Educacional. Pós-graduanda em Tribunal do Júri pela Faculdade Legale Educacional, graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. E-mail: anakarolinemartinsadv@gmail.com;

⁷Aluno Especial do Mestrado em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. E-mail: ricardoresendenutri@gmail.com;

⁸Especialista em Direito Bancário e Graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. E-mail: contatojaygadelha@gmail.com;

⁹Assistente Social e Especialista em Políticas Públicas pela Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba. E-mail: hellitanascimento2@gmail.com;

Submetido em: 28/06/2024, revisado em: 29/06/2024 e aceito para publicação em: 01/07/2024.



Resumo: Estudos têm mostrado que fatores ambientais têm um impacto crescente na saúde, especialmente no aumento das doenças alérgicas como rinite e asma desde a década de 1960. A urbanização e industrialização, com o uso intensivo de combustíveis fósseis, contribuíram para a poluição do ar e mudanças climáticas, intensificando esses problemas. Poluentes atmosféricos, como partículas em suspensão e gases nocivos, são considerados ameaças significativas à saúde humana, conforme diretrizes da OMS. A poluição é especialmente preocupante em áreas urbanas em rápido desenvolvimento, e até 2050, a maioria da população global viverá em cidades com altos níveis de poluição. Este artigo tem como objetivo analisar o impacto dos poluentes atmosféricos na saúde respiratória, focando em como partículas e gases contribuem para doenças alérgicas como asma e rinite. Também avalia os mecanismos subjacentes e estratégias de manejo e prevenção. Trata-se de uma revisão bibliográfica qualitativa, utilizando bases de dados acadêmicas como PubMed, Scopus e Google Acadêmico. A seleção incluirá estudos relevantes que abordem mecanismos de impacto e estratégias de manejo, excluindo aqueles que se concentram apenas em dados quantitativos. Os dados serão analisados tematicamente para identificar padrões e temas comuns. O estudo revelou que poluentes atmosféricos, como partículas em suspensão e compostos gasosos, exacerbam doenças alérgicas e respiratórias. Partículas finas (MP 10, MP 2,5 e MP 0,1) e gases como ozônio, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre provocam inflamação, estresse oxidativo e danos graves ao sistema respiratório, aumentando a vulnerabilidade a infecções e condições como asma e câncer. Além disso, as mudanças climáticas intensificam a exposição a poluentes e alérgenos devido a eventos climáticos extremos. Embora haja estratégias de monitoramento e intervenções recomendadas, as ações atuais são insuficientes, destacando a necessidade urgente de políticas ambientais mais rigorosas e melhores estratégias de manejo médico para proteger a saúde pública e reduzir os custos associados às doenças alérgicas e respiratórias.

Palavras-Chave: Poluentes Atmosféricos; Doenças Respiratórias; Doenças Alérgicas; Mudanças Climáticas; Exposição Ambiental.

Abstract: Studies have shown that environmental factors have an increasing impact on health, especially on the increase in allergic diseases such as rhinitis and asthma since the 1960s. Urbanization and industrialization, with the intensive use of fossil fuels, have contributed to air pollution and climate change, intensifying these problems. Air pollutants, such as suspended particles and harmful gases, are considered significant threats to human health, according to WHO guidelines.

Pollution is especially a concern in rapidly developing urban areas, and by 2050, the majority of the global population will live in cities with high levels of pollution. This article aims to analyze the impact of air pollutants on respiratory health, focusing on how particles and gases contribute to allergic diseases such as asthma and rhinitis. It also evaluates the underlying mechanisms and management and prevention strategies. This is a qualitative literature review, using academic databases such as PubMed, Scopus and Google Scholar. The selection will include relevant studies that address impact mechanisms and management strategies, excluding those that focus solely on quantitative data. The data will be analyzed thematically to identify common patterns and themes. The study revealed that air pollutants, such as particulate matter and gaseous compounds, exacerbate allergic and respiratory diseases. Fine particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}, and PM_{0.1}) and gases such as ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide cause inflammation, oxidative stress, and severe damage to the respiratory system, increasing vulnerability to infections and conditions such as asthma and cancer. In addition, climate change intensifies exposure to pollutants and allergens due to extreme weather events. Although there are recommended monitoring strategies and interventions, current actions are insufficient, highlighting the urgent need for stricter environmental policies and improved medical management strategies to protect public health and reduce the costs associated with allergic and respiratory diseases.

Key words: Air Pollutants; Respiratory Diseases; Allergic Diseases; Climate Change; Environmental Exposure.

1 INTRODUÇÃO

Estudos realizados ao longo dos anos têm revelado cada vez mais que os fatores ambientais têm um impacto cada vez mais significativo na saúde das pessoas (Jannesari *et al.*, 2020; Kreutz *et al.*, 2021). Desde a década de 1960, a prevalência global de doenças alérgicas, como rinite alérgica e asma, tem aumentado de forma contínua. A prevalência de rinite alérgica, por exemplo, subiu de 5% para 25% em várias regiões nas últimas décadas (Savouré *et al.*, 2022). Da mesma forma, a prevalência de asma tem aumentado progressivamente ao longo dos últimos 65 anos em países industrializados e há 30 a 40 anos em áreas urbanizadas de países de renda baixa e média.

Esse aumento está fortemente associado aos processos contínuos de urbanização e industrialização (Lundbäck *et al.*, 2016). Após a Revolução Industrial, e especialmente a partir da década de 1950, com o uso crescente de combustíveis fósseis, houve um aumento significativo no consumo de energia e na descarga de resíduos. Esses fatores contribuíram para o aquecimento global e as mudanças climáticas, resultando em poluição do ar e riscos químicos. Esses aspectos ambientais são considerados contribuintes significativos para a crescente prevalência de doenças alérgicas (Lundbäck *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2023).

Dentre os poluentes alérgicos, destacam-se os poluentes atmosféricos inaláveis, como as partículas em suspensão (MPs). Essas partículas incluem aquelas com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 2,5 µm (MP_{2,5}) e igual ou inferior a 10 µm (MP₁₀). Outros poluentes relevantes são o ozônio (O₃), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o dióxido de enxofre (SO₂) e o monóxido de carbono (CO). Esses poluentes tornaram-se reconhecidos como uma das maiores ameaças ambientais à saúde humana, conforme as diretrizes globais de qualidade do ar mais recentes da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021).

Além desses, outros poluentes externos importantes incluem compostos orgânicos voláteis, amônia, metano, hidrocarbonetos, carbono negro e partículas ultrafinas de tamanho nanométrico (menos de 0,1 µm). Os poluentes atmosféricos externos podem ser emitidos por veículos, sistemas de aquecimento, indústrias, refinarias, usinas termoeletricas, agricultura, entre outros. Além disso, também podem ser gerados por fenômenos

naturais, como incêndios, erupções vulcânicas, tempestades de poeira e erosão (Raulf *et al.*, 2014; Annesi-Maesano *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a poluição do ar se tornou uma preocupação crescente, especialmente em cidades urbanas com economias em rápido desenvolvimento, infraestrutura crescente, número de veículos e espaços verdes reduzidos. Quase metade (48%) das visitas estimadas atribuíveis a O₃ e mais da metade (56%) das visitas atribuíveis a MP_{2,5} ao pronto-socorro de asma foram estimadas no Sudeste Asiático (incluindo a Índia) e na região do Pacífico Ocidental (incluindo a China). Estima-se que até o ano de 2050, 66% da população mundial estará vivendo em cidades urbanas, onde a população e o nível de poluição serão semelhantes (D'Amato *et al.*, 2016).

Este artigo tem como objetivo analisar o impacto dos poluentes atmosféricos e dos fatores ambientais na saúde respiratória e nas doenças alérgicas. Pretende-se identificar os principais poluentes, como partículas em suspensão e compostos gasosos, e suas fontes, além de examinar como esses poluentes contribuem para a prevalência crescente de condições como asma, rinite alérgica e dermatites. O estudo busca também avaliar os mecanismos fisiopatológicos subjacentes às reações alérgicas exacerbadas por esses poluentes e discutir as estratégias de manejo e prevenção das doenças alérgicas.

A relevância deste estudo decorre do aumento na prevalência de doenças alérgicas e respiratórias associado à crescente poluição atmosférica e às mudanças ambientais. Com o crescimento urbano e industrial, a exposição a poluentes atmosféricos como partículas em suspensão e compostos gasosos tornou-se uma preocupação significativa para a saúde pública. Estas condições além de afetam a qualidade de vida dos indivíduos, também impõem um peso econômico substancial aos sistemas de saúde devido aos altos custos com tratamentos e hospitalizações. Compreender como esses poluentes contribuem para o desenvolvimento e agravamento das doenças alérgicas é importante para a formulação de políticas eficazes de controle da poluição e estratégias de manejo de saúde pública, visando mitigar os impactos adversos e proteger a saúde respiratória da população.

Este estudo realiza uma revisão bibliográfica qualitativa com o objetivo de explorar e compreender os

impactos dos poluentes atmosféricos e dos fatores ambientais na saúde respiratória e nas doenças alérgicas. A busca será conduzida em bases de dados acadêmicas como PubMed, Scopus e Google Acadêmico, utilizando termos como “poluição atmosférica” e “doenças alérgicas”.

A seleção dos estudos será baseada na relevância para o tema, considerando a profundidade da análise qualitativa e a diversidade das perspectivas apresentadas. Serão incluídos estudos que forneçam insights sobre os mecanismos através dos quais os poluentes afetam a saúde respiratória e as doenças alérgicas, bem como aqueles que discutam intervenções e estratégias de manejo. Serão excluídos estudos que se concentrem exclusivamente em dados quantitativos ou que não apresentem uma análise qualitativa substancial sobre o impacto ambiental nas doenças alérgicas. Os dados serão analisados de forma temática para identificar padrões emergentes e temas comuns relacionados.

2 RESULTADO E DISCUSSÕES

As reações alérgicas são definidas como reações de hipersensibilidade do tipo I e geralmente são mediadas pela imunoglobulina E (IgE). Elas são precedidas por um processo chamado sensibilização alérgica que ocorre na primeira exposição a um alérgeno e abrange uma interação complexa de células imunes (células epiteliais e células apresentadoras de antígenos, predominantemente células dendríticas, células T auxiliares e células B) e alérgenos durante a exposição epitelial/mucosa, levando a uma superprodução de imunoglobulina E (IgE) específica para alérgeno (Shamji *et al.*, 2021).

Após exposição repetida, a IgE específica do alérgeno se liga aos seus receptores nos mastócitos e outras células efectoras, causando a liberação de histamina e outras substâncias químicas, o que desencadeia as reações de hipersensibilidade imediata e tardia por meio da ativação e recrutamento de células efectoras, bem como a produção adicional de IgE (Rothbauer *et al.*, 2019).

Doenças alérgicas são uma condição na qual o sistema imunológico do corpo reage anormalmente a substâncias tipicamente inofensivas. Essas substâncias, chamadas alérgenos, podem causar uma resposta imune inflamatória em alguns indivíduos. Os alérgenos comuns incluem poluentes atmosféricos, pólen, ácaros, pelos de animais de estimação, certos alimentos, veneno de insetos e vários medicamentos (Galli; Tsai; Piliponsky, 2008).

A mudança no clima influencia a saúde humana de várias maneiras. Principalmente, eventos climáticos extremos, como calor e seca, chuvas intensas, inundações e ciclones, impactam os ecossistemas naturais, a produtividade agrícola, a migração de espécies e os padrões de distribuição de doenças transmitidas por vetores, água, alimentos e industrialização. Além disso, as mudanças climáticas podem impactar ainda mais a saúde indiretamente, levando à subnutrição, problemas de saúde mental, desemprego relacionado à saúde, violência e conflito (Wheeler; Watts, 2018).

Os fatores de risco para distúrbios respiratórios incluem amplamente agentes ocupacionais, poluição interna por combustível de cozinha e fumaça de tabaco,

exposição ambiental a poluentes atmosféricos do tráfego e queima de combustíveis fósseis e biopartículas, como aeroalérgenos (pólen, esporos de fungos, insetos, detritos biológicos, etc.). Esses são fatores administráveis e preveníveis. Infelizmente, as medidas tomadas por agências governamentais não são suficientes, apesar da disponibilidade de monitoramento do status e relatórios de impacto à saúde de tais doenças por órgãos internacionais, como a OMS (Schiavoni; D'amato; Afferni, 2017)

Entre os fatores que podem agravar ou desencadear essas reações alérgicas estão as partículas e compostos gasosos presentes no ambiente. As partículas sólidas e líquidas conhecidas como MP podem ser subdivididas com base em seu diâmetro aerodinâmico. Elas se classificam em MP 10, que são partículas menores que 10 micrômetros; MP 2,5, que têm menos de 2,5 micrômetros; e MP 0,1, que são partículas ultrafinas com menos de 0,1 micrômetro. Os compostos gasosos do MP afetam negativamente as vias aéreas e têm um impacto significativo no sistema respiratório (Akdis *et al.*, 2021; Goossens *et al.*, 2021).

O MP tem diversas fontes e ações prejudiciais para a saúde. A MP pode ser emitida pela queima de combustíveis, como veículos motorizados, embarcações marítimas, aeronaves, aquecimento doméstico, produção de energia e queima industrial. Além disso, fontes naturais e atividades como a emissão de pólen e bioaerossóis, trânsito em estradas de terra, poeira dispersa pelo vento, abrasão de pneus e trabalho de construção contribuem para a liberação de partículas (Akdis *et al.*, 2021; Goossens *et al.*, 2021).

A formação secundária de partículas finas ocorre também por reações químicas. A MP 10 atinge a traqueia, brônquios e bronquíolos, enquanto a MP 2,5 chega até os alvéolos. Já a MP 0,1 pode penetrar nos alvéolos, tecido pulmonar e corrente sanguínea, reduzindo a atividade mucociliar e os macrófagos alveolares, causando irritação nas vias aéreas superiores e resultando em estresse oxidativo, inflamação pulmonar e sistêmica, além de possíveis doenças pulmonares obstrutivas crônicas e câncer (Akdis *et al.*, 2021; Goossens *et al.*, 2021).

Entre os compostos gasosos prejudiciais, o ozônio (O₃) não é diretamente emitido por atividades humanas, mas resulta de reações químicas envolvendo compostos orgânicos voláteis na presença de luz solar. Ele afeta a traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos, atuando como um oxidante fotoquímico altamente irritante, e a exposição prolongada pode causar lesões, inflamação e hiper-reatividade. O dióxido de nitrogênio (NO₂), proveniente de centrais termoeletricas, escapamento de veículos automotores, transporte, equipamentos de recapeamento de gelo e processos industriais, também afeta a traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos. Esse gás é um irritante que compromete a mucosa e aumenta a suscetibilidade a infecções (Akdis *et al.*, 2021; Goossens *et al.*, 2021).

O dióxido de enxofre (SO₂), resultante da queima de combustíveis com enxofre, transporte e processos industriais, causa irritação nas vias aéreas e também compromete a mucosa, gerando hiperreatividade e maior vulnerabilidade a infecções. O monóxido de carbono

(CO), oriundo de veículos motorizados, sistemas de aquecimento residencial e fogões a lenha, atinge os alvéolos e a corrente sanguínea, provocando hipóxia celular, cefaleia e, em casos extremos, pode estar associado à morte fetal (Akdis *et al.*, 2021; Goossens *et al.*, 2021).

Além disso, as toxinas do ar, como benzeno, cloreto de vinila, formaldeído, mercúrio e arsênico, são liberadas pela combustão de combustíveis fósseis e produtos de processos industriais e atividades de consumo, como a limpeza a seco. Esses poluentes têm um impacto considerável na saúde respiratória e geral dos indivíduos expostos (Akdis *et al.*, 2021; Goossens *et al.*, 2021).

Doenças alérgicas, como asma, rinite, dermatite atópica e alergias alimentares, estão entre as doenças mais comuns e suas taxas de prevalência estão aumentando, levando a custos substanciais de saúde. Diagnósticos e tratamento adequados de doenças alérgicas são cruciais porque, em muitos casos, o curso da doença progride (especialmente se não for tratada) e, além disso, doenças alérgicas podem afetar significativamente a qualidade de vida do paciente (Dierick *et al.*, 2020). Evitar alérgenos, anti-histamínicos ou corticosteroides e imunoterapia específica para alérgenos são comumente usados para tratar alergias e dessensibilizar o sistema imunológico a alérgenos específicos (Akdis; Akdis, 2011).

3 CONCLUSÃO

Em suma, este estudo revela que os poluentes atmosféricos agravam e exacerbam doenças alérgicas e respiratórias. A análise detalhada dos poluentes, como as partículas em suspensão e os compostos gasosos, demonstrou que esses agentes são capazes de influenciar diretamente a saúde respiratória ao provocar inflamação e estresse oxidativo nas vias aéreas. As partículas finas, classificadas em MP 10, MP 2,5 e MP 0,1, têm a capacidade de penetrar em diferentes níveis do sistema respiratório, causando danos significativos que podem levar a condições graves, como doenças pulmonares obstrutivas crônicas e câncer. Adicionalmente, os compostos gasosos, como ozônio, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, têm efeitos adversos diretos sobre a mucosa respiratória, aumentando a vulnerabilidade a infecções e exacerbando as condições alérgicas.

A mudança climática também exerce um impacto importante na saúde respiratória ao alterar a prevalência e a distribuição dos poluentes atmosféricos e dos alérgenos. Eventos climáticos extremos, como ondas de calor, inundações e secas, afetam os ecossistemas e a qualidade do ar, resultando em maiores concentrações de poluentes e aumento da exposição a alérgenos.

Este estudo destacou que, apesar da disponibilidade de estratégias de monitoramento e intervenções recomendadas por órgãos internacionais, como a OMS, as ações atuais são insuficientes para mitigar eficazmente os impactos na saúde respiratória. A falta de medidas eficazes para controlar a emissão de poluentes e a exposição a alérgenos ressalta a necessidade urgente de políticas mais robustas e integradas para proteger a saúde pública.

Portanto, a combinação de políticas ambientais mais rigorosas e estratégias de manejo médico adequadas

é crucial para enfrentar o aumento das doenças alérgicas e respiratórias. A implementação de medidas preventivas para reduzir a exposição a poluentes e alérgenos, juntamente com a promoção de uma melhor gestão da qualidade do ar e dos ambientes internos, pode contribuir significativamente para a melhoria da saúde respiratória e a redução dos custos associados às doenças alérgicas. É necessário um esforço contínuo e coordenado para enfrentar esses desafios e proteger a saúde das populações expostas.

REFERÊNCIAS

- AKDIS, C. A. Does the epithelial barrier hypothesis explain the increase in allergy, autoimmunity and other chronic conditions?. **Nature Reviews Immunology**, v. 21, n. 11, p. 739-751, 2021.
- AKDIS, C. A.; AKDIS, M. Mechanisms of allergen-specific immunotherapy. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 127, n. 1, p. 18-27, 2011.
- ANNESI-MAESANO, I.; *et al.* The clear and persistent impact of air pollution on chronic respiratory diseases: a call for interventions. **European Respiratory Journal**, v. 57, n. 3, 2021.
- D'AMATO, G. *et al.* Climate change and air pollution: effects on respiratory allergy. **Allergy, Asthma & Immunology Research**, v. 8, n. 5, p. 391-395, 2016.
- DIERICK, B. J. *et al.* Burden and socioeconomics of asthma, allergic rhinitis, atopic dermatitis and food allergy. **Expert review of pharmacoeconomics & outcomes research**, v. 20, n. 5, p. 437-453, 2020.
- GALLI, S. J.; TSAI, M.; PILIPONSKY, A. M. The development of allergic inflammation. **Nature**, v. 454, n. 7203, p. 445-454, 2008.
- GOOSSENS, J. *et al.* Air pollution and the airways: lessons from a century of human urbanization. **Atmosphere**, v. 12, n. 7, p. 898, 2021.
- JANNESARI, S. *et al.* Post-migration social–environmental factors associated with mental health problems among asylum seekers: A systematic review. **Journal of Immigrant and Minority Health**, v. 22, n. 5, p. 1055-1064, 2020.
- KREUTZ, R. *et al.* Lifestyle, psychological, socioeconomic and environmental factors and their impact on hypertension during the coronavirus disease 2019 pandemic. **Journal of hypertension**, v. 39, n. 6, p. 1077-1089, 2021.
- LUNDBÄCK, B. *et al.* Is asthma prevalence still increasing? **Expert Review of Respiratory Medicine**, v. 10, n. 1, p. 39-51, 2016.
- OMS. Organização Mundial da Saúde. **WHO global air quality guidelines: particulate matter (MP2.5 and**

MP10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 22 set. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>. Acesso em: 15 set. 2024.

RAULF, M.; *et al.* Monitoring of occupational and environmental aeroallergens – EAACI Position Paper: Concerted action of the EAACI IG Occupational Allergy and Aerobiology & Air Pollution. **Allergy**, v. 69, n. 10, p. 1280-1299, 2014.

ROTHBAUER, M. *et al.* Monitoring transient cell-to-cell interactions in a multi-layered and multi-functional allergy-on-a-chip system. **Lab on a Chip**, v. 19, n. 11, p. 1916-1921, 2019.

SAVOURÉ, M. *et al.* Worldwide prevalence of rhinitis in adults: a review of definitions and temporal evolution. **Clinical and Translational Allergy**, v. 12, n. 3, p. e12130, 2022.

SCHIAVONI, G.; D'AMATO, G.; AFFERNI, C. The dangerous liaison between pollens and pollution in respiratory allergy. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, v. 118, n. 3, p. 269-275, 2017.

SHAMJI, M. H. *et al.* The role of allergen-specific IgE, IgG and IgA in allergic disease. **Allergy**, v. 76, n. 12, p. 3627-3641, 2021.

SÖZENER, Z. C. *et al.* Environmental factors in epithelial barrier dysfunction. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 145, n. 6, p. 1517-1528, 2020.

WANG, M. *et al.* The highly prevalent allergic rhinitis: does new treatments move toward a cure? **Science Bulletin**, v. 68, n. 24, p. 3094-3097, 2023.

WHEELER, N.; WATTS, N. Climate change: from science to practice. **Current environmental health reports**, v. 5, p. 170-178, 2018.