



Influência dos Tipos de Tempo nas Internações por Doenças Respiratórias em Salvador (BA): Uma Análise Estatística e Multivariada de 2008 a 2025

¹Gabriele Jamile Holanda de Almeida, ²Roney Roberto de Melo Sousa, ¹Judith Johanna Hoelzemann

¹*Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, gabriele.almeida.092@ufrn.edu.br, judith.hoelzemann@ufrn.br*

²*Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, roney.melo@ifrn.edu.br*

*Educação Ambiental e Saúde
Saúde Pública e Sustentabilidade*

Resumo

As internações por doenças respiratórias em Salvador (BA) apresentam marcada sazonalidade, com aumentos durante os meses mais úmidos (abril a junho). Este estudo analisou a associação entre variáveis meteorológicas e internações por influenza, pneumonia e bronquite/bronquiolite aguda no período de 2008 a 2025, utilizando dados do INMET e registros de morbidade hospitalar do SIH/SUS. Foram consideradas as faixas etárias de crianças e adolescentes (0–19 anos), adultos (20–59 anos) e idosos (60+ anos). Aplicou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) e o agrupamento K-Means para classificar a atmosfera local em quatro tipos de tempo. Em seguida, as diferenças nas internações entre os tipos de tempo foram avaliadas pelo teste não paramétrico H de Kruskal-Wallis. Os resultados indicaram maiores médias de internações em cenários úmidos, especialmente no grupo de crianças e adolescentes. O tipo de tempo “úmido-ventilado” apresentou a maior média de internações neste grupo, seguido pelo tipo “chuvoso-úmido”. O teste H de Kruskal-Wallis indicou diferenças estatisticamente significativas entre os tipos de tempo apenas para crianças e adolescentes, sugerindo maior sensibilidade desse grupo às condições atmosféricas sazonais. Os resultados apontam o potencial da classificação de tipos de tempo como ferramenta complementar para estudos de vigilância epidemiológica e planejamento sazonal em saúde pública.

Palavras-chave: Análise Multivariada; Doenças Respiratórias; Internações Hospitalares; Saúde Pública; Tipos de Tempo.



Introdução

As doenças do aparelho respiratório representam um importante desafio para a saúde pública, resultando da interação entre condições meteorológicas, fatores ambientais e determinantes sociais da saúde (Souza et al., 2012). Variações de temperatura, umidade e precipitação influenciam a ocorrência e a transmissão dessas doenças, tanto por seus efeitos sobre o trato respiratório quanto por favorecerem condições ambientais associadas à circulação de agentes infecciosos (Moriyama et al., 2020; Shang et al., 2025). Em regiões tropicais, períodos de maior umidade podem contribuir para o aumento das internações, devido à permanência em ambientes fechados e à proliferação de ácaros e fungos (Mandú et al., 2019; Shang et al., 2025). Crianças e adolescentes apresentam maior vulnerabilidade por características fisiológicas e imunológicas em desenvolvimento, enquanto idosos são mais sensíveis aos extremos térmicos e às doenças respiratórias preexistentes (Jacobson et al., 2021; Miranda, 2016; Xavier et al., 2022). Nesse contexto, Salvador (BA), caracterizada por clima tropical litorâneo e sazonalidade pluviométrica bem definida, constitui uma área relevante para investigar a relação entre condições atmosféricas e morbidade respiratória. Assim, este estudo teve como objetivo analisar a sazonalidade das internações por doenças respiratórias em Salvador e sua associação com tipos de tempo definidos a partir de variáveis meteorológicas, considerando diferentes faixas etárias.

Metodologia

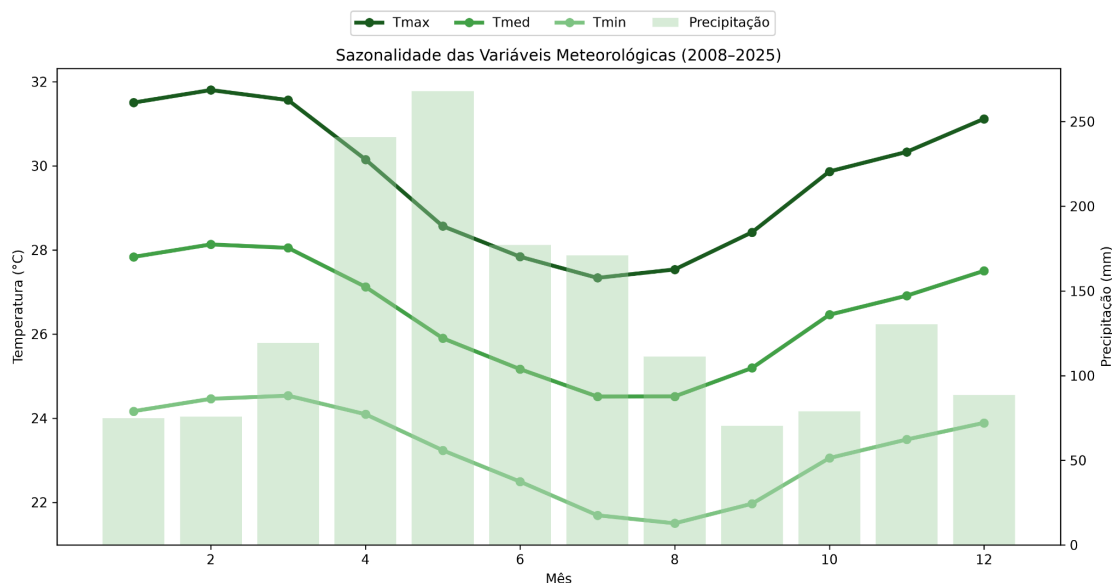
Realizou-se um estudo de série temporal mensal abrangendo o período de 2008 a 2025. Utilizaram-se dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento da estação automática A401 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados de morbidade do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) por local de residência. Foram selecionadas internações do Capítulo X da CID-10 (Doenças do Aparelho Respiratório), contemplando influenza (J09–J11), pneumonia (J12–J18), bronquite aguda (J20) e bronquiolite aguda (J21), agrupadas em crianças e adolescentes (0–19 anos), adultos (20–59 anos) e idosos (60 anos ou mais). Os dados meteorológicos diários foram agregados em médias mensais para temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, e em acumulados mensais para precipitação, enquanto os registros de morbidade foram agregados mensalmente e integrados à base meteorológica. Em seguida, caracterizou-se a variabilidade mensal das variáveis meteorológicas e das internações respiratórias. Posteriormente, as variáveis meteorológicas foram padronizadas e submetidas à Análise de Componentes Principais (ACP), sendo os escores utilizados como entrada no algoritmo K-Means para classificar os meses em tipos de tempo. A definição de quatro grupos baseou-se no método do cotovelo (*Elbow Method*), por representar o melhor compromisso entre a redução da inércia e a interpretação climatológica dos agrupamentos. Por fim, a associação entre os tipos de tempo e as médias mensais de internações respiratórias foi avaliada pelo teste não paramétrico H de Kruskal-Wallis, adotando-se um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).



Resultados

A série meteorológica apresentou o padrão sazonal esperado para Salvador, com estação chuvosa entre abril e julho e pico de precipitação em maio (>250 mm). Nesse período, observou-se redução das temperaturas, com os menores valores médios entre julho e agosto.

Figura 1. Médias mensais de temperatura máxima, média, mínima e precipitação acumulada em Salvador (BA).



Fonte: Elaboração pela autora (2026).

Tabela 1 - Resultado dos clusters.

Tmax	Tmin	Urmed	Prec	Vento	Classificação
29,14	23,45	82,2	313,85	1,31	Chuvoso úmido
31,32	24,08	75,02	70,63	1,38	Quente Seco
28,04	22,05	78,36	103,28	1,29	Ameno Seco
28,25	22,05	79,05	141,09	1,77	Úmido Ventilado

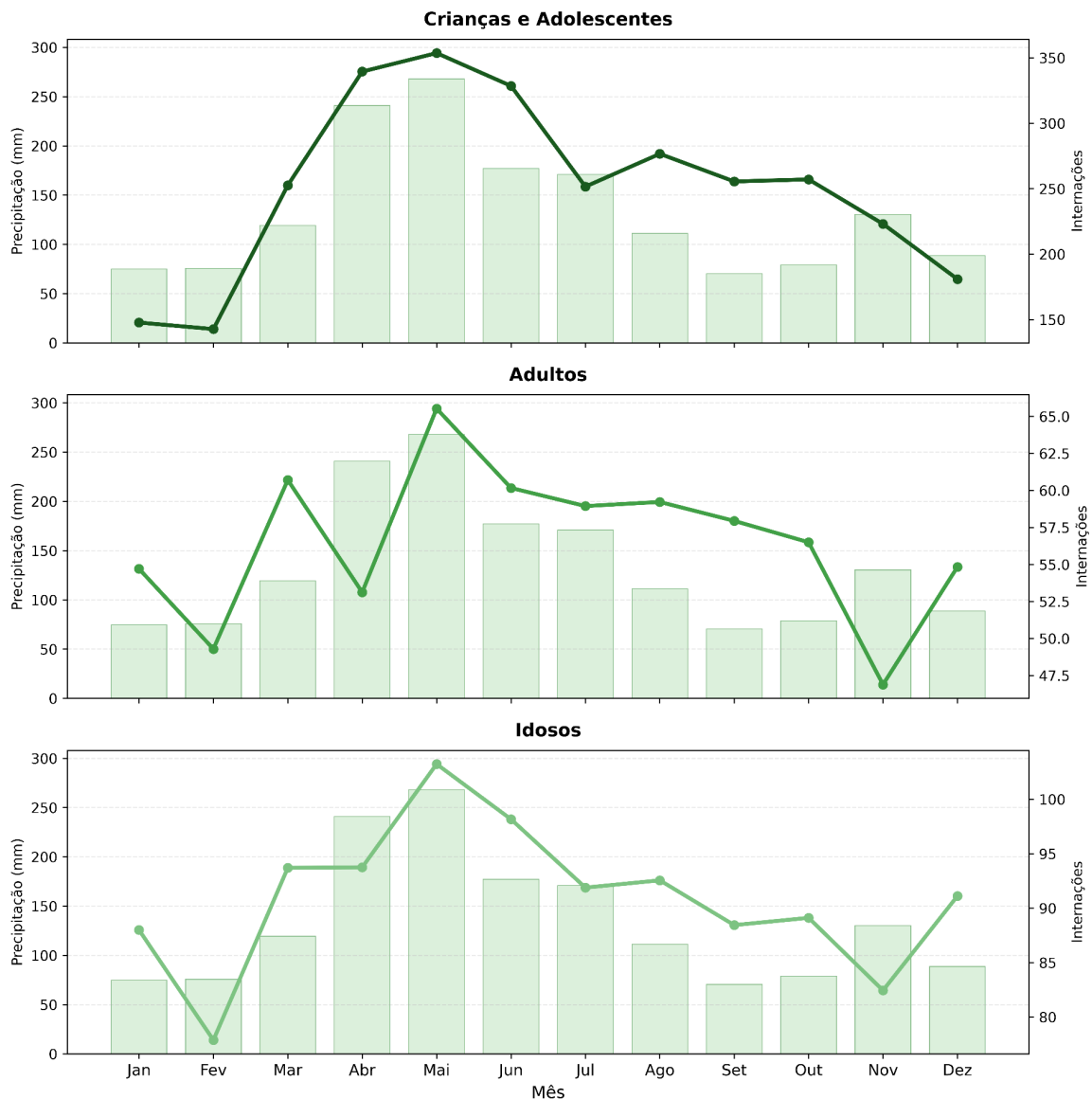
Fonte: Elaboração pela autora (2026).



A ACP reteve 77,4% da variância total nas duas primeiras componentes principais (PC1: 49,8%; PC2: 27,6%), sintetizando grande parte da variabilidade atmosférica mensal. O agrupamento K-Means classificou os meses em quatro tipos de tempo, interpretados com base nas médias das variáveis meteorológicas como “Chuvoso e Úmido”, “Quente e Seco”, “Ameno e Relativamente Seco” e “Úmido e Ventilado” (Tabela 1). Posteriormente, a associação entre esses tipos de tempo e as internações respiratórias foi avaliada por meio do teste de Kruskal-Wallis.

Figura 2. Sazonalidade mensal das Internações Respiratórias.

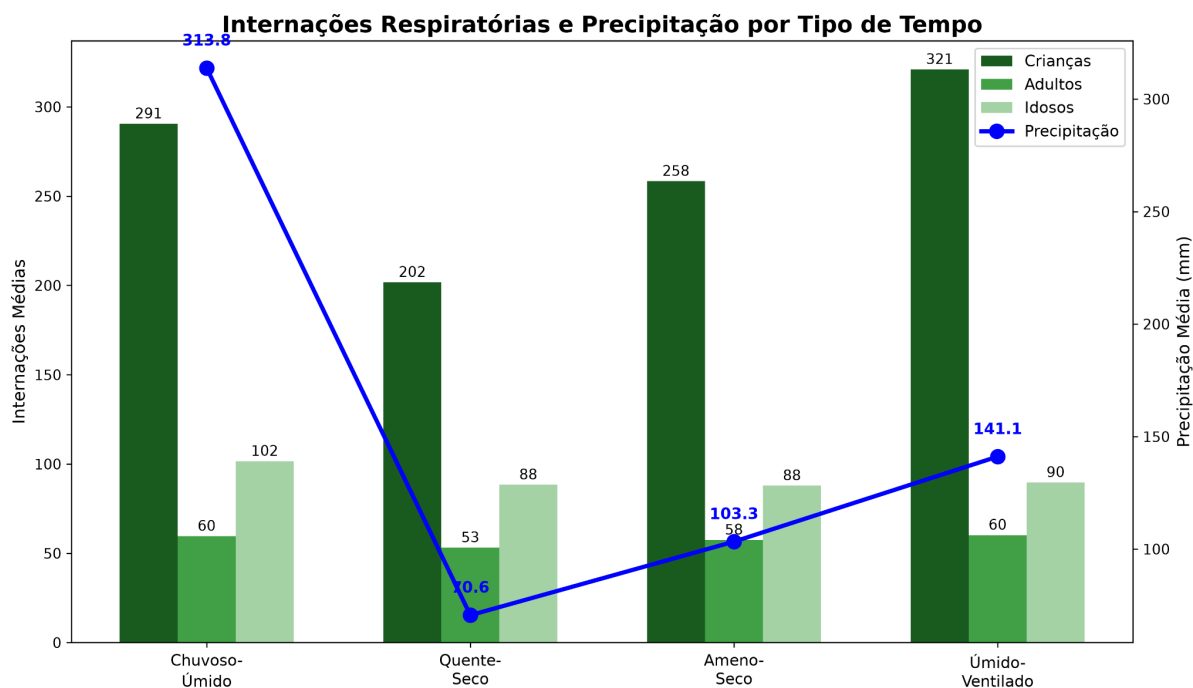
Sazonalidade das Internações Respiratórias e da Precipitação em Salvador (2008-2025)



Fonte: Elaboração pela autora (2026).



Figura 3. Internações respiratórias médias por faixa etária e precipitação média mensal segundo os tipos de tempo em Salvador (BA).



Fonte: Elaboração pela autora (2026).

Tabela 2 - Resultado do Teste de H de Kruskal-Wallis.

Faixa Etária	H de Kruskal Wallis	Valor-p	Significância
Crianças e adolescentes (0-19 anos)	33,80	$2,17 \times 10^{-7}$	Significativo ($p < 0,05$)
Adultos (20-59 anos)	5,97	0,1128	Não Significativo ($p > 0,05$)
Idosos (60+ anos)	1,94	0,5844	Não Significativo ($p > 0,05$)

Fonte: Elaboração pela autora (2026).

As internações aumentaram durante os meses mais chuvosos, principalmente entre crianças e adolescentes, passando de menos de 100 casos mensais no verão para cerca de 350 entre maio e junho. Embora as maiores médias tenham ocorrido nos tipos “Úmido e Ventilado” e “Chuvoso e Úmido”, a identificação dos pares de tipos de tempo com diferenças significativas exigiria teste pós-hoc.



Considerações Finais

As internações por doenças respiratórias em Salvador apresentaram um padrão associado aos meses mais úmidos e chuvosos. A análise multivariada permitiu identificar os tipos de tempo “Úmido e Ventilado” e “Chuvoso e Úmido” como aqueles associados às maiores médias de internações respiratórias. Esse impacto foi estatisticamente significativo apenas no grupo de crianças e adolescentes (0–19 anos), sugerindo maior sensibilidade desse grupo a cenários atmosféricos úmidos. Por se tratar de uma análise de série temporal mensal, os resultados devem ser interpretados como associações estatísticas, sem inferência causal direta. Os resultados fornecem subsídios ao planejamento sazonal em saúde pública, especialmente na atenção à população infantojuvenil. Além disso, os achados corroboram estudos anteriores que demonstram maior sensibilidade de crianças e adolescentes às variações das condições meteorológicas e à sazonalidade climática (Souza et al., 2012; Xavier et al., 2022). Estudos futuros poderão incorporar defasagens temporais entre condições meteorológicas e internações, taxas populacionais de internação e variáveis de qualidade do ar.

Referências

- JACOBSON, L. *et al.* Mortality Risk from Respiratory Diseases Due to Non-Optimal Temperature among Brazilian Elderlies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021.
- MANDÚ, T. B. *et al.* Efeito de condições meteorológicas em doenças respiratórias em capitais de diferentes dimensões no Norte e Nordeste do Brasil. *REGNE*, 2019.
- MIRANDA, M. Análise temporal das internações por gripe e pneumonia associadas às variáveis meteorológicas no Município de São Paulo, SP. [S. l.], v. 37, p. 61-71, 2016.
- MORIYAMA, M.; HUGENTOBLE, W. J.; IWASAKI, A. Seasonality of Respiratory Viral Infections. *Annual Review of Virology*, 2020.
- SHANG, X. *et al.* Global meta-analysis of short-term associations between ambient temperature and pathogen-specific respiratory infections, 2004 to 2023. *Eurosurveillance*, 2025.
- SOUZA, A. *et al.* Potential impacts of climate variability on respiratory morbidity in children, infants, and adults. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 38, n. 6, p. 708-715, 2012.
- XAVIER, J. *et al.* Climate seasonality and lower respiratory tract diseases: a predictive model for pediatric hospitalizations. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 75, n. 2, 2022.