MODELAGEM DE FLUXOS DE ÁGUA E SEDIMENTO POR UMA DENSA REDE DE RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE PENTECOSTE

José Nilson Oliveira Da Costa[1]
George Leite Mamede[2]

RESUMO

Este projeto tem como meta uma análise mais criteriosa do papel do pequeno reservatório na dinâmica de água e sedimentos em bacias hidrográficas do Semiárido Brasileiro, na perspectiva de inclusão dos pequenos sistemas no processo de gestão de recursos hídricos. O projeto proposto será realizado na Bacia Hidrográfica do reservatório Pentecoste no estado do Ceará, com área de aproximadamente 3230 km². Neste trabalho será dada ênfase na modelagem da dinâmica de deposição de sedimentos em reservatórios da bacia do açude Pentecoste, considerando a distribuição espacial da densa rede de reservatórios superficiais. Para a modelagem foram consideradas três parametrizações de classes de tamanho de reservatórios, com base em diferentes faixas de valores de capacidade de armazenamento. Na estimativa do assoreamento foi aplicada a equação (USLE em conjunto com a MUSLE) disponíveis no módulo sedimentológico do modelo WASA-SED para a bacia hidrográfica do açude Pentecoste com uma rede de seis reservatórios de estratégicos e 725 reservatórios de pequeno porte. Na modelagem hidrológica o modelo apresentou o mesmo comportamento para as 3 parametrizações avaliadas quanto às classes de tamanho de reservatório, indicando que os resultados do modelo são pouco influenciados pelos critérios de agrupamento da rede de reservatório definidos pelo usuário. Na modelagem do assoreamento, enquanto todos os reservatórios retinham 48,5% de sedimentos, apenas os pequenos apresentaram uma retenção de 27,2%. Isso mostra que a pequena açudagem impacta de forma positiva em relação à deposição de sedimento nos reservatórios estratégicos uma vez que evitam que esses sedimentos diminuam a capacidade de acumulação de água nos mesmos, aumentando sua vida-útil.

Palavras-chave: Pequenos reservatórios; Processos hidrossedimentológicos; Wasa-sed.

UNILAB, CEARÁ, Discente, nilsonoliveiracosta@yahoo.com.br[1]
UNILAB, Ceará, Docente, mamede@unilab.edu.br[2]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro é uma região que vive em constante dificuldade em relação à disponibilidade hídrica, em especial no semiárido. O abastecimento hídrico depende, principalmente, da água armazenada em reservatórios superficiais. Essa dependência impulsionou o desenvolvimento de uma densa rede com estas estruturas de diferentes tamanhos variando de milhares a bilhões de metros cúbicos (MAMEDE et al., 2018). A pequena açudagem representa a maior parcela dos reservatórios superficiais.

A mobilidade dos sedimentos em bacias hidrográficas é um processo complexo que depende desde caraterísticas de chuva e escoamento superficial até fatores relacionados a aspectos geomorfológicos da bacia, entre eles textura de solo, litologia, topografia, drenagem, cobertura vegetal e granulometria do sedimento, este último apontado como sendo um dos ou principal fator a afetar a dinâmica de sedimentos em bacias.

Para os recursos hídricos, a intensificação de processos sedimentológicos causam assoreamento de mananciais, perda da qualidade da água e consequentemente diminuição da vida útil do reservatório. O aporte de sedimentos em reservatórios superficiais ocorre da erosão do solo na bacia hidrográfica. No nordeste brasileiro, cerca de 90% da água utilizada para consumo humano são armazenadas nessas estruturas (ARAÚJO et al., 2003).

Nesse sentido, uma avaliação precisa da dinâmica hidrossedimentológica é imprescindível para a identificação de áreas potencialmente erosivas, tal análise possibilita ao gestor, por exemplo, a adoção de medidas de prevenção e controle de regiões mais problemáticas.

METODOLOGIA

Com uma área aproximada de 3.230 km2 (COGERH, 2021) (Figura 1), a bacia hidrográfica do Açude Pereira de Miranda - Pentecoste é uma sub-bacia localizada na bacia de Curu, na região centro norte do estado do Ceará.

O modelo WASA-SED (Model of Water Availability in Semi-Arid Environments with Sediment Dynamics Component) (GÜNTNER, 2002) é um modelo hidrossedimentológico desenvolvido para simular a geração de fluxo de água e sedimentos, e a disponibilidade de água em grandes bacias hidrográficas em condições ambientais semiáridas. No que se refere à resolução espacial, é categorizado como distribuído, ou seja, a região de estudo pode ser segmentada em áreas de menor extensão possibilitando que a variabilidade dos processos hidrológicos seja captada produzindo resultados de maior compatibilidade com a realidade observada.

Para o cálculo da geração de sedimentos, o modelo oferece quatro opções de equações derivadas da Equação Universal da Perda de Solos – USLE (Wischmeier e Smith, 1978), as quais apresentam a seguinte estrutura:

$E = \chi.K.LS.C.P.ROKF.A$

Onde E é a erosão (t), K o fator de erodibilidade do solo ($t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$), LS o fator de declive de comprimento, C o fator de manejo de vegetação e cultivo, P o fator de prática de controle de erosão, ROKF o fator de fragmentos de rocha e A é área do escopo (ha). χ é o termo de energia.

Utilizou-se para este trabalho:

Em que: Qsurf é o volume de escoamento superficial (mm) e qp é a taxa de escoamento de pico (mmh^{-1}).

Foram feitas 3 parametrizações com base nas capacidades dos açudes. Para cada parametrização foi

ISSN: 2447-6161

proposta a divisão dos reservatórios em classes de acordo com sua capacidade de armazenamento hídrico, com o intuito de quantificar a disponibilidade hídrica de cada classe.

Para avaliar a eficiência do modelo, foi empregado o coeficiente Nash e Sutcliffe (NSE)

NSE

em que: Ymed é o valor medido da variável no tempo j, Ysim é o valor simulado da variável no tempo j e Y med é a média dos valores medidos. O coeficiente NSE varia de -∞ a 1, sendo que, quanto maior for o coeficiente, melhor o desempenho do modelo. Se NSE for menor que 0 (zero), a capacidade de previsão do modelo é inferior ao valor médio medido (LOPES, 2013).

Além da delimitação de classes de volume de reservatórios, também foram feitas simulações excluindo classes com o intuito de perceber o impacto causado nos processos hidrossedimentológicos pela presença de reservatórios pequenos e estratégicos desconectando o transporte de sedimentos pela bacia. Também foi feita a simulação hipotética de não haver nenhum reservatório na bacia para verificação dos valores naturalizados de escoamento médio e carga de sedimentos na bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise do desempenho do modelo foram feitas comparações entre os valores encontrados na simulação e os medidos fornecidos pela COGERH para o período de 1980 a 2019. A análise da consistência dos resultados foi feita calculando os valores NSE para as três parametrizações consideradas.

A Tabela 1 indica os valores de NSE encontrados a partir da modelagem e configuração de parametrização avaliadas. Os resultados indicam que independentemente da parametrização adotada o modelo se comporta de forma similar. Ou seja, os diferentes limites de classes adotadas na classificação dos pequenos reservatórios não indicaram alteração nos volumes dos reservatórios estratégicos.

Tabela 1 – Valores de NSE para o volume de cada reservatório

Reservatório	Parametrização 1	Parametrização 2	Parametrização 3
Pentecoste	0.408	0.409	0.408
Sousa	-0.502	-0.510	-0.509
Salão	-0.225	-0.225	-0.206
São Mateus	0.211	0.211	0.211
Desterro	0.663	0.663	0.663
São Domingos	0.605	0.605	0.605

A tabela 2 apresenta o impacto de retenção de água e sedimentos, e escoamento médio da bacia para a Parametrização 1. Nota-se que os pequenos reservatórios, apesar de representarem 98,9% da rede (725 açudes), retêm 2,72% de toda a água que escoa pela bacia, enquanto os reservatórios estratégicos com apenas oito açudes retêm 4,07% (quase 50% a mais que os pequenos açudes da rede). Enquanto os mesmos retêm 27,18% de sedimentos, de forma que desempenham um papel importante na vida útil dos reservatórios estratégicos uma vez que retardam os efeitos do assoreamento nestes. Os resultados também indicam que a densa rede de reservatórios tem uma baixa capacidade de retenção de água, com máxima de 8,33% do escoamento gerado considerando todos os reservatórios da rede.

CONCLUSÕES

ISSN: 2447-6161

Diante dos resultados obtidos na presente pesquisa, destacam-se as seguintes conclusões:

• Mesmo sendo parametrizado para a escala macro e validado para uma outra bacia, modelo teve um bom desempenho da representação dos processos hidrológicos na bacia estudada.

• A definição de intervalos para classes de tamanhos de reservatórios de pequeno porte não apresentou diferenças para os resultados de volume e produção de sedimentos modelados.

• Os pequenos reservatórios, apesar de representarem 98,9% da rede (725 açudes), retêm 2,72% de toda a água que escoa pela bacia, enquanto os reservatórios estratégicos com apenas oito açudes retêm 4,07% (quase 50% a mais que os pequenos açudes da rede).

• Os pequenos reservatórios retêm mais de 27% dos sedimentos produzidos na bacia do Pentecoste.

• A taxa de assoreamento por década produzido pelo modelo varia de 2,24% a 2,30%, valores maiores que o 1,80% medido.

AGRADECIMENTOS

À Unilab e à instituição fomentadora da pesquisa, FUNCAP.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO J. C. Assoreamento em Reservatórios do Semi-árido: Modelagem e Validação. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 8, n.2, p. 39–56 Abr./Jun. 2003.

BRONSTART et al. Process-based modelling of erosion, sediment transport and reservoir siltation in mesoscale semi-arid catchments. Journal of Soils and Sediments. p., 2014.

GÜNTNER, A. Large-scale hydrological modelling in the semi-arid North-East of Brazil. 2002. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Faculty of Mathematics and Sciences, University of Potsdam, Potsdam, 2002.

LOPES, J. W. B. Modelagem Hidrossedimentológica em Meso-Bacia do Semiarido. 2013. Dissertação (Mestrado em Egenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MAMEDE, G. L. et al. Modeling the Effect of Multiple Reservoirs on Water and Sediment Dynamics in a Semiarid Catchment in Brazil. J. Hydrol. Eng., v. 23, n.12. 2018.

NASH, J. E.; SUTCLIFFE, J. V. River flow forecasting through conceptual models: a discussion of principles. Journal of Hydrology, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970.

ISSN: 2447-6161