



UTILIZANDO DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA E DE SENSORIAMENTO REMOTO NA CALIBRAÇÃO AUTOMÁTICA E VALIDAÇÃO DE UM MODELO HIDROSEDIMENTOLÓGICO

Hugo Fagundes¹; Rodrigo Cauduro Dias de Paiva²; Fernando Mainardi Fan³

Palavras-Chave – Erosão; MGB-SED; Grandes Bacias; Rio Doce.

Dados observados de sedimentos em suspensão são essenciais para estudos de modelagem hidrossedimentológica, principalmente nas etapas de calibração e validação, que visam assegurar a boa performance da aplicação do modelo (Pandey et al., 2016). Devido ao elevado custo no monitoramento tradicional da concentração de sedimentos em suspensão (CSS) nos rios, técnicas alternativas surgiram nas últimas décadas apresentando bons resultados na estimativa dos sedimentos em suspensão (Williamson e Crawford, 2011; Minella et al., 2008; Lodhi et al., 1998). Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é investigar o uso não apenas de dados de CSS, mas também de qualidade da água e de reflectância de superfície na calibração e validação de um modelo hidrossedimentológico de grandes bacias.

Utilizou-se como estudo de caso a bacia do rio Doce, localizada nos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo. De acordo com Lima et al. (2005), essa bacia é aquela com a maior concentração média de sedimentos em suspensão dentre as bacias brasileiras que desaguam no Oceano Atlântico. Foram utilizados dados observados de CSS, qualidade de água e sensoriamento remoto de 25, 63 e 21 estações, respectivamente, para realizar os experimentos propostos no estudo. Os dados observados foram comparados com os dados simulados de CSS pelo modelo hidrossedimentológico de grandes bacias MGB-SED (Buarque, 2015). O modelo foi calibrado usando o algoritmo de calibração automática multi-objetivo MOCOM-UA, já implementado no modelo MGB (Fan e Collischonn, 2014). Os parâmetros que foram adotados como calibráveis são os coeficientes de ajuste α e β , presentes na MUSLE (Williams, 1975). Também foi escolhido calibrar o parâmetro TKS do modelo MGB-SED, que é o parâmetro de retardo do escoamento superficial. Foram realizados seis experimentos todos tendo o mesmo período de calibração e validação: 1997 – 2010. De forma geral, para cada experimento, utilizou-se um tipo de dado (por exemplo, CSS medidos in situ) para calibração do modelo e os demais (RefVer, turbidez e SST) para validação. As funções objetivo utilizadas na calibração automática foram os coeficientes de eficiências Nash e Sutcliffe (ENS), Kling-Gupta (KGE) e a correlação linear de Pearson (Rtemp) e suas variações, denominadas de correlação espacial (Resp) e correlação tudo (Rtudo).

De forma geral, notou-se que houve pouca variação dos resultados das estatísticas de performance tanto na etapa de calibração quanto de validação. O melhor valor encontrado em um dos experimentos foi na etapa de calibração (aumento da média das correlações em 0,17) e o pior na etapa de validação (redução da média das correlações em 0,26). Observou-se ainda que com o aumento do número de sub-bacias de 1 para 5 os resultados dos valores das métricas na etapa de calibração tendem a aumentar. Já com o aumento de 5 para 17 sub-bacias os resultados apresentaram pouca variação. Houve aumento da correlação quando utilizados os dados dos logaritmos das CSS (simulada e observada) se comparada à correlação calculada entre os valores das CSS (simulada e observada) simplesmente. A utilização de uma concentração de base também

1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre; h.o.fagundes@hotmail.com; 51 33086670

2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre; fernando.fan@ufrgs.br; 51 33086670

3) Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre; rodrigocpaiva@gmail.com; 51 33086670



fez com que os valores das métricas, principalmente na calibração, melhorassem. Para o posto sedimentométrico Fazenda Ouro Fino, a calibração melhorou o coeficiente ENS de -0,44 para 0,44.

Os experimentos realizados permitiram observar que tanto as melhorias quanto as piores nas etapas de calibração e validação do modelo não variaram muito. Isso demonstra que os dados de reflectância de superfície, turbidez e sólidos suspensos totais, utilizados como uma aproximação da CSS, são úteis para a verificação dos resultados de modelos hidrossedimentológicos de grandes bacias. Em bacias com ausência de dados observados *in situ*, dados de sensoriamento remoto podem ser a única opção para a verificação da performance desses modelos. Os dados também puderam ser utilizados na calibração e na validação do modelo MGB-SED, inclusive, melhorando sua performance. Os melhores resultados com a calibração foram encontrados para a estação Fazenda Ouro Fino, que foi aquela que apresentou o maior número de dados observados de CSS, e evidencia a importância do monitoramento *in situ*, com uma boa frequência amostral.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida ao primeiro autor durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BUARQUE, D. C. *SIMULAÇÃO DA GERAÇÃO E DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM GRANDES BACIAS: Estudo de caso do rio Madeira*. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- FAN, F. M.; COLLISCHONN, W. *Integração do Modelo MGB-IPH com Sistema de Informação Geográfica*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 19, n. 1, p. 243–254, 2014.
- LIMA, J. E. F. W.; LOPES, W. T. A.; CARVALHO, N. DE O.; VIEIRA, M. R.; SILVA, E. M. *Suspended Sediment Fluxes in the Large River Basins of Brazil*, 291. IAHS-AISH Publication, pp. 355e363, 2005.
- LODHI, M. A.; RUNDQUIST, D. C.; HAN, L.; KUZILA, M. S. *Estimation of suspended sediment concentration in water using integrated surface reflectance*. Geocarto International, v. 13, n. 2, p. 11-15, 1998.
- MINELLA, J. P.; MERTEN, G. H.; REICHERT, J. M.; CLARKE, R. T. *Estimating suspended sediment concentrations from turbidity measurements and the calibration problem*. Hydrological processes, v. 22, n. 12, p. 1819-1830, 2008.
- PANDEY, A.; HIMANSHU, S. K.; MISHRA, S. K.; SINGH, V. P. *Physically based soil erosion and sediment yield models revisited*. Catena, v. 147, p. 595–620, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2016.08.002>>.
- WILLIAMS, J. R. *Sediment-yield prediction with universal equation using runoff energy factor*. In.: Proceedings of the Sediment-Yield Workshop, USDA Sedimentation Laboratory, Oxford, Mississippi. 1975.
- WILLIAMSON, T. N.; CRAWFORD, C. G. *Estimation of Suspended-Sediment Concentration From Total Suspended Solids and Turbidity Data for Kentucky, 1978-1995*. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, v. 47, n. 4, p. 739-749, 2011.