



APLICAÇÃO DO MODELO SWAT (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL) PARA ESTIMAR PRODUÇÃO DE SEDIMENTO E NUTRIENTES NA MICROBACIA EXPERIMENTAL DA EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE

C.R. Silva¹, D.A. Bressiani¹, G.M. Bettiol², S. Crestana³

- (1) Universidade de São Paulo, Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, 13566-590, São Carlos, SP, claudio@sc.usp.br, daniebressiani@gmail.com
(2) Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luiz Km s/n, 13560-970, São Carlos, SP, giovana.bettiol@embrapa.br
(3) Embrapa Instrumentação, Rua 15 de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP, crestana@cnpdia.embrapa.br

Resumo: A implementação de tecnologias aos meios de produção agrícola permitem avanços significativos de produtividade e de manejo, propiciando melhores condições para conservação do solo e água. Neste contexto, o uso de modelos para avaliar sistemas ambientais são ferramentas indispensáveis para o entendimento de mecanismos complexos. Este trabalho teve como objetivo estimar a parcela de sedimentos e nutrientes (nitrogênio e fósforo) transportados para os rios da microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim, localizada no município de São Carlos, região central do Estado de São Paulo e inserida no perímetro da fazenda Canchim, sede da Embrapa Pecuária Sudeste. A metodologia inclui elaborar mapas utilizando ferramentas de SIG (Sistema de Informação Geográfica) e levantamento de dados climáticos do município do Instituto Nacional de Meteorologia (INMT). Como resultados, foram estimados valores médios de produção anual de sedimentos de 5,7 toneladas por hectare, escoamento superficial de 641 mm, percolação de 302 mm (recarga total aquífero de 304 mm e escoamento lateral de 32 mm), evapotranspiração de 576 mm para as condições de precipitação média anual de 1560 mm e valores de nitrogênio e fósforo transportados para os rios de acordo com a sazonalidade do período simulado (1992-2012). As conclusões da pesquisa indicaram o potencial de aplicação do modelo SWAT considerando-se a necessidade de ajustes nas configurações do modelo para atender cenários de condições tropicais. Para etapas futuras, a calibração e o monitoramento ambiental são imprescindíveis para comparação de dados medidos e estimados.

Palavras-chave: modelagem hidrológica, modelo SWAT, nitrogênio, fósforo, sedimentos.

APPLICATION OF THE SWAT MODEL (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL) FOR ESTIMATING SEDIMENT PRODUCTION AND NUTRIENTS IN AN EXPERIMENTAL WATERSHED OF EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE

Abstract: The implementation of technologies in agricultural production enables significant advances in productivity and management, as well as better conditions for the conservation of soil and water resources. The use of models for the evaluation of environmental systems is an indispensable tool for the understanding of complex mechanisms. In this study, we estimated the amount of sediment and nutrients (nitrogen and phosphorus) transported to the rivers within the sub basin of Ribeirão Canchim, located in the city of São Carlos, central region of São Paulo, Brazil within the area of the Canchim farm, headquarters of Embrapa Cattle Southeast. The method includes the preparation of maps using GIS tools and survey of climatic data of the municipality by the National Institute of Meteorology (INMT). It provided estimated average values of annual sediment production of 5.7 tons per hectare, runoff of 641 mm, percolation of 302 mm (total aquifer recharge of 304 mm and 32 mm lateral flow), evapotranspiration of 576 mm for the conditions of average annual rainfall of 1560 mm and values of nitrogen and phosphorus transported to the rivers according to the seasonality of the simulated period (1992-2012). These findings indicate the potential of application of the SWAT model, although adjustments in the settings of model scenarios are necessary for tropical conditions to be simulated. Calibration and environmental monitoring are essential for the comparison of measured and estimated data in future steps.

Keywords: hydrologic modeling, SWAT model, nitrogen, phosphorus, sediments.

1. Introdução

A crescente demanda por recursos naturais tem gerado discussões e fomentado preocupações na sociedade. Para as próximas décadas serão necessários planejamento estratégico, avanços tecnológicos e aprimoramento de ferramentas que conciliem os esforços de viabilizar desenvolvimento com conservação de recursos.

Nos estudos ambientais, a delimitação das áreas por bacia hidrográfica tem significativa importância, pois permite identificar os problemas decorrentes da poluição difusa, processos de degradação ambiental e nível de comprometimento das atividades desenvolvidas na área estudada. Minotti (2006) avaliou a perda de solo em bacias hidrográficas de maneira qualitativa como indicador de vulnerabilidade e observa a escassez de informações, principalmente para os ambientes tropicais. Palm et al. (2004), Neves et al. (2006) e Silva (2014) destacaram a importância do nitrogênio na questão da segurança alimentar e da degradação ambiental.

O objetivo do trabalho é estimar a produção de sedimentos e nutrientes (nitrogênio e fósforo) transportados para os rios da microbacia do Ribeirão Cachim no período de 1992-2012 utilizando o modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool).

2. Materiais e Métodos

2.1. Localização da área de estudo

A área de estudo se localiza na região central do Estado de São Paulo, Planalto de São Carlos (Planalto Ocidental Paulista) no município de São Carlos, topograficamente na região de ligação da Serra Chibarro e Serra do Cuscuzeiro, entre as coordenadas geográficas 21°55' e 22°00' Sul, 47°48' e 47°52' Oeste, e entre as cotas de altimetria 690 e 911 metros.

2.2. Softwares utilizados

Foram utilizados os seguintes softwares para o desenvolvimento do trabalho: SWAT, ArcSwat 2005 e ArcGis 9.3.

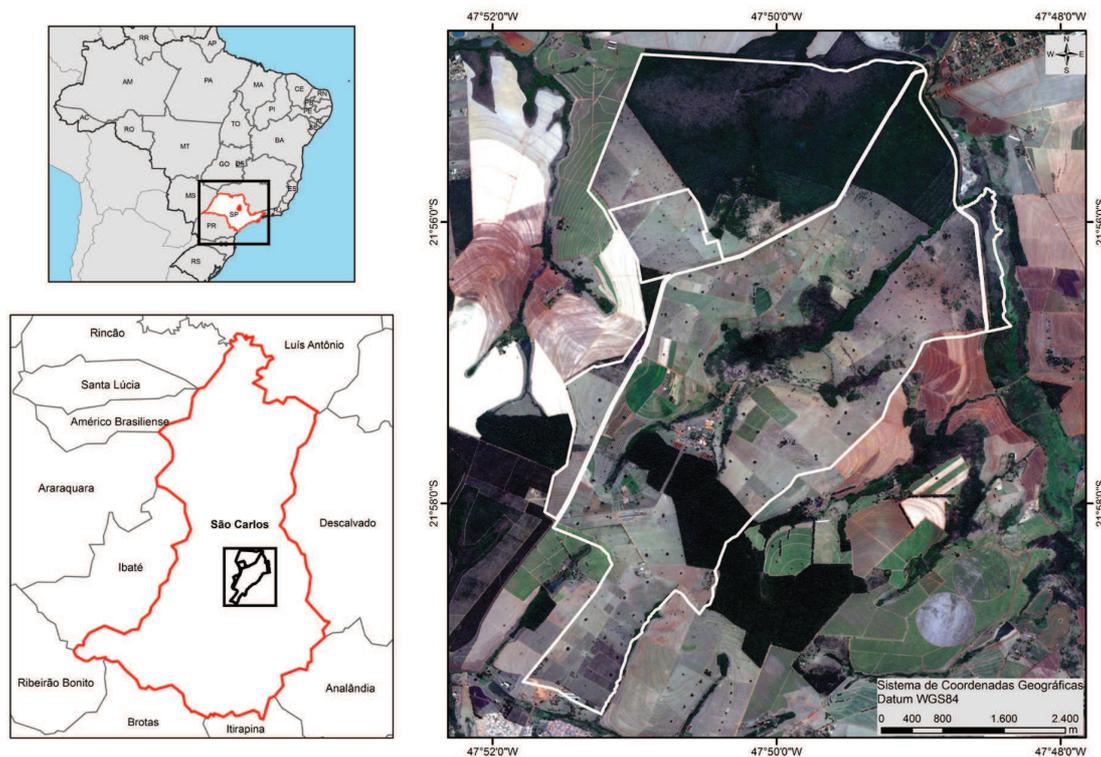


Figura 1. Localização da microbacia do Ribeirão Cachim - inserida na Embrapa Pecuária Sudeste.

2.3. Base Cartográfica

Para geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizou-se imagem do TOPODATA com resolução espacial de 30m (INPE). Foram gerados mapas de uso e ocupação do solo (Figura 2), mapas de solos, mapa hipsométrico e mapa de declividade pelo software ArcGis 9.3 a partir da base de dados da Embrapa Pecuária Sudeste.



Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo.

2.4. Dados Climatológicos

Foram utilizados dados de clima provenientes do banco de dados do INMET para a cidade de São Carlos de 1965 até 2012. Para entrada do modelo SWAT são necessários dados diários de precipitação, temperatura máxima e mínima, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento. Recomenda-se o uso de séries históricas com maior quantidade e qualidade de dados para não comprometer a confiabilidades dos resultados do modelo. A partir das séries históricas, estatísticas foram geradas utilizando uma macro do Excel WGN Macro, disponível no site do SWAT, para que o modelo simule as falhas nas séries, de forma estocástica com base nas estatísticas geradas.

2.5. Modelo SWAT

O modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) é uma ferramenta efetiva para avaliação de recursos hídricos nos processos hidrológicos, pois fornece simulações de processos erosivos, escoamento de água no solo, evaporação/evapotranspiração, crescimento de plantas, dinâmica de nutrientes, dinâmica de pesticidas, dentre outros. É um modelo matemático semi-distribuído complexo que opera em escala de bacia hidrográfica, desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS) (Gassman et al, 2007).

No modelo SWAT foram geradas 3 sub-bacias e 97 Unidades de Resposta Hidrológicas (HRU^s-s) que representam uma combinação de 3 níveis de informações (uso e ocupação do solo, tipo de solo e classe de declividade) e não possuem identificação geográfica dentro da sub-bacia. Nas HRU^s foram efetuados os cálculos do balanço hidrológico, de crescimento de plantas, nutrientes e sedimentos, subsequentemente roteados nas sub-bacias correspondentes.

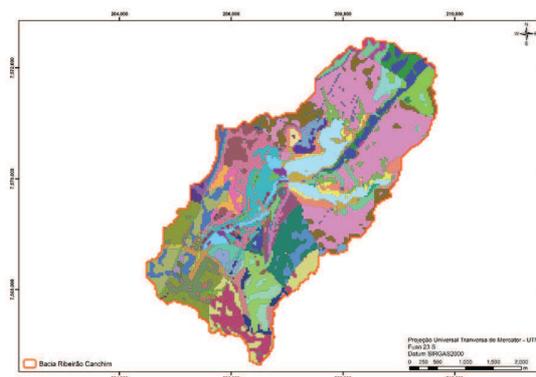


Figura 3. Unidades de Respostas Hidrológicas geradas e localização na microbacia.

3. Resultados e Discussão

A partir da elaboração de mapas e inserção de dados de entrada no modelo, foi possível aplicar o modelo SWAT para microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim. Na tabela 1 são apresentados os principais dados obtidos da modelagem SWAT para microbacia do Ribeirão Canchim.

Tabela 1. Principais informações obtidas pelo SWAT na microbacia do Ribeirão Canchim.

Precipitação média anual (mm):	1560	Total de perda de sedimentos (t/ha):	5,7
Escoamento superficial (mm):	641,5	Total de perda de nitrogênio orgânico (kg/ha):	8,561
Recarga total para aquífero (mm):	303	Total de perda de fósforo orgânico (kg/ha):	1,166
Percolação (mm):	302,5	Nitrato gerado em precipitação (kg/ha):	15,541
Evapotranspiração (mm):	575,8	Fósforo lixiviado (kg/ha):	2,344

O modelo SWAT é um modelo hidrossedimentológico e os dados de saída são inerentes aos índices de precipitação da área de estudo. Os valores de perda de solo/nutrientes variam de acordo com a cultura, manejo e área estudada. Bertoni & Lombardi Neto (1999) determinaram que a perda de solo anual para o estado de São Paulo eram de 12,4 t/ha para cana de açúcar, 0,9 t/ha para laranja, 12 t/ha para milho, 0,4 t/ha para pastagens, 0,9 t/ha para reflorestamento. Silva et. al (2010) calcularam a previsão da perda de solo na Fazenda Canchim-SP utilizando geoprocessamento e a Equação Universal de Perda de Solo. Os valores anuais obtidos da perda de solo em função de diferentes coberturas foram: 0,39 t/ha para mata nativa, 2,9 t/ha para eucalipto, 3,86 t/ha para pastagem, 32,5 t/ha para cana e 42 t/ha para milho. Embora a etapa proposta não tenha contemplado dados experimentais, a perda de solo estimada na microbacia do Canchim foi de 5,7 t/ha para uso e ocupação majoritariamente definidos por pastagens (em torno de 61,5% da área total), mata nativa (em torno de 26 % da área total) e milho (em torno de 6,5% da área total). A análise dos dados estimados pelo modelo SWAT em relação aos nutrientes será realizada com o início do monitoramento dos parâmetros de qualidade de água para as condições locais da microbacia estudada.

4. Conclusões

O estudo da produção de sedimentos e transporte de nutrientes utilizando o modelo SWAT na microbacia do Ribeirão Canchim é planejado para ser realizado em diversas etapas. Previamente a comparação com dados experimentais a ser realizada, pode-se concluir que a estimativa de perda anual de solo em comparação com os trabalhos referenciados não indicou valor elevado de perda de solo de maneira a comprometer a qualidade dos mananciais. Dados estimados de nutrientes serão comparadas com início do monitoramento da qualidade de água em diversos pontos da microbacia. O modelo SWAT requer diversos dados de entrada e faz-se necessário construir um banco de dados para medidas de vazões, informações da rotina de aplicação de nutrientes nas culturas e alterar configurações padrões para atender as condições tropicais.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa concedida, a Universidade de São Paulo, a Escola de Engenharia de São Carlos, ao Centro de Ciências da Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente, a Embrapa Instrumentação e Embrapa Pecuária Sudeste pela infraestrutura prestada e apoio de pessoal.

Referências

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conversação do Solo. Piracicaba: Livrocetes. 392 p.
- GASSMAN, P.W.; REYES, M.R.; GREEN, C.H.; ARNOLD, J.G. The Soil and Water Assessment Tool: Historical Development, Applications, and Future Research Directions. Transactions of the ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers. v. 504, p.1211-1250, 2007.
- MINOTTI, R.T. Abordagens Qualitativa e Quantitativa de micro-bacias hidrográficas e áreas alagáveis de um compartimento médio do médio Mogi-superior/SP. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- NEVES, F. F.; SILVA, F.G.B.; CRESTANA, S. Uso do Modelo AVSWAT na avaliação do aporte de nitrogênio (N) e fósforo (P) aos mananciais de uma microbacia hidrográfica contendo atividade avícola. Revista Engenharia Sanitária e ambiental. v. 11, n.4. , p.311-317, 2006.
- PALM, C.A.; MACHADO, P.L.O.A.; MAHMOOD,T.; MELILLO, J.; MURRELL,S.T.; NYAMANGARA,T.; SHOLES, M.; ELSJE SISWORO,J.; OLESEN,J.E.; PENDER, J.;STEWART, J.; GALLOWAY, J. Societal Responses for Addressing Nitrogen Fertilizer Needs: Balancing Food Production and Environmental Concern. Assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment. The Scientific Committee on Problems of the Environment p.71-89, 2004.
- SILVA, C.R. Aplicação do modelo SWAT para estimar produção de sedimentos e transporte de fósforo e nitrogênio na microbacia do ribeirão Canchim - Embrapa Pecuária Sudeste. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.
- TOPDATA. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 11/ago./2014.
- SILVA, F.G.B.; MINOTTI, R. T.; LOMBARDI NETO, F.; PRIMAVESI, O.; CRESTANA, S. Previsão da perda de solo na Fazenda Canchim – SP (EMBRAPA) utilizando geoprocessamento e o USLE 2D. Revista Engenharia Sanitária Ambiental. V.15, n.2, p. 141-148, abr/jun 2010.