

MODELAGEM HIDROLÓGICA E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM PEQUENA BACIA HIDROGRÁFICA

Henrique Haas, Marielle Medeiros de Souza y Maria do Carmo Cauduro Gastaldini

Afiliação: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Av. Roraima 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria, Brasil; Tel: (51) 998194223 / (55) 996011079 / (51) 998194223

E-mail: henrique.haas@hotmail.com, mariellers@yahoo.com.br, mcarmocg@gmail.com

Introdução

A falta de planejamento do uso do solo e a ausência de práticas conservacionistas em uma bacia hidrográfica podem contribuir para o aumento do escoamento superficial, perda de solo e transporte de nutrientes, comprometendo a qualidade ambiental da mesma e principalmente os recursos hídricos.

Estudos de qualidade da água na escala de bacias hidrográficas são fundamentais no que tange ao monitoramento, gestão e uso racional dos recursos naturais, bem como na tomada de decisões por parte dos órgãos ambientais competentes com relação à identificação de áreas ambientalmente sensíveis e fontes poluidoras, de modo que soluções eficientes de controle e combate à poluição de corpos hídricos sejam tomadas.

Reconhecida a importância de tais estudos, a modelagem da qualidade da água surge como uma ferramenta extremamente útil nesta abordagem e também como uma alternativa ao monitoramento extensivo e economicamente dispendioso da qualidade da água em bacias hidrográficas. Além disso, a modelagem da qualidade da água possui a vantagem de ser uma ferramenta flexível e aplicável na simulação de múltiplos cenários físicos, incluindo a previsão de futuros impactos de práticas de uso e ocupação do solo na qualidade das águas de uma bacia hidrográfica e proposição de cenários ideais de desenvolvimento.

Neste sentido, os modelos hidrológicos fornecem uma importante contribuição para o processo de gerenciamento dos recursos hídricos devido a sua eficiência e custo-benefício. Modelos de qualidade da água têm sido constantemente aplicados como uma ferramenta de suporte ao planejamento de bacias hidrográficas (TAYLOR et al., 2016), em particular estabelecendo plano de ações e apoiando a implementação do controle de impactos ambientais.

Assim, o objetivo do presente trabalho é estimar a produção de sedimentos (SY), de nutrientes Fósforo (TP) e Nitrogênio (TN) e o escoamento superficial (R) e subterrâneo (GW), por meio do modelo *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) em uma pequena bacia hidrográfica de encosta.

Metodologia proposta

1- Área de estudo

A área de estudo compreendida neste trabalho consiste de duas sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Vacacaí Mirim (BHVM), localizada na região central do Estado brasileiro do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 53° 46' 30" a 53° 49' 29" de longitude Oeste e 29° 36' 55" a 29° 39' 50" de latitude Sul.

Estas sub-bacias abrangem uma área de aproximadamente 22 Km² e o clima, pela classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano (CASAGRANDE, 2004).

Florestas nativas e exóticas compreendem o uso do solo predominante na área das sub-bacias (50.25%), seguido de campo/pastagem (22.16%), área urbana (17.58%), agricultura

(6.34%), corpos d'água (2.70%) e solo exposto (0.23%).

As classes de solo observadas na bacia hidrográfica, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SIBCS, 2006), são Argissolo vermelho distrófico (PvD10) e Neossolo Litólicos Eutróficos (RLe27).

As altitudes variam de 101 à 482 metros acima do nível do mar e a declividade de 0 a 100% (45°) ao longo da área.

A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo, juntamente com o seu limite geográfico e altimetria.

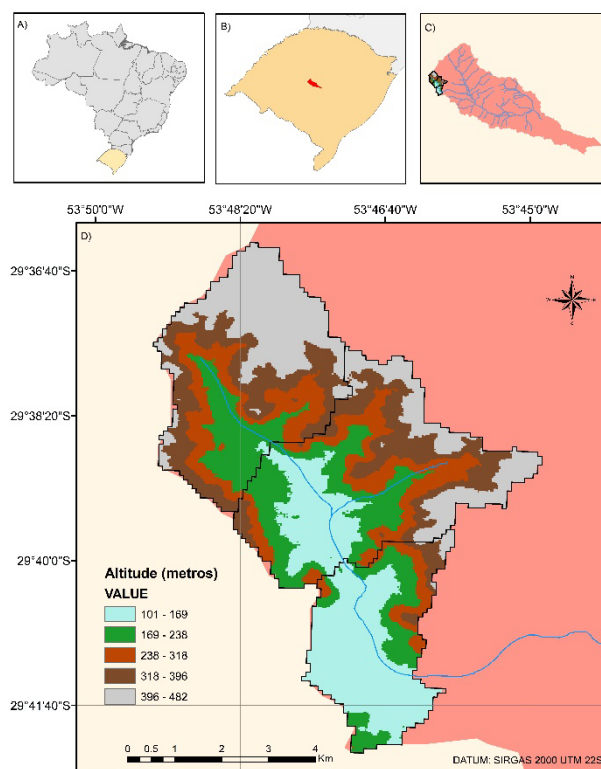


Figura 1.- Localização da área de estudo. A) Mapa político do Brasil. B) Mapa do Estado do Rio Grande do Sul destacando a BHVM. C) BHVC destacando as sub-bacias de estudo.

2- O modelo SWAT

O SWAT é um modelo hidrológico desenvolvido em meados dos anos 90 pelo *Agricultural Research Service* (ARS) dos Estados Unidos e pela *Texas A&M University* em parceria com o *US Department of Agriculture* (USDA) com o objetivo de avaliar os impactos das alterações no uso e ocupação do solo sobre o escoamento superficial e subterrâneo, produção de sedimentos e qualidade da água em bacias hidrográficas rurais e urbanas, onde a poluição difusa é a principal causa de degradação dos recursos hídricos (NEITSCH et al., 2005).

Jie et al. (2010) destacam que o modelo foi desenvolvido para simular processos que envolvem o uso e classificação do solo,

chuvas e vazão com um elevado nível de detalhamento espacial. A bacia hidrográfica é dividida em sub-bacias que posteriormente serão divididas em função de diversas combinações entre características do uso da terra, da declividade do terreno e do solo, que então serão chamadas de Unidades de Resposta Hidrológica (*Hydrological Response Units - HRU's*).

O processo de simulação inclui os principais componentes referentes à hidrologia, clima, erosão, temperatura de solo, crescimento da vegetação e práticas de agricultura. Segundo Neitsch et al. (2005), ao invés de trabalhar com equações de regressão, para descrever o relacionamento das variáveis, o modelo SWAT requer informações específicas sobre a qualidade da água, propriedades do solo, topografia, vegetação e práticas de manejo que ocorrem na bacia.

As informações cartográficas requeridas como dados de entrada do modelo consistem de: mapa de uso e ocupação do solo, mapa de solos e modelo digital de elevação (MDE). Além destes, o SWAT requer dados climatológicos de precipitação, temperatura máxima e mínima, radiação solar, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

O MDE pode ser obtido recortando-se uma imagem SRTM de 90 metros de resolução, disponível no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com os limites da bacia hidrográfica, através do *Software* ArcGIS 10.4.

Da mesma forma, pode-se obter o mapa de solos recortando-se a camada vetorial com todas as classes de solo espacializadas no território brasileiro com os limites da área de estudo. Esta camada vetorial pode ser obtida junto ao site da EMBRAPA.

O mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica pode ser obtido utilizando-se imagens de satélite Landsat 8, disponíveis no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey - USGS*). Através destas imagens e com base em verdades de campo, pode-se realizar uma classificação supervisionada de imagens utilizando-se o *Software* ArcGIS 10.4 e, desta forma, obter-se o mapa de uso e ocupação do solo.

Quanto aos dados climatológicos, estes podem ser obtidos através estação climatológica Santa Maria (83936), do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

Resultados esperados

Através da aplicação do modelo SWAT na área de estudo, espera-se obter dados hidrológicos e de qualidade da água espacializados na área da bacia hidrográfica, constituindo-se de importante fonte de informação para estudos de manejo da bacia hidrográfica e planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Os autores esperam estimar a produção média anual de Fósforo ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$), Nitrogênio ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) e sedimentos ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) aportados para os corpos hídricos da bacia hidrográfica, comparando-se estes dados espacializados em forma de mapas com o mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.

A comparação entre as práticas de uso e manejo da terra e a produção de sedimentos e nutrientes permitirá identificar uma relação entre o uso do solo e a qualidade da água na escala de bacias hidrográficas.

Desta forma, os autores esperam alcançar resultados no sentido de identificar práticas de uso e ocupação do solo degradantes à qualidade dos recursos hídricos e assim identificar áreas ambientalmente sensíveis na bacia hidrográfica.

Além disso, espera-se estimar o escoamento superficial médio anual (mm) ao longo de toda a bacia hidrográfica, bem como o escoamento subterrâneo (mm). Com estas informações espacializadas ao longo da área da bacia hidrográfica, espera-se

identificar áreas de maior e menor escoamento superficial e compará-las com as práticas de uso do solo desenvolvidas. É esperado que as maiores taxas de escoamento superficial ocorram em áreas impermeabilizadas, como áreas urbanizadas, e em áreas de solo compactado, como áreas agrícolas, por exemplo. Em contrapartida, supõem-se que as menores taxas de escoamento superficial ocorram sobre áreas de florestas.

Estes resultados são esperados em função da Curva Número (CN) do solo, uma vez que o método adotado para a simulação do escoamento superficial neste estudo será o método SCS.

A estimativa do escoamento superficial se faz importante uma vez que em áreas com maior escoamento superficial a erosão do solo é mais acentuada e, conseqüentemente, a produção de sedimentos é maior e maior é a quantidade de nutrientes adsorvidos a estas partículas de solo que são carregados para os cursos da água. Portanto, espera-se identificar uma relação direta entre as áreas com maior escoamento superficial e maior produção média de sedimentos e nutrientes.

Além disso, os autores supõem que em áreas de maior declividade a produção de sedimentos e nutrientes também seja acentuada, em virtude das maiores velocidades de escoamento e consequente arraste de partículas de solo.

Conclusões

Conclui-se que a aplicação do modelo SWAT na bacia hidrográfica de estudo consiste de uma alternativa a avaliação da qualidade da água e um subsídio ao estudo das relações entre o uso do solo e a qualidade da água, avaliando-se os impactos de diferentes práticas de uso do solo na qualidade dos corpos hídricos sem a necessidade de implementar experimentos de campo. Além disso, com base nas informações requeridas pelo modelo SWAT para a simulação dos processos físicos do ciclo hidrológico, conclui-se que há disponibilidade de dados para a aplicação do mesmo na área de estudo e que este possui grande potencial como ferramenta de planejamento e gestão dos recursos hídricos na BHVM.

Referencias bibliográficas

Casagrande, Leandro. Avaliação do parâmetro de propagação de sedimentos do modelo de Williams (1975) na bacia do rio Vacacaí-Mirim com o auxílio de técnicas de geoprocessamento. 2004. 242 p. *Dissertação de Mestrado*.

Jie, Z. et al. Hydrological cycle simulation of an irrigation district based on a SWAT model. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 51, p. 1312 – 1318, 2010.

Neitsch, S.L. et al. Soil and Water Assessment Tool: Theoretical Documentation, Version 2005. *Agricultural Research Service*, Texas. 476 p. 2005.

Taylor, S.D.; He, y.; Hiscock, K.M. Modelling the impacts of agricultural management practices on river water quality in Eastern England. *Journal of Environmental Management*, v. 180, p. 147-163, May 2016.