ANÁLISE DE SÉRIE TEMPORAL DAS INTERNAÇÕES POR DIARREIA E GASTROENTERITE EM UMA REGIÃO AFETADA POR SECAS SEVERAS NO BRASIL

Sara do Nascimento Cavalcante [1]; Alexandre Cunha Costa [2]; Rafaella Pessoa Moreira [3]; Maria Adriana Martins e Silva [4]; Tainara Chagas de Sousa [5]; Caroline Evaristo Lourenço [6].

Palavras-Chave – Série Temporal; Diarreia; Água potável.

INTRODUÇÃO

Os impactos gerados pelas mudanças climáticas frente aos recursos hídricos no planeta reverberam na alteração do ciclo hidrológico, produzindo incertezas e dificuldades de abastecimento em muitas regiões do mundo. Não diferentemente, o cenário brasileiro já vem sendo impactado negativamente com essas alterações, como a ocorrência de inundações e períodos prolongados de seca, causando insegurança hídrica (Althoff; Rodrigues; Da Silva, 2022).

Diante disso, eventos de secas severas expõem a população a maiores riscos à saúde pública, considerando a disseminação de doenças transmitidas pela água, como a diarreia (Costa *et al.*, 2025). Com isso, o Nordeste brasileiro, por ser uma região propensa à períodos recorrentes de seca e com uma estação chuvosa concentrada em poucos meses, está mais vulnerável a ocorrência destas doenças.

Vale salientar que a diarreia é uma condição multifatorial que pode estar associada a questões socioeconômicas e sanitárias, cabendo atuação de profissionais da equipe multiprofissional de saúde, não somente para auxiliar em seu tratamento, mas também na prevenção de sua ocorrência (Barros Ca *et al*., 2024; Nunes *et al.*, 2023).

Dessa forma, justifica-se este estudo devido a importância da análise de dados de séries temporais e de modelos preditivos para auxiliar os profissionais do Serviço Único de Saúde (SUS) na compreensão da dimensão de internamentos futuros, melhorando a gestão de riscos e a mobilização de ações para reduzir seus impactos à população; principalmente, considerando a influência das mudanças climáticas.

Mediante o exposto, o presente estudo objetiva analisar a série temporal das internações por doenças diarreicas em uma região marcada por secas severas no Nordeste brasileiro, com vistas à previsão sazonal dessas internações.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo quantitativo do tipo ecológico sobre séries temporais mensais das internações por doenças diarreicas registradas entre janeiro de 2008 a janeiro de 2026 no município de Quixeramobim, no semiárido do estado do Ceará. Os dados são de domínio público disponíveis no Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) no portal Tabnet. As variáveis de interesse foram extraídas em março de 2026 e compreendem: município, número de casos/hospitalizações por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível. Para caracterização do perfil dos participantes, foram extraídos dados sobre sexo, faixa etária, cor e dias de permanência hospitalar.

Na análise dos dados foi utilizado o *Microsoft Excel*® para realizar os cálculos de frequência, sazonalidade, tendência e a plotagem gráfica da série. Foi utilizado o *Software ESA Tool*® (disponível em https://www.analisedeseriestemporais.com/) para análise descritiva da série temporal, verificação da normalidade da distribuição através do QQ-plot, cálculo da autocorrelação e da autocorrelação parcial da série e dos resíduos, e calibração e validação do modelo preditivo.

1,2,3,4,5,6) Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. saracavalcante@unilab.edu.br; cunhacos@unilab.edu.br.; rafaellapessoa@unilab.edu.br; adrianamartinssilvaams@gmail.com; desousa.tainarachagas@gmail.com; carolineevaristol@gmail.com

Aplicou-se a transformação logarítmica para reduzir a assimetria da série temporal de 2008 a 2020. Depois, aplicou-se a decomposição de 1° e 2° ordem para remoção da tendência e do efeito sazonal. Em seguida, foi aplicada a função de autocorrelação e autocorrelação parcial para avaliação da estrutura de correlação da série decomposta, no intuito de se identificar processos autorregressivos e de média móvel. Uma vez identificados os processos, foi escolhido o tipo de modelo preditivo entre AR, MA, ARIMA e SARIMA (Hyndman e Athanasopoulos, 2018). A quantidade dos parâmetros do modelo escolhido foi determinada pelo menor valor do *Akaike Information Criterion* (AIC). Por último, os resíduos do modelo ajustado foram avaliados em relação à normalidade e quanto a sua estrutura de correlação, pois espera-se autocorrelação e autocorrelação parcial desprezível. Quanto à previsão de dados (Pred), utilizou-se os anos de verificação de 2021 a 2025, realizando previsões a cada trimestre. Utilizou-se o valor do *Standard Error* (SE), que é o erro padrão de previsão (Pred ± 1,64×SE – intervalo de previsão de 90%).

RESULTADOS

Ao longo da série foram registrados um total de 145.079 internações por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível; representando 720.158 dias de permanência hospitalar, gerando ônus aos serviços de saúde. Além disso, a carga das doenças diarreicas onera não somente os cofres públicos, mas também os cidadãos, principalmente, os adultos do sexo feminino, economicamente ativo e com filhos em idade escolar, pois geram também absenteísmos laboral, devido a necessidade de cuidado dos filhos; bem como, o comprometimento da renda, principalmente dos mais vulneráreis (Al Fidah *et al*., 2025).

Coadunando a isso, neste estudo verificou-se que em sua maioria os internamentos se concentravam nos adultos de 20 a 29 anos (n=24.152; 16,65%) do sexo feminino (n=83.411; 57,49%) e da cor parda (n=93.086; 64,16%). Vale ressaltar que em relação a cor da pele, esse número está subestimado, visto que 36.973 (25,48%) dos indivíduos não informaram sua cor.

A série temporal em estudo é não estacionária e sua análise revelou uma tendência de crescimento linear acentuado combinada com um padrão sazonal mensal, conforme a Figura 1. O valor médio das internações por doenças diarreicas foi de 495, onde o menor número de internações ocorreu em julho de 2009 (n=315) e o maior foi em maio de 2023 (n=815); com desvio padrão de 100.

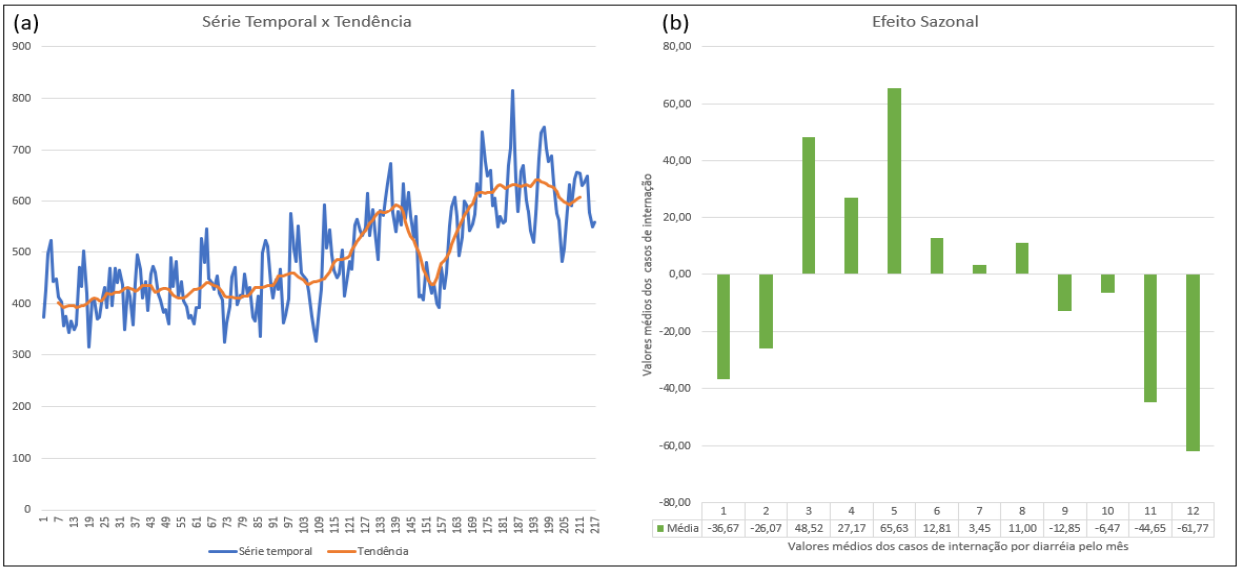


Figura 1. (a) Representação da Tendência com a série original e do (b) Efeito Sazonal da Série temporal das internações por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível em Quixeramobim – CE, 2008-2026. Fonte: autoria própria.

A análise da tendência da série (Figura 1a) permitiu observar uma flutuação entre os patamares iniciais, que apresentavam valores menores (predominando entre 300 e 500 no primeiro terço da amostra), exibindo uma trajetória ascendente contínua. Ao passo que no fim do período

amostral, a série estabeleceu um novo nível, estabilizando-se em patamares mais altos (predominando valores entre 550 e 750). Considerando a sazonalidade (Figura 1b), foram observados picos nos meses 3 e 5 (Março a Maio) coincidindo com a quadra chuvosa no estado do Ceará (Fevereiro a Maio) e decréscimos mais acentuados em 11 e 12 (Novembro e Dezembro), culminando na pré-estação, período em que pode haver precipitações, porém de forma irregular (FUNCEME, 2018).

Depois da avaliação da série e dos resíduos, conforme apresentado na metodologia, o modelo *Seasonal Autoregressive Integrated Moving* Average [SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)] foi escolhido e ajustado, com a seguinte ordem (1,1,1)(1,1,2). Previsões trimestrais foram realizadas para os anos de 2022, 2023, 2024 e 2025. Na Figura 2, apresenta-se o gráfico de previsão para 2023 como exemplo, contendo os casos de internação observados em conversão logarítmica (Observação), a Previsão dos casos para o ano de 2023, os Limites Inferior e Superior da Previsão; apresentando o acompanhamento do modelo junto aos eventos reais. As previsões do modelo SARIMA corretamente indicam o aumento no segundo trimestre e redução dos casos nos períodos subsequentes.

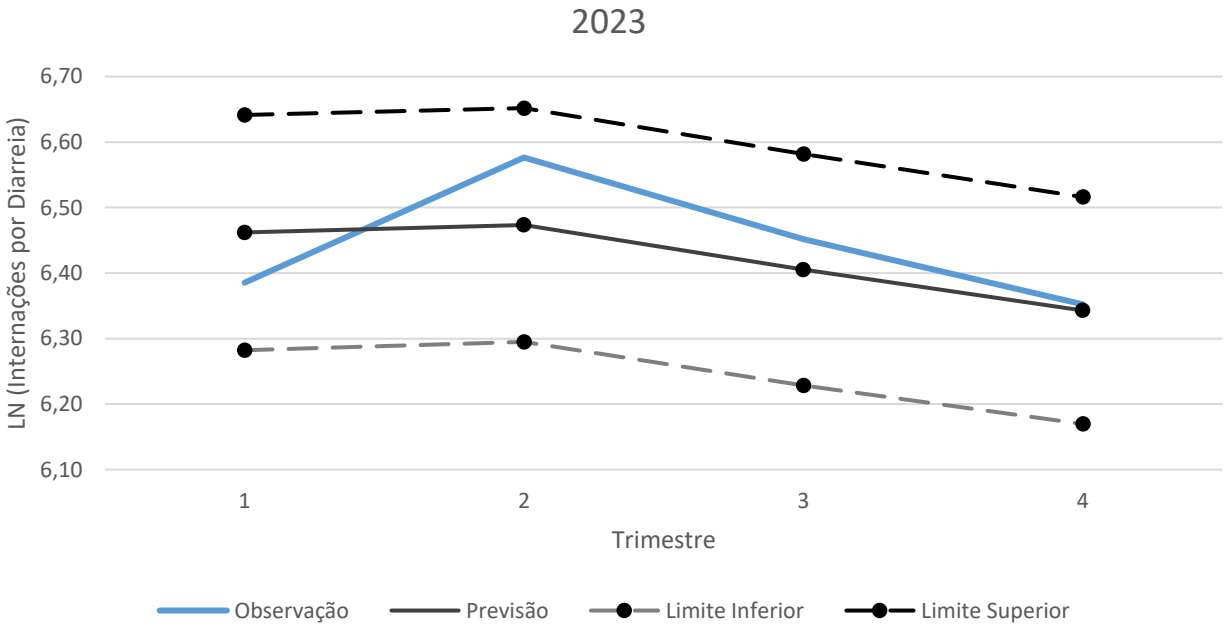


Figura 2. Modelo de Previsão das internações por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível em Quixeramobim – CE, 2023. Fonte: autoria própria.

Além das variações sazonais na série temporal (2008-2026), verifica-se que a região em estudo passou por períodos de seca prolongados de 2012 a 2017, onde posteriormente, observa-se aumentos dos casos de internações hospitalares por diarreia. Tal situação é justificada pela hipótese de concentração-diluição, em que secas prolongadas promovem o acúmulo de patógenos no solo, que são carreados por chuvas subsequentes, gerando casos de contaminação hídrica (Freire *et al.,* 2025; Sousa *et al*., 2025).

A situação de saúde apresentada vai de encontro a necessidade de alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 (Água Potável e Saneamento), que visa a garantia do acesso a água potável e saneamento básico para todos (Smith *et al*., 2020). Diante dos casos, é importante analisar a causa das internações, monitorar os mecanismos de transmissão da doença e se preparar para propor intervenções nos períodos de pico sazonais. Da mesma forma, que devem promover práticas de promoção à saúde, cuidados com a água e higiene (Feng *et al.,* 2026); e adoção de medidas de abastecimento de água seguras, a exemplo do Programa Cisternas (Costa *et al.*, 2025), para a redução da tendência de internações no longo-prazo.

Em suma, para reduzir as internações hospitalares, faz-se necessário que os governantes invistam em segurança hídrica e adotem a gestão de águas superficiais e subterrâneas em conjunto com estratégias de gestão de secas (Sousa *et al.*, 2025).

CONCLUSÕES

A série temporal apresenta crescimento linear de longo prazo e ciclos mensais, havendo aumento no número das internações após período de seca prolongada e aumento sazonal durante a estação chuvosa. Dessa forma, podem ser utilizados modelos preditivos para analisar a situação de saúde no curto-prazo e utilizar estratégias locais para reduzir a ocorrência das doenças diarreicas e gastroenterites de origem infecciosa presumível.

As limitações deste trabalho concentram-se na fonte dos dados, por ser um estudo documental, podendo haver subnotificação dos casos, não representando a totalidade do cenário de estudo. Dessa forma, faz-se necessário estudos que norteiem os tomadores de decisões e juntamente com suas equipes de saúde e planejamento, realizem estratégias para redução desses agravos à saúde da população.

REFERÊNCIAS

ABREU FILHO, P. R. G.; BARROS, A. C. S.; COSTA, A. C. *ESA TOOL: Uma ferramenta para a análise de séries temporais*, 2026. ESA Tool. Disponível em: http://esa.analisedeseriestemporais.com/. Acesso em: 10 de junho de 2026

AL FIDAH, M. F.; ISLAM, M. R.; AMIN, R.; NUZHAT, S.; AHMED, T.; FARUQUE, A. S. G. (2025). "*Cost of diarrhoea: a household perspective from seven countries in the Global Enteric Multicentre Study (GEMS)".* BMJ Paediatr Open, v.169, n.1, e003622.

ALTHOFF, D.; RODRIGUES, L. N.; DA SILVA, D. D. (2022). "*Climate and land management accelerate the Brazilian water cycle*". Nature Communications, v. 13, n. 1, p. 1-10.

BARROS CA, D. C.; FELIPE, M. G. S.; RÊGO NETO, M. C.; SOUSA, M. E. C.; ROUBERTE, E. S. C.; MORAIS, H. C. C. *et al.* (2024). "*Associação das condições socioeconômicas e sanitárias com a autoeficácia materna em prevenir a diarreia infantil*". Rev. Enferm. Atual In Derme, v.98, n.4, e024400.

COSTA, A. C.; CAVALCANTE, T. F.; OLIVEIRA, A. S. S.; LIMA NETO, I. E.; RIBEIRO NETO, G. G.; VAN OEL, P. R.; MOREIRA, R. P. (2025). "*Sharp decline of diarrhea hospitalizations despite historical drought in Brazil: The potential role of local water supply and public health measures*". J. Water Health, v.23, n.6, p.743-56.

FENG, J.; LIU, B.; WU, X. *et al.* (2026). "*Spatiotemporal patterns and 2025 forecasting of other infectious diarrheal diseases in Beijing, China: a 21-year population-based study (2004-2024)*". *BMC Public Health*. https://doi.org/10.1186/s12889-026-27967-0

FREIRE, C. C. *et al.* (2025). "*Groundwater access reduces water insecurity and diarrhea hospitalizations during prolonged droughts*". Hydrogeology Journal, v. 34, n. 1, p. 1-15.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (CEARÁ**).** *Para entender melhor a previsão climática para a estação chuvosa no Ceará e glossário de termos meteorológicos*. Fortaleza: FUNCEME, 2018. Disponível em: http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2023/01/Para-entender-melhor-a-previsao-climatica_2018.pdf. Acesso em: 17 jun. 2026.

HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. *Forecasting: Principles and Practice*. 2. ed. Melbourne, Austrália: OTexts, 2018.

NUNES, C.; ANDRADE, A.; VASCONCELOS, J.; PEREIRA, A. (2023). "*A Enfermagem Familiar e o Modelo Dinâmico de Avaliação e Intervenção Familiar*". Millenium - Journal of Education, Technologies, and Health, v.2, ed. Esp. 13, e32477, p.4-8.

SMITH, C. D.; JACKSON, K.; PETERS, H.; LIMA, S. H. (2020). "*Lack of safe drinking water for Lake Chapala Basin communities in Mexico inhibits progress toward Sustainable Development Goals 3 and 6".* Int J Environ Res Public Health, v.17, n. 22. https://doi.org/10.3390/ijerph17228328

SOUSA, T. C.; COSTA, A. C.; MOREIRA, R. P.; VAN OEL, P. R. (2025). "*Groundwater access reduces water insecurity and diarrhea hospitalizations in the drought-affected tropical drylands of Ceará,Brazil*". Hydrogeology Journal. Springer. https://doi.org/10.1007/s10040-025-02961-9

AGRADECIMENTOS

Às comunidades e profissionais da rede de saúde dos municípios participantes do projeto 3D4REAL; aos docentes e discentes da FADAT e UNIQ pelo apoio técnico; e às instituições parceiras e financiadoras pelo suporte institucional e financeiro: Wageningen University, NHL Stenden University of Applied Sciences, NWO, CNPq, UNILAB, FUNCEME, UFC e SOLAq.