

**Evento:** XXXIII Seminário de Iniciação Científica ▾**TEMPERATURA E POLUIÇÃO DO AR: UM ESTUDO SOBRE A DINÂMICA DO
MP_{2,5} EM SANTA ROSA – RS¹****Maria Eduarda Todendi de Bragas², Azonyeton Georges Metonyekpon³, Diovana Gelati
de Batista⁴, Thiago Gomes Heck⁵, Pauline Brendler Goettens Fiorin⁶, Rafael Zancan
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 (GPef). E-mail: maria.bragas@sou.unijui.edu.br

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

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

⁴ Doutora em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC), pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI)

⁵ Grupo de Pesquisa em Fisiologia - GPef, 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 Exercício, 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.goettens@unijui.edu.br

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

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico voltado para a computação em nuvem beneficia diversas indústrias empresariais no cotidiano por suas transformações no ecossistema de software, incluindo desde aplicações locais, móveis, sociais à nuvem (LI et al., 2013), que produzem e consomem grande volume de dados. Assim, essa rede de aplicações e sua ampla utilização no mercado tem gerado um abundante volume de informações que necessita ser processada, armazenada e analisada pelas empresas. Tal realidade exige plataformas de integração mais eficientes a fim de realizar análise de dados estruturados ou não, em tempo real ou de forma offline.

Consequentemente, a aprimoração metodológica, técnica e o desenvolvimento de ferramentas de integração e aplicações empresariais é crucial para lidar com o crescente volume de dados e a complexidade dos ecossistemas de software em ambientes de computação em nuvem, especialmente quando se considera a interoperabilidade com dados sensíveis da área da saúde, como os relacionados à exposição à poluição. Tal aplicação



conecta o processamento de dados de grande volume à verificação de contextos críticos, como o contexto da poluição ambiental e o impacto na saúde da população.

Desse modo as mudanças de temperatura são aspectos ambientais diretamente relacionados saúde e bem-estar (ODS 3), visto que em 2012 foi elaborada uma Declaração de Doha pela The global climate & health alliance com a finalidade de priorizar políticas voltadas à proteção à saúde, uma vez que a mesma é afetada pelas mudanças climáticas (GLOBAL CLIMATE AND HEALTH ALLIANCE, 2012). O monitoramento contínuo, seja ele regional ou global, e a avaliação destes impactos se faz cada vez mais necessário e útil para a aplicação de novas políticas públicas.

A poluição atmosférica é uma problemática cada vez mais evidenciada no cotidiano e dentre os poluentes se destaca o Material Particulado Fino ($MP_{2,5}$) é uma das frações mais perigosas da mesma. O seu tamanho reduzido (diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 2,5 micrômetros) colabora para essas partículas adentrarem no sistema respiratório, chegando nos alvéolos e até mesmo na corrente sanguínea. Consequentemente, a exposição prolongada do $MP_{2,5}$ pode ocasionar doenças crônicas, problemas respiratórios e cardiovasculares, além de agravar patologias já existentes (THOMPSON, 2018). Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar e mapear os níveis diários de temperatura e Material Particulado Fino ($MP_{2,5}$) no Município de Santa Rosa – RS no 2º semestre de 2024, e analisar o efeito da temperatura sobre níveis de poluição.

METODOLOGIA

A análise foi realizada com base em dados do Smart LiveLab, um Living Lab gerido pela Unijuí em parceria com a Prefeitura de Santa Rosa e financiado pela SICT/RS. Antenas posicionadas em pontos estratégicos da cidade, em locais cedidos pelo governo municipal, captam dados por sensores. As variáveis monitoradas foram: concentração de $MP_{2,5}$ e temperatura (°C) ambiente. As coletas ocorrem diariamente, a cada 5 minutos.

Os dados brutos foram tratados no Google Planilhas, onde foram categorizados e organizados em tabelas dinâmicas. Em seguida, foram calculadas as médias, máximas e mínimas diárias de temperatura e $MP_{2,5}$, entre julho e dezembro de 2024. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Após essa etapa, realizou-se a análise de correlação entre as médias diárias de temperatura e concentração de $MP_{2,5}$, por ANOVA de

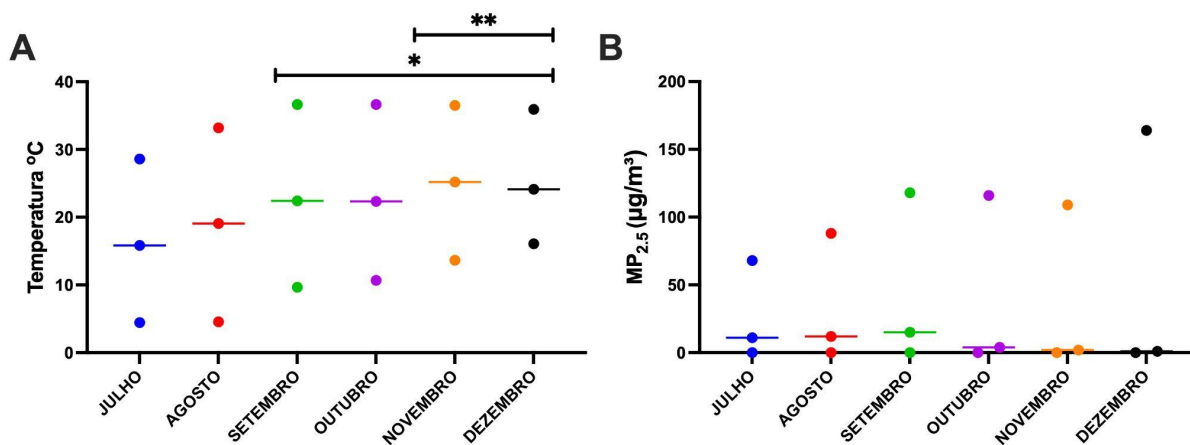


duas vias e regressão linear simples. Todos os testes e gráficos foram elaborados no software GraphPad Prism 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observamos que houve um aumento gradual da temperatura ao longo dos meses observados, sendo compatível com a transição do inverno para o verão no hemisfério sul (Figura 1A). Todavia essa elevação nas temperaturas pode impactar a saúde pública, intensificando casos de doenças respiratórias, desidratação e surtos de doenças infecciosas, como alertado na Declaração de Doha pela The global climate & health alliance enfatizando que as mudanças climáticas apresentam uma ameaça grave e crescente a saúde humana global (CLIMATE AND HEALTH ALLIANCE, 2012).

Figura 1: Dados de máxima, mínima e média de temperatura e $MP_{2,5}$ do 2º semestre de 2024.



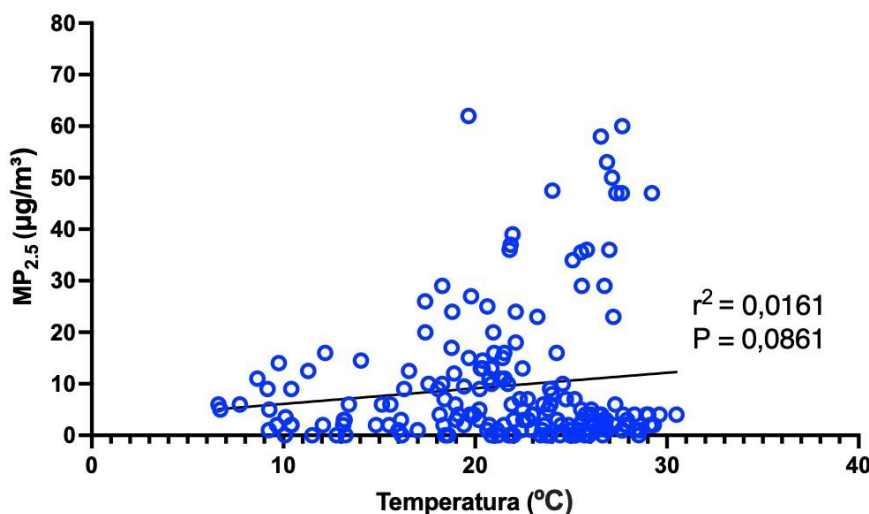
Fonte: Os autores. Dados de máxima, mínima e média de temperatura (A) e $MP_{2,5}$ (B) dos meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro de 2024 no município de Santa Rosa/RS. Temperatura: $P=0,0003$ *Setembro à dezembro maior que Julho **Dezembro e Novembro maior que Agosto. $MP_{2,5}$: $P=0,6212$.

A Figura 1B indica que, entre julho e dezembro de 2024, não houve diferença estatística nas médias de concentrações mensais de $MP_{2,5}$. Apesar disso, nota-se uma tendência crescente entre os meses de Novembro e Dezembro atingindo $164 \mu g/m^3$ de poluição. Em contraste a isto, os valores médios permaneceram baixos, variando de 11 a 15



$\mu\text{g}/\text{m}^3$, indicando uma situação mais estável e controlada na maior parte do semestre. Em julho, agosto e setembro, as médias mensais de $\text{MP}_{2,5}$ foram de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Este último dado do mês de Setembro atinge exatamente o limite das últimas Diretrizes de Qualidade do Ar da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), que recomendam os seguintes limites para o $\text{MP}_{2,5}$: média anual de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e média de 24 horas de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A partir de Outubro observa-se uma redução das médias, com $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em outubro, $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em novembro e $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em dezembro, valores esses que estão dentro dos parâmetros da OMS. No entanto, a diferença significativa entre as concentrações médias e máximas sugere episódios pontuais de poluição intensa, mesmo que breves ainda podem causar impactos negativos à saúde da população.

Figura 2: Correlação entre os de Poluição Atmosférica por $\text{MP}_{2,5}$ e temperatura no 2º semestre de 2024.



Fonte: Os autores. Dados de Poluição Atmosférica por $\text{MP}_{2,5}$ e temperatura dos dias do 2º semestre de 2024. ($P=0,0861$; $r^2 = 0,0161$).

Na análise realizada (Figura 2) os dados indicam que não há uma relação significativa entre a os níveis de $\text{MP}_{2,5}$ e a temperatura durante o 2º semestre de 2024 ($r^2 = 0,0161$; $p = 0,0861$). Tal resultado pode sugerir que outras variáveis ambientais podem estar desempenhando um papel mais relevante na dinâmica do Material Particulado ($\text{MP}_{2,5}$). Dessa forma, é evidente a necessidade de mais investigações abordando outras variáveis (umidade



relativa do ar, ruído urbano, entre outros) a fim de compreender com maior precisão os determinantes da variação dos níveis de poluentes atmosféricos e suas interações. Assim, a inclusão dessas variáveis em análises futuras podem oferecer uma visão mais completa e robusta sobre os mecanismos que induzem a qualidade do município de Santa Rosa/RS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aponta aumento gradual das temperaturas e estabilidade nos níveis de $MP_{2,5}$. A falta de correlação entre as variáveis indica influência de outros fatores ambientais, reforçando a importância de pesquisas mais amplas sobre seus efeitos na saúde da população de Santa Rosa.

Palavras-chave: Meio ambiente. Poluição atmosférica. Temperatura.

AGRADECIMENTOS

CNPq, Processos 407329/2016-1 444286/2024-1, 403136/2024-5, 405546/2023-8, 307926/2022-2 de TGH, CAPES, FAPERGS e UNIJUÍ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GLOBAL CLIMATE AND HEALTH ALLIANCE. The Doha Declaration on Climate, Health and Wellbeing. Durban: GCHA, 2012. Disponível em: <https://www.climateandhealthalliance.org/news/doha-declaration>. Acesso em: 12 jul. 2025.

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: 12 jul. 2025.

THOMPSON, J. E. Airborne Particulate Matter: Human Exposure & Health Effects. Journal of Occupational and Environmental Medicine, [S.l.], v. 60, p. 392–423, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001277>. Acesso em: 12 jul. 2025.

WHO. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228/>