



I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Água para o Desenvolvimento
Recife, 24, 25 e 26 de Março de 2026

ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ (PB) USANDO O GOOGLE EARTH ENGINE (GEE)

Luiz Eduardo Cavalcante Martins¹ ; Carolynne Wanessa Lins de Andrade Farias²

Palavras-chave: Precipitação; Evapotranspiração; Recursos hídricos; Variabilidade climática; Sensoriamento remoto; CHIRPS; MODIS; Semiárido.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos em regiões semiáridas constitui um dos principais desafios ambientais e socioeconômicos do Brasil, em razão da elevada variabilidade climática, da irregularidade das chuvas e da recorrência de eventos de escassez hídrica (SOARES et al., 2024). Nessas áreas, a disponibilidade de água superficial é determinante para o planejamento territorial, a produção agrícola, o abastecimento e a segurança hídrica da população.

Nesse contexto, o balanço hídrico destaca-se como ferramenta fundamental de análise hidrológica, pois permite quantificar as entradas e saídas de água em uma bacia ao longo do tempo, auxiliando na identificação de períodos de déficit e estresse hídrico (TOMASELLA; ROSSATO, 2005; RHODEN et al., 2016). Em ambientes semiáridos, a combinação entre baixos índices pluviométricos e elevados valores de evapotranspiração resulta em disponibilidade hídrica limitada, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo dessas variáveis (FRANCISCO et al., 2021). O avanço das técnicas de sensoriamento remoto tem ampliado a capacidade de análise espaço-temporal de processos hidrológicos, especialmente em regiões com escassez de dados observacionais. A integração de produtos como o CHIRPS, para precipitação, e o MODIS, para evapotranspiração, processados em ambientes computacionais como o Google Earth Engine, tem se mostrado eficiente na avaliação do balanço hídrico em bacias hidrográficas (SILVA et al., 2023).

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo estimar e analisar o balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Taperoá (PB), no período de 2021 a 2024, por meio da integração de dados de precipitação e evapotranspiração real obtidos por sensoriamento remoto, contribuindo para o entendimento da dinâmica hidroclimática regional e para o suporte ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Taperoá, localizada no estado da Paraíba, inserida no domínio do semiárido brasileiro e caracterizada por clima do tipo BSh, segundo a classificação de Köppen, com elevada variabilidade espaço-temporal da precipitação e predominância de déficit hídrico ao longo do ano

¹) Bacharelado em Geografia - Universidade Federal da Paraíba (UFPB), CCEN, Departamento de Geociências, Campus I - João Pessoa (PB). luiz.cavalcante@academico.ufpb.br

²) Professora Adjunta - Universidade Federal da Paraíba (UFPB), CCEN, Departamento de Geociências, Campus I - João Pessoa (PB). carolynelins.ufpb@gmail.com

(FRANCISCO et al., 2021). A precipitação média anual da bacia é de aproximadamente 550 mm, concentrando-se principalmente entre fevereiro e maio, período responsável por cerca de 75% do total anual, enquanto a estação seca se estende por aproximadamente oito a dez meses (AESA, 2004; NASCIMENTO et al., 2014). Estudos em bacias do semiárido paraibano indicam forte dominância da evapotranspiração nos processos hidrológicos regionais. Na bacia do açude Epitácio Pessoa, Medeiros et al. (2018) observaram que cerca de 68% da precipitação anual média é convertida em evapotranspiração, evidenciando a elevada demanda atmosférica por água típica do semiárido. Esses valores foram adotados como referência regional para a caracterização hidroclimática da área de estudo.

A estimativa do balanço hídrico foi realizada a partir de dados de sensoriamento remoto processados na plataforma Google Earth Engine (GEE). A precipitação foi obtida do produto CHIRPS, com resolução espacial aproximada de 5 km e frequência diária, enquanto a evapotranspiração foi derivada do produto MODIS16A2, com resolução espacial de 500 m e periodicidade de oito dias. A delimitação da bacia foi realizada por meio de uma máscara geográfica em formato raster, utilizada para o recorte espacial dos produtos. Foram analisados dados referentes ao período de janeiro de 2021 a dezembro de 2024. Os valores diários de precipitação foram agregados por soma para obtenção dos totais mensais, e os dados de evapotranspiração foram acumulados mensalmente, assegurando a compatibilização temporal das variáveis. O balanço hídrico mensal foi então calculado conforme a Equação 1:

$$BH = P_{Mensal} - ET_{mensal} \quad (1)$$

Posteriormente, foi calculada a média mensal do balanço hídrico para todo o período de estudo, resultando em um único mapa representativo das condições médias de disponibilidade hídrica da bacia no intervalo de 2021 a 2024, conforme a Equação 2:

$$BH_{médio} = \frac{1}{48} \sum_{2021}^{2024} (P_{mensal} - ET_{mensal}) \quad (2)$$

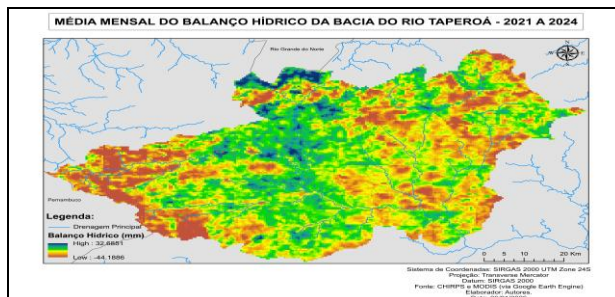
Em que BH médio corresponde ao balanço hídrico médio mensal do período analisado, P mensal representa a precipitação mensal (mm), ET mensal a evapotranspiração real mensal (mm), e 48 o número total de meses considerados. Por fim, os produtos resultantes foram exportados em formato GeoTIFF e analisados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) utilizando o software QGIS versão 3.40.

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da integração dos dados de precipitação do CHIRPS e de evapotranspiração real do MODIS evidenciam a forte variabilidade espaço-temporal do balanço hídrico na bacia do Rio Taperoá. O mapa da média mensal do balanço hídrico (Figura 1) revela predomínio de valores negativos em grande parte da bacia, indicando condições persistentes de déficit hídrico, sobretudo nas regiões oeste, sudoeste e leste do território analisado. Em contrapartida, áreas localizadas principalmente na porção central e em setores com altitudes relativamente mais elevadas da bacia apresentaram valores de balanço hídrico menos negativos ou levemente positivos, sugerindo maior disponibilidade hídrica relativa. Essa variabilidade espacial pode estar associada, entre outros fatores, à influência de características geográficas locais na distribuição da precipitação, uma vez que estudos no Nordeste brasileiro indicam que diferenças espaciais nos índices pluviométricos estão relacionadas tanto à orografia quanto a outros

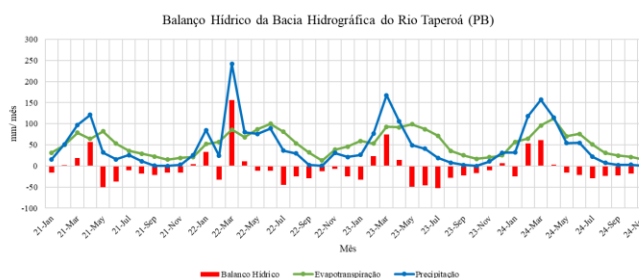
controles geográficos regionais, produzindo padrões distintos de chuva entre setores de uma mesma bacia ou região (PEREIRA, 2013; SILVA et al., 2022).

Figura 1 – Média mensal do balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Taperoá (PB) de 2021 a 2024.



De forma complementar, a análise da série temporal mensal do balanço hídrico no período de 2021 a 2024 (Figura 2) evidencia comportamento hidrológico fortemente sazonal, típico de ambientes semiáridos. Observa-se que os maiores volumes de precipitação concentram-se entre fevereiro e maio, quando os valores de balanço hídrico tornam-se positivos ou menos negativos, indicando períodos de maior disponibilidade hídrica superficial. Em contraste, entre junho e novembro predominam valores negativos de balanço hídrico, associados à redução acentuada da precipitação e à manutenção de elevados índices de evapotranspiração, caracterizando déficit hídrico prolongado.

Figura 2 – Gráfico da Média mensal do balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Taperoá (PB) de 2021 a 2024.



A série temporal revela ainda expressiva variabilidade interanual, com destaque para o ano de 2022, que apresentou os maiores picos de balanço hídrico positivo, sobretudo no mês de março. Por outro lado, os anos de 2021 e 2023 registraram períodos mais extensos de déficit hídrico, principalmente no segundo semestre. Assim, o comportamento temporal observado no gráfico complementa e explica a distribuição espacial evidenciada no mapa, demonstrando que a predominância de áreas sob déficit hídrico na bacia decorre diretamente da forte sazonalidade das chuvas e da persistência de elevados valores de evapotranspiração ao longo do ano.

CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu a caracterização do comportamento médio mensal do balanço hídrico da bacia do Rio Taperoá no período de 2021 a 2024, evidenciando a predominância de déficit hídrico e a expressiva variabilidade espacial e temporal da disponibilidade de água na região. A integração de dados de sensoriamento remoto com técnicas de processamento em ambiente de computação em nuvem mostrou-se uma abordagem eficiente e consistente para o monitoramento hidroclimático em bacias inseridas no semiárido. Os resultados obtidos fornecem subsídios relevantes para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, contribuindo para a compreensão dos padrões de vulnerabilidade hídrica da bacia.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão ao CNPQ pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa por meio do EDITAL 04/2025/PROPESQ - PIBIC/PIBIT/UFPB/CNPq - SELEÇÃO DE PROJETOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; Ao Laboratório de Estudos em Gestão de Água e Território (LEGAT), pelo apoio técnico e científico; à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ) pelo incentivo à pesquisa científica; bem como às instituições responsáveis pela produção e disponibilização dos dados utilizados neste estudo, em especial o Climate Hazards Group (CHIRPS) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA), cujos produtos climáticos e de evapotranspiração foram acessados e processados por meio da plataforma Google Earth Engine (GEE).

REFERÊNCIAS

- RHODEN, A. C. et al. (2016). A importância da água e da gestão dos recursos hídricos. *Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos*, n. 1, 2016.
- FRANCISCO, P. R. M. et al. Balanço hídrico climatológico e evapotranspiração de referência da bacia hidrográfica do Rio Taperoá – PB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 5, p. 2741–2760, 2021.
- SILVA, Itallo Dirceu Costa ; et al. Avaliação do uso e ocupação das terras e balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do alto rio do Itapecuru, Maranhão. *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, ISSN 2318-0358, Sergipe, 19 a 24 nov. 2023. Trabalho XXV-SBRH1245.
- SOARES, Gabriel Antonio Silva; et al. Análise do balanço hídrico da bacia hidrográfica do Riacho Cachoeira, Serra Talhada, Pernambuco. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v. 5, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14613167>. Acesso em: 3 jan. 2026.
- TOMASELLA, J.; ROSSATO, L. (2005). Balanço hídrico. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/JavierTomasella/publication/41560239_Balanco_hidrico/links/00b49519caef96e7e1000000/Balanco-hidrico.pdf.
- PEREIRA, T. Influência do relevo na precipitação das regiões hidrográficas do litoral norte de Alagoas. *GEOUSP: Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 223-236, 2013.
- SILVA, A. S.; et al. Spatial and temporal variability of precipitation complexity in Northeast Brazil. *Sustainability*, Basel, v. 14, n. 20, p. 13467, 2022. DOI: 10.3390/su142013467.
- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2004. Proposta de instituição do comitê da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, conforme Resolução no 1, de 31 de agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Campina Grande.
- Medeiros, I.C., Silva, J.F.C.B.C, Silva, R.M., Santos, C.A.G., 2018. Run-offerosion modelling and water balance in the Epitácio Pessoa Dam river basin, Paraíba State in Brazil. *International Journal of Environmental Science and Technology* [online] 16.
- Nascimento, S.S., Lima, E.R.V., Lima, P.P.S., 2014. Uso do NDVI na análise temporal da degradação da caatinga na sub-bacia do Alto Paraíba. *OKARA: Geografia em debate* 8, 7293.