

## Meio Ambiente e o Coração

### The Environment and the Heart

Antonio Eduardo Monteiro de Almeida<sup>1</sup> e Ricardo Stein<sup>2</sup>

Cardio Lógica Ltda,<sup>1</sup> João Pessoa, PB – Brasil

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,<sup>2</sup> Porto Alegre, RS – Brasil

Nosso planeta está enfrentando uma crise sem precedentes relacionada às mudanças climáticas e à perda de biodiversidade, evidências essas que têm ameaçado a saúde dos nossos ecossistemas, comunidades, assim como modificado o estilo de vida dos seres que vivem na terra. Por sinal, muitos cientistas têm afirmado que “temos anos e não décadas para combater essa crise”.

Desde a escola primária aprendemos sobre a importância do oxigênio para vida humana. Estima-se que 50 a 80% do oxigênio da Terra seja produzida nos oceanos (“Pulmões do Planeta”), além de ser o maior meio de absorção do carbono, desempenhando papel fundamental na regulação do clima global.<sup>1,2</sup> As florestas e demais ecossistemas produzem o restante de oxigênio que utilizamos. Indo de encontro ao binômio produção de oxigênio-absorção do carbono, a destruição destes ambientes eleva o grau de poluição e as consequências são graves e podem ser ainda mais nefastas.

A poluição do ar é uma mistura complexa e dinâmica de numerosos compostos na forma gasosa, sendo partículas provenientes de várias fontes, as quais estão sujeitas à transformação, variando no espaço e no tempo. As substâncias mais agressivas ao ser humano estão sob a forma de Partículas Totais em Suspensão (PTS), Fumaça e Partículas Inaláveis (PM<sub>10µg</sub> e PM<sub>2,5µg</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>), Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO) e metais como Arsênio, Chumbo, Cádmio, Mercúrio e Cobre. Em síntese, as vias fisiopatológicas dominantes incluem a ativação do estresse oxidativo - inflamação e desequilíbrio autonômico, bem como translocação de componentes da mistura de PM na circulação sistêmica.<sup>3</sup> Por sua vez, essas alterações podem promover doença cardiovascular (DCV) subclínicas (remodelação miocárdica, progressão da aterosclerose, hipertensão arterial sistêmica e pulmonar, aumento da vasoconstrição e coagulação), além da DCV aguda trombótica e não trombótica (síndromes coronárias agudas, insuficiência cardíaca, acidente vascular cerebral e arritmias de alto risco).<sup>4-8</sup>

### Palavras-chave

Meio Ambiente; Equilíbrio Ecológico/métodos; Poluição Ambiental; Prevenção e Controle; Estresse Oxidativo; Doenças Cardiovasculares.

#### Correspondência: Ricardo Stein •

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Serviço de Fisiatria/Térreo - Rua Ramiro Barcelos, 2350. CEP 90035-903, Porto Alegre, RS - Brasil  
E-mail: kuqui.r@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20230119>

Neste cenário onde o equilíbrio é tão relevante, a poluição do ar é um fator de risco para que as DCV incidam, sendo ela um dos principais contribuintes para a carga global de doenças.<sup>2</sup> Além disso, a poluição ambiental contribui para comorbidades que pioram o prognóstico entre pessoas infectadas com o SARS-Cov 19 (vírus da COVID-19), dado este proveniente de uma declaração conjunta divulgada em 28 de janeiro de 2021 por quatro das maiores instituições científicas de cardiologia do mundo: “American College of Cardiology, World Heart Federation (WHF), American Heart Association (AHA) e European Society of Cardiology (ESC)”.<sup>3</sup>

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS)<sup>4</sup> sete milhões de pessoas morrem a cada ano por causa da poluição, sendo 25% por doença cardíaca e 24% por acidente vascular cerebral (AVC). Ainda, de acordo com dados da OMS, nove em dez pessoas moram em locais onde a poluição do ar externa excedem os limites recomendados. Por sua vez, a poluição do ar interno das casas afeta em torno de três bilhões de pessoas, já que fogões movidos a querosene ou combustíveis sólidos são utilizados. Nestas situações, a fumaça interna (poluição doméstica) é 100 vezes mais alta do que os níveis recomendados e, neste cenário, 3,8 milhões de pessoas morrem anualmente, sendo 45% por doença cardíaca ou AVC.<sup>8</sup>

A exposição à poluição do ar relacionada ao tráfego viário pode contribuir para o aumento da prevalência de hipertensão arterial (HAS) para moradores de bairros próximos a rodovias. Hudda et al.<sup>9</sup> realizaram ensaio clínico randomizado-cruzado, em ambiente controlado com monitoramento do número de partículas e concentração do carbono negro, mostrando o efeito agudo do uso de filtros na redução da pressão arterial sistólica (PAS). O aumento da PAS foi relacionado à magnitude de exposição sendo de 0,6 mmHg para baixa exposição, 1,3 mmHg para média exposição e 2,8 mmHg para alta exposição. Lanyu et al.,<sup>10</sup> através de uma metanálise, evidenciaram que o uso de combustível sólido doméstico foi significativamente associado a um risco aumentado de hipertensão. Qin et al.,<sup>11</sup> mostraram que o risco de hipertensão em adultos estava significativamente associado com aumento de cada 10 µg/m<sup>3</sup> na exposição ambiental à longo prazo.

Por sua vez, a exposição profissional à poluição está associada a arritmias cardíacas. Vanchiere et al.,<sup>12</sup> mostraram que os bombeiros que combateram um maior número de incêndios por ano tiveram maior prevalência de fibrilação atrial (OR-Odds Ratio- 1,14; p=0,006), assim como Wang et al.,<sup>13</sup> publicaram uma metanálise relatando que a exposição ao PM<sub>2,5</sub> foi significativamente relacionada ao aumento da incidência de FA em idosos. Tanto o OR combinado quanto o valor do % de alteração foram maiores em áreas com níveis mais altos de PM<sub>2,5µg</sub> (≥ 25 µg/m<sup>3</sup>).

A exposição por longo tempo à poluição do ar externa está associada a doença arterial coronariana (DAC)<sup>14</sup> e ao AVC.<sup>15</sup> Em uma importante análise agrupada de dados individuais de seis estudos de coorte do Estudo ELAPSE,<sup>16</sup> os quais tiveram um acompanhamento médio de 17,2 anos, a exposição prolongada à poluição do ar foi associada à incidência de AVC (taxa de aumento no risco de 10% para cada 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aumento no  $\text{PM}_{2,5}$  e 8% para cada 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aumento no  $\text{NO}_2$ ). Já para incidência de DAC a associação ocorreu apenas com o  $\text{NO}_2$ , mesmo em concentrações de poluentes inferiores aos valores-limite atuais estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores. O Estudo KPNC,<sup>17</sup> realizado no norte da Califórnia, avaliou a associação da poluição por  $\text{PM}_{2,5}$  e mortalidade por DCV, AVC e infarto do miocárdio (IAM). Observou-se um aumento na mortalidade por DCV (*Hazard Ratio*-HR-, 2,31; 95% IC, 1,96-2,71), AVC (HR, 1,41; 95% IC, 1,09-1,83) e IAM (HR, 1,51; IC 95%, 1,21-1,89) para cada aumento de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na média do  $\text{PM}_{2,5}$  em 1 ano, mesmo em níveis de exposição <12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aliás, o aumento dos riscos observados em níveis de exposição <12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  destaca que os atuais níveis de regulamentação  $\text{PM}_{2,5}$  podem não ser protetores para essa população suscetível.

Poluição do ar associado ao risco em curto prazo de IAM com supradesenvolvimento do segmento ST (STEMI) foi analisado em investigação cruzada realizada pelo grupo do SWEDEHEART.<sup>18</sup> A conclusão deste experimento foi que o risco de STEMI aumenta horas após a exposição a poluentes atmosféricos, com maior impacto para a ação do  $\text{NO}_2$ . Através de metanálise, Lee et al.,<sup>19</sup> sugeriram que a razão de risco agrupada para IAM foi de 1,052 (95% IC 1,017-1,089) para cada aumento de 1  $\text{mg}/\text{m}^3$  na concentração de CO ambiente. No entanto, estudos mais robustos são necessários para confirmar a associação da poluição do ar com o IAM de fato.

Evidências que examinaram a associação entre a poluição do ar e a descompensação aguda por insuficiência cardíaca<sup>20</sup> mostraram que a hospitalização ou morte estava relacionada a aumento no CO (3,52% por uma parte por milhão; 95% IC 2,52-4,54),  $\text{SO}_2$  (2,36% por 10 partes por bilhão; IC 1,35-3,38) e  $\text{NO}_2$  (1,70% por 10 partes por bilhão; IC 1,25-2,16). Já, as concentrações de partículas estavam associadas com hospitalização por insuficiência cardíaca ou morte ( $\text{PM}_{2,5}$  2,12% por 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , IC 95% 1,42-2,82;  $\text{PM}_{10}$  :1,63% por 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 95% IC 1,20-2,07). A saber, elas eram tanto mais fortes ao serem observadas no dia de exposição, sendo os efeitos mais persistentes para  $\text{PM}_{2,5}$ .

A relação entre a exposição materna à poluição do ar e o risco de doença congênita cardíaca na prole também tem sido estudada. Em metanálise realizada por Hu et al.,<sup>21</sup> a exposição ao CO foi associada a um risco aumentado de tetralogia de Fallot (OR 1,21, IC 95% 1,04-1,41). Elevação do risco de comunicação interatrial (CIA) foi encontrado (para cada 10  $\text{mg}/\text{m}^3$  de aumento), assim como quando ocorria incremento de 10 ppb no  $\text{PM}_{10}$  e exposição ao  $\text{O}_3$ , respectivamente (OR 1,04, 95% IC 1,00 - 1,09; e OR 1,09, 95% IC 1,02 - 1,17). Por sua vez, a exposição categórica ao  $\text{NO}_2$  foi associada um risco aumentado de coarctação da aorta (OR para alto versus baixo 1,14, IC 95% 1,02 - 1,26).

Chowdhury et al.,<sup>22</sup> ao avaliarem a associação da poluição por metais e desfechos cardiovasculares mostraram que a

exposição ao arsênio, chumbo, cádmio e cobre estavam associados a um risco aumentado de DCV, em especial à DAC. Houve uma relação linear de dose resposta para arsênio, chumbo e cádmio com desfechos cardiovasculares.

O estudo PURE<sup>23</sup> avaliou a associação de 14 possíveis fatores de risco modificáveis com mortalidade cardiovascular, tendo sido realizado em 21 países de 5 continentes, observados níveis de escolaridade e renda. A poluição do ar esteve associada a uma maior proporção de DCV e de mortes em países de baixa renda. Já naqueles de renda baixa e média, a poluição do ar doméstico, dieta inadequada e baixa escolaridade tiveram um efeito mais forte sobre a morte cardiovascular do que em países de alta renda. De acordo com o PURE, a ideia que fica é de uma lógica perversa: os países ricos poluem e os pobres adoecem e morrem.

Uma informação importante a ser discutida diz respeito ao impacto de uma possível redução na mortalidade global atribuída à poluição. Dados da OMS descrevem que a poluição por exposição anual a níveis de  $\text{PM}_{2,5}$  de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se aplicada a nova recomendação que consta na Diretriz 2021 da OMS<sup>24</sup> para níveis permissíveis de exposição a  $\text{PM}_{2,5}$  de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a mortalidade poderia ser reduzida em 79,5%. Cabe salientar que em 2019, segundo o *Institute for Health Metrics and Evaluation*, a poluição do ar ocupou a quarta posição como fator de risco modificável, ficando atrás apenas a hipertensão arterial, uso de tabaco e dieta inapropriada.<sup>3</sup>

Temos ainda as alterações climáticas extremas (enchentes, incêndios e grandes áreas de degelo), as quais também se relacionam de forma direta com a poluição, além de outros fatores que aumentam o aquecimento global, impactado direta e/ou indiretamente na saúde global do planeta. Essas mudanças estão acontecendo com um aquecimento médio de apenas 1,1°C em relação aos níveis pré-industriais. O mais recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)<sup>25</sup> conclui que isso é apenas uma amostra do que está por vir. Esse relatório mostra que o mundo provavelmente atingirá ou excederá 1,5°C de aquecimento nas próximas duas décadas – mais cedo do que se imaginava em avaliações anteriores. Logo, limitar o aquecimento a este nível e evitar os impactos climáticos mais severos depende de ações ainda nesta década. Somente cortes ambiciosos nas emissões permitirão manter o aumento da temperatura global em 1,5°C, o limite que os cientistas dizem ser necessário para prevenir impactos climáticos de maior monta. Em um cenário de altas emissões, o IPCC constata que o mundo pode aquecer muito mais, atingindo os apocalípticos 5,7°C até 2100.

Já quase finalizando e mudando um pouco o tom, saindo do destrutivo e indo para o construtivo. No nordeste do Brasil e certamente em muitos outros lugares do nosso país, existem movimentos em prol da saúde da natureza. E é isso que está acontecendo na pequena e tradicional comunidade de Jacarapé, praia paraibana. A partir da iniciativa do primeiro autor deste artigo em parceria com diversos membros da comunidade, práticas de educação ambiental vem sendo desenvolvidas a pleno. Tendo como base o pequeno Posto de Saúde (Figura 1), a relação entre poluição do meio ambiente e risco cardiovascular tem sido amplamente discutida. Através de palestras com pacientes, outros membros da comunidade,



Figura 1 – Posto de saúde na pequena e tradicional comunidade de Jacarapé (PB).

grupos escolares da região, assim como com visitantes, a educação quanto a poluição ambiental é realizada. Além disso, em Jacarapé está sendo construído um Observatório Ambiental, este em conjunto com a Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Ali, políticas sustentáveis de saneamento básico biológico, como também o replantio de 5000 mudas de manguezal, além do monitoramento da qualidade das águas dos rios Jacarapé e Cuiá, estão sendo realizados. Estas práticas, nas suas devidas proporções do microcosmo, estão alinhadas com a fala de Richard J. Kovacs, ex-presidente do *American College of Cardiology*.<sup>3</sup> “Os médicos têm a responsabilidade de educar seus pacientes, seus colegas e suas comunidades em geral sobre a conexão entre a poluição do ar e o risco de DCVs”.

Por fim, para enfrentar este cenário de degradação exponencial do meio ambiente, também cabe a nós cardiologistas convocar a população em geral e, principalmente os trabalhadores da área de saúde, para ações que reduzam de forma drástica a destruição da natureza. Atuar contra a poluição é antes de mais nada um ato de cidadania, ato este apertadário e em prol dos que votam nos mais diferentes partidos ou que torcem para os distintos clubes de futebol Brasil a fora, ou seja, todos nós. Logo, para ir de encontro à degradação exponencial do lugar onde vivem mais de 8 bilhões de habitantes (entre outros tantos seres vivos), a frase do poeta paraibano Geraldo Vandré *cai como uma luva*: “Quem sabe faz a hora não espera acontecer”.

## Referências

1. Falkowski P G. The Ocean’s Invisible Forest. *Scientific American*. 2022;287(2):54-61. Doi:<http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0802-54>
2. Global Burden of Disease 2019. Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990 – 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020 Oct 17;396(10258):1223–49. Doi: 10.1016/S0140-6736(20)30752-2.
3. Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K, World Heart Federation. Air Pollution Expert Group. Taking a Stand Against Air Pollution - The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(13):1684–8. Doi: 10.1016/j.jacc.2020.12.003.
4. World Health Organization. WHO. Acesso em 03 de janeiro de 2023 <https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
5. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121(21):2331-78. Doi: 10.1161/CIR.0b013e3181d8e1.
6. Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, Baccarelli AA, Brook RD, Donaldson K, et al. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2015;36(2):83–93. Doi: 10.1093/eurheartj/ehu458.
7. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air Pollution and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(17):2054–70. Doi: 10.1016/j.jacc.2018.07.099.
8. Shah AS, Lee KK, McAllister DA, Hunter A, Nair H, Whiteley W, et al. Short term exposure to air pollution and stroke: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2015;350:h1295. Doi: 10.1136/bmj.h1295.
9. Hudda N, Eliasziw M, Hersey SO, Reisner E, Brook RD, Zamore W, et al. Effect of Reducing Ambient Traffic-Related Air Pollution on Blood Pressure: A Randomized Crossover Trial. *Hypertension*. 2021;77(3):823–32. Doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15580.

10. Li L, Yang A, He X, Liu J, Ma Y, Niu J, et al. Indoor air pollution from solid fuels and hypertension: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*. 2020;259:113914. Doi: 10.1016/j.envpol.2020.113914.
11. Qin P, Luo X, Zeng Y, Zhang Y, Li Y, Wu Y, et al. Long-term association of ambient air pollution and hypertension in adults and in children: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2021;796:148620. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148620.
12. Vanchiere C, Thirumal R, Hendrani A, Dherange P, Bennett A, Shi R, et al. Association Between Atrial Fibrillation and Occupational Exposure in Firefighters Based on Self-Reported Survey Data. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(7):e022543. Doi: 10.1161/JAHA.121.022543.
13. Wang F, Ahat X, Liang Q, Ma Y, Sun M, Lin L, et al. The relationship between exposure to PM2.5 and atrial fibrillation in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2021;147106. Doi:10.1016/j.scitotenv.2021.147106.
14. Tuan TS, Venâncio TS, Nascimento LF. Effects of Air Pollutant Exposure on Acute Myocardial Infarction, According to Gender. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(3):216-22. Doi: 10.5935/abc.20160117.
15. Alexeeff SE, Liao NS, Liu X, Eeden SK, Sidney S. Long-Term PM2.5 Exposure and Risks of Ischemic Heart Disease and Stroke Events: Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(1):e016890. Doi: 10.1161/JAHA.120.016890.
16. Wolf K, Hoffmann B, Andersen ZJ, Atkinson RW, Bauwelinck M, Bellander T, 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. *Lancet Planet Health*. 2021;5(9):e620-32. Doi: 10.1016/S2542-5196(21)00195-9.
17. Liao NS, Sidney S, Deosaransingh K, Eeden SK, Schwartz J, Alexeeff SE. Particulate Air Pollution and Risk of Cardiovascular Events Among Adults With a History of Stroke or Acute Myocardial Infarction. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(10):e019758. Doi: 10.1161/JAHA.120.019758.
18. Sahlén A, Ljungman P, Erlinge D, Chan MY, Yap J, Hausenloy DJ, et al. Air pollution in relation to very short-term risk of ST-segment elevation myocardial infarction: Case-crossover analysis of SWEDEHEART. *Int J Cardiol*. 2019;275:26-30. Doi: 10.1016/j.ijcard.2018.10.069.
19. Leea KK, Spatha N, Millera MR, Mills NL, Shah AS. Short-term exposure to carbon monoxide and myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2020;143:105901. Doi: 10.1016/j.envint.2020.105901.
20. Shah AS, Langrish JP, Nai H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, et al. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2013;382(9897):1039-48. Doi: 10.1016/S0140-6736(13)60898-3.
21. Hu CY, Huang K, Fang Y, Yang XY, Ding K, Jiang W, et al. Maternal air pollution exposure and congenital heart defects in offspring: A systematic review and meta-analysis. *Chemosphere*. 2020; 253:126668. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126668.
22. Chowdhury R, Ramond A, O'Keefe LM, Shahzad S, Kunutsor SK, Muka T, et al. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2018;362:k3310. Doi: 10.1136/bmj.k3310.
23. Yusuf S, Joseph P, Rangarajan S, Islam S, Mentz A, Hystad P, et al. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): A prospective cohort study. *Lancet*. 2020;395(10226):795-808. Doi: 10.1016/S0140-6736(19)32008-2.
24. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization;2021.p:140-1. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
25. Delmotte V, Zhai HO, Pörtner D, Roberts J, Skea PR, Shukla A, et al. IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Waterfield (eds). Cambridge: UK and New York University Press;2018.pp:616. Doi: org/10.1017/9781009157940.

