

MODELAGEM HIDROLÓGICA CHUVA-VAZÃO DE UM EVENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO OURO UTILIZANDO O MODELO HEC-HMS

ARTHUR GIOVELLI¹; NELVA BUGONI RIQUETTI²; ARLENE FEHRENBACH³
GEORGE MARINO SOARES GONÇALVES⁴; GUILHERME KRUGER BARTELS⁵,
⁶GILBERTO LOGUERCIO COLLARES⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – giovelliarthur@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – nelva.bugoni@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – arlenefehrenbach@outlook.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – george.marino.goncalves@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - guilhermehartels@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – gilbertocollares@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica pode ser definida pela presença de uma rede de drenagem que converge toda a água precipitada até o seu ponto mais baixo, conhecido como exutório (BRAGA et al., 2005; AZEVEDO; BARBOSA, 2011). O estudo e a gestão de todos os fatores que compõem uma bacia hidrográfica, são fundamentais para que haja um equilíbrio entre a exploração de seus recursos naturais e o desenvolvimento sustentável de uma sociedade.

A modelagem hidrológica é utilizada como ferramenta para a obtenção de conhecimento aprofundado a respeito dos fenômenos físicos envolvidos e na previsão de cenários (MORAES, 2003). Nesse sentido, a utilização desse recurso computacional se faz valerosa no que tange a decisões técnicas no planejamento do uso dos recursos hídricos numa bacia hidrográfica.

O modelo HMS (Hydrologic Modeling System) é um modelo hidrológico desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos - HEC (Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers), sendo utilizado para modelar eventos de chuva-vazão em bacias hidrográficas (USACE-HEC, 2023). O modelo HEC-HSM é composto basicamente pelo *Modelo de Bacia*, *Modelo Meteorológico* e as *Especificações de Controle*. O modelo simula o comportamento hidrológico na bacia, gerando um hidrograma unitário, informações relativas à precipitação efetiva, separação do escoamento (superficial e de base), vazão e tempo de pico de acordo com a configuração adotada (USACE-HEC, 2022).

A Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro (BHAO) é uma sub-bacia de cabeceira, situada entre os municípios de Pelotas e Morro Redondo, no sul do Rio Grande do Sul, com clima subtropical, mesotérmico úmido (PEEL et al., 2007) e altitude média de 278 metros. Trata-se de uma bacia experimental, dotada de uma rede de monitoramento de variáveis hidrológicas (vazão, precipitação, nível d'água) desde 2014. Neste contexto, a utilização do HEC-HMS neste estudo objetiva modelar o processo de chuva-vazão do evento de chuva ocorrido no dia 15 de julho de 2022 na BHAO.

2. METODOLOGIA

A BHAO corresponde uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, localizada entre os municípios de Morro Redondo e Pelotas/RS (Figura 1). A bacia possui aproximadamente 2,3 km² de área e está inserida na região geomorfológica

do Escudo Sul-Rio-Grandense, com uso predominante para a agricultura em pequenas propriedades rurais, pecuária leiteira e avicultura (BARTELS, 2015). Os tipos de solo correspondem a classe Argissolos e Neossolos (EMBRAPA, 2006).

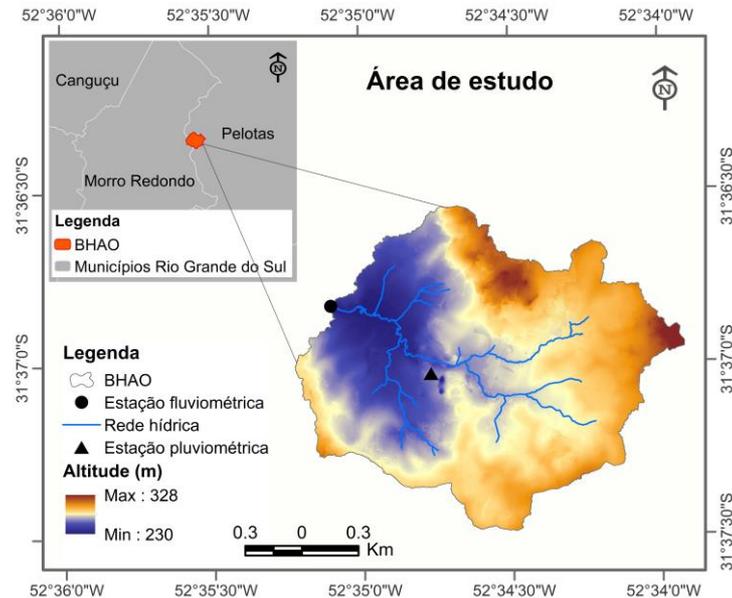


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro (BHAO).

O HEC-HMS versão 4.11, foi utilizado para delimitar a área de estudo em uma única sub-bacia (USACE-HEC, 2023). Para esta sub-bacia (doravante BHAO), foi utilizado o método para calcular as perdas de precipitação (Loss Method), e o escoamento direto superficial e sub-superficial para a precipitação excedente (Transform Method e Baseflow Method), foram escolhidos o SCS Curve Number, SCS Unit Hydrograph e Recession, respectivamente.

Na sequência, foi verificado a vazão simulada com a vazão observada e posterior realizou-se a otimização da modelagem. Para tal, foram utilizados o método Simplex e quatro parâmetros de otimização (SCS Curve Number, Recession-Recession Constant, SCS Unit Hydrograph-Lag Time e Recession-Inicial Discharge).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A simulação hidrográfica mostrou-se aceitável (Figura 2a), com um desempenho estatístico considerado bom (MORIASI et al. (2007) através da aplicação do coeficiente de Nash-Sutcliffe (NSE = 0,67) e também pela avaliação do hidrograma. Logo, observa-se no evento simulado uma subestimação das vazões e a recessão é abrupta. Neste cenário, foi realizado uma otimização com objetivo de melhorar a simulação do evento. A continuação, a otimização apresentou resultado classificado como muito bom, com NSE igual a 0,94, assim também, na visualização do hidrograma (Figura 2b) é possível observar uma melhor distribuição da vazão simulada comparado a vazão observada, no entanto, subestima parte das vazões na ascensão e superestima levemente o pico de vazão. Igualmente, em termos gerais a otimização proporcionou melhora significativa na simulação do evento, tanto na visualização do hidrograma como no desempenho estatístico (NSE, RSME, Pbias).

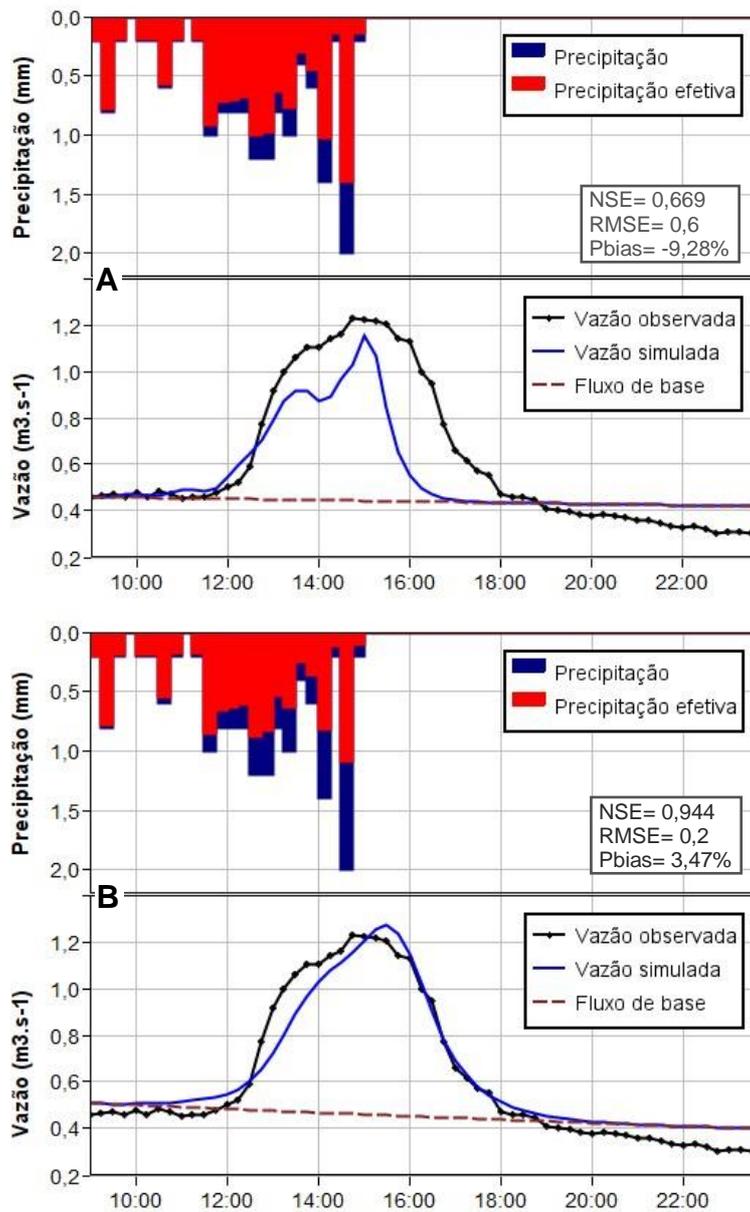


Figura 2: Comparação das vazões observada/simulada do evento do dia 15 de julho de 2022 (09:00 h às 23:45 h). Em a) Simulação inicial; b) Simulação otimizada.

Cabe destacar, os volumes simulados e pico de vazão nas simulações apresentam-se próximos dos valores observados (Tabela 1), mostrando a boa capacidade do modelo em simular eventos hidrológicos.

Tabela 1: Comparação entre os valores observados e simulados.

Parâmetros	Valor observado	Simulação inicial	Simulação otimizada
Precipitação total (mm)	15,00	15,00	15,00
Volume escoado (mm)	14,15	12,79	14,62
Vazão de pico (m ³ .s ⁻¹)	1,2 (14:45 pm)	1,2 (15:00 pm)	1,3 (15:30 pm)

4. CONCLUSÕES

Na modelagem hidrológica do evento na BHAO através do HEC-HMS, pode-se concluir que a partir dos resultados obtidos este modelo foi capaz de construir hidrográficas sintéticas bem ajustadas ao hidrograma observado utilizando o método SCS-CN para quantificar as perdas na simulação matemática chuva-vazão, período de recessão e fluxo de base.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, H.A.M.A.; BARBOSA, R.P. Gestão de recursos hídricos no Distrito Federal: uma análise da gestão dos Comitês de Bacia Hidrográfica. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 5, n. 13, p. 162-182, 2011.

BARTELS, G.K. **Monitoramento hidrossedimentológico numa bacia hidrográfica do Escudo Sul-Rio-Grandense**. 2015, 87p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2015.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

MORAES, J. M. Propriedades físicas dos solos na parametrização de um modelo hidrológico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, **8**, p. 61-70, 2003.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

USACE-HEC. **Hydrologic Modeling System, HEC-HMS v4.11 – User’s Manual**, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, July 2023. Online. Disponível em: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hechms/downloads.aspx>

USACE-HEC. **Hydrologic Modeling System, HEC-HMS – Technical Reference Manual**. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, July 2022. Online. Disponível em: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmstrm>