



Evento: XXXIV Seminário de Iniciação Científica

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (MP_{2,5}),
PLUVIOMETRIA E UMIDADE COM INDICADORES DE SAÚDE RESPIRATÓRIA
NO MUNICÍPIO DE SANTA ROSA/RS¹**

**Maria Eduarda Todendi de Bragas², Azonyeton Georges Metonyekpon³, Diovana
Gelati de Batista⁴, Thiago Gomes Heck⁵, Pauline Brendler Goettems Fiorin⁶, Rafael Z.
Frantz⁷**

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), realizado em colaboração entre o Grupo de Pesquisa Aplicada (GCA) e o Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPf).

² Estudante do curso Biomedicina; Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq. E-mail: maria.bragas@sou.unijui.edu.br

³ Mestrando do Programa de Atenção Integral à Saúde (PPGAIS/UNIJUI). E-mail: azonyeton.georges@sou.unijui.edu.br

⁴ Grupo de Pesquisa em Fisiologia - GPf, Pós-doutoranda do INCT (In)atividade Física e Saúde, CNPq, Brasil. Email: diovana.batista@unijui.edu.br

⁵ Grupo de Pesquisa em Fisiologia - GPf, Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde - PPGAIS, Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional -PPGMMC, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI/ INCT (In)atividade Física e Saúde, CNPq, Brasil. E-mail: thiago.heck@unijui.edu.br

⁶ Docente do Programa de Pós-Graduação em Atenção integral à Saúde (PPGAIS/UNIJUI). E-mail: pauline.goettems@unijui.edu.br

⁷ Docente do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC). Email: rzfrantz@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

O avanço da computação em nuvem e a centralização dos sistemas digitais pelas grandes empresas de tecnologia impulsionaram a produção e o armazenamento contínuo de grandes volumes de dados. Nas cidades inteligentes, a integração de sensores, sistemas de mobilidade, monitoramento ambiental, infraestrutura energética e serviços públicos amplia significativamente a geração de informações em tempo real, fundamentais para otimizar a gestão urbana e subsidiar políticas públicas. Na área da saúde, esses dados permitem correlacionar indicadores de morbimortalidade com variáveis climáticas e ambientais, fornecendo evidências que apoiam a vigilância em saúde e o planejamento de estratégias para prevenção e controle de doenças.



As condições climáticas impactam na saúde humana desde o início dos tempos e, na contemporaneidade, seus eventos extremos desencadeiam patologias que afetam diretamente a saúde e o bem-estar (ODS 3) da população (Caminade, 2018). Diante disso, a umidade do ar e a pluviometria atuam juntos na modulação das condições respiratórias (Perez-Garcia et al., 2025), como as chuvas intensas e tempestades que aumentam a aglomeração, favorecem a disseminação de fungos e auxiliam a fragmentação de aeroalérgenos (Lajoie et al., 2019) ou nos períodos de estiagem e baixa umidade que ressecam as mucosas respiratórias, comprometendo defesas do organismo contra vírus e bactérias (Guarnieri et al., 2023).

Além disso, o material particulado fino ($MP_{2,5}$), poluente dentre os mais prevalentes e nocivos atualmente na atmosfera, representa um grave risco contemporâneo por seu diâmetro reduzido, que permite que essas partículas adentrem profundamente o sistema respiratório e alcancem a corrente sanguínea, desencadeando doenças crônicas, cardiovasculares e respiratórias, além de agravar patologias já existentes no indivíduo (Thompson, 2018).

Portanto, este trabalho teve como objetivo investigar a influência do Material Particulado Fino ($MP_{2,5}$) e de variáveis meteorológicas (pluviometria e umidade) na morbimortalidade associada a doenças do aparelho respiratório no período de julho de 2024 a julho de 2025 no município de Santa Rosa/RS.

METODOLOGIA

Os dados ambientais foram coletados continuamente (a cada 5 minutos) entre julho de 2024 e julho de 2025 em Santa Rosa/RS, utilizando a infraestrutura de sensores via Internet das Coisas (IoT) e tecnologia de transmissão LoRa do Smart LiveLab (Unijuí/Prefeitura/SICT-RS). O estudo utilizou dados de julho de 2024 a julho de 2025, organizados em médias mensais, para analisar a relação entre variáveis ambientais ($MP_{2,5}$, pluviometria e umidade) e indicadores de saúde (internações, óbitos e mortalidade por doenças respiratórias obtidos via DATASUS/SIH).

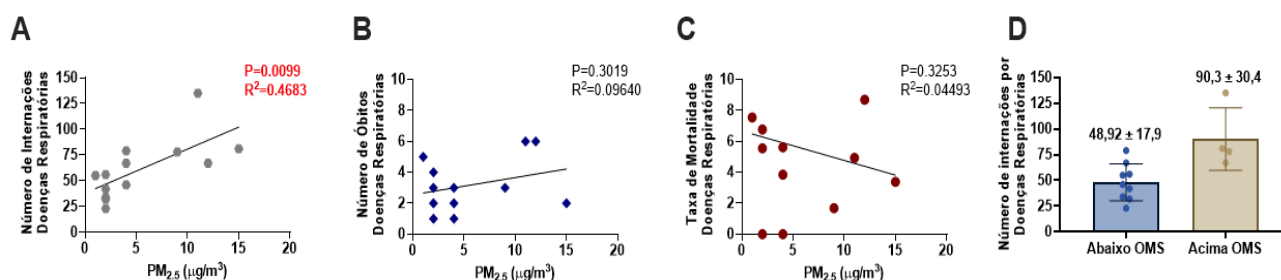
As análises estatísticas foram realizadas no software GraphPad Prism 8.0.1, aplicando-se o teste de Shapiro-Wilk (normalidade), correlação de Pearson (r), regressão linear simples (R^2) e o Teste t de Student ($P < 0,05$) para comparar as internações em relação aos limites anuais de $MP_{2,5}$ estabelecidos pela OMS.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos dados de correlação com níveis de $MP_{2,5}$ observou-se correlação positiva com o número de internações por doenças respiratórias (A) ($R^2=0,466$; $P=0,009$) (Figura 1). A exposição a diferentes poluentes, principalmente ao $MP_{2,5}$, favorece infecções respiratórias virais por induzir a produção de espécies reativas de oxigênio e desencadear diversos outros tipos de respostas do organismo que afetam diretamente a homeostase do trato respiratório, tornando-o mais suscetível. Os indicadores de óbitos e taxa de mortalidade (B e C, respectivamente) não se correlacionam com os níveis do poluente, ($P>0,05$). Embora a OMS estipule o limite anual de $5\mu g/m^3$ para o $MP_{2,5}$, a média de internações por doenças respiratórias não apresentou diferença entre os períodos abaixo e acima desse nível (D).

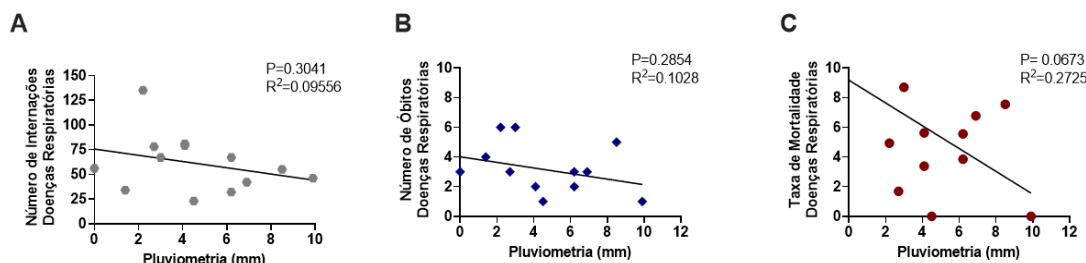
Figura 1: Correlação entre $MP_{2,5}$ e o número de internações, de óbitos e a taxa de mortalidade de doenças respiratórias.



Fonte: Os autores. Correlação entre $MP_{2,5}$ e indicadores de saúde. Doenças Respiratórias: (A) Internações ($R^2=0,466$; $P=0,009$); (B) Óbitos ($R^2=0,096$, $P=0,301$); (C) Taxa de mortalidade ($R^2=0,0449$, $P=0,325$); (D) Internações vs. limites da OMS ($P=0,3404$).

Assim, observa-se que, na cidade de Santa Rosa/RS, os níveis de $MP_{2,5}$ podem elevar significativamente as internações hospitalares (morbidade), mas não apresenta correlação direta com o aumento dos óbitos (mortalidade) no período analisado.

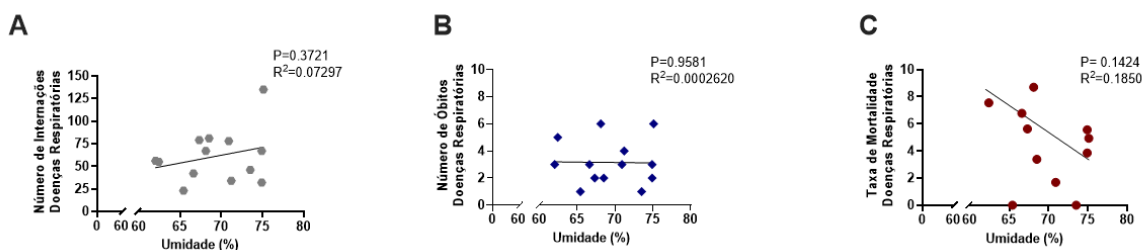
Figura 2: Correlação entre pluviometria e número de internações, óbitos e taxa de mortalidade de doenças respiratórias.



Fonte: Os autores. Correlação entre pluviometria e indicadores de saúde. Doenças Respiratórias: (A) Internações ($R^2=0,09556$; $P=0,3041$); (B) Óbitos ($R^2=0,2854$; $P=0,1028$); (C) Taxa de mortalidade ($R^2=0,2725$, $P=0,0673$);

Na figura 2, observa-se que nenhuma das variáveis, número de internações (A), óbitos (B) e taxa de mortalidade (C) apresenta correlação com a pluviometria ($P>0,05$). Estudos associam a asma a tempestades por fatores ambientais e imunológicos (Harun et al., 2019), mas novas pesquisas devem avaliar o impacto da pluviometria nas doenças respiratórias.

Figura 3: Correlação entre a umidade e o número de internações, óbitos e taxa de mortalidade de doenças respiratórias.



Fonte: Os autores. Correlação entre pluviometria e indicadores de saúde. Doenças Respiratórias: (A) Internações ($R^2=0,072$; $P=0,372$); (B) Óbitos ($R^2=0,0002$; $P=0,9581$); (C) Taxa de mortalidade ($R^2=0,1850$, $P=0,1424$);

Na figura 3, a umidade e o número de internações (A), óbitos (B) e taxa de mortalidade (C) de doenças respiratórias não apresentaram correlação ($P>0,05$). Porém, sabe-se que em períodos de seca e estiagem, nos quais a umidade relativa do ar reduz, a principal barreira de defesa do organismo, a mucosa respiratória, é afetada negativamente, o que aumenta o risco de patologias na via respiratória (Guarnieri et al., 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Dentre as condições climáticas e ambientais analisadas, o $MP_{2,5}$ foi o principal fator ambiental associado ao aumento da morbidade hospitalar por doenças respiratórias em Santa Rosa/RS, sem associação com mortalidade. Os resultados reforçam a importância de análises multifatoriais para subsidiar o planejamento de políticas públicas em saúde.

Palavras-chave: Meio ambiente. Condições ambientais. Morbimortalidade. Epidemiologia.

AGRADECIMENTOS

CNPq 402915/2023-2 (RZF). FAPERGS 25/2551-0000921-9 (PBGF).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMINADE, Cyril et al. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, [S. l.], v. 1436, n. 1, p. 157-173, 2018. Disponível em: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.13950> . Acesso em: 1 jun. 2026.
- GUARNIERI, M. et al. The impact of relative humidity on the mucus rheology, mucociliary clearance, and epithelial barrier integrity of the airways. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, [S. l.], v. 68, n. 3, p. 285-297, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37298409/> . Acesso em: 1 jun. 2026.
- HARUN, N.-S.; LACHAPELLE, P.; DOUGLASS, J. Thunderstorm-triggered asthma: what we know so far. *Journal of Asthma and Allergy*, [S. l.], v. 12, p. 101-108, 2019. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6512777/> . Acesso em: 9 jul. 2026
- LAJOIE, S. et al. Thunderstorm-triggered asthma: what we know so far. *Journal of Asthma and Allergy*, [S. l.], v. 12, p. 101-108, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31190900/> . Acesso em: 1 jun. 2026.
- LI, Qing et al. Model-based services convergence and multi-clouds integration. *Computers in Industry*, [S. l.], v. 64, n. 7, p. 813-832, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262345974_Model-based_services_convergence_and_multi-clouds_integration . Acesso em: 1 jun. 2026.
- PEREZ-GARCIA, A. et al. Meteorological conditions, environmental exposure, and behavioral changes: implications for the nasal microbiome and respiratory health in adolescents. *Environmental Research*, [S. l.], v. 268, p. 110-123, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41074693/> . Acesso em: 1 jun. 2026.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. What are the WHO Air quality guidelines? Genebra: WHO, 22 set. 2021. Disponível em: <https://www.who.int> . Acesso em: 10 jul. 2026.