EXPOSIÇÃO DO LEITO DE RESERVATÓRIOS DURANTE SECAS: UMA OPORTUNIDADE PARA O REUSO DE SEDIMENTO

Gabriela Domingos Lima [1]; Eva Nora Paton [2]; José Carlos de Araújo [3] &

Pedro Henrique Augusto Medeiros[4]

Palavras-Chave – Oportunização de seca; Gestão de reservatórios; Reuso de sedimentos; Semiárido.

INTRODUÇÃO

A adaptação às secas no semiárido brasileiro levou à construção de milhares de reservatórios de diferentes portes para disponibilizar água à população (Pereira *et al*., 2025). Essa estratégia desempenha um papel crucial na convivência com as secas, garantindo segurança hídrica através de açudes estratégicos e reduzindo a dependência de distribuições emergenciais de água, como caminhões-pipa, através dos pequenos açudes não estratégicos (Ribeiro Neto *et al*., 2024).

No entanto, a capacidade de armazenamento hídrico (de Araújo *et al*., 2023) e a qualidade da água (Silva *et al*., 2025) são comprometidas pelo assoreamento, um processo natural que pode ser agravado por ações antrópicas. Os impactos do assoreamento e do enriquecimento de nutrientes são particularmente relevantes durante secas hidrológicas. Nesse contexto, a reuso de sedimentos na agricultura para melhoramento do solo representa uma alternativa para promover o desassoreamento dos reservatórios e melhorar a qualidade da água (Silva *et al*., 2025).

Secas são recorrentes no semiárido brasileiro, deixando os leitos dos reservatórios frequentemente expostos (Zhang *et al*., 2021). Estudos indicam que o sedimento depositado é rico em nutrientes (Braga *et al*., 2024), economicamente viável para remoção e aplicação como substituto a fertilizantes químicos (Braga *et al*., 2019; Braga *et al*., 2025) e contribui para a retenção hídrica no solo (Sena *et al*., 2024). Portanto, apesar dos severos impactos socioeconômicos provocados historicamente por secas, a exposição dos sedimentos durante esses eventos pode representar uma oportunidade para sua retirada e reuso, conforme a frequência e intensidade de esvaziamento dos reservatórios (Lima *et al*., 2025).

Diante do impacto do assoreamento sobre a disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro, e tendo em vista a ocorrência frequente de secas e a exposição do leito de reservatórios, este estudo tem como objetivo discutir a oportunização de secas para o desassoreamento. Essa oportunidade pode ser aproveitada para o reuso de sedimento, removendo os sedimentos que representam um resíduo no reservatório, e aproveitando-os como recurso no setor agrícola.

METODOLOGIA

Cerca de 95% do Estado do Ceará encontra-se em clima semiárido, com temperatura média anual em torno de 27°C, evapotranspiração potencial superior a 2.000 mm e precipitação média anual entre 600 e 1.200 mm (Lima Junior, 2025), com aproximadamente 80% desse total concentrado entre janeiro e maio.

1) Departamento de Engenharia Agrícola, UFC; Campus do Pici, Fortaleza/CE; E-mail: gabrieladomingos@alu.ufc.
2) Universidade Técnica de Berlim, Cátedra de Eco-hidrologia, Universidade Técnica de Berlim, Ernst-Reuter-Platz 1, 10587 Berlim, Alemanha
3) Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrícolas, Universidade Federal do Ceará, 60.455-760, Fortaleza, CE, Brasil
4) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, 60040-531, Fortaleza, CE, Brasil

Para garantir a convivência com secas, inúmeros reservatórios foram construídos no Ceará, sendo 143 deles monitorados pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), enquanto milhares de reservatórios de variados portes não integram essa rede de monitoramento.

Neste estudo, avaliamos dois reservatórios localizados na região do Sertão Central (Figura 1), sendo um estratégico e monitorado (Cedro) e outro não monitorado (São Nicolau). A bacia do Banabuiú, área do estudo, é uma das regiões de menor pluviosidade do estado e apresenta reservatórios que secam com frequência (Lima *et al*., 2025; Zhang *et al*., 2021).

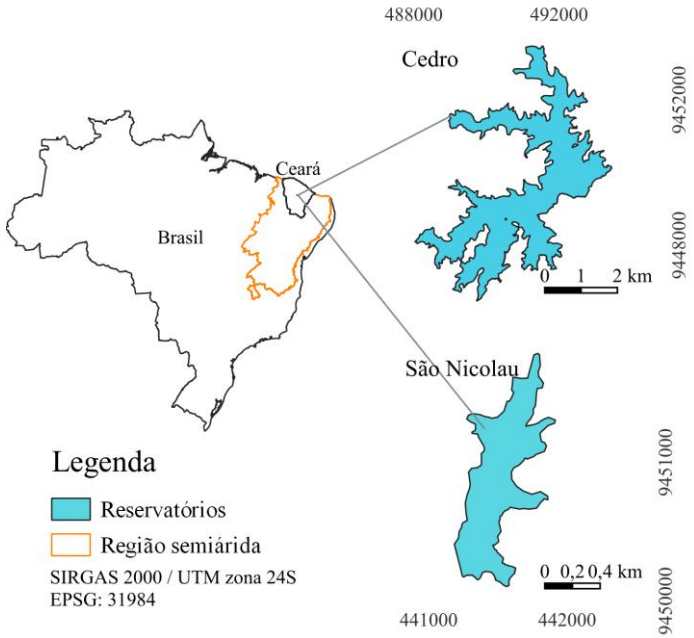


Figura 1. Reservatórios Cedro e São Nicolau, na área de estudo

O reservatório Cedro (126 hm³ de capacidade) é monitorado pela COGERH, e sua série de volumes estão disponíveis no Portal Hidrológico (http://www.hidro.ce.gov.br). O reservatório São Nicolau (~1 hm³) não é monitorado, sendo utilizado pela população do Assentamento 25 de Maio, em Madalena.

O balanço hídrico na escala dos reservatórios (2004-2023) foi calculado diariamente computando-se precipitação, evaporação e aporte hídrico (Lima *et al.*, 2025). O aporte (vazão afluente) aos reservatórios foi calculado utilizando o método do Número da Curva (Curve Number - CN). Esse procedimento permitiu a reconstrução da variação de longo prazo dos níveis de água para percepção de oportunização da seca em períodos de recessão.

RESULTADOS

Os reservatórios Cedro e São Nicolau, apesar das diferentes capacidades de armazenamento, estão localizados na mesma área de reduzida pluviosidade no estado e normalmente apresentam baixos percentuais de armazenamento hídrico. Na Figura 2A, que apresenta a dinâmica de volume, é possível observar que, ao longo da série histórica analisada, o açude Cedro (126 hm³) apresenta anos de seca recorrente e não consegue recuperar as áreas inundadas. Já o reservatório São Nicolau (~1 hm³) apresenta alta variação anual de volume (Figura 2B), com intensa redução de volume nos dias finais e iniciais do ano, além de anos específicos de reduzido volume em que o reservatório não conseguiu recuperar seu aporte (2012, 2015-2016).

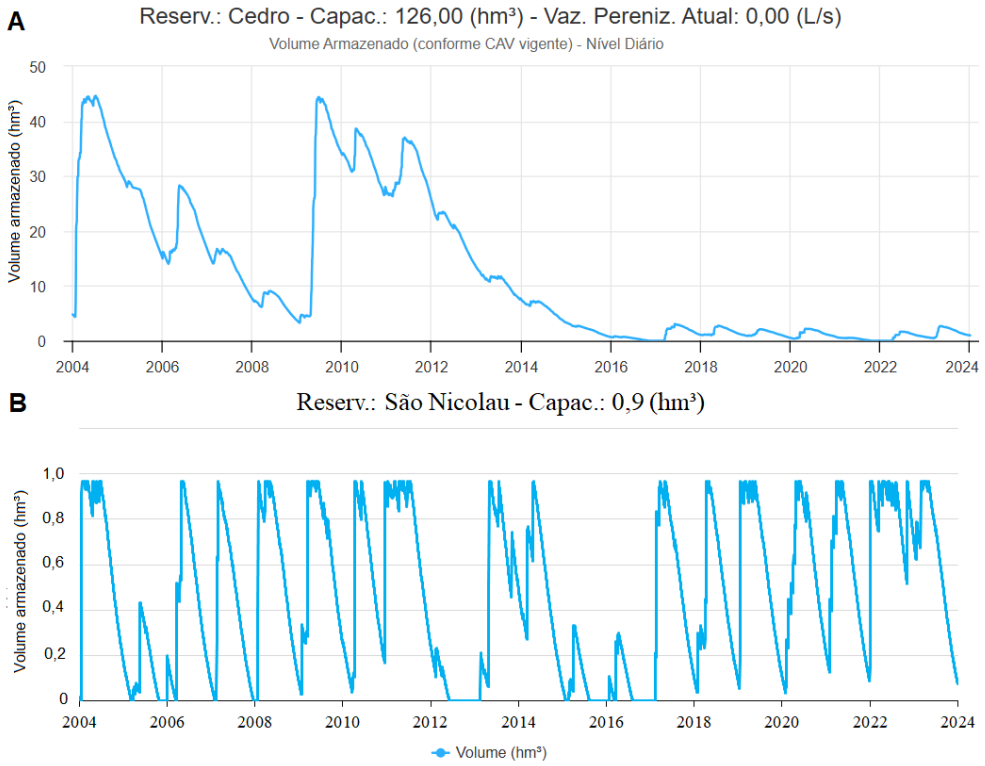


Figura 2. Dinâmica de exposição dos leitos dos reservatórios Cedro (A) e São Nicolau (B)

Os resultados ilustrados na Figura 2 demonstram que o processo de esvaziamento de grandes reservatórios, como o Cedro, se dá de forma lenta, interanual, e que a ocorrência de secas como a de 2012-2018 promove a exposição de sedimentos, com possibilidade de sua remoção por escavação. Em reservatórios menores como o São Nicolau, a dinâmica hidrológica é mais intensa, gerando enchimento e esvaziamento do reservatório anualmente. Nesses casos, a prática de reuso de sedimento se torna mais viável devido a: i) maior previsibilidade de quando o sedimento estará exposto, tendo em vista o esvaziamento do reservatório mesmo em anos com precipitação em torno da média; ii) maior frequência de esvaziamento, garantindo uma rotina de aproveitamento dos sedimentos em anos com precipitação menor ou próxima da média.

CONCLUSÕES

A dinâmica de enchimento e esvaziamento de reservatórios no semiárido brasileiro promove a exposição dos sedimentos depositados no leito, permitindo sua retirada por escavação. Em pequenos reservatórios não estratégicos, essa variação se dá anualmente, enquanto em grandes reservatórios estratégicos, a dinâmica é mais lenta e o esvaziamento ocorre principalmente durante secas hidrológicas. Este estudo mostra que, apesar de representar uma das principais ameaças naturais aos seres humanos, as secas podem ser oportunizadas para a prática de reuso de sedimento, promovendo o desassoreamento e transformando um resíduo em recurso para o setor agrícola.

REFERÊNCIAS

BRAGA, B. B.; CARVALHO, T. R. A.; BROSINSKY, A.; FOERSTER, S.; MEDEIROS, P. H. A. (2019). "*From waste to resource: Cost-benefit analysis of reservoir sediment reuse for soil fertilization in a semiarid catchment*". Sci. Total Environ., v.670, p.158-169. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.083

BRAGA, B. B.; COSTA, C. A.; LIMA, G. D.; DE LACERDA, C. F.; FOERSTER, S.; BROSINSKY, A.; MEDEIROS, P. H. A. (2024). "*Reuse of sediment as a soil conditioner in a semiarid region dominated by subsistence farming: sediment characterization at the regional scale and effects on maize crop*". J. Soils Sediments, v.24, p.1039-1055. https://doi.org/10.1007/s11368-023-03679-5

BRAGA, B. B.; BROSINSKY, A.; FOERSTER, S.; OLIVEIRA, G.; MEDEIROS, P. H. A. (2025). "*Reuse of sediments from surface reservoirs for agricultural production in the Brazilian semiarid region: extraction conditions, spatiotemporal variability, financial analysis and regulatory barriers*". J. Soils Sediments, p.1-17. https://doi.org/10.1007/s11368-025-04028-4

DE ARAÚJO, J. C.; LANDWEHR, T.; ALENCAR, P. H. L.; PAULINO, W. D. (2023). "*Water Management causes increment of reservoir silting and reduction of water yield in the semiarid State of Ceará, Brazil*". J. S. Am. Earth Sci., v.121, p.104102. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104102

LIMA, G. D.; DE ARAÚJO, J. C.; BRAGA, B. B.; DE CARVALHO, T. R. A.; PATON, E. N.; ALENCAR, P. H. L.; MEDEIROS, P. H. A. (2025). "*Sediment deposition patterns in reservoirs with different water-level dynamics relevant for potential sediment reuse*". Science of The Total Environment, v.1009, p.181088. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.181088

LIMA JÚNIOR, A. F. (2025). "*Variabilidade espaço-temporal das tendências de precipitação no estado do Ceará, Nordeste do Brasil*". Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, n.68. https://doi.org/10.4000/14nlm

PEREIRA, B.; MEDEIROS, P.; MEIRA NETO, A. A.; DE ARAÚJO, J. C.; SIVAPALAN, M. (2025). "*Advancing water security in semi-arid Brazil: expansion of water storage infrastructure and human-water system co-evolution*". Frontiers in Water. https://doi.org/10.3389/frwa.2025.1602146

RIBEIRO NETO, G. G.; MELSEN, L. A.; COSTA, A. C.; WALKER, D. W.; CAVALCANTE, L.; KCHOUK, S.; BRÊDA, J. P.; MARTINS, E. S. P. R.; VAN OEL, P. R. (2024). "*Clash of drought narratives: A study on the role of small reservoirs in the emergence of drought impacts*". Earth's Future, v.12, n.7, e2023EF004311. https://doi.org/10.1029/2023EF004311

SENA, D. O. et al. (2023). "*Efeito da aplicação de sedimento assoreado em reservatório, avaliação de parâmetros físico-hídricos do solo*" in VIII INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING e XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM (CONIRD), Fortaleza, v.23. Disponível em: https://icolibri.com.br/2023/public/__anais/TC2560270.pdf

SILVA, E. M. R.; DE ALMEIDA, L. G.; MEDEIROS, P. H. A.; LIMA, G. D.; DE ANDRADE, E. M.; DE ARAÚJO, J. C. (2025). "*Reservoir eutrophication in the Brazilian semiarid: modelling of sediment removal and control of external loads as remediation measures*". Environ. Sci. Pollut. Res., p.1-17. https://doi.org/10.1007/s11356-025-36183-z

ZHANG, S.; FOERSTER, S.; MEDEIROS, P.; DE ARAÚJO, J. C.; DUAN, Z.; BRONSTERT, A.; WASKE, B. (2021). "*Mapping regional surface water volume variation in reservoirs in northeastern Brazil during 2009-2017 using high-resolution satellite images*". Sci. Total Environ., v.789, p.147711. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147711

AGRADECIMENTOS

A pesquisa foi financiada pelo CNPq (processo 406570/2022-1), pela FUNCAP (processo INCT-35960-62747.65.95/51) e pela CAPES, por meio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável do Semiárido Tropical (INCTAgriS). Os autores também foram contemplados com bolsas de doutorado da CAPES (Gabriela Lima, processo 88887.703337/2022-00) e de produtividade em pesquisa do CNPq (José Carlos de Araújo e Pedro Medeiros).