



I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

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

DINÂMICA DE SEDIMENTOS E ASSOREAMENTO EM RESERVATÓRIOS: APLICAÇÃO DO MODELO SWAT NA BACIA DO RIO CAPIBARIBE

Thaise Suanne Guimarães Ferreira¹ & José Almir Cirilo²

Palavras-chave: Erosão hídrica, Modelagem hidrossedimentológica, Produção de sedimentos.

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica destaca-se como um dos principais processos de degradação do solo, promovendo a desagregação e o transporte de partículas, com impactos diretos sobre a qualidade da água, a dinâmica fluvial e o assoreamento de reservatórios (Silva Junior, 2010). Segundo a FAO (2015), o ritmo atual da erosão poderá resultar na degradação de mais de 1,5 milhões de km² até 2050, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas hídricos.

Os sedimentos gerados pelos processos erosivos exercem papel fundamental na alteração dos ecossistemas aquáticos, uma vez que, ao serem transportados para os cursos d'água, carregam nutrientes e contaminantes, potencializando impactos ambientais (Silva Junior, 2010). Nos reservatórios, a deposição de sedimentos reduz o volume útil de armazenamento, afeta a qualidade da água e compromete a eficiência no controle de cheias, ampliando a vulnerabilidade a eventos extremos.

A modelagem hidrossedimentológica tem sido amplamente empregada para estimar a produção, o transporte e a deposição de sedimentos em bacias hidrográficas, constituindo uma importante ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) destaca-se por sua ampla aplicação e capacidade de simular processos erosivos e o transporte de sedimentos em diferentes escalas espaciais e temporais. O modelo, embora originalmente desenvolvido para condições dos Estados Unidos, tem apresentado resultados satisfatórios em regiões semiáridas (Ahmadi *et al.*, 2019; Andaryani *et al.*, 2019).

A Bacia do Rio Capibaribe abriga reservatórios estratégicos para o controle de cheias e o abastecimento hídrico, cujas condições têm sido impactadas por processos de erosão hídrica e assoreamento. Este estudo analisa a produção e a deposição de sedimentos nos principais reservatórios da bacia por meio da aplicação do modelo SWAT, visando subsidiar a gestão hidrossedimentológica em regiões semiáridas.

¹) Universidade Federal de Pernambuco, thaisesuanne14@gmail.com.

²) Universidade Federal de Pernambuco, almir.cirilo@gmail.com.

METODOLOGIA

A estimativa do aporte de sedimentos na bacia foi realizada por meio do modelo SWAT, que utiliza a Equação Universal Modificada de Perda do Solo (MUSLE) para o cálculo da produção de sedimentos em cada Unidade de Resposta Hidrológica (URH), conforme descrito por Arnold et al., (2012). O aporte de sedimentos de cada sub-bacia foi obtido a partir do somatório das contribuições das URHs que a compõem.

Após sua geração nas URHs, os sedimentos são propagados até os canais de drenagem das sub-bacias, considerando os processos de erosão e deposição ao longo da calha fluvial, com base na teoria de transporte de carga de fundo proposta por Bagnold, (1977). No canal principal, as cargas de sedimentos provenientes das sub-bacias são somadas às contribuições de erosão do próprio canal, resultando na produção total de sedimentos no exutório, que pode corresponder à saída da bacia, a um reservatório ou a um ponto de monitoramento intermediário.

A estimativa do aporte anual de sedimentos nos reservatórios de Poço Fundo, Jucazinho, Carpina, Tapacurá e Goitá foi realizada a partir das produções de sedimentos simuladas nas sub-bacias pertencentes às respectivas áreas de contribuição. Para isso, foi utilizado o fator de transporte de sedimentos, definido como a razão entre a quantidade de sedimentos que sai e entra em cada sub-bacia, conforme Equação 1. As áreas de contribuição consideraram a hierarquia dos reservatórios, desconsiderando-se, para os reservatórios a jusante, as sub-bacias já controladas por estruturas a montante. O exutório de cada reservatório foi definido na seção correspondente à barragem.

$$F = \frac{SED_OUT}{SED_IN} \quad (1)$$

As análises foram conduzidas com base nas estimativas anuais de produção de sedimentos ao longo de todo o período simulado pelo SWAT, sendo também consideradas as séries anuais de vazão e precipitação, devido à relação direta dessas variáveis com o transporte de sedimentos.

RESULTADOS

As áreas de contribuição dos reservatórios apresentam padrões distintos de produção de sedimentos, fortemente controlados pelo regime hidrológico e pelas características físicas e antrópicas de cada sub-bacia. O reservatório de Poço Fundo, que corresponde a aproximadamente 12% da área total da bacia, apresentou as menores taxas de produção, com média anual de 0,20 ton/ha, evidenciando baixa suscetibilidade à erosão, embora com aumento pontual em anos de maior precipitação e redução acentuada durante períodos de seca prolongada.

O reservatório de Jucazinho, que concentra a maior área incremental da bacia (cerca de 44%), apresentou as maiores taxas médias de produção de sedimentos (3,77 ton/ha), com picos bem definidos em anos chuvosos, refletindo sua elevada contribuição para a carga sedimentar total da bacia. Na área de contribuição de Carpina, correspondente a aproximadamente 25% da bacia, a produção média anual foi estimada em 2,53 ton/ha, com comportamento semelhante, porém com redução expressiva nos anos mais recentes, associados a eventos de estiagem severa.

As sub-bacias de Goitá e Tapacurá, de menor extensão territorial (cerca de 5% cada), apresentaram produções médias intermediárias, de 1,93 e 1,43 ton/ha, respectivamente. Em Goitá, destacou-se a ocorrência de um evento extremo de produção

sedimentar associado a altas declividades, intensa ocupação antrópica e chuvas concentradas após períodos secos, enquanto Tapacurá apresentou maior regularidade, com elevação das cargas sedimentares em anos chuvosos e mínimos durante períodos de estiagem.

Considerando conjuntamente as áreas de influência dos cinco reservatórios, que abrangem aproximadamente 90% da bacia do rio Capibaribe, a produção média anual de sedimentos para o período de 1986 a 2019 foi estimada em 1,82 ton/ha. Ressalta-se que as simulações utilizaram o mapa de uso e ocupação do solo de 2016, o que pode implicar superestimativas para períodos anteriores, dado o histórico de intensificação da degradação do solo ao longo do tempo.

Com base no peso específico do sedimento adotado por Crispim et al., (2015), estimou-se o volume assoreado nos reservatórios, indicando perdas reduzidas de capacidade de armazenamento. Goitá apresentou a maior perda relativa (1,62%), seguido por Jucazinho (0,92%), Tapacurá (0,56%), Carpina (0,11%) e Poço Fundo (0,02%). Estas informações estão indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Estimativa do volume assoreado total dos reservatórios.

Reservatório	Produção total de sedimentos		Sedimento depositado		Volume assoreado (%)
	(ton/ha)	(ton)	(ton)	(m ³)	
Poço Fundo	6.90	620544	12411	4683	0.02%
Jucazinho	83.04	27215377	8164613	3080986	0.94%
Carpina	80.86	14926387	820951	309793	0.11%
Goitá	65.77	2628707	2234401	843170	1.62%
Tapacurá	48.57	1545286	1390758	524814	0.56%

Apesar das baixas estimativas de assoreamento, os resultados sugerem uma possível tendência à subestimativa da produção e do transporte de sedimentos pelo SWAT, especialmente devido à ausência de dados observados para calibração da descarga sólida. Estudos anteriores (Abdelwahab *et al.*, 2018; Fernandes, 2015) destacam que a elevada quantidade de parâmetros do modelo e a dependência de formulações empíricas contribuem para incertezas na simulação sedimentar. Trabalhos como os de Ferreira (2016) e Zanin (2015) reforçam essa limitação, evidenciando a necessidade de calibração específica de sedimentos para uma representação mais fiel dos processos erosivos e deposicionais.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que as estimativas de perda da capacidade de acumulação dos reservatórios, a partir da modelagem hidrossedimentológica com o SWAT, tendem à subestimativa do volume assoreado. Essa limitação está associada, principalmente, à ausência de dados observados de vazão sólida, o que restringiu a validação dos resultados e a avaliação mais precisa dos processos de transporte e deposição de sedimentos. Tendência semelhante tem sido amplamente reportada na literatura, reforçando que, embora o modelo seja capaz de representar o comportamento hidrossedimentológico em escala de bacia, seus resultados são fortemente dependentes da calibração e da disponibilidade de dados. Assim, destaca-se a necessidade de monitoramento sistemático de sedimentos para reduzir incertezas e aprimorar a confiabilidade das estimativas de assoreamento em reservatórios.

REFERÊNCIAS

- ABDELWAHAB, O. M. M.; RICCI, G. F.; GIROLAMO, A. M. De; GENTILE, F. Modelling soil erosion in a Mediterranean watershed : Comparison between SWAT and AnnAGNPS models. *Environmental Research*, vol. 166, no. December 2017, pp. 363–376, 2018.
- AHMADI, M.; MOEINI, A.; AHMADI, H.; MOTAMEDVAZIRI, B.; ZEHTABIYAN, G. R. Comparison of the performance of SWAT, IHACRES and artificial neural networks models in rainfall-runoff simulation (case study: Kan watershed, Iran). *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 111, pp. 65–77, 2019.
- ANDARYANI, S.; TROLLE, D.; REZAEI, M. R. N. M. H.; DAVOD, M. Forecasting near-future impacts of land use and climate change on the Zilbier river hydrological regime , northwestern Iran. *Environmental Earth Sciences*, vol. 78, no. 6, pp. 1–14, 2019.
- ARNOLD, J. G.; MORIASI, D. N.; GASSMAN, P. W.; ABBASPOUR, K. C.; WHITE, M. J.; SRINIVASAN, R.; SANTHI, C.; HARMEL, R. D.; VAN GRIENSVEN, A.; VAN LIEW, M. W.; KANNAN, N.; JHA, M. K. SWAT: Model Use, Calibration and Validation. *Transactions of the ASABE*, vol. 55, no. 4, pp. 1491–1508, 2012.
- BAGNOLD, R. A. Bed Load Transport by Natural Rivers. *Water Resources Research*, vol. 13, no. 2, pp. 303–312, 1977.
- CRISPIM, D. L.; ISMAEL, L. L.; SOUSA, T. M. I. de; GARRIDO, J. W. A.; QUEIROZ, M. M. F. de. Transporte e caracterização de sedimentos de fundo no Rio Piranhas em uma seção de controle próximo à sede do município de Pombal-PB. *Holos*, vol. 3, no. 31, pp. 93–101, 2015.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Status of World's Soil Resources - Main report. Roma: 2015. 650 pp.
- FERNANDES, J. G. ESTIMATIVA DE VAZÃO E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, UTILIZANDO O MODELO SWAT Recife. 2015. 186 fol. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.
- FERREIRA, R. S. Análise da produção de carga líquida e sólida na bacia do ribeirão do Gama- DF através do modelo SWAT. 2016. 144 fol. 2016.
- SILVA JUNIOR, V. P. INVESTIGAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM BACIA REPRESENTATIVA DO SEMIÁRIDO. 2010. 95 fol. Dissertação (Mestrado). Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.
- ZANIN, P. R. Modelagem hidrossedimentológica de bacia hidrográfica com reservatórios. 2015. 211 fol. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.