

## **ESTUDO SOBRE A EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS E O IMPACTO NA SAÚDE HUMANA**

**MARCO ANTÔNIO FLORES DE MEDEIROS<sup>1</sup>; ROSE ANE PEREIRA DE FREITAS<sup>2</sup>; MARCELO FÉLIX ALONSO<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – contatomarcofmedeiros@gmail.com*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – rosefreitas78@gmail.com*

*<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – marcelo.alonso@ufpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

O relatório mais recente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) destacou que, em 2019, as concentrações de poluentes como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) foram as mais altas dos últimos dois milhões de anos, e as de metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) superaram qualquer período nos últimos oitocentos mil anos (IPCC, 2023). Este cenário é um desafio para centros urbanos como Porto Alegre, onde atividades industriais, circulação de automóveis e a urbanização acelerada aumentam a emissão de poluentes nocivos à saúde (Dominguez Chovert, 2016; Silva, 2019).

Conforme o cenário em que estamos inseridos, torna-se indispensável compreender as interações entre os poluentes atmosféricos e a saúde humana, principalmente aquelas relacionadas ao sistema respiratório e a função pulmonar de modo que sejam repensadas as políticas públicas para redução de emissões de gases poluentes.

### **2. METODOLOGIA**

Esta revisão narrativa foi conduzida com o objetivo de sintetizar o conhecimento existente sobre a poluição atmosférica em Porto Alegre, buscando apresentar as principais fontes de emissão, níveis de poluentes e impactos à saúde nos últimos anos. Deste modo, foi realizada uma pesquisa extensiva nas bases de dados acadêmicos e relatórios técnico-científicos de órgãos públicos e ambientais.

A revisão bibliográfica aqui apresentada incluiu estudos disponíveis nas bases de dados Google Scholar, Scopus, PubMed, Mendeley entre outros. Assim como relatórios da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), do Sistema de Monitoramento da Qualidade do Ar de Porto Alegre e da Organização Mundial de Saúde (OMS). As buscas foram feitas utilizando palavras-chave como "poluição atmosférica em Porto Alegre", "qualidade do ar", "impacto à saúde", e "emissões veiculares e industriais". Os critérios de inclusão abrangeram artigos que discutem a poluição atmosférica, especificamente na região metropolitana de Porto Alegre/RS (RMPA), fontes emissoras e seu impacto à saúde pública. Estudos relacionados a outras regiões ou com abordagens muito amplas foram desconsiderados.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Poluição atmosférica em áreas urbanas**

A poluição atmosférica é entendida pela presença de poluentes no ar atmosférico por consequência da produção de substâncias por fenômenos naturais

ou geradas por ações antropogênicas em quantidades que, se não controladas, são altamente prejudiciais para a saúde humana (Vieira, 2009). O crescimento da população em cidades normalmente caracterizadas pela ruralidade resulta na urbanização. A urbanização trata-se de um processo crítico que impulsiona alterações ambientais em espaços, na maioria das vezes, ocupados por áreas verdes. Grimm *et al.*, (2008) comentam que áreas urbanas exigem demandas materiais dos meios de produção e do consumo humano, e que juntos modificam o uso e a cobertura do solo, a biodiversidade e os sistemas hídricos em níveis locais e regionais, além disso, o descarte de resíduos gerados por áreas urbanizadas afeta diretamente os ciclos biogeoquímicos e o clima em escala local e global.

As áreas rurais, designadas comumente para agricultura e pecuária, e trechos florestais que circundam os centros urbanos, compreendem as regiões metropolitanas, predominantemente urbanas (Seto *et al.*, 2011). Em regiões metropolitanas, o crescimento populacional descontrolado, o aumento da circulação de veículos motorizados e as atividades do setor industrial são os principais contribuintes na diminuição da qualidade do ar atmosférico (Nardocci *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015). Santos *et al.* (2015) e Marques *et al.* (2019), apontam que esses contribuintes produzem agentes potencialmente genotóxicos e que quando liberados na atmosfera podem agrupar com outros compostos químicos em suspensão, diminuindo também a qualidade do ar e potencializando o risco de doenças respiratórias, prejudicando a saúde humana.

### **3.2 Principais fontes de emissão em Porto Alegre**

O tráfego diário de veículos motorizados e a numerosa concentração de indústrias podem ser os responsáveis pelas emissões de poluentes atmosféricos, como o material particulado inalável (PM<sub>10</sub>), na capital do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Nodari, 2016). Branco (2004) ressalta que, embora a contribuição individual transpareça a sensação de não influenciar na poluição atmosférica, não é exatamente esta a realidade. O autor usa como exemplo os veículos motorizados, porque em uma grande metrópole existem milhões destes, assim como centenas (ou milhares) de indústrias e ambos formam pequenas fontes de poluição atmosférica, mas quando combinados quantitativamente podem despertar a mesma relevância de grandes fontes de emissão. Essas partículas, quando caracterizadas pelo diâmetro inferior a 10 micrómetros, denominam-se material particulado inalável (PM<sub>10</sub>) (EEA, 2024). Miranda *et al.*, (2012) aponta que a maioria das áreas urbanas distribuídas pelo Brasil têm os veículos motorizados como a principal fonte dos poluentes emitidos na atmosfera, entre eles o MP.

O material particulado é uma combinação de partículas em estado sólido e líquido de substâncias orgânicas e/ou inorgânicas em suspensão no ar, isto é, incluindo o sulfato, nitratos, amônia, cloreto de sódio, *black carbon*, poeira mineral e vapor d'água (Betti *et al.*, 2021). Ainda, o MP é originário, especialmente, da queima de combustível de veículos leves e pesados, além do atrito dos pneus destes veículos com o asfalto (Nodari, 2016). Porto Alegre divide espaço com a elevação nos níveis de poluição atmosférica, principalmente pelo MP em dispersão na atmosfera. A partícula do MP quanto menor for, maior será seu efeito sobre a saúde humana, em outras palavras, quanto mais fina for a partícula, mais profundamente ela invade o sistema respiratório.

### 3.3 Influência de variáveis meteorológicas na dispersão de poluentes atmosféricos em Porto Alegre

Conforme o relatório de qualidade do ar mais recente publicado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), a RMPA é responsável por 40% das emissões totais de poluentes no Estado do Rio Grande do Sul, por fontes móveis, como veículos (FEPAM, 2023).

Estudos realizados por Lazzari *et al.*, (2011) mostraram que há variáveis meteorológicas que influenciam nas concentrações de PM<sub>10</sub> na capital do Estado, entre elas estão: velocidade do vento, radiação solar, temperatura do ar e direção do vento e, tais variáveis possuem reações positivas e negativas em relação a dispersão e concentração destes poluentes. Sendo assim, dias quentes, nublados e com pouca ação do vento são característicos pelas maiores concentrações de PM<sub>10</sub> na capital, além disso, os ventos, quando vindos de Norte e Noroeste, contribuem para o aumento das concentrações (Lazzari *et al.*, 2011).

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, no ano de 2019, aproximadamente 37% das mortes prematuras relacionadas à poluição do ar no mundo foram causadas por doença cardíaca isquêmica e acidente vascular cerebral, 18% por doença pulmonar obstrutiva crônica, 23% por infecções respiratórias agudas inferiores e cerca de 11% das mortes foram causadas por câncer no trato respiratório (OMS, 2024).

No relatório publicado no ano de 2023, o mais recente, pela FEPAM, o órgão concluiu que os padrões de qualidade do ar no Estado do RS e na RMPA não ultrapassaram a resolução estabelecida pela CONAMA (Resolução CONAMA 491/2018 para os poluentes SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>), todavia, em decorrência de eventos extremos meteorológicos que atingiram o Estado do RS, como o transporte de fumaça oriunda das queimadas no país, o estudo previsto entende que pode haver influência dos poluentes atmosféricos antropogênicos na saúde humana, especificamente em casos de internações hospitalares por problemas respiratórios.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC, 2023: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

DOMÍNGUEZ-CHOVERT, Angel. **Estudo numérico do impacto da frota veicular na qualidade do ar na Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2016. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

SILVA, CM da; ARBILLA, G. **Urbanização e os Desafios na Caracterização da Qualidade do Ar**. Revista Virtual de Química, v. 10, n. 6, 2019.

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). **Global change and the ecology of cities**. Science (New York, N.Y.), 319(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>

VIEIRA, Neise Ribeiro. **Poluição do ar**: indicadores ambientais. Rio de Janeiro: E-papers, 2009.

Organização Mundial da Saúde, OMS. 2024. **“Ambient (Outdoor) Air Quality and Health.”** Acesso em: 09 de out. 2024. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre os Padrões de Qualidade do Ar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 de nov. de 2018, Seção 01, Página 155- 156.

BRANCO, S. M.; MURGEL, E. **Poluição do ar**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

Seto, Karen C et al. **A meta-analysis of global urban land expansion**. PloS one vol. 6,8 (2011): e23777. doi:10.1371/journal.pone.0023777

LAZZARI, Angela Radünz *et al.* **Análise de regressão múltipla das concentrações de PM10 em função de elementos meteorológicos para Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, em 2005 e 2006**. Acta Scientiarum-technology 33 (2011): 49-55.

Betti, L. B., M. C. Garcia, E. Siqueira, and H. Evers. 2020. **ImpactAr Tool: Valuing Air Quality Health Impacts of Urban Bus Fleet Changes in Brazil**. Technical Note. Porto Alegre, Brazil: WRI Brasil.

NODARI, A. S., SALDANHA, C. B. (2021). **Análise das condições meteorológicas durante episódios críticos de poluição atmosférica no município de Porto Alegre/RS**. In Meio ambiente: Princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2. <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211214>

RODRIGUES, C. G.; VORMITTAG, E. M. P. A.; CAVALCANTE, J. A.; SALDIVA, P. H. N. **Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estados de São Paulo entre 2012 e 2030**. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 32, n. 3, p. 488–509, 2015.

NARDOCCI, A. C.; FREITAS, C. U.; PONCE DE LEON, A. C. M.; JUNGER, W. L.; GOUVEIA, N. C. **Poluição do ar e doenças respiratórias e cardiovasculares: estudo de séries temporais em Cubatão, São Paulo, Brasil**. Cadernos de Saúde Pública, v. 29, n. 9, p. 1867–1876, 2013.

Santos, A.P.M., Segura-Muñoz, S.I., Nadal, M., Schuhmacher, M., Domingo, J.L., Martinez, C.A., Takayahnagui, A.M.M., 2015. **Trafficrelated air pollution biomonitoring with Tradescantia pallida (Rose) Hunt. cv. purpurea Boom in Brazil**. Environmental Monitoring and Assessment 187(39), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4234-3>

MARQUES, E.V., ROCHA, C.A., SANTOS, R.P., RAMOS, F.C.L., LIMA, J.L.R., CATTONY, C.M., SILVA, M. V.C., ZANELLA, M.E., CAVALCANTE, R.M., 2019. **Influência da arborização e da edificação na dispersão de material particulado respirável em cidade costeira altamente urbanizada (Fortaleza, CE-Brasil)**. Revista Brasileira de Geografia Física 12(3), 913-929. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.3.p913-928>