

APLICABILIDADE DO MODELO HIDROLÓGICO SWAT PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI

**RAFAEL ALVARENGA ALMEIDA¹, SILVIO BUENO PEREIRA², DANIEL BRASIL
FERREIRA PINTO³**

¹ Engenheiro Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, Docente na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, rafael.almeida@ufvjm.edu.br.

² Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Docente na Universidade Federal de Viçosa, silviopereira@ufv.br.

³ Engenheiro Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, Docente na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, daniel.brasil@ufvjm.edu.br.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: As alterações no uso do solo promovem expressivas mudanças no regime de vazões de um curso d'água, e por meio de modelos hidrológicos torna-se possível o estudo dos impactos causados. Com base neste enfoque, este estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade do modelo SWAT para diferentes cenários de uso do solo e seus respectivos impactos no regime de vazões do rio Mucuri. Posteriormente a calibração e validação do modelo SWAT na bacia, gerou-se o balanço hídrico médio mensal e diário. Foram analisados em relação ao uso atual três cenários de uso do solo, sendo: substituição da área de agricultura pela cultura do eucalipto; substituição da área de floresta nativa pela cultura da cana-de-açúcar; e substituição da pastagem por solo exposto. Com base nos resultados obtidos, conclui-se: o modelo SWAT se mostra adequado para simular a alteração do uso do solo e seu impacto no regime de vazões do rio Mucuri; A substituição de agricultura por eucalipto na bacia propiciou uma diminuição na vazão média e mínimas de referência; As substituições de cobertura florestal por cana-de-açúcar e de pastagem por solo exposto propiciaram um aumento na vazão média e mínimas de referência.

PALAVRAS-CHAVE: Cenários de uso do solo, Modelagem hidrológica, Vazões.

SWAT HYDROLOGICAL MODEL APPLICABILITY FOR BASIN RIVER MUCURI

ABSTRACT: Changes in land use promote significant changes in the flow regime of a stream, and using hydrologic models it is possible the study of the impacts. Based on this approach, this study aimed to evaluate the applicability of SWAT model for different scenarios of land use and their impact on the Mucuri river flow regime. Later calibration and validation of the SWAT model in the basin was generated water balance monthly average and daily. Were analyzed in relation to the current use three scenarios of land use, namely: agriculture area replacing the eucalyptus culture; Replacement of native forest area by the culture of sugarcane; and substitution of pasture with exposed soil. Based on the results obtained concludes: SWAT model is effective displays to simulate the change of land use and its impact on the Mucuri river flow regime; The replacement of agriculture by eucalyptus in the basin led to a decrease in the average and minimum reference flow; Substitutions of forest cover by sugarcane, and pasture for soil exposed provided an increase in the average and minimum reference flow.

KEYWORDS: Scenarios of land use, hydrologic modeling, streamflow.

INTRODUÇÃO

A intensa e desordenada substituição de paisagens naturais em usos mais intensivos do solo, de modo geral, tem contribuído de maneira expressiva para a deterioração da qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Visando amenizar esse importante impacto ambiental, faz-se coerente o conhecimento da variação da utilização do solo sobre a dinâmica qualitativa dos recursos hídricos. Por meio destes estudos pode-se elaborar políticas públicas que assessorem a tomada de decisão, visando a gestão dos recursos hídricos, bem como incentivos a práticas de conservação do solo e água.

O Modelo hidrológico Soil na Water Assessment Tool (SWAT) é um modelo semi-distribuído criado para estudar o efeito da gestão do uso do solo em diversos componentes, tais como vazão, sedimentos, pesticidas, nutrientes, dentre outros. Conta com importante interface com os SIG's facilitando a entrada, manipulação e edição de bancos de dados que alimentam o sistema (ANDRADE; MELLO; BESKOW, 2013; MONTEIRO et al., 2015).

As vantagens da modelagem hidrológica são várias, desde questões referentes ao planejamento e gestão dos recursos hídricos até segurança pública em eventos extremos, tais como enchentes ou seca. Nesse contexto, estudos relacionados com a modelagem hidrológica torna-se conveniente para as diversas condições edafoclimáticas brasileiras, no entanto, é necessário uma base de dados consistente. (ABBASPOUR et al., 2015; MEAURIO et al., 2015; AWAN; ISMAEEL, 2014).

O SWAT tem se mostrado eficiente para avaliar os impactos da mudança da cobertura do solo e variação do clima em diversas bacias ao longo do planeta, bem como fornecido informações de suporte a análises para a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos (DURÃES; MELLO; NAGHETTINI, 2011; PINTO, 2011).

Com base neste enfoque, este estudo teve por objetivo avaliar a aplicabilidade do modelo SWAT para diversas condições de uso do solo e seus respectivos impactos no regime de vazões da bacia hidrográfica do rio Mucuri.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Mucuri (Figura 1D) está inserida na bacia do Atlântico Leste, estende-se por 17 municípios, sendo destes, 13 mineiros (95% da área da bacia) e outros quatro capixabas e baianos. Compõe uma área de cerca de 15.400 km², sendo responsável por uma população de aproximadamente 450.000 habitantes. Faz divisa com as bacias dos rios Jequitinhonha, Peruíbe, São Mateus e Doce. Possui vasta atividade

mineradora, principalmente na cidade de Teófilo Otoni, além das atividades de agricultura, pecuária e reflorestamento (IGAM, 2011).

SWAT

O SWAT considera quatro volumes de controle para a realização do balanço hídrico. São eles: os reservatórios superficial, sub-superficial, subterrâneo raso ou livre e subterrâneo profundo. A simulação computacional foi realizada com a versão 2012 do SWAT (ARNOLD et al., 2012) por meio da interface com o ARCGIS 10.x, denominada ARCSWAT.

Base de dados utilizada na simulação

Os dados de relevo foram obtidos pelo Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente Condicionado (MDEHC) preparado com base nos dados altimétricos derivados do SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), segundo metodologia proposta por Elesbon et al. (2011). Sua distribuição espacial é representada na Figura 1A. O mapa de solos foi adaptado do estudo realizado pelo Professor Elpídio Inácio Fernandes Filho, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, a qual mapeou toda a bacia do rio Mucuri (Figura 1B). O mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Mucuri foi obtido por meio de classificação supervisionada pelo método da verossimilhança, a partir da utilização de um mosaico de imagens LANDSAT 8, com resolução espacial de 30 metros (Figura 1C). A entrada de dados climáticos para o modelo foi obtida por meio da consulta junto a base de dados HIDROWEB/ANA e da rede de estações automáticas do INMET. Foram utilizadas oito estações pluviométricas, seis estações fluviométricas e duas climatológicas, todas com o período que se estendia de 01/01/2007 a 31/12/2014. A distribuição espacial das estações está representada na Figura 1D.

Os dados foram utilizados em uma base diária, sendo necessários para as estações do tipo climatológicas a precipitação (mm), a temperatura máxima e mínima (°C), a radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{ s}^{-2}$), a velocidade do vento (m s^{-1}) e a umidade relativa do ar (%), além dos dados de precipitação (mm) e vazão ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$).

Análise de sensibilidade, calibração e validação

Para as fases de análise de sensibilidade, calibração e validação do modelo SWAT para a bacia hidrográfica do rio Mucuri fez-se uso do módulo SUFI2, presente no software SWAT-CUP, versão 5.1.6 (ABBASPOUR et al., 2007).

Optou-se por definir os 19 principais parâmetros para a calibração da vazão na bacia. Os parâmetros foram definidos em função da ocorrência destes entre os principais parâmetros calibráveis para a variável vazão (BLAINSKI et al., 2011; DURÃES; MELLO;

NAGHETTINI, 2011; MULETA; NICKLOW, 2005; NETO et al., 2014; ANDRADE; MELO; BESKOW, 2013; PINTO et al., 2013).

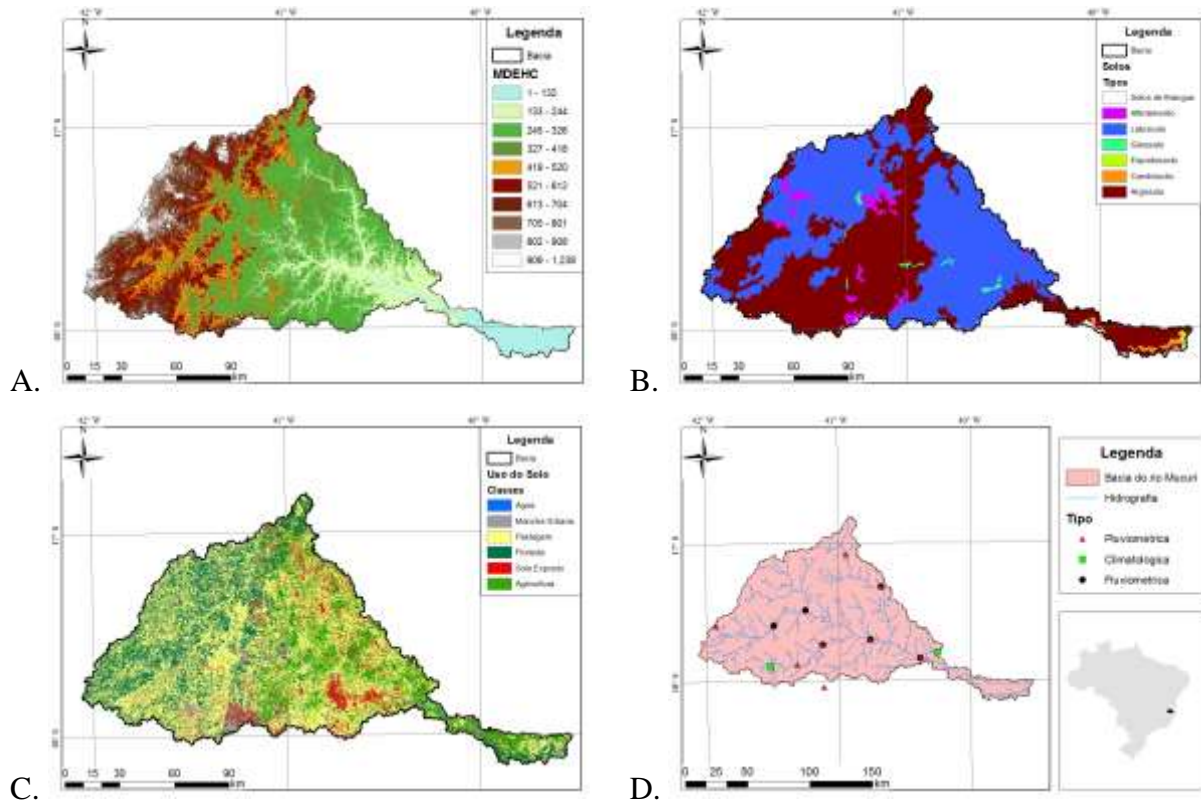


FIGURA 1 – Dados espaciais da bacia hidrográfica do rio Mucuri. **A.** MDEHC; **B.** Mapa de Solos; **C.** Mapa de uso e ocupação do solo; e **D.** Localização das estações utilizadas.

A partir da definição dos parâmetros destes deu-se início a etapa de calibração, partindo de 250 iterações por simulação, até que atingisse a função objetivo (ABBASPOUR, 2007; ALMEIDA, 2016). A função objetivo foi definida como sendo o “coeficiente estatístico de Nash-Sutcliffe”, desenvolvido por Nash e Sutcliffe (1970), optando pelo valor 0,6 como sendo satisfatório.

Para a calibração, torna-se importante a definição do método de calibração, bem como a definição dos intervalos de calibração. Tais dados estão apresentados na Tabela 1.

A definição da escolha pelo método, valor mínimo inicial e valor máximo inicial adveio de outros trabalhos (PINTO, 2011; LÉLIS, 2011; OLIVEIRA, 2014).

Cabe frisar que após cada iteração, o SWAT-CUP sugere novos valores de intervalos, visando sempre a otimização estatística de precisão. Em função dessa característica, o valor calibrado para cada parâmetro pode apresentar-se fora dos intervalos iniciais.

TABELA 1. Ranking na calibração, Métodos, intervalos de ajustes iniciais e valor calibrado para cada parâmetro

| Parâmetro | Ranking calibração | Método | Valor mín. inicial | Valor máx. inicial | Valor Calibrado |
|-----------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|
| CH_N2 | 1 | Absoluto | 0,01 | 0,059 | 0.116929 |
| GWQMN | 2 | Absoluto | -500 | 1000 | 1365.775 |
| CH_K2 | 3 | Absoluto | 0 | 25 | 8.948516 |
| EPCO | 4 | Absoluto | 0 | 1 | -0.16168 |
| SOL_K | 5 | Relativo | -0.9 | 0.9 | -0.40892 |
| SOL_AWC | 6 | Relativo | -0.25 | 0.25 | -0.21873 |
| SLSUBBSN | 7 | Relativo | -0.25 | 0.25 | 0.059871 |
| SOL_Z | 8 | Relativo | -0.25 | 0.25 | 0.164637 |
| CANMX | 9 | Absoluto | 0 | 10 | 14.94177 |
| ESCO | 10 | Absoluto | 0 | 1 | 0.786809 |
| GW_DELAY | 11 | Absoluto | 10 | 120 | 82.0119 |
| GW_REVAP | 12 | Absoluto | 0.02 | 0.2 | 0.33627 |
| BIOMIX | 13 | Absoluto | 0 | 1 | 0.687435 |
| SURLAG | 14 | Absoluto | 0.5 | 10 | 1.664087 |
| ALPHA_BF | 15 | Relativo | 0 | 0.048 | 0.004285 |
| REVAPMN | 16 | Absoluto | -50 | 100 | 40.74179 |
| SLSOIL | 17 | Relativo | -0.5 | 0.5 | -0.59382 |
| CN2 | 18 | Relativo | -0.3 | 0.3 | -0.65569 |
| SOL_ALB | 19 | Relativo | -0.25 | 0.25 | -0.15716 |

Optou-se por calibrar em uma estação fluviométrica e realizar a validação nas demais estações da bacia. Tal técnica se justifica na premissa da modelagem, a qual o modelo deve ser capaz de responder a todo o processo hidrológico que ocorre na bacia para as condições de calibração.

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das estações bem como a área de drenagem da estação de calibração. Ressalta-se que os resultados da calibração para a estação Carlos Chagas (55630000), com uma área de drenagem de 9.160 km², foram considerados bons segundo Van Liew et al. (2003) e Fernandez et al. (2005), com um índice de eficiência de Nash-Sutcliffe de 0,63.

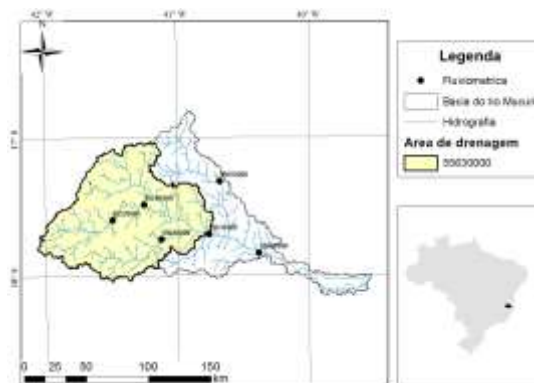


FIGURA 2. Distribuição das estações utilizadas e área de drenagem da estação de calibração.

Aplicabilidade do modelo na bacia

Visando as aplicabilidades do modelo, buscou-se a proposição de cenários alternativos do uso do solo, bem como seu impacto no regime de vazões da bacia. Os cenários propostos buscaram simular, de maneira exagerada, possíveis tendências de modificação do uso do solo. Na Tabela 2 são apresentados os cenários propostos.

TABELA 2. Cenários proposto de mudança do uso do solo

| Alteração no uso do solo | |
|--------------------------|---|
| Cenário 1 | substituição da área de agricultura geral pela cultura do eucalipto |
| Cenário 2 | substituição da área florestal pela cultura da cana-de-açúcar |
| Cenário 3 | substituição da área de pastagem por área de solo exposto |

Buscando uma análise dos impactos propostos pelos cenários de alteração no uso do solo, realizou-se a avaliação da vazão diária, vazão média, vazões médias mensais, curva de permanência, vazões mínimas de referência ($Q_{7,10}$ e Q_{90}), relativos ao período de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da calibração do modelo SWAT para a estação de Carlos Chagas (55630000), plotou-se suas hidrógrafas simuladas e observadas, bem como a precipitação, as quais estão apresentadas na Figura 3.

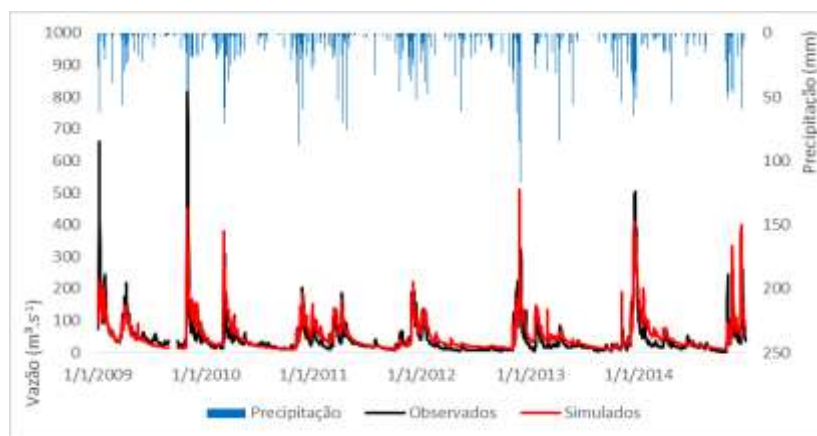


FIGURA 3. Hidrograma observado, simulado e precipitação para a estação 55630000.

Alguns cenários alternativos de mudança do uso do solo foram propostos, sendo que o primeiro apresenta a mudança da área de agricultura para o cultivo de eucalipto (cenário 1); o cenário 2 simula a mudança da cobertura florestal para um cenário de cultivo de cana-de-açúcar; e por fim o cenário 3 propõe a substituição de pastagem por solo exposto. A hidrógrafa gerada pelas mudanças do uso do solo para o período analisado está apresentada na Figura 4.

Cabe ressaltar que com relação ao cenário atual de uso do solo, os cenários 1 e 2 mostraram-se com pouca distinção na maior parte do tempo, já para o cenário 3 pode-se

observar diferenças mais expressivas. Os comportamentos próximos dos cenários 1 e 2 estão associados principalmente a faixa de valores do número da curva (CN) serem próximos nas propostas de mudança dos usos do solo, ainda segundo a análise de sensibilidade, o parâmetro CN2, que representa o número da curva, mostrou-se pouco sensível a calibração na bacia.

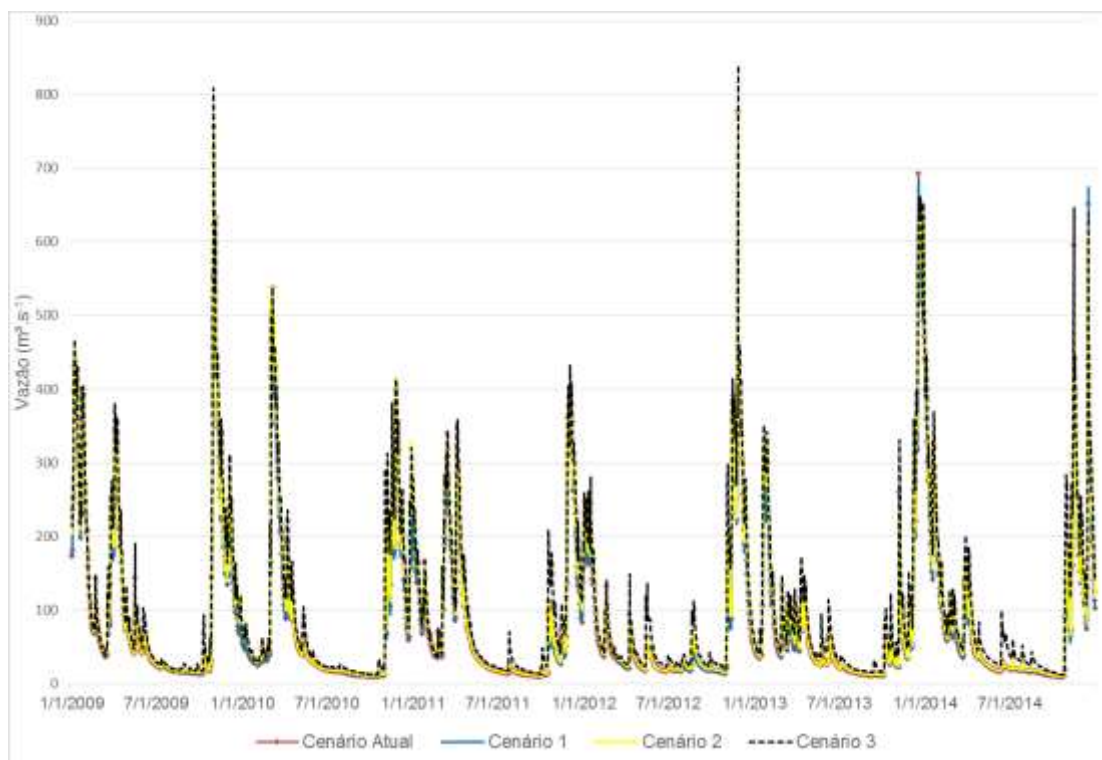


FIGURA 4. Hidrógrafas geradas pelos cenários de mudança no uso do solo para a bacia.

A Tabela 3 apresenta os valores da vazão média para o período analisado, bem como a variação na vazão média em relação ao uso do solo atual.

TABELA 3. Vazão média e percentual de incremento para os diversos usos do solo

| Uso do solo | Vazão média ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) | Variação (% em relação ao uso atual) |
|-------------|--|---|
| Atual | 84,675 | |
| Cenário 1 | 83,158 | -5,47 |
| Cenário 2 | 89,030 | 5,14 |
| Cenário 3 | 103,809 | 22,60 |

O fato da diminuição da vazão média para o cenário 1 é esperado, visto que a substituição da área de agricultura por eucalipto tende a aumentar a componente de evapotranspiração, conseqüentemente diminuindo a vazão. Tal fato pode ser explicado principalmente devido ao aumento do consumo de água pela evapotranspiração (consumo de água subterrânea captada diretamente do lençol freático pelas raízes), visto que na bacia as principais contribuições para a vazão são advindas das águas subterrâneas.

Para o cenário 2, o aumento da vazão média é explicado pelo mesmo fato, que ao diminuir a massa vegetal, substituindo a área de floresta por cana-de-açúcar, diminui-se também a componente da evapotranspiração e conseqüentemente ocorre o aumento da vazão média. Tais resultados corroboram com a afirmação apresentada por Bosch e Hewlett (1982) que relatam um aumento da vazão média com a extinção da cobertura florestal.

Por fim, para o cenário 3 o aumento da vazão média é explicado pelo aumento da componente de escoamento superficial e diminuição da evapotranspiração, visto que o número da curva é aumentado e a cobertura vegetal diminui. Blainski et al. (2011) obtiveram também um aumento da vazão média ao substituir área vegetada por solo exposto, tal fato corroborou para a sustentação dos resultados obtidos.

Na Figura 5 está apresentada a curva de permanência das vazões para os diferentes cenários de uso do solo.

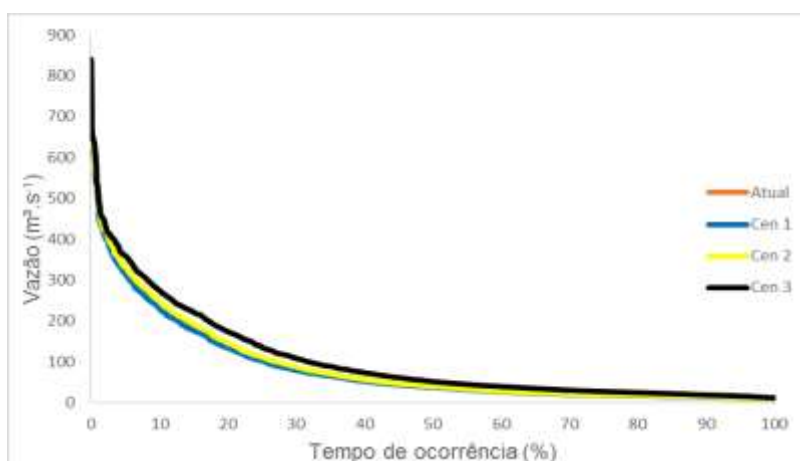


FIGURA 5. Curva de permanência de vazões para os diversos usos do solo.

A curva de permanência de vazões indica a percentagem de tempo ao qual uma vazão é igualada ou superada. Percebe-se com a Figura 5, que o cenário 3 apresenta um comportamento discrepante com relação aos demais, enquanto os cenários 1 e 2 apresentam comportamento muito próximo ao cenário atual.

É importante ressaltar que em algumas regiões as vazões mínimas de referências são obtidas em função da curva de permanência de vazões (Q_{80} , Q_{90}). A Tabela 4 apresenta o valor de algumas vazões de mínimas de referências para a alteração do uso do solo na bacia.

Tabela 4. Valores das vazões mínimas de referência e sua variação para diferentes cenários

| Uso do solo | $Q_{7,10}$ ($m^3.s^{-1}$) | Varição (%) | Q_{90} ($m^3.s^{-1}$) | Varição (%) |
|---------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Cenário atual | 1,239 | - | 11,280 | - |
| Cenário 1 | 1,230 | -0,73 | 10,910 | -3,20 |
| Cenário 2 | 1,277 | 3,07 | 11,830 | 4,88 |
| Cenário 3 | 1,489 | 12,02 | 15,750 | 39,63 |

Torna-se nítido que, em se tratando de vazões mínimas de referência, a alteração do uso do solo impacta de forma mais direta, principalmente na Q_{90} . Visto que a proposição do cenário 1 diminuiria a $Q_{7,10}$ e a Q_{90} , respectivamente, em 0,73% e 3,20%. Na proposição do cenário 2 ocorre o aumento das vazões em 3,07% e 4,88%, enquanto no cenário 3 esse aumento sobe para 12,02% e 39,63% para a $Q_{7,10}$ e Q_{90} , respectivamente.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o modelo SWAT é aplicável e mostrou-se eficiente para simular o impacto da alteração do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Mucuri, bem como o impacto de cada cenário no regime de vazões.

REFERÊNCIAS

- ABBASPOUR, K.C. **SWAT-CUP, SWAT Calibration and Uncertainty Programs. A user manual**. Swiss Federal Institute for Aquatic Science and Technology, Zurich, Switzerland, 84p, 2007.
- ABBASPOUR, K. C. ROUHOLAHNEJAD, E. VAGHEFI, S. SRINIVASAN, R. YANG, H. KLØVE, B. A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model, **Journal of Hydrology**, v. 524, pp. 733-752. 2015.
- ALMEIDA, R. A. **Modelagem hidrológica na bacia do rio Mucuri com a utilização do modelo SWAT**. 2016. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- ANDRADE, M. A.; MELLO, C. R. de; BESKOW, S. Simulação hidrológica em uma bacia hidrográfica representativa dos Latossolos na região Alto Rio Grande, MG. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v.17, n.1, p. 69-76, 2013.
- ARNOLD, J. G.; MORIASI, D. N.; GASSMAN, P. W.; ABBASPOUR, K. C.; WHITE, M. J.; SRINIVASAN, R.; SANTHI, C.; HARMEL, R. D.; VAN GRIENSVEN, A.; VAN LIEW, M. W.; KANNAN, N.; JHA, M. K. SWAT: model use, calibration, and validation. **Transactions of the ASABE**, v. 55, n. 4, pp.1491-1508, 2012.
- AWAN, U. K.; ISMAEEL, A. A new technique to map groundwater recharge in irrigated areas using a SWAT model under changing climate. **Journal of Hydrology**, v. 519, pp. 1368-1382, 2014.
- BLAINSKI, E.; SILVIERA, F. A.; CONCEIÇÃO, G.; GARBOSSA, L. H. P.; VIANNA, L. F. Simulação de cenários de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Araranguá utilizando a técnica da modelagem hidrológica. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 1, p. 65-70, 2011.
- BOSCH, J.; HEWLETT, J. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, v. 55, n. 1, p. 3-23, 1982.
- DURÃES, M. F.; MELLO, C. R. de; NAGHETTINI, M. Applicability of the SWAT model for hydrologic simulation in Paraopeba river basin, MG. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 481-488, 2011.
- ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; DA SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus - Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 64, n. 3, p. 281-288, 2011.

FERNANDEZ, G. P.; CHESCHEIR, G. M.; SKAGGS, R. W.; AMATYA, D. M. Development and testing of watershed-scale models for poorly drained soils. **Transactions of the ASAE**. v.48, n.2, p.639-652, 2005.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH**. IGAM, 2011. 139p.; il. – Resumo executivo volume 1. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/planosderecursos_hidricos/resumo_executivo-vol-1.pdf>. Acesso em 02 de fev. de 2015.

LELIS, T. A. **Modelagem do escoamento superficial e da perda de solo na bacia do ribeirão São Bartolomeu, Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando o simulador SWAT**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MEAURIO, M.; ZABALETA, A.; URIARTE, J.; SRINIVASAN, R.; ANTIGÜEDAD, I. Evaluation of SWAT models performance to simulate streamflow spatial origin. The case of a small forested watershed. **Journal of Hydrology**, v. 525, p. 326-334, 2015.

MONTEIRO, J. A. F.; STRAUCH, M.; SRINIVASAN, R.; ABBASPOUR, K.; GUCKER, B. Accuracy of grid precipitation data for Brazil: application in river discharge modelling of the Tocantins catchment. **Hydrological processes**. V.30, n.1, p. 1419-1430, 2015.

MULETA, M. K.; NICKLOW, J. W. Sensitivity and uncertainty analysis coupled with automatic calibration for a distributed watershed model. **Journal of Hydrology**. v. 306, p. 127-145, 2005.

NASH, J. E.; SUTTCALIFE, J. E. River flow forecasting through conceptual model: Part I: a discussion of principles. **Journal of Hydrology**. V. 10, n. 3, pp. 282-290. 1970.

NETO, J. O. M.; SILVA, A. A. da; MELLO, C. R. de; JÚNIOR, A. V. M. Simulação Hidrológica escalar com o modelo SWAT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, pp. 177-188, 2014.

OLIVEIRA, L. T. **Aplicação do modelo SWAT para simular vazões em uma bacia hidrográfica em Aracruz, ES**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

PINTO, D. B. F. **Aplicação do modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) na simulação hidrosedimentológica em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira, MG**. 2011. 225 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

VAN LIEW; M. W.; ARNOLD, J. G.; GARBRECHT, J. D. Hydrologic simulation on agricultural watersheds: Choosing between two models. **Transactions of the ASAE**. v.46, n.6, p.1539-1551, 2003.