ANÁLISE DO BALANÇO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAÚBAS, SEMIÁRIDO PARAIBANO, UTILIZANDO O MODELO SWAT+

Maria Júllia Souza Pontes [1] ; Luiz Eduardo Cavalcante Martis [2]; Eduardo de Melo Rodrigues Cunha [3] ; Daniela Rodrigues dos Santos[4]; Gabriel Fernandes da Silva[5]; Luana Ramos de Oliveira[6]; Vinicius José da Costa Rodrigues[7]; Alexandro Medeiros Silva[8];Carolyne Wanessa Lins de Andrade Farias[9]

RESUMO – A análise hidrossedimentológica em bacias hidrográficas é fundamental para compreender a dinâmica da água e dos sedimentos em locais ambientalmente vulneráveis, especialmente no semiárido brasileiro. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar o balanço hidrossedimentológico na bacia hidrográfica do rio Caraúbas, localizada no alto curso da bacia do rio Paraíba, no semiárido paraibano, utilizando o modelo SWAT+ no período de 1997 a 2022. Para isso, foram utilizados dados de relevo, informações pedológicas, uso e cobertura da terra do MapBiomas 2023 e dados hidrometeorológicos da ANA e do INMET. Os resultados evidenciaram forte variabilidade espacial e temporal na bacia, com setores de maior concentração de precipitação, áreas com maior umidade do solo, predominância de elevadas perdas por evapotranspiração e focos localizados de maior suscetibilidade à produção de sedimentos. A síntese do balanço hídrico indicou forte limitação hídrica, compatível com as condições do semiárido. Embora existam incertezas associadas à modelagem hidrológica, uma vez que o modelo não foi calibrado, os resultados permitiram identificar padrões relevantes da dinâmica hidrossedimentológica da bacia, demonstrando o potencial do modelo como ferramenta de apoio à análise ambiental.

ABSTRACT – Hydrosedimentological analysis in watersheds is essential for understanding water and sediment dynamics in environmentally vulnerable areas, especially in the Brazilian semiarid region. In this context, this study aimed to analyze the hydrosedimentological balance in the Caraúbas River watershed, located in the upper course of the Paraíba River basin, in the semiarid region of Paraíba State, Brazil, using the SWAT+ model for the period from 1997 to 2022. Relief

[1]) Graduanda em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil – souzajullia64@gmail.com
[2]) Graduando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil – eduardoeju2017@gmail.com
3)Graduando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil – eduardo.melo.rodrigues.cunha@gmail.com
4)Graduanda em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil – dr6434815@gmail.com
5)Graduando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil –gabriel.fernandes.silva@academico.ufpb.br
6)Graduanda em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil – lro@academico.ufpb.br
7)Graduando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil – viniciusrodri082004@gmail.com
8)Professor Adjunto I do Departamento de Geociências/CCEN na Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 – Brasil - alexandro.medeiros@academico.ufpb.br
9)Professor(a) Adjunto(a) I do Departamento de Geociências/CCEN na Universidade Federal da Paraíba - Campus I, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco - João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 – Brasil - carolynelins.ufpb@gmail.com

data from the 30 m SRTM DEM, pedological information from EMBRAPA, land use and land cover data from MapBiomas 2023, and hydrometeorological data from ANA and INMET were used. The results showed strong spatial and temporal variability within the watershed, with sectors of higher precipitation concentration, areas with greater soil moisture, predominance of high evapotranspiration losses, and localized zones more susceptible to sediment production. The water balance synthesis indicated strong water limitation, consistent with semiarid conditions. Although the SWAT+ application was exploratory and did not include calibration and validation procedures, the results allowed the identification of relevant patterns in the watershed hydrosedimentological dynamics, highlighting the model's potential as a supporting tool for environmental analysis.

Palavras-Chave – SWAT+; semiárido; hidrossedimentologia.

INTRODUÇÃO

A análise dos processos hidrossedimentológicos em bacias hidrográficas é fundamental para compreender como alterações no uso e cobertura da terra influenciam a dinâmica hídrica, especialmente em regiões ambientalmente vulneráveis. Mudanças antrópicas modificam processos do ciclo hidrológico, como infiltração, escoamento superficial, evapotranspiração e produção de sedimentos, afetando a quantidade e a qualidade da água disponível. Esses impactos tornam-se mais críticos em ambientes semiáridos, caracterizados por alta variabilidade climática, fortes contrastes sazonais e limitada resiliência ecológica. Modificações na cobertura vegetal e no uso do solo influenciam diretamente a dinâmica do escoamento, os processos erosivos e o transporte de sedimentos em bacias hidrográficas (Gashaw et al., 2018; Bressiani et al., 2015; Arnold et al., 2012; Costa et al., 2023).

Estudos apontam que as mudanças no uso da terra estão entre os principais fatores responsáveis por alterações na geração de escoamento e na produção de sedimentos, sobretudo quando associadas à expansão agropecuária, à redução da cobertura vegetal e ao manejo inadequado do solo (Foley et al., 2005; Zhang et al., 2017; Chen et al., 2022; Xue et al., 2024). Siqueira et al. (2021), ao analisarem cenários de mudança da cobertura vegetal em bacias do Cerrado brasileiro, verificaram que a expansão de pastagens e áreas agrícolas sobre formações nativas pode alterar significativamente o balanço hídrico e comprometer a manutenção de vazões ecológicas. Os autores destacam que alterações na cobertura vegetal podem exercer influência comparável à das mudanças climáticas sobre os padrões hidrológicos, reforçando a necessidade de avaliações integradas desses fatores.

Em regiões semiáridas, a perda de cobertura vegetal e a intensificação dos usos antrópicos tendem a ampliar a vulnerabilidade hidrológica e sedimentológica das bacias hidrográficas. A combinação de chuvas concentradas, solos rasos e cobertura vegetal adaptada à escassez hídrica favorece respostas hidrológicas mais sensíveis às alterações da paisagem. Estudos realizados no semiárido brasileiro demonstram que a retirada da vegetação nativa da Caatinga pode intensificar o escoamento superficial, reduzir a infiltração e aumentar a produção de sedimentos, comprometendo a disponibilidade hídrica e a sustentabilidade ambiental (Silva et al., 2015; Medeiros et al., 2020; Santos et al., 2017; Nunes et al., 2023).

Nesse contexto, modelos hidrológicos têm se destacado como ferramentas capazes de integrar variáveis climáticas, hidrológicas e de uso da terra, permitindo a simulação dos processos hidrológicos e a avaliação de seus impactos ao longo do tempo. Entre eles, o SWAT (Soil and Water Assessment Tool) e sua versão aprimorada, o SWAT Plus (SWAT+), apresentam ampla

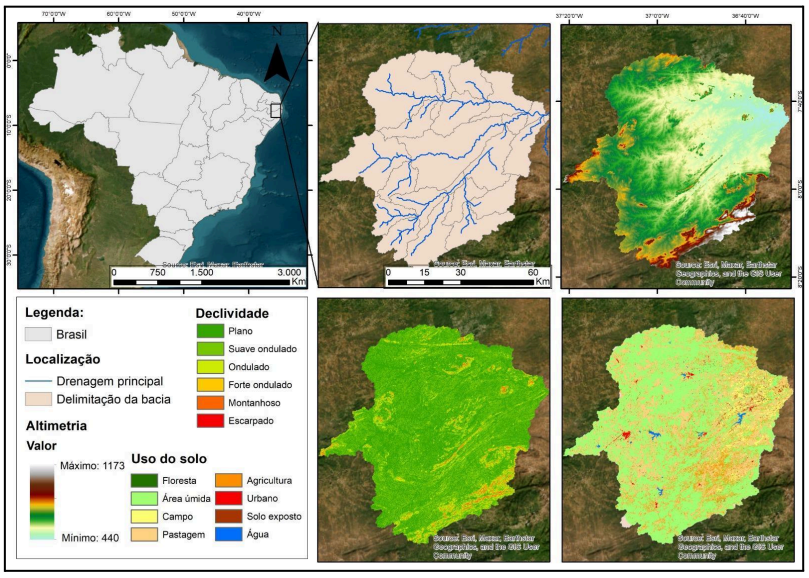
aplicabilidade na análise da disponibilidade hídrica, do escoamento e da produção de sedimentos (Arnold et al., 1998; Neitsch et al., 2011; Bieger et al., 2017; Arnold et al., 2012).

A bacia hidrográfica do rio Caraúbas insere-se nesse contexto, apresentando intensificação das atividades agropecuárias, supressão da cobertura vegetal e crescente vulnerabilidade à degradação ambiental. Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar o balanço hidrossedimentológico da bacia utilizando o modelo SWAT+, no período de 1997 a 2022, buscando compreender a distribuição espacial e temporal de variáveis como precipitação, evapotranspiração, umidade do solo, escoamento superficial, vazão e produção de sedimentos em uma bacia inserida no semiárido paraibano (Bieger et al., 2017; Arnold et al., 2012; Bressiani et al., 2015).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Caraúbas possui área aproximada de 5.065 km² (Figura 1) e localiza-se na região do Cariri paraibano, situando-se aproximadamente entre as latitudes 7°24’ e 8°12’ Sul e as longitudes 36°12’ e 37°24’ Oeste de Greenwich. Essa área integra a porção do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, abrangendo diversos municípios do interior do estado da Paraíba (Alves, 2016; AESA, 2024).

Figura 01: Localização da bacia hidrográfica do rio Caraúbas.



Fonte:Autores,2026.

A bacia hidrográfica do rio Caraúbas apresenta clima semiárido quente (BSsh), segundo a classificação de Köppen, caracterizado por precipitações irregulares, elevada evapotranspiração e forte limitação hídrica. A precipitação média anual é de aproximadamente 600 mm, concentrada entre abril e julho, enquanto a temperatura média anual é de cerca de 23 ºC (Melo e Montenegro, 2015; Silva Júnior et al., 2016). A bacia abrange municípios do Cariri paraibano, como Caraúbas, Congo, Sumé, Monteiro e Camalaú, desempenhando relevante papel socioeconômico e ambiental na região (AESA, 2024; Silva et al., 2017).

Do ponto de vista pedológico, predominam Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, influenciando os processos de infiltração, armazenamento de água e erosão (Araújo et al., 2018). A cobertura da terra é composta principalmente por áreas

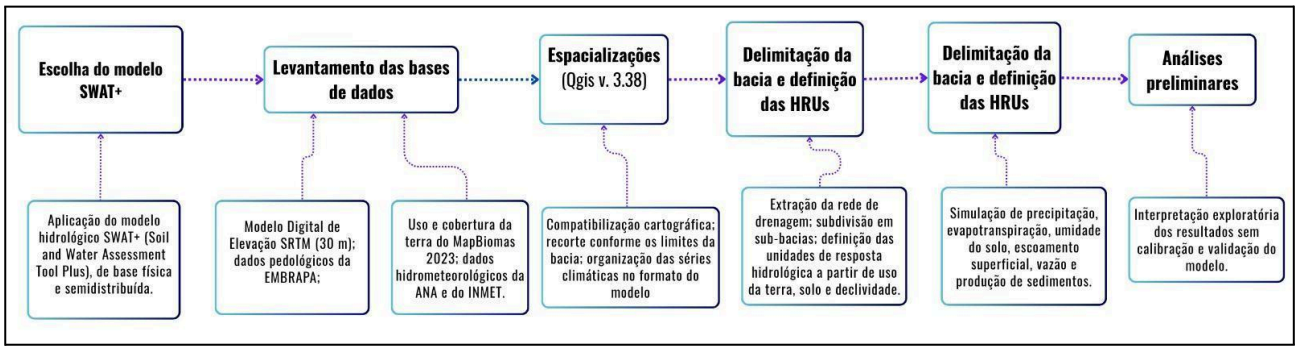
agropecuárias e vegetação nativa da Caatinga hiperxerófila, formada predominantemente por espécies arbustivas e cactáceas (Brasil, 2005; Montenegro e Ragab, 2010; Alves, 2016). Alterações no uso da terra associadas à expansão agropecuária têm provocado mudanças na paisagem e nos processos hidrológicos da bacia.

A economia regional baseia-se principalmente na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência, destacando-se a criação de ovinos, caprinos, bovinos e aves, além do cultivo de espécies adaptadas ao semiárido, como caju, manga, banana e sisal (CODEVASF, 2022; IBGE, 2022; IBGE, 2023). Nesse contexto, a bacia do rio Caraúbas constitui uma importante área para estudos hidrológicos e hidrossedimentológicos, devido à elevada vulnerabilidade ambiental e à forte dependência dos recursos naturais.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida por meio da aplicação do modelo SWAT+ (Soil and Water Assessment Tool Plus) na bacia hidrográfica do rio Caraúbas, localizada no alto curso da bacia do rio Paraíba. Para a modelagem, foram utilizados dados de relevo provenientes do SRTM (30 m), informações de solos da EMBRAPA, uso e cobertura da terra do MapBiomas 2023 e dados hidrometeorológicos obtidos junto à ANA e ao INMET. As bases de dados foram pré-processadas em ambiente SIG utilizando o QGIS 3.38, incluindo compatibilização cartográfica, recorte da área de estudo e organização das séries climáticas. Posteriormente, a bacia foi subdividida em sub-bacias e HRUs, definidas a partir da combinação entre uso da terra, solos e declividade (Arnold et al., 1998; Bieger et al., 2017). A modelagem buscou representar os principais componentes do balanço hidrossedimentológico, com ênfase na precipitação, evapotranspiração, umidade do solo, escoamento superficial, vazão e produção de sedimentos. Ressalta-se que o estudo não contemplou as etapas de calibração e validação, sendo os resultados interpretados como uma análise preliminar da dinâmica hidrológica e sedimentológica da bacia (Arnold et al., 2012; Neitsch et al., 2011).

Figura 02: Fluxo Metodológico.



Fonte:Autores,2026.

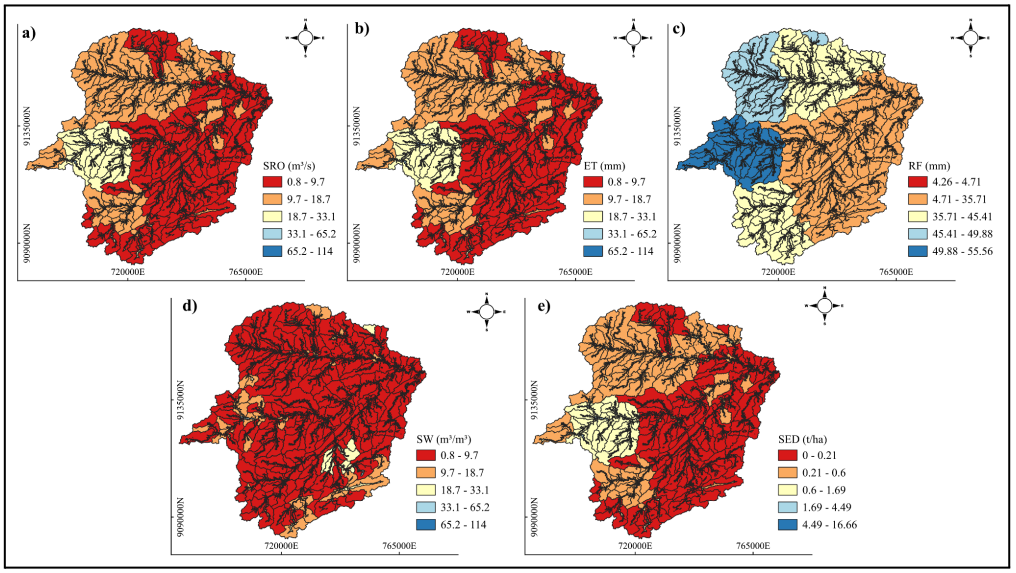
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da simulação com o SWAT+ indicam que a bacia hidrográfica do rio Caraúbas apresenta comportamento hidrossedimentológico compatível com as condições do semiárido paraibano. Embora a modelagem possua caráter exploratório e não tenha sido calibrada ou validada, os resultados permitem identificar padrões espaciais relacionados à precipitação, umidade do solo,

evapotranspiração, escoamento superficial e produção de sedimentos (Arnold et al., 2012; Bieger et al., 2017; Bressiani et al., 2015). A distribuição espacial das variáveis evidencia resposta hidrológica heterogênea. Os maiores valores de precipitação média mensal (Figura 3c) concentram-se na porção oeste da bacia, influenciando diretamente a disponibilidade hídrica e a geração de escoamento (Costa et al., 2023; Arnold et al., 2012). A umidade do solo apresentou maiores valores nos setores centro-oeste, refletindo a influência conjunta da precipitação, dos solos, do relevo e da cobertura da terra (Silva et al., 2015; Medeiros et al., 2020).

A evapotranspiração apresentou padrão semelhante ao da umidade do solo, com maiores valores em áreas de maior disponibilidade hídrica, característica típica de regiões semiáridas com elevada demanda atmosférica (Melo e Montenegro, 2015; Silva Júnior et al., 2016). O escoamento superficial foi mais expressivo nas áreas com maiores volumes de chuva, demonstrando a influência das condições físicas do terreno e do uso da terra na dinâmica hidrológica da bacia (Gashaw et al., 2018; Bressiani et al., 2015; Siqueira et al., 2021). A produção de sedimentos apresentou predominância de valores baixos, com áreas pontuais de maior intensidade, indicando setores mais suscetíveis à erosão em função da declividade, das características dos solos, da energia do escoamento e do uso da terra. Esse padrão de concentração espacial é recorrente em estudos hidrossedimentológicos (Zhang et al., 2017; Chen et al., 2022; Xue et al., 2024).

Figura 3: Distribuição espacial das médias mensais de precipitação, umidade do solo, evapotranspiração, escoamento superficial e produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Caraúbas, no período de 1997 a 2022.(a) escoamento superficial médio mensal; (b) evapotranspiração média mensal; (c) precipitação média mensal; (d) umidade do solo média mensal; (e) produção de sedimentos média mensal.

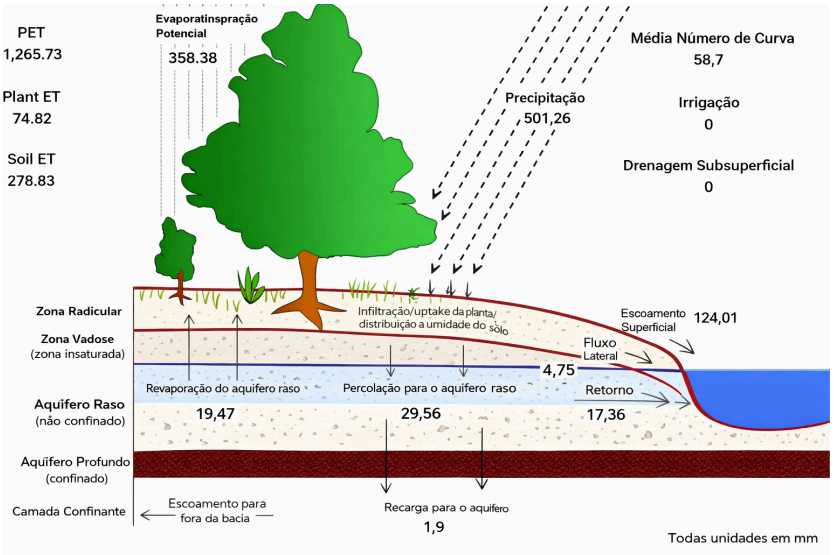


Fonte: Autores,2026.

A Figura 4 sintetiza o balanço hídrico médio anual (1997 a 2022) simulado pelo SWAT+ para a bacia hidrográfica do rio Caraúbas. A precipitação média anual simulada foi de aproximadamente 501,26 mm, enquanto a evapotranspiração potencial atingiu cerca de 1.265,73 mm, evidenciando forte demanda atmosférica e clara condição de déficit hídrico. A evapotranspiração real foi de aproximadamente 358,38 mm, com destaque para a elevada participação da evaporação do solo em relação à transpiração vegetal, o que reflete as limitações

impostas pela sazonalidade climática e pelas características da cobertura da terra. O escoamento superficial, por sua vez, apresentou valor de cerca de 124,01 mm, enquanto componentes como fluxo lateral, retorno de base e recarga profunda mostraram-se bem mais reduzidos, sugerindo menor contribuição subsuperficial para a dinâmica hídrica da bacia. Em conjunto, esses resultados indicam que a água precipitada é fortemente condicionada pelas perdas atmosféricas, restando menor fração para armazenamento mais prolongado ou recarga mais profunda, padrão recorrente em bacias semiáridas brasileiras (Melo e Montenegro, 2015; Silva Júnior et al., 2016; Costa et al., 2023).

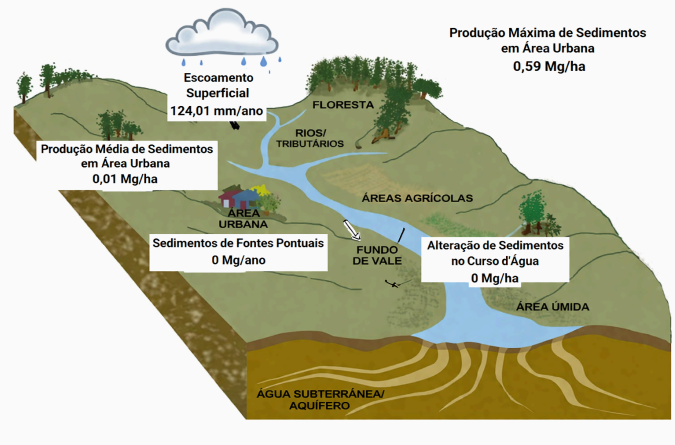
Figura 4: Síntese do balanço hídrico médio anual simulada pelo SWAT+ para a bacia hidrográfica do rio Caraúbas.



Fonte:Autores,2026.

Do ponto de vista sedimentológico (Figura 5), o modelo indicou produção média de sedimentos relativamente baixa, com valor médio de encosta da ordem de 0,01 Mg/ha e valor máximo próximo de 0,59 Mg/ha. Ainda que os valores médios sejam modestos, a leitura conjunta com o mapa temático mostra que a produção sedimentar não ocorre de forma uniforme, concentrando-se em setores específicos da bacia. Isso sugere que a suscetibilidade à erosão está relacionada à combinação entre eventos de chuva, geração de escoamento superficial, características do relevo e condições de uso e cobertura da terra. Em termos interpretativos, isso significa que a média geral da bacia não elimina a existência de áreas críticas, que podem concentrar parte importante da mobilização de sedimentos e merecem atenção em análises futuras mais detalhadas (Bressiani et al., 2015; Gashaw et al., 2018).

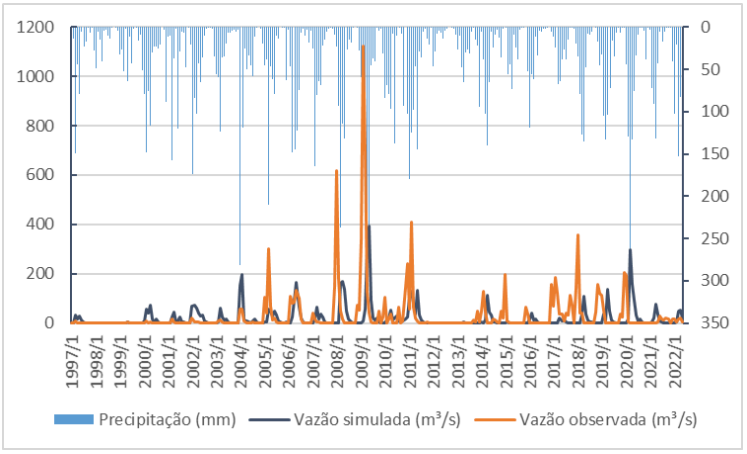
Figura 5. Síntese da produção sedimentar simulada pelo SWAT+ para a bacia hidrográfica do rio Caraúbas.



Fonte:Autores,2026.

A Figura 6 apresenta a análise temporal da precipitação (mm), vazão observada e vazão simulada (m³/s) ao longo do período de 1997 a 2022. Observam-se pulsos mais expressivos de vazão em anos e meses específicos, associados a eventos de maior precipitação, intercalados com longos períodos de baixa resposta hidrológica. Esse comportamento é típico de bacias inseridas no semiárido, nas quais a sazonalidade climática, a concentração das chuvas em poucos episódios e a intermitência dos cursos d'água produzem forte oscilação na vazão ao longo do tempo (Silva et al., 2015; Medeiros et al., 2020). A comparação visual entre as séries observada e simulada indica que o modelo foi capaz de representar, de maneira preliminar, parte da sazonalidade hidrológica da bacia, ainda que persistam diferenças na magnitude de alguns picos de vazão.

Figura 6. Comparação entre precipitação mensal, vazão observada e vazão simulada na bacia hidrográfica do rio Caraúbas, no período de 1997 a 2022.



Fonte:Autores,2026.

De forma geral, os resultados obtidos permitiram reconhecer que a bacia hidrográfica do rio Caraúbas apresenta dinâmica hidrossedimentológica fortemente condicionada pela irregularidade das chuvas, pela elevada evapotranspiração e pela heterogeneidade espacial das características físico-ambientais. A simulação exploratória com o SWAT+ revelou setores com maior expressão de precipitação, áreas de maior umidade do solo, porções com maior geração de escoamento superficial e focos localizados de maior produção de sedimentos. Ainda que existam incertezas

associadas à modelagem hidrológica, uma vez que o modelo não foi calibrado, os resultados deste estudo oferecem uma leitura inicial consistente da dinâmica espacial e temporal da bacia, podendo subsidiar estudos futuros mais aprofundados, inclusive com procedimentos de calibração e validação, e avaliação de cenários de mudanças climáticas e uso da terra (Arnold et al., 2012; Bieger et al., 2017; Siqueira et al., 2021).

CONCLUSÃO

Os resultados permitiram compreender, de forma preliminar, a dinâmica hidrossedimentológica da bacia hidrográfica do rio Caraúbas entre 1997 e 2022, evidenciando forte influência das condições climáticas do semiárido, especialmente da irregularidade das chuvas, da elevada evapotranspiração e da variabilidade espacial das respostas hidrológicas.A análise espacial demonstrou distribuição heterogênea das variáveis simuladas, com diferenças na precipitação, umidade do solo, escoamento superficial e produção de sedimentos, refletindo a interação entre relevo, solos, cobertura da terra e clima. Os resultados indicaram limitação hídrica expressiva, decorrente da elevada evapotranspiração em relação à precipitação, além da ocorrência de áreas pontuais mais suscetíveis aos processos erosivos.De modo geral, o SWAT+ mostrou potencial como ferramenta de apoio à análise ambiental em bacias hidrográficas do semiárido, contribuindo para a compreensão da dinâmica hídrica e sedimentológica e para a identificação de áreas mais sensíveis à degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABBASI, A.; AMIRABADIZADEH, M.; AFSHAR, A. A.; YAGHOOBZADEH, M. Potential influence of climate and land-use changes on green water security in a semi-arid catchment. *Journal of Water and Climate Change*, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 287-303, 2022. DOI: 10.2166/wcc.2021.055.

ABOELNOUR, M.; GITAU, M. W.; ENGEL, B. A. A comparison of streamflow and baseflow responses to land-use change and climate variability using SWAT. *Water*, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 191, 2020. DOI: 10.3390/w12010191.

ALVES, Telma Lucia Bezerra. *Avaliação do nível de degradação das terras (desertificação) no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba*. 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) — Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/978. Acesso em: 30 mar. 2026.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Hidroweb*. Brasília, DF, [2026]. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/. Acesso em: 30 mar. 2026..

ANDRADE, C. W. L. et al. Soil moisture and discharge modeling in a watershed in northeastern Brazil using SWAT. *Ecohydrology & Hydrobiology*, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 238-251, 2019. DOI: 10.1016/j.ecohyd.2018.09.002.

ARAGÃO, Ricardo de et al. Análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo SWAT e simulação dos processos hidrossedimentológicos em uma bacia no agreste nordestino. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 1091-1102, ago. 2013. DOI: 10.1590/S0100-06832013000400026.

ARNOLD, J. G. et al. Soil and Water Assessment Tool: model use, calibration, and validation. *Transactions of the ASABE*, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 1491-1508, 2012.

ARNOLD, J. G.; SRINIVASAN, R.; MUTTIAH, R. S.; WILLIAMS, J. R. Large area hydrologic modeling and assessment: part I. Model development. *Journal of the American Water Resources Association*, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 73-89, 1998. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x. Acesso em: 30 mar. 2026.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. *Rio Paraíba*. João Pessoa, [2026]. Disponível em: https://www.aesa.pb.gov.br/conselho-comites/comites-de-bacias/rio-paraiba/. Acesso em: 30 mar. 2026.

BENNETT, James C.; ROBERTSON, David E.; WARD, Phillip G. D.; HAPUARACHCHI, H. A. Prasantha; WANG, Q. J. Calibrating hourly rainfall-runoff models with daily forcings for streamflow forecasting applications in meso-scale catchments. *Journal of Hydrology*, [s. l.], v. 533, p. 231-245, 2016.

BIEGER, K.; ARNOLD, J. G.; RATHJENS, H.; WHITE, M. J.; BOSCH, D. D.; ALLEN, P. M.; VOLK, M.; SRINIVASAN, R. Introduction to SWAT+, a completely restructured version of the Soil and Water Assessment Tool. *Journal of the American Water Resources Association*, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 115-130, 2017. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1752-1688.12482. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Brasília, DF, 2005. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/arquivos-biomas/12_completo.pdf. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRESSIANI, D. A. et al. Review of SWAT applications in Brazil: challenges and prospects. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 9-35, 2015. DOI: 10.3965/j.ijabe.20150803.1765.

CHEN, D. J. et al. Impacts of land use and land cover changes on hydrological processes and sediment yield determined using the SWAT model. *Journal of Water and Climate Change*, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 2501-2521, 2022.

COSTA, R. C. A.; SANTOS, R. M. B.; FERNANDES, L. F. S.; CARVALHO DE MELO, M.; VALERA, C. A.; VALLE JUNIOR, R. F.; SILVA, M. M. A. P. M.; PACHECO, F. A. L.; PISSARRA, T. C. T. Hydrologic response to land use and land cover change scenarios: an example from the Paraopeba River Basin based on the SWAT model. *Water*, [s. l.], v. 15, n. 8, art. 1451, 2023. DOI: 10.3390/w15081451.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. *Science*, [s. l.], v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005. DOI: 10.1126/science.1111772.

FONTES JÚNIOR, R.; MONTENEGRO, A. A. A. Impact of land use change on the water balance in a representative watershed in the semiarid of the state of Pernambuco using the SWAT model. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 39, n. 1, p. 110-117, 2019.

GASHAW, T.; TULU, T.; ARGAW, M.; WORQLUL, A. W. Modeling the hydrological impacts of land use/land cover changes in the Andassa watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. *Science of the Total Environment*, [s. l.], v. 619-620, p. 1394-1408, 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.191.

GYAMFI, C. et al. Simulation of sediment yield in a semi-arid river basin under changing land use: an integrated approach of hydrologic modelling and principal component analysis. *Sustainability*, [s. l.], v. 8, n. 11, art. 1133, 2016. DOI: 10.3390/su8111133.

IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

LINS, Frederico Abraão Costa; MONTENEGRO, Abelardo Antônio de Assunção; FARIAS, Carolyne Wanessa Lins de Andrade; SILVA, Marcos Vinícius da; SOUZA, Werônica Meira de; MOURA, Geber Barbosa de Albuquerque; SILVA, Thieres George Freire da; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima. Soil moisture and hydrological processes dynamics under climate and land use changes in a semiarid experimental basin, Brazil. *Ecohydrology & Hydrobiology*, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 681-697, 2024. DOI: 10.1016/j.ecohyd.2024.02.001.

MELO, R. O.; MONTENEGRO, A. A. A. Dinâmica temporal da umidade do solo em uma bacia hidrográfica no semiárido pernambucano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 430-441, 2015. DOI: 10.21168/rbrh.v20n2.p430-441.

MONTENEGRO, A. A. A.; RAGAB, R. Hydrological response of a Brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study. *Hydrological Processes*, [s. l.], v. 24, n. 19, p. 2705-2723, 2010. DOI: 10.1002/hyp.7825.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; WILLIAMS, J. R. *Soil and Water Assessment Tool theoretical documentation version 2009*. Temple: Texas Water Resources Institute, 2011. Disponível em: https://swat.tamu.edu/media/99192/swat2009-theory.pdf. Acesso em: 30 mar. 2026.

SANTOS, H. G. dos et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf. Acesso em: 30 mar. 2026.

SHEN, Z.; LIU, R.; DING, X.; WU, X. Hydrological simulation using the SWAT model with fixed and variable parameterization approaches under changes in land use. *Water Resources Management*, [s. l.], v. 27, p. 2823-2838, 2013. DOI: 10.1007/s11269-013-0351-0.

SIQUEIRA, P. P. et al. Effects of climate and land cover changes on water availability in a Brazilian Cerrado basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, [s. l.], v. 37, art. 100931, 2021.

SILVA JUNIOR, V. P.; MONTENEGRO, A. A. A.; MELO, R. O. Temporal stability of soil moisture in an experimental watershed in the Pernambuco semiarid region. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 20, n. 10, p. 880-885, 2016.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science & Policy*, [s. l.], v. 16, p. 65-72, 2012. DOI: 10.1016/j.envsci.2011.10.008.

ZHANG, X. et al. Effects of land use change on runoff and sediment yield at different watershed scales on the Loess Plateau. *International Journal of Sediment Research*, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 568-576, 2017.