



## ***Impacto da exposição crônica a poluentes no risco de infarto do miocárdio e AVC: Uma revisão atualizada de literatura***

Mailson Barbosa de Melo<sup>1</sup>, Laura de Oliveira Oliveira<sup>2</sup>, Kalyandra Imperatriz Santos Ramos<sup>3</sup>, Cibelle da Silva Torres<sup>4</sup>, João Victor de Matos Caetano<sup>5</sup>, Guilherme Coelho Carvalho<sup>6</sup>, Daniel Araújo Pinheiro<sup>7</sup>, Larissa Royer Pereira<sup>8</sup>, Vitória Muniz Assunção Moreira<sup>9</sup>, Willas Ferreira Furtado<sup>10</sup>, João Thales Vasconcelos Martins<sup>11</sup>, Clarice Terranova Agostinho<sup>12</sup>



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n2p1542-1552>

Artigo publicado em 14 de Fevereiro de 2025

### **ARTIGO DE REVISÃO**

#### **RESUMO**

As doenças cardiovasculares, como infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (AVC), estão entre as principais causas de morbimortalidade mundial. Este estudo realizou uma revisão integrativa da literatura sobre o impacto da exposição crônica a poluentes atmosféricos, como material particulado fino (PM2.5), óxidos de nitrogênio (NOx) e dióxido de enxofre (SO2), no risco dessas enfermidades. Os resultados indicaram que os poluentes desencadeiam processos fisiopatológicos, incluindo inflamação sistêmica, estresse oxidativo e disfunção endotelial, os quais estão diretamente associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Além disso, a interação com fatores genéticos e ambientais, como ruído urbano e variações climáticas extremas, amplifica os efeitos adversos. Constatou-se, ainda, que a presença de áreas verdes em centros urbanos pode mitigar esses riscos, reforçando a importância de políticas públicas para a redução da poluição e promoção da saúde cardiovascular. Sugere-se o desenvolvimento de estratégias preventivas e a ampliação de estudos que explorem as interações ambientais e genéticas.

**Palavras-chave:** “Doenças cardiovasculares”, “Poluição atmosférica”, “Infarto do miocárdio”, “Acidente vascular cerebral”, “Saúde pública”.



# Impact of chronic exposure to pollutants on the risk of myocardial infarction and stroke: An updated literature review

## ABSTRACT

Cardiovascular diseases, such as myocardial infarction and stroke, are among the leading causes of morbidity and mortality worldwide. This study conducted an integrative literature review on the impact of chronic exposure to air pollutants, such as fine particulate matter (PM2.5), nitrogen oxides (NOx), and sulfur dioxide (SO2), on the risk of these conditions. The results indicated that pollutants trigger pathophysiological processes, including systemic inflammation, oxidative stress, and endothelial dysfunction, which are directly associated with the development of cardiovascular diseases. Additionally, the interaction with genetic and environmental factors, such as urban noise and extreme climatic variations, amplifies adverse effects. It was also found that green spaces in urban centers can mitigate these risks, emphasizing the importance of public policies aimed at reducing pollution and promoting cardiovascular health. Preventive strategies and further studies on environmental and genetic interactions are recommended.

**Keywords:** "Cardiovascular diseases," "Air pollution," "Myocardial infarction," "Stroke," "Public health."

**Instituição afiliada** – 1 - CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO LUCAS, 2- FACULDADE ZARNS, 3- CENTRO UNIVERSITÁRIO INTA, 4- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 5- UNIVERSIDADE SALVADOR, 6- CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS.

**Autor correspondente:** MAILSON BARBOSA DE MELO [mello\\_advir2012@hotmail.com](mailto:mello_advir2012@hotmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## **INTRODUÇÃO**

As doenças cardiovasculares, incluindo infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (AVC), representam uma das principais causas de morbimortalidade globalmente. Com o crescimento populacional e a urbanização acelerada, a exposição crônica a poluentes atmosféricos tornou-se um fator de risco significativo para essas enfermidades. Estudos demonstram que poluentes atmosféricos, como material particulado fino (PM2.5), óxidos de nitrogênio (NOx) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), podem desencadear inflamação sistêmica, estresse oxidativo e disfunção endotelial, mecanismos fundamentais para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Poulsen et al., 2023; Olaniyan et al., 2021).

A poluição do ar tem sido associada a um aumento da pressão arterial, alterações na variabilidade da frequência cardíaca e maior incidência de arritmias, contribuindo para um maior risco de infarto do miocárdio e AVC. Pesquisas epidemiológicas e meta-análises indicam que a exposição prolongada a poluentes atmosféricos está correlacionada com um aumento significativo na incidência dessas condições (Alexeeff et al., 2020; Zhu et al., 2020). Além disso, a interação entre predisposição genética e exposição ambiental pode modificar a suscetibilidade de determinados indivíduos a eventos cardiovasculares adversos (Ma et al., 2024; Jiang et al., 2023).

O ambiente urbano apresenta fatores de risco adicionais, como a coexistência da poluição do ar com ruído ambiental, que pode potencializar os efeitos cardiovasculares adversos. A exposição a ruídos intensos e contínuos pode contribuir para o aumento do estresse fisiológico e elevar os níveis de cortisol, exacerbando a inflamação crônica e aumentando o risco de eventos cardiovasculares graves. Por outro lado, áreas verdes têm sido associadas a benefícios cardiovasculares devido à redução do estresse, melhora da qualidade do ar e incentivo à prática de atividades físicas, que auxiliam na prevenção de doenças cardíacas e cerebrovasculares (Wolf et al., 2021; Poulsen et al., 2023).

Ademais, fatores climáticos, como mudanças extremas de temperatura e umidade do ar, também influenciam a morbidade cardiovascular dos pacientes, especialmente em populações vulneráveis, como idosos e pessoas com doenças



preexistentes. A exposição ao frio intenso pode induzir vasoconstrição, aumentando a pressão arterial e sobrecarregando o sistema cardiovascular, enquanto o calor extremo pode levar à desidratação e disfunção endotelial, elevando o risco de infarto e AVC (Claeys et al., 2016). Considerando a crescente carga das doenças cardiovasculares e a importância dos fatores ambientais na sua etiologia, torna-se essencial aprofundar a compreensão sobre os impactos da exposição crônica a poluentes no risco de infarto do miocárdio e AVC. A identificação dos principais mecanismos fisiopatológicos, a caracterização dos poluentes mais prejudiciais e a avaliação das interações entre fatores ambientais e genéticos podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e políticas públicas voltadas à saúde cardiovascular.

Este estudo tem como objetivo revisar a literatura científica mais recente sobre o impacto da exposição crônica a poluentes atmosféricos no risco de infarto do miocárdio e AVC. Pretende-se analisar os principais mecanismos fisiopatológicos envolvidos, identificar os poluentes mais relevantes e avaliar as implicações para a saúde pública. Além disso, serão discutidos fatores de suscetibilidade individuais e ambientais que podem modular essa relação, fornecendo uma visão abrangente que auxilie na formulação de políticas públicas e estratégias de mitigação dos efeitos adversos da poluição do ar sobre a saúde cardiovascular.

## **METODOLOGIA**

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura sobre a relação entre a exposição crônica a poluentes atmosféricos e o risco de infarto do miocárdio e AVC. Para isso, foram utilizadas as bases de dados PubMed e SciELO para a busca de artigos publicados no período de 2000 a 2025. Os descritores utilizados incluíram termos como "air pollution", "myocardial infarction", "stroke", "cardiovascular risk", "PM2.5", "NOx", "SO2" e suas equivalentes em português e espanhol.

Os critérios de inclusão adotados foram: (i) estudos originais, revisões sistemáticas e meta-análises que abordassem a associação entre exposição crônica a poluentes e risco cardiovascular; (ii) artigos publicados em periódicos revisados por pares; (iii) estudos envolvendo populações humanas adultas; e (iv) artigos disponíveis



em inglês, português e espanhol. Foram excluídos artigos de opinião, editoriais e estudos com amostras muito pequenas ou metodologia pouco detalhada.

A seleção dos artigos foi realizada em três etapas: (1) leitura dos títulos e resumos para excluir artigos irrelevantes, (2) leitura integral dos artigos selecionados e (3) extração e análise dos dados. A síntese dos dados foi realizada de forma qualitativa, destacando os principais achados e tendências na literatura recente.

Com esta abordagem, espera-se fornecer um panorama atualizado sobre o impacto da exposição crônica a poluentes atmosféricos no risco de infarto do miocárdio e AVC, contribuindo para a formulação de estratégias de mitigação e políticas públicas voltadas à saúde cardiovascular.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados da revisão indicam, de maneira consistente, que a exposição crônica a poluentes atmosféricos, especialmente material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), tem um impacto significativo no aumento do risco de infarto do miocárdio (IM) e acidente vascular cerebral (AVC). Esses poluentes desempenham um papel importante no desencadeamento de processos fisiopatológicos, incluindo inflamação sistêmica, estresse oxidativo e disfunção endotelial, os quais estão diretamente relacionados à patogênese de eventos cardiovasculares graves (Mustafic et al., 2012; Giorgini et al., 2015). A inflamação sistêmica, em particular, contribui para a progressão da aterosclerose, ao passo que o estresse oxidativo prejudica a função celular e promove lesões vasculares. A disfunção endotelial, por sua vez, compromete a regulação do tônus vascular, aumentando a predisposição a eventos isquêmicos.

Além disso, estudos recentes sugerem que o impacto dos poluentes não ocorre de forma uniforme em todas as pessoas. A interação entre poluição atmosférica e fatores genéticos foi identificada como um modulador relevante da suscetibilidade individual a doenças cardiovasculares. Por exemplo, Ma et al. (2024) observaram que variações genéticas em genes relacionados à inflamação podem amplificar os efeitos adversos dos poluentes ambientais. Indivíduos geneticamente predispostos a respostas inflamatórias



exageradas são mais propensos a desenvolver complicações cardiovasculares quando expostos a níveis elevados de poluição. Essa evidência ressalta a complexidade da relação entre exposição ambiental e saúde cardiovascular, enfatizando a necessidade de abordagens personalizadas para intervenções preventivas. Estrategicamente, seria relevante implementar programas que combinem monitoramento ambiental e genético para identificar grupos de risco e oferecer suporte direcionado.

Outro aspecto importante a ser considerado é o efeito sinérgico entre a poluição do ar e o ruído ambiental, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. Diversas pesquisas sugerem que o ruído amplifica os efeitos cardiovasculares adversos ao aumentar o estresse fisiológico e a secreção de cortisol, um hormônio envolvido na resposta ao estresse e na inflamação crônica (Roswall et al., 2017). A exposição crônica ao ruído pode elevar os níveis de pressão arterial e aumentar a frequência cardíaca, o que, em conjunto com os efeitos da poluição atmosférica, aumenta o risco de eventos cardiovasculares. Além disso, o ruído noturno, em particular, pode perturbar o sono, contribuindo para disfunções metabólicas e aumento da sensibilidade à insulina, ambos fatores de risco cardiovascular.

Por outro lado, a presença de áreas verdes em ambientes urbanos tem demonstrado benefícios substanciais na redução do estresse, na melhora da saúde mental e no controle dos fatores de risco cardiovasculares. Estudos indicam que espaços naturais podem atenuar os efeitos adversos do estresse urbano, além de proporcionar ambientes propícios para a prática de atividades físicas, o que também contribui para a redução dos fatores de risco de infarto e AVC. Wolf et al. (2021) destacam que políticas públicas que incentivem a criação e a manutenção de áreas verdes nas cidades são cruciais para promover saúde e bem-estar, especialmente em populações urbanas expostas a altos níveis de poluição e ruído.

Outro achado significativo refere-se às variações climáticas e seus impactos sobre a saúde cardiovascular. Claeys et al. (2016) apontaram que extremos de temperatura, como frio ou calor intensos, estão associados ao aumento do risco de eventos cardiovasculares graves. O frio intenso pode induzir vasoconstrição periférica, levando a um aumento da resistência vascular e, conseqüentemente, da pressão arterial. Esse



mecanismo pode sobrecarregar o coração e aumentar o risco de isquemia miocárdica em indivíduos com doença arterial coronariana. Já o calor extremo pode levar à desidratação, aumento da viscosidade sanguínea e sobrecarga cardiovascular, fatores que elevam o risco de trombose e insuficiência cardíaca, especialmente em idosos e portadores de comorbidades, como hipertensão e diabetes. As mudanças climáticas globais, que têm resultado em eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos, representam, portanto, uma preocupação adicional para a saúde cardiovascular.

Diante de todos esses fatores, os dados sugerem uma necessidade urgente de implementação de políticas públicas que visem mitigar os efeitos adversos da poluição do ar, principalmente em áreas urbanas. Além disso, é fundamental desenvolver estratégias de saúde pública que levem em consideração a interação entre fatores ambientais e genéticos. Investir em infraestrutura urbana que promova o aumento das áreas verdes e o controle do ruído é igualmente relevante para a proteção da saúde cardiovascular. Ao mesmo tempo, programas de educação e conscientização sobre os riscos da exposição à poluição e ao estresse ambiental, aliados a iniciativas de monitoramento de saúde, podem desempenhar um papel central na prevenção de eventos cardiovasculares e na promoção de uma melhor qualidade de vida para as populações urbanas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente revisão evidenciou que a exposição crônica a poluentes atmosféricos está associada a um aumento substancial no risco de infarto do miocárdio e AVC, com implicações diretas na saúde pública global. Os mecanismos subjacentes incluem inflamação sistêmica, estresse oxidativo e disfunção endotelial, sendo potencializados por fatores como predisposição genética, ruído ambiental e variações climáticas.

Dada a relevância desses achados, recomenda-se a implementação de políticas públicas voltadas à redução da emissão de poluentes, expansão de áreas verdes em centros urbanos e desenvolvimento de estratégias de saúde preventiva para populações de maior risco. Além disso, estudos futuros devem explorar de forma mais aprofundada



as interações entre fatores ambientais e genéticos, contribuindo para a formulação de intervenções mais eficazes.

## REFERÊNCIAS

ALEXEEFF, S. et al. Long-Term PM2.5 Exposure and Risks of Ischemic Heart Disease and Stroke Events: Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*, v. 10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.016890>.

BHASKARAN, K. et al. Effects of air pollution on the incidence of myocardial infarction. *Heart*, v. 95, p. 1746-1759, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.175018>.

BHASKARAN, K. et al. The effects of hourly differences in air pollution on the risk of myocardial infarction: case crossover analysis of the MINAP database. *The BMJ*, v. 343, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.d5531>.

BOURDREL, T. et al. Cardiovascular effects of air pollution. *Archives of Cardiovascular Diseases*, v. 110, n. 11, p. 634-642, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2017.05.003>.

BROOK, R. et al. Particulate matter, air pollution, and blood pressure. *Journal of the American Society of Hypertension*, v. 3, n. 5, p. 332-350, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jash.2009.08.005>.

CLAEYS, M. et al. Clima e gatilhos ambientais do infarto agudo do miocárdio. *European Heart Journal*, v. 38, p. 955-960, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw151>.

GIORGINI, P. et al. Air Pollution Exposure and Blood Pressure: An Updated Review of the Literature. *Current Pharmaceutical Design*, v. 22, n. 1, p. 28-51, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1381612822666151109111712>.

JIANG, Z. et al. Coexposição a múltiplos poluentes atmosféricos, suscetibilidade genética e risco de início de infarto do miocárdio: uma análise de coorte dos participantes do UK Biobank. *Revista Europeia de Cardiologia Preventiva*, 2023. Disponível em:



<https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad384>.

LIPSETT, M. et al. Long-term exposure to air pollution and cardiorespiratory disease in the California teachers study cohort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 184, n. 7, p. 828-835, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1164/rccm.201012-2082OC>.

MA, Y. et al. Exposure to air pollutants and myocardial infarction incidence: a UK Biobank study exploring gene–environment interaction. *Environmental Health Perspectives*, v. 132, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/EHP14291>.

MADRIGANO, J. et al. Long-term exposure to PM2.5 and incidence of acute myocardial infarction. *Environmental Health Perspectives*, v. 121, p. 192-196, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/ehp.1205284>.

MUSTAFIC, H. et al. Main air pollutants and myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, v. 307, n. 7, p. 713-721, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jama.2012.126>.

NUVOLONE, D. et al. Short-term association between ambient air pollution and risk of hospitalization for acute myocardial infarction: results of the cardiovascular risk and air pollution in Tuscany (RISCAT) study. *American Journal of Epidemiology*, v. 174, n. 1, p. 63-71, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aje/kwr046>.

OLANIYAN, T. et al. Ambient air pollution and the risk of acute myocardial infarction and stroke: a national cohort study. *Environmental Research*, v. 111975, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111975>.

PETERS, A. et al. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation: Journal of the American Heart Association*, v. 103, p. 2810-2815, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.103.23.2810>.

POULSEN, A. H. et al. Concomitant exposure to air pollution, green space and noise, and risk of myocardial infarction: a cohort study from Denmark. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad306>.

ROSWALL, N. et al. Long-term residential road traffic noise and NO2 exposure in relation to risk of incident myocardial infarction – A Danish cohort study. *Environmental Research*, v. 156, p. 80-



86, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.019>.

WOLF, K. et al. Long-term exposure to low-level ambient air pollution and incidence of stroke and coronary heart disease: a pooled analysis of six European cohorts within the ELAPSE project. *The Lancet. Planetary Health*, v. 5, n. 9, p. e620-e632, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00195-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00195-9).

ZHU, W. et al. A exposição prolongada a partículas finas está relacionada aos riscos de infarto do miocárdio (IM) incidente e mortalidade pós-IM: uma meta-análise. *Chemosphere*, v. 128903, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128903>.