

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DA VARIABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO NA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO PARNAÍBA

Francielma Machado do Nascimento Rodrigues¹, Mayra Fernandes Nobre Moscard², Daniele Torres Rodrigues³

RESUMO

A presente pesquisa está vinculada à linha de pesquisa Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água. O objetivo deste trabalho é caracterizar a variabilidade da precipitação na sub bacia do Baixo Parnaíba utilizando dados de sensoriamento remoto. Para isso, serão utilizados dados de precipitação estimados pelo produto Integrated Multi Satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement (IMERG) de 2001 a 2022. Além disso, pretende-se investigar as mudanças nos níveis e frequências das ocorrências de precipitação na sub bacia do Baixo Parnaíba. O monitoramento da distribuição espacial de chuva em bacias hidrográficas por meio de satélites, podem auxiliar na prevenção de eventos extremos em áreas de interesse para o planejamento dos recursos hídricos. Com a realização da pesquisa espera-se que os resultados contribuam para a caracterização da precipitação na sub bacia do Baixo Parnaíba. Esse trabalho está associado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o objetivo de número 13, impactando diretamente no combate às alterações climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto, IMERG, Chuva.

ABSTRACT

The research is linked to the Water Security and Multiple Uses of Water research line. The objective of this work is to characterize the variability of precipitation in the Baixo Parnaíba sub-basin using remote sensing data. For this, precipitation data estimated by the product Integrated MultiSatellite Retrievals for Global Precipitation Measurement (IMERG) from 2001 to 2022. Will be used. Furthermore, we intend to investigate changes in the levels and frequencies of precipitation occurrences in the Baixo Parnaíba sub-basin. Monitoring the spatial distribution of rainfall in river basins using satellites can help prevent extreme events in areas of interest for water resources planning. With the research carried out, it is expected that the results will contribute to the characterization of precipitation in the Baixo Parnaíba sub-basin. This work is associated to the Sustainable Development Goals (SDG) with objective number 13, directly impacting the fight against climate change.

KEYWORDS: Remote sensing, IMERG, Rain.

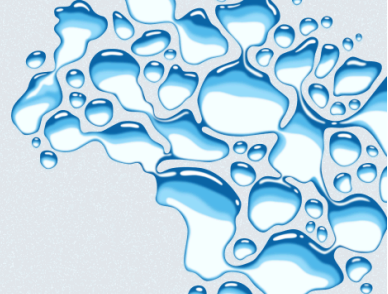
INTRODUÇÃO

A análise dos padrões de ocorrência das chuvas é fundamental para o planejamento e operação dos recursos hídricos, especialmente em regiões de clima semiárido, como a bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Essa bacia se caracteriza por uma alta variabilidade espaço-temporal das precipitações, o que torna a compreensão dos padrões climáticos uma ferramenta essencial para a gestão desses recursos (Soares et al., 2016). A instabilidade das chuvas nessas áreas exige um acompanhamento constante e preciso, visto que a gestão da água em regiões semiáridas depende de previsões adequadas para evitar escassez e perdas econômicas.

¹ Aluna da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água. Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: francielma28@hotmail.com.

² Docente no Programa de mestrado profissional em rede nacional sobre gestão e regulação de Recursos Hídricos, na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: mfnobre@gmail.com.

³ Docente no Programa de mestrado profissional em rede nacional sobre gestão e regulação de Recursos Hídricos, na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: mspdany@yahoo.com.br



Apesar das limitações, as estimativas de chuvas obtidos por satélite são amplamente utilizados em estudos hidrológicos (Rodrigues et al., 2021; Santos et al., 2024). Isso ocorre, pois a distribuição de pluviômetros que resistam o quantitativo de chuva observado na superfície é limitada e não cobre todo o território (Nóbrega et al., 2008). Essa restrição geográfica torna a utilização do sensoriamento remoto relevante, pois os satélites podem fornecer informações contínuas e abrangentes, capazes de preencher as lacunas de dados em áreas onde a infraestrutura de coleta é insuficiente, como na Bacia do Parnaíba (Batista et al., 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo caracterizar os padrões de precipitação na sub-bacia do Baixo Parnaíba. A pesquisa se propõe a analisar aspectos como o ciclo sazonal e as tendências da precipitação, utilizando os dados estimados pelo produto Integrated Multi Satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement (IMERG), versão 7, durante o período de 2001 a 2022. Essas informações são de grande importância para o gerenciamento dos recursos hídricos na região, bem como para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes na produção agrícola e para a formulação de políticas públicas de saúde e segurança hídrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados nesse estudo são disponibilizados pelo Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) da National Aeronautics and Space Administration (NASA) por meio da plataforma Giovanni (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>). As estimativas da precipitação do produto IMERG são fornecidas em uma grade de 0,1° com um intervalo de amostragem temporal de 30 minutos.

Para caracterização da precipitação na bacia do Baixo Parnaíba se fez o uso de estatísticas descritivas, gráficos e mapas para visualização da distribuição de médias da precipitação ao longo do tempo. Para verificar as mudanças nos níveis e frequências das ocorrências de precipitação ao longo do tempo serão utilizados os testes de Mann-Kendall (Libiseller e Grimvall, 2002) e Sen's Slope (Sen, 1968).

O teste Mann-Kendall é um teste não paramétrico que analisa a tendência em uma série temporal. Este teste é recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para testar tendências positivas, negativas ou nulas em séries ambientais. A estatística de teste de Mann – Kendall é representado pela Equação (1)

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

Onde S é o resultado da soma das contagens de $(X_j - X_k)$; X_j é o primeiro valor depois de x_i do índice extremo de precipitação; e n é o número de elementos de dados da série temporal.

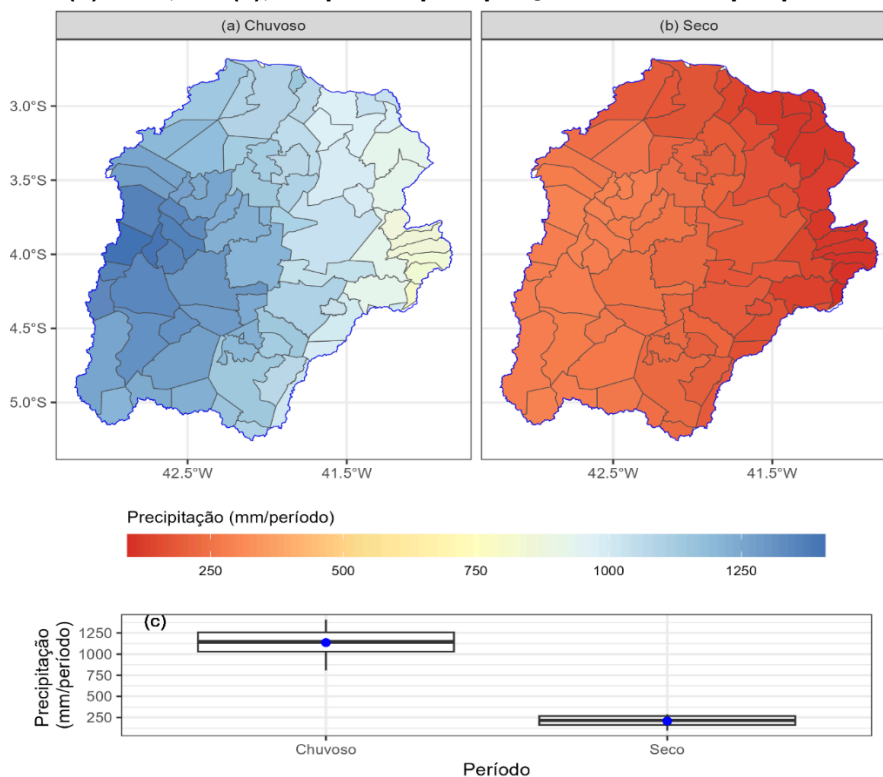
O valor de S indica uma tendência crescente, enquanto um valor negativo indica uma tendência decrescente.

Os valores atribuídos a cada par de dados estão indicados na Equação (2)

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1, & \text{if } x_j - x_k > 0 \\ 0, & \text{if } x_j - x_k = 0 \\ -1, & \text{if } x_j - x_k < 0 \end{cases}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 1 - Distribuição espacial da precipitação média acumulada (mm) por município nos períodos (a) chuvoso e (b) seco; em (c), boxplot da precipitação acumulada por período.

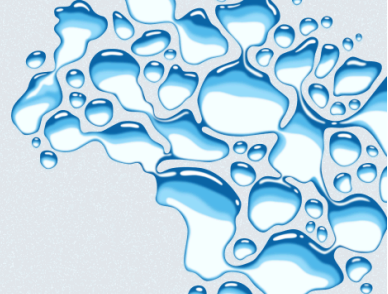


Fonte: Autoria Própria (2025)

A análise espacial apresentada na Figura 1a-b apresenta os padrões nos períodos chuvoso (janeiro a maio) e seco (junho a dezembro). Durante a estação chuvosa, os acumulados médios de precipitação municipais variaram de 808 mm em Guaraciaba do Norte (CE) a 1.406 mm em Buriti (MA), com 50% dos municípios apresentando totais superiores a 1.145 mm. Essa precipitação corresponde a aproximadamente 84% do total anual, confirmando a forte concentração das chuvas em apenas cinco meses. Além disso, a distribuição espacial mostra valores mais elevados no setor oeste e na faixa litorânea do Maranhão, enquanto as áreas serranas a leste, especialmente nos municípios localizados no Ceará, apresentam os menores acumulados (Figura 1a). Isso ocorre, pois, o conjunto regional de áreas serranas atua como uma barreira orográfica, gerando efeito de sombra pluviométrica que reduz os totais de precipitação no leste da bacia (Hastenrath, 2012; Reboita et al., 2021).

Os boxplots apresentados na Figura 1c complementam e reforçam o contraste entre os períodos chuvoso e seco observado na análise espacial (Figura 1a-b). Enquanto no período chuvoso os acumulados de precipitação são superiores a 800 mm, no período seco os acumulados são significativamente menores, variando de 94,8 mm em Guaraciaba do Norte (CE) a 288 mm em Timon (MA), com média de 208 mm e desvio padrão de 61 mm entre os municípios. Apesar dos baixos valores absolutos, a variabilidade espacial permanece relevante, refletindo tanto efeitos orográficos quanto a atuação de sistemas locais de precipitação. A concentração pluviométrica em poucos meses do ano, reforça a vulnerabilidade hídrica da região e a necessidade de estratégias de monitoramento e gestão integrada dos recursos hídricos, fundamentais para mitigar os impactos da estação seca prolongada sobre a agricultura de sequeiro e o abastecimento superficial.

Os principais resultados e produtos esperados incluem: mapas detalhados, relatórios de impactos, publicações científicas. Além disso, espera-se que as descobertas influenciem a



formulação de políticas públicas e promovam a educação e a sensibilização sobre segurança hídrica e mudanças climáticas entre a população local.

CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou a forte sazonalidade pluviométrica da região, com mais de 80% das chuvas concentradas entre janeiro e maio e longos períodos de estiagem. Observou-se contraste espacial relevante, com maiores acumulados no setor oeste e no litoral maranhense, e menores índices nas áreas serranas a leste, influenciados pelo efeito orográfico. Esse padrão reforça a vulnerabilidade hídrica regional e a necessidade de estratégias de monitoramento e gestão integrada dos recursos hídricos, fundamentais para reduzir os impactos da variabilidade climática sobre a agricultura e o abastecimento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof^áGua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

BATISTA, F. F.; RODRIGUES, D. T.; SANTOS E SILVA, C. M. Analysis of climatic extremes in the Parnaíba River Basin, Northeast Brazil, using GPM IMERG-V6 products. **Weather and Climate Extremes**, v. 43, p. 100646, 2024.

HASTENRATH, S. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. **Climate Dynamics**, 39: 37–55, 2012.

HUFFMAN, G. J.; BOLVIN, D. T.; NELKIN, E. J.; WOLFF, D. B.; ADLER, R. F.; GU, G.; HONG, Y. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. **Journal of Hydrometeorological**, v. 8, n. 1, p. 38-55, 2007.

LIBISELLER, C.; GRIMVALL, A., (2002), Performance of partial Mann-Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. **Environmetrics**, 13, 71–84, doi:10.1002/env.507.

NÓBREGA, R. S.; de SOUZA, E. P.; SOUSA, F. de A. S. de. Análise da utilização de dados do satélite TRMM em um modelo hidrológico semi-distribuído na bacia do rio Jamari (RO). **Revista Brasileira de Geografia Física Recife**, v. 1, n. 1, p. 47-61, 2008.

REBOITA, M. S. et al. Causas da variabilidade da precipitação no Brasil. **Rev. Bras. Climatologia**, 29: 260–290, 2021.

RODRIGUES, D. T.; SANTOS E SILVA, C. M. ; REIS, J. S. ; PALHARINI, R. S. A. ; CABRAL JUNIOR, J. B. ; SILVA, H. J. F. ; MUTTI, P. R. ; BEZERRA, B. G. ; GONCALVES, W. A. . Evaluation of the IMERG product in the São Francisco Basin, Brazil. **Water JCR**, v. 13, p. 2714, 2021

SANTOS, A. L. M.; GONCALVES, W. A. ; ANDRADE, L. M. B.; RODRIGUES, D. T.; BATISTA, F. F.; LIMA, G. C.; SANTOS E SILVA, C. M. Space-Time Characterization of Extreme Precipitation Indices for the Semiarid Region of Brazil. **Climate JCR**, v. 12, p. 43, 2024.

7^o SEMINÁRIO NACIONAL DO Prof^ÁGUA

8 A 10 DE OUTUBRO DE 2025
SEDE DA ANA - BRASÍLIA (DF)

SOARES, A. S. D.; DA PAZ, A. R; PICCILLI, D. G. A. Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 2, p. 288- 299, 2016.