

PESQUISA ORIGINAL IDENTIFICADO
TEMPERATURA AMBIENTAL E HOSPITALIZAÇÕES POR UROLITÍASE EM
MACEIÓ, ALAGOAS: ESTUDO ECOLÓGICO DE SÉRIE TEMPORAL ENTRE 2015
E 2025

AMBIENT TEMPERATURE AND HOSPITALIZATIONS FOR UROLITHIASIS IN
MACEIÓ, ALAGOAS: AN ECOLOGICAL TIME-SERIES STUDY FROM 2015 TO
2025

João Gabriel Almeida Costa¹, Marilyn Cavalcanti de Melo¹, Maria Gabriella Damasceno de Almeida¹, Joseli Lira Santos¹, Vandecia Amanda Silva de Lima², Nathália Rafaelly Silva Sousa¹

1. Acadêmicos do curso de Medicina do Centro Universitário de Maceió – UNIMA Afya.

2. Professora do curso de Medicina do Centro Universitário de Maceió – UNIMA Afya.

E-mail do autor correspondente: nathaliaarafaelly@gmail.com

Eixo Temático: 05 – Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

RESUMO

Introdução: A temperatura elevada tem sido associada à urolitíase por favorecer perdas hídricas, redução do volume urinário e concentração de solutos. **Objetivo:** Analisar a associação entre temperatura média ambiental e hospitalizações por urolitíase em residentes de Maceió, Alagoas, entre 2015 e 2025. **Método:** Estudo ecológico, retrospectivo, de série temporal, com 132 observações mensais, utilizando SIH/SUS e NASA POWER/MERRA-2. Foram realizadas análise descritiva, correlação de Pearson e regressão binomial negativa ajustada por tendência temporal, termos harmônicos sazonais e indicador de 2023–2025; a autocorrelação residual foi avaliada pelo teste de Ljung-Box. **Resultados:** Foram registradas 1.542 hospitalizações. A correlação bruta foi praticamente nula ($r=0,02$; $p=0,817$). No modelo ajustado, a temperatura não se associou significativamente às hospitalizações (IRR=1,09 por aumento de 1 °C; IC95%: 0,93–1,28; $p=0,272$). Na análise de sensibilidade de 2015–2022, o resultado permaneceu não significativo (IRR=1,14; IC95%: 0,93–1,40; $p=0,208$). **Discussão:** A amplitude térmica restrita e alterações assistenciais não quantificadas podem ter influenciado a série; houve autocorrelação residual. **Conclusão:** A ausência de associação significativa foi consistente entre as especificações avaliadas, embora a autocorrelação sugira possível subestimação da incerteza. **Palavras-chave:** Urolitíase. Temperatura. Mudança Climática. Hospitalização. Saúde Ambiental.

ABSTRACT

Introduction: High ambient temperature has been associated with urolithiasis through fluid losses, reduced urinary volume, and increased solute concentration. **Objective:** To analyze the association between mean ambient temperature and hospitalizations for urolithiasis among residents of Maceió, Alagoas, from 2015 to 2025. **Method:** Ecological, retrospective time-series study with 132 monthly observations using SIH/SUS and NASA POWER/MERRA-2 data. Descriptive analysis, Pearson correlation, and negative binomial regression adjusted for temporal trend, seasonal harmonic terms, and an indicator for 2023–2025 were performed; residual autocorrelation was assessed using the Ljung-Box test. **Results:** A total of 1,542 hospitalizations were recorded. The crude correlation was virtually null ($r=0.02$; $p=0.817$). Temperature was not significantly associated with hospitalizations in the adjusted model (IRR=1.09 per 1 °C increase; 95%CI: 0.93–1.28; $p=0.272$). In the 2015–2022 sensitivity analysis, the result remained non-significant (IRR=1.14; 95%CI: 0.93–1.40; $p=0.208$). **Discussion:** Restricted temperature variability and unquantified healthcare changes may have influenced the

series; residual autocorrelation was detected. **Conclusion:** The absence of a significant association was consistent across the evaluated specifications, although residual autocorrelation suggests that uncertainty may be underestimated.

Keywords: Urolithiasis. Temperature. Climate Change. Hospitalization. Environmental Health.

INTRODUÇÃO

A urolitíase é uma condição multifatorial do trato urinário, relacionada a fatores metabólicos, dietéticos, comportamentais, genéticos e ambientais. A redução do volume urinário favorece maior concentração e supersaturação de solutos, contribuindo para a cristalização, por isso, a hidratação adequada integra as principais medidas preventivas, com recomendação de volume urinário superior a 2,5 litros ao dia.¹

A temperatura ambiental tem sido investigada como possível determinante da doença litiásica, pois o calor pode intensificar perdas hídricas e favorecer desidratação quando a reposição é insuficiente. Meta-análise publicada em 2026 identificou maior ocorrência de apresentações por urolitíase em temperaturas elevadas (RR combinado=1,31; IC95%: 1,21–1,43), embora com heterogeneidade importante e limitações relacionadas a confundimento e mensuração dos desfechos.²

No Brasil, Abreu Júnior e Ferreira Filho identificaram associação positiva entre temperatura e hospitalizações por nefrolitíase em cidades de climas tropicais e subtropicais.³ Entretanto, hospitalizações também refletem acesso, oferta de assistência especializada e capacidade hospitalar. A questão torna-se relevante diante do aumento da frequência e intensidade de extremos de calor associado às mudanças climáticas.⁴ Assim, análises locais que considerem simultaneamente fatores ambientais, temporais e assistenciais podem contribuir para interpretar esse desfecho.

O presente estudo teve como objetivo analisar a associação entre a temperatura média ambiental e a frequência de hospitalizações por urolitíase em residentes de Maceió, Alagoas, entre 2015 e 2025, considerando tendência temporal, sazonalidade e mudanças observadas no padrão assistencial.

MÉTODO

Estudo ecológico, observacional, retrospectivo e de série temporal, realizado em Maceió, Alagoas, Brasil, com dados de janeiro de 2015 a dezembro de 2025. O mês-calendário constituiu a unidade de análise, totalizando 132 observações mensais.

A população foi composta por todas as hospitalizações por urolitíase de residentes de Maceió registradas no Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS). Foram incluídos registros classificados como “Urolitíase” na Lista de Morbidade da CID-10,

por local de residência, no período definido; registros fora desse intervalo foram excluídos. Os dados foram extraídos do TABNET/DATASUS, utilizando município – Maceió, conteúdo “Internações” e distribuição por ano e mês de atendimento.⁵

A temperatura média mensal foi obtida na plataforma NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER), parâmetro T2M (temperatura do ar a dois metros), para as coordenadas 9,5511° S e 35,7703° W. Os parâmetros meteorológicos do POWER são derivados da reanálise MERRA-2.⁶

A variável dependente foi o número mensal de hospitalizações e a exposição principal, a temperatura média mensal em graus Celsius. Também foram consideradas a tendência temporal, componentes harmônicos de sazonalidade e uma variável indicadora para 2023–2025, período em que se observou mudança expressiva no número de hospitalizações e na distribuição dos estabelecimentos prestadores.

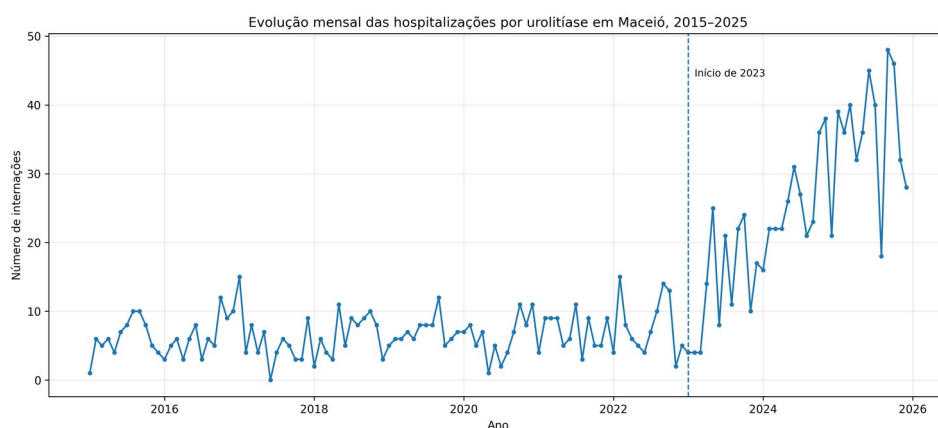
Realizou-se análise descritiva e a associação linear bruta foi explorada pelo coeficiente de Pearson. Diante da sobredispersão do desfecho, empregou-se regressão binomial negativa ajustada para temperatura, tendência temporal, sazonalidade e indicador de 2023–2025. A sazonalidade foi representada por termos harmônicos de seno e cosseno, de forma mais parcimoniosa e com menor colinearidade com a temperatura que indicadores mensais. Os resultados foram expressos em IRR e IC95%, com significância de 5%. Realizou-se análise de sensibilidade restrita a 2015–2022 e avaliou-se a autocorrelação residual pelo teste de Ljung-Box.

Foram utilizados exclusivamente dados secundários, agregados, de domínio público e sem identificação individual, sem acesso a prontuários ou contato com participantes; portanto, não houve submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa nem número de CAAE a informar.

RESULTADOS

Foram analisadas 132 observações mensais e registradas 1.542 hospitalizações por urolitíase, com média de 11,68 internações/mês e variação de 0 a 48. Entre 2015 e 2022, os totais anuais variaram de 68 a 93; a partir de 2023 houve elevação acentuada, com 164 hospitalizações em 2023, 305 em 2024 e 440 em 2025. A evolução mensal está apresentada na Figura 1.

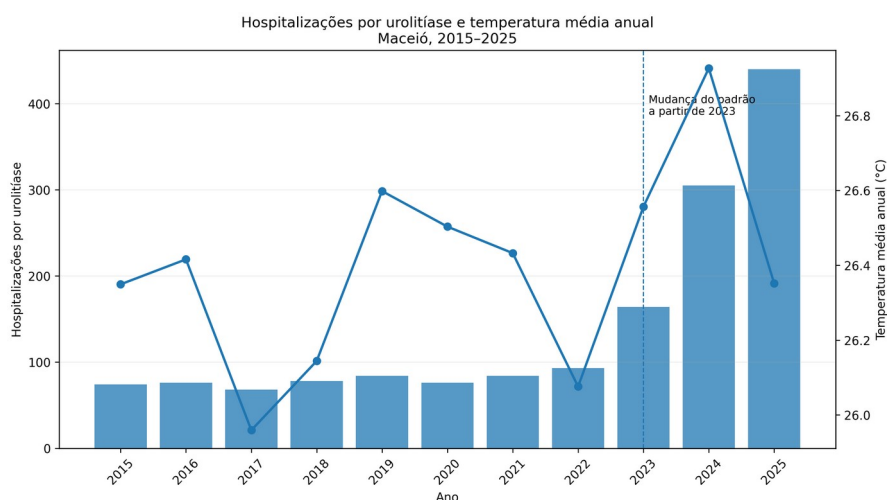
Figura 1. Evolução mensal das hospitalizações por urolitíase em residentes de Maceió, Alagoas, entre 2015 e 2025.



Fonte: Ministério da Saúde, Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) – DATASUS.

A temperatura média mensal foi de 26,39 °C (23,79–28,74 °C). A comparação entre hospitalizações anuais e temperatura média anual está apresentada na Figura 2.

Figura 2. Hospitalizações anuais por urolitíase e temperatura média anual em Maceió, Alagoas, entre 2015 e 2025.



Fonte: SIH/SUS-DATASUS e NASA POWER/MERRA-2.

A correlação entre temperatura média mensal e hospitalizações foi $r=0,02$ ($p=0,817$). Na regressão binomial negativa ajustada, a temperatura não apresentou associação estatisticamente significativa (IRR=1,09 por aumento de 1 °C; IC95%: 0,93–1,28; $p=0,272$). O indicador de 2023–2025 associou-se a maior frequência de hospitalizações (IRR=2,59; IC95%: 1,92–3,51; $p<0,001$). Na análise de sensibilidade restrita a 2015–2022, a estimativa para temperatura foi IRR=1,14 (IC95%: 0,93–1,40; $p=0,208$), também sem significância estatística. O teste de Ljung-Box indicou autocorrelação residual nos modelos avaliados ($p<0,05$).

DISCUSSÃO

A ausência de associação estatisticamente significativa difere parcialmente da literatura que relaciona maior temperatura a eventos por urolitíase. A meta-análise de Villanueva-Congote et al. demonstrou associação global positiva, porém com heterogeneidade e limitações de confundimento.² No Brasil, Abreu Júnior e Ferreira Filho também observaram associação positiva entre temperatura e hospitalizações por nefrolitíase.³ Em Maceió, a pequena amplitude das médias mensais reduz o contraste de exposição e pode limitar o poder para detectar efeitos de pequena magnitude.

A escala temporal também pode influenciar os achados. Tasian et al. identificaram efeitos mais intensos nos primeiros dias após temperaturas elevadas, sugerindo que médias mensais podem diluir associações de curta latência.⁷ Na análise restrita a 2015–2022, a associação também não foi significativa, reforçando a consistência do resultado nulo entre as especificações avaliadas, sem evidência de efeito limítrofe.

A elevação das hospitalizações a partir de 2023 coincidiu com alteração na distribuição dos estabelecimentos prestadores, mas não foi possível quantificar quais mudanças ocorreram na estrutura ou organização da rede. Portanto, essa modificação deve ser interpretada como achado descritivo e potencial fonte de confundimento, não como evidência causal de expansão assistencial.

Os resultados não afastam a relevância da prevenção da desidratação, pois a redução do volume urinário permanece biologicamente plausível na litogênese.¹ Diante da intensificação dos extremos térmicos,⁴ educação para hidratação e planejamento assistencial continuam pertinentes, embora esta série não demonstre associação independente com a temperatura média mensal.

As limitações incluem delineamento ecológico; uso do SIH/SUS, sem atendimentos não hospitalares ou setor suplementar; médias mensais, que podem atenuar efeitos diários; amplitude térmica restrita; e confundimento residual por variáveis ambientais, ocupacionais, hídricas e metabólicas. A mudança de 2023–2025 não pôde ser plenamente caracterizada. Além disso, o teste de Ljung-Box apresentou $p < 0,05$ nos modelos, indicando autocorrelação residual e sugerindo que os IC convencionais podem subestimar a incerteza real. Como pontos fortes, destacam-se 11 anos de dados mensais, fontes padronizadas, análise de sensibilidade e modelagem sazonal harmônica.

CONCLUSÃO

A série temporal de 2015 a 2025 não demonstrou associação estatisticamente significativa entre temperatura média mensal e hospitalizações por urolitíase em residentes de Maceió após

ajuste temporal e sazonal. A ausência de significância foi consistente entre as especificações avaliadas e permaneceu na análise de sensibilidade de 2015–2022. Contudo, a autocorrelação residual sugere possível subestimação da incerteza e exige interpretação cautelosa.

A alteração das hospitalizações em 2023–2025 não pôde ser caracterizada quanto aos determinantes assistenciais e deve ser considerada descritiva, não causal. Estudos futuros devem empregar dados meteorológicos diários, calor extremo, umidade e precipitação, modelos que incorporem dependência temporal e indicadores detalhados da rede assistencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. European Association of Urology. EAU Guidelines on Urolithiasis: metabolic evaluation and recurrence prevention [Internet]. Arnhem: EAU Guidelines Office; 2026 [citado 2026 ago 28]. Disponível em: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/metabolic-evaluation-and-recurrence-prevention>
2. Villanueva-Congote J, Marin-Urrego JC, Bakbak H, Kottooran C, Sridhar R, Marcovich R, et al. Association between ambient temperature and urolithiasis: a systematic review and meta-analysis. *Curr Urol Rep*. 2026;27(1):27. doi:10.1007/s11934-026-01341-4.
3. Abreu Júnior J, Ferreira Filho SR. Influence of climate on the number of hospitalizations for nephrolithiasis in urban regions in Brazil. *J Bras Nefrol*. 2020;42(2):175-81. doi:10.1590/2175-8239-JBN-2019-0155.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change. 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. Lee H, Romero J, editors. Geneva: IPCC; 2023. doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/SUS) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; [citado 2026 ago 28]. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/>
6. National Aeronautics and Space Administration. Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER): Monthly and Annual API [Internet]. Hampton (VA): NASA Langley Research Center; [citado 2026 ago 28]. Disponível em: <https://power.larc.nasa.gov/docs/services/api/temporal/monthly/>
7. Tasian GE, Pulido JE, Gasparrini A, Saigal CS, Horton BP, Landis JR, et al. Daily mean temperature and clinical kidney stone presentation in five U.S. metropolitan areas: a time-series analysis. *Environ Health Perspect*. 2014;122(10):1081-7. doi:10.1289/ehp.1307703.