

MODELAGEM DA VAZÃO NO RIO MUCURI COM A UTILIZAÇÃO DO SWAT EM BASE MENSAL.

RODRIGO ESTEVES RIBEIRO¹, RAFAEL ALVARENGA ALMEIDA², CAMILA DE SOUSA QUEIROZ ALMEIDA³

¹ Bacharel em Engenharia Hídrica, Mestrando em Tecnologia, Ambiente e Sociedade da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia, rodrigo.ribeiro@ufvjm.edu.br

² Engenheiro Agrícola, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola, Docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia.

³ Bióloga, Técnico Administrativo em Educação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia.

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Este estudo tem o objetivo modelar a vazão com o Modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) em base mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Para alcançar esse objetivo, utilizou-se o modelo hidrológico SWAT em conjunto com um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para manipulação dos dados e interface gráfica. As etapas metodológicas incluíram análise de sensibilidade, calibração e validação do modelo em uma escala temporal mensal. A avaliação da precisão dos resultados foi realizada utilizando-se da aplicação dos índices estatísticos coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS), percentual de tendência (PBIAS) e o coeficiente de determinação (R^2). Os resultados indicaram que o modelo SWAT, após calibração, conseguiu representar satisfatoriamente o comportamento das vazões na bacia hidrográfica do rio Mucuri em escala mensal.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Hidrológica; Recursos Hídricos; Rio Mucuri.

FLOW MODELING IN THE MUCURI RIVER USING THE SWAT ON A MONTHLY BASIS.

ABSTRACT: This study aimed to model the flow using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) hydrological model on a monthly basis in the Mucuri River Basin. To achieve this goal, the SWAT hydrological model was used in conjunction with a Geographic Information System (GIS) for data manipulation and a graphical interface. The methodological steps included sensitivity analysis, model calibration, and validation on a monthly timescale. The accuracy of the results was assessed using the Nash-Sutcliffe coefficient (NS), percent bias (PBIAS), and coefficient of determination (R^2). The results indicated that, after calibration, the SWAT model satisfactorily represented the flow behavior in the Mucuri River Basin on a monthly scale.

KEYWORDS: Hydrological Modeling; Water Resources; Mucuri River.

INTRODUÇÃO: Os modelos hidrológicos têm um papel fundamental na compreensão do comportamento das bacias hidrográficas sob diversas condições, englobando múltiplas fases do ciclo hidrológico. Dentro deste conjunto de modelos, o Soil and Water Assessment Tool (SWAT) se destaca, oferecendo uma integração eficaz com Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e demonstrando eficácia em estudos hidrológicos contemporâneos. A Bacia Hidrográfica

do Rio Mucuri (BHRM), localizada na região nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia, tendo uma extensão aproximada de 14.500 km², abrangendo cerca de 17 municípios e cerca de 500 mil habitantes (IGAM, 2011). Assim sendo, o presente possui como objetivo modelar a vazão com o Modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) em base mensal para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

MATERIAL E MÉTODOS: A bacia hidrográfica do rio Mucuri está localizada na Região Hidrográfica do Atlântico Leste. Seu clima é classificado como tropical quente semiúmido (Aw), mas o Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais a categoriza como subúmido seco (C1), com índice de umidade variando de -33,3 a 0, precipitação anual entre 850 e 1.100 mm e temperaturas médias anuais de 21 a 28°C (SCOLFORO et al., 2008).

A delimitação da bacia foi realizada utilizando a seção de controle na estação fluviométrica 55699998 - Nanuque Montante. O Modelo Digital de Elevação (MDE), adquirido via Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) com resolução espacial de 30 metros, foi empregado para essa delimitação. O mapa de uso e ocupação do solo foi obtido do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018). A bacia é majoritariamente composta por Latossolos e Argissolos. Todas as variáveis e parâmetros utilizados basearam-se nas características físicas da bacia, conforme descrito em RIBEIRO (2024).

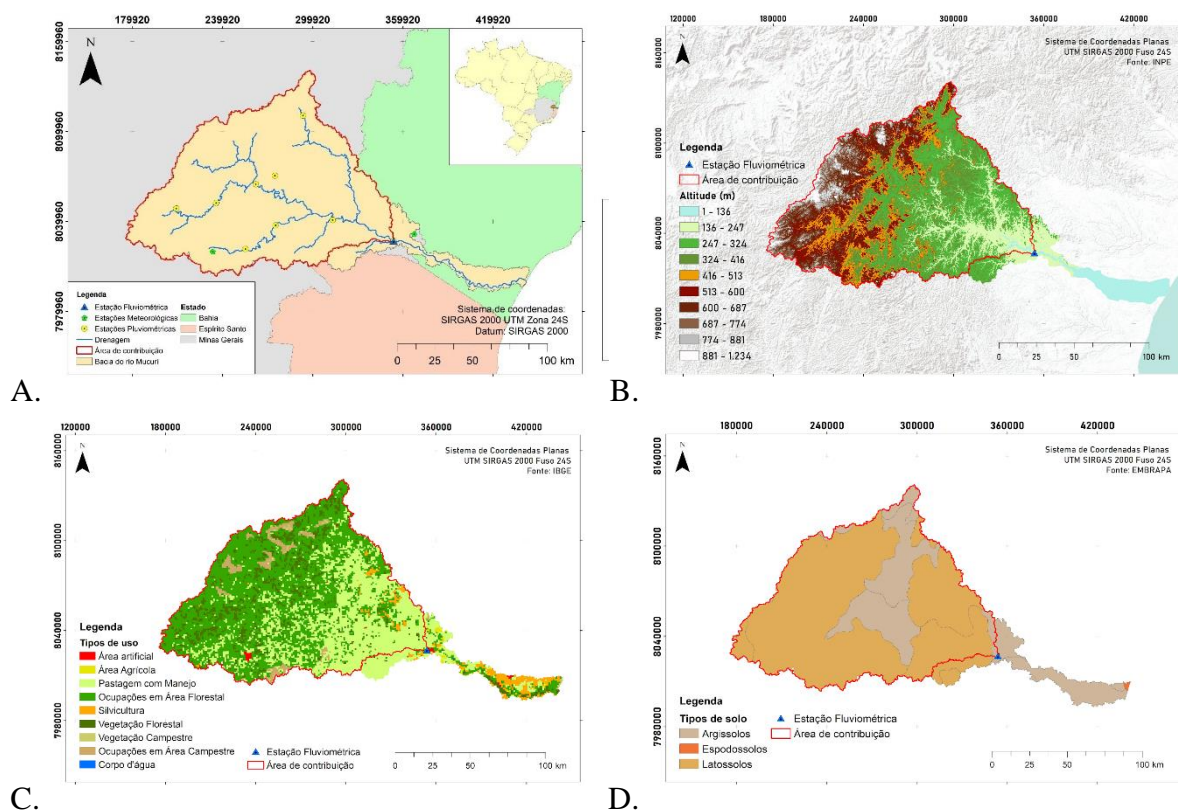


FIGURA 1: BHRM: A. Localização e área de contribuição utilizada; B. MDE; C. Mapa de uso do solo; e D. Mapa de solos.

O modelo hidrológico SWAT foi empregado para a calibração e validação da vazão no rio Mucuri, utilizando dados pontuais compostos por informações pluviométricas (precipitação) e fluviométricas (vazão), bem como dados meteorológicos, incluindo temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento. Esses dados foram obtidos do portal Hidroweb e do Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa (BDMEP) mantido pelo Instituto Nacional de Meteorologia durante o período de 2007 a 2020.

O processo de aquecimento do modelo, conhecido como Warm-up, foi conduzido ao longo de dois anos, abrangendo os anos iniciais de 2007 e 2008. As etapas de análise de sensibilidade, calibração e validação do modelo SWAT foram realizadas utilizando o Software SWAT-Cup®, incorporando o módulo SUFI-2. Para a análise de sensibilidade e calibração, foram utilizados 19 parâmetros previamente selecionados por ALMEIDA, PEREIRA E PINTO (2018), que calibraram o modelo hidrológico para a mesma bacia hidrográfica em estudo.

A série temporal foi dividida em duas partes: 75% para calibração e 25% para validação. A avaliação da precisão dos resultados foi realizada utilizando índices estatísticos, incluindo o coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS), o percentual de tendência (PBIAS) e o coeficiente de determinação (R^2), conforme ABBASPOUR (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Durante 6 iterações, foram conduzidas 300 simulações em cada uma delas, com o software identificando os parâmetros mais sensíveis à calibração por meio dos métodos Latin Hypercube (LH) e One-Factor-at-a-Time (OAT). Em cada iteração, o SWAT-Cup realizou uma análise de sensibilidade, refinando os resultados para melhorar as iterações subsequentes. Quando o limite da função objetivo foi alcançado, $ENS = 0,60$, criou-se um ranking dos parâmetros mais sensíveis, sendo em ordem decrescente de influência: CN2, GW_REVAP, SOL_K, SOL_Z, CH_K2, GWQMN, CANMX e GW_DELAY (Figura 2).

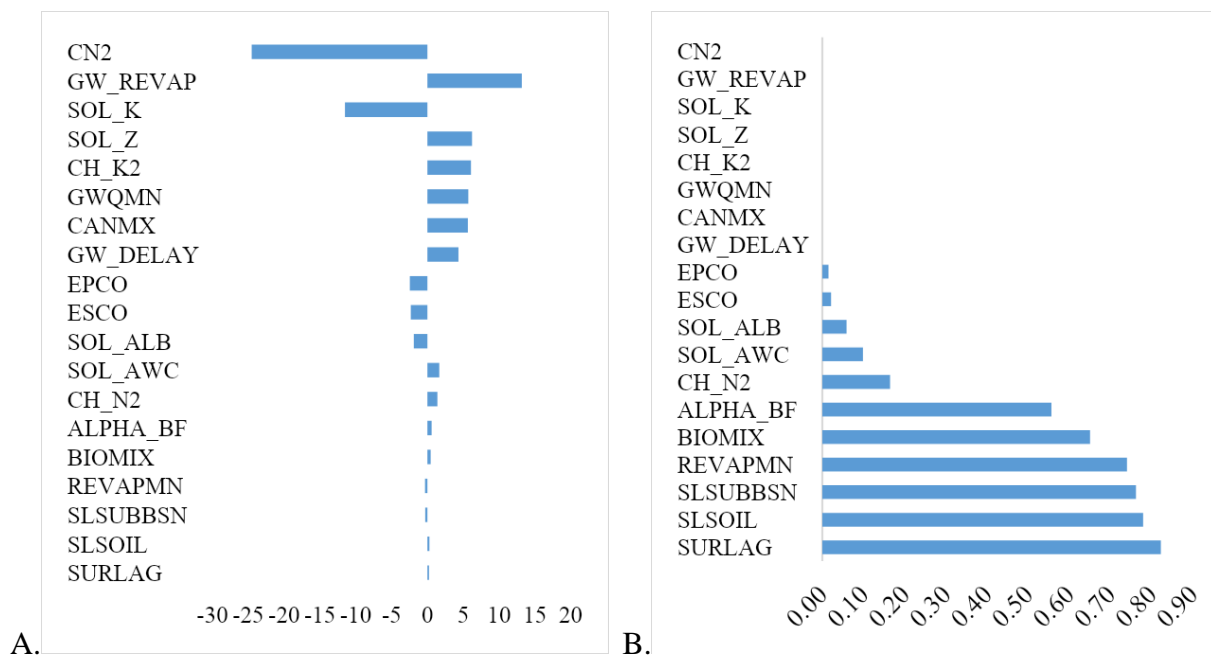


FIGURA 2. Ranking de sensibilidade dos parâmetros relacionados à vazão da BHRM. A: índice t-stat; e B: índice p-value.

A Figura 3 mostra a precipitação acumulada e o hidrograma resultante da calibração e validação mensal do modelo hidrológico, usando dados observados da estação 55699998 - Nanuque Montante. De maneira geral, o desempenho do modelo SWAT na simulação da vazão observada na escala mensal foi satisfatório tanto na calibração ($E_{NS}=0,81$ – Muito bom, $R^2=0,81$ – Muito bom; $P_{BIAS}=-5,4$ – Muito bom) quanto na validação ($E_{NS}=0,73$ – Bom, $R^2=0,83$ – Muito bom; $P_{BIAS}=-17,2$ – Satisfatório), abrangendo tanto os períodos de cheia quanto os de seca do período analisado.

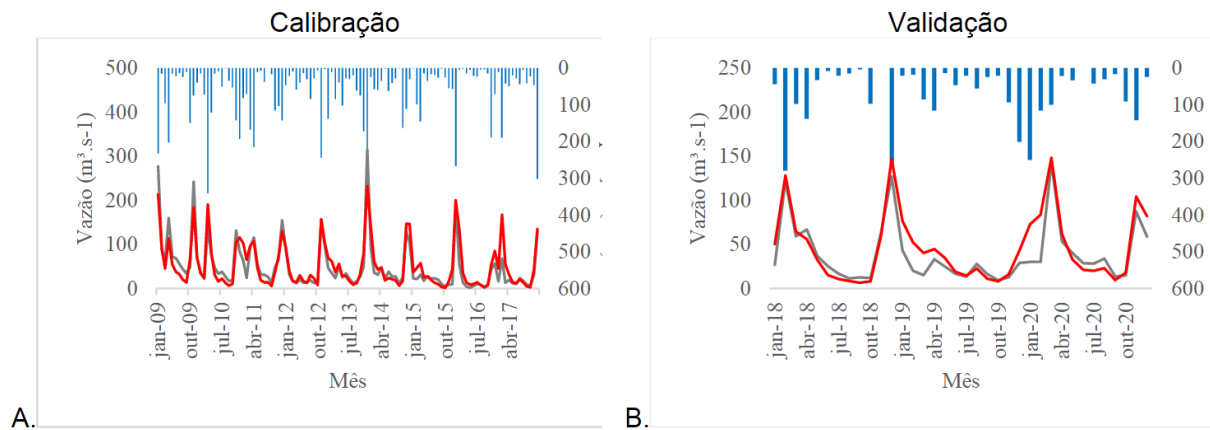


FIGURA 3: Precipitação acumulada e hidrograma resultantes da: A.calibração; e B. validação.

Ao analisar os hidrogramas, destacam-se o bom desempenho do modelo ao aplicar a simulação a um intervalo de dados distinto daquele utilizado na fase de calibração. As principais discrepâncias entre os dados observados e os simulados se manifestam na superestimação da curva de recessão na vazão de pico e após, durante o período de dezembro a maio de 2019, bem como no do aumento do pico de vazão entre novembro de 2019 e março de 2020.

CONCLUSÕES: O modelo hidrológico SWAT, devidamente calibrado, apresentou uma representação satisfatória do comportamento das vazões na bacia hidrográfica do rio Mucuri, utilizando dados observados em escala mensal, embora tenha enfrentado desafios na simulação de picos de vazão.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da UFVJM.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, R. A.; PEREIRA, S. B.; PINTO, D. B. F. Calibration and validation of the SWAT hydrological model for the Mucuri river basin. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.38, n.1, p.55-63, jan./feb. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra**. Brasília: IBGE. 2018.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH**. IGAM, 2011. 139p.

RIBEIRO, R. E.; ALMEIDA, R. A.; PINTO, D. B. F. Modelagem hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Mucuri em escalas temporais mensal e diária. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 21, n.3, 2024.

SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, L. M. T. (Ed.). **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: zoneamento e cenários exploratórios**. Lavras: UFLA, 2008.