

SIMULAÇÃO DE PERDA DE SEDIMENTOS ATRAVÉS DO MODELO SWAT: UMA APLICAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBUNA MG-RJ ENTRE OS ANOS DE 2001 E 2011

Menon Junior, W. (UFJF) ; Moura, A.B.A.P. (UFJF) ; Faria, R.L. (UFJF) ; Zaidan, R.T. (UFJF)

RESUMO

O modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) foi aplicado para simular a perda de sedimentos produzida pela Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna (MG-RJ), entre os anos de 2001 e 2011. Para a aplicação do modelo foram necessários dados cartográficos e dados climáticos para sua simulação. A bacia foi modelada em classes de perda (baixíssima, baixa, média, alta e altíssima). Foi mostrado que cerca de 57% da bacia possui média susceptibilidade à perda.

PALAVRAS CHAVES

SWAT; Produção de Sedimentos; Rio Paraibuna

ABSTRACT

The model SWAT (Soil and Water Assessment Tool) was applied to simulate the loss of sediments produced by Paraibuna River Basin (RJ-MG), between the years 2001 and 2011. To use the model were necessary mapping data and climatic data for simulations. The basin was modeled on classes of loss (very low, low, intermediate, high and very high). It was shown that about 57% of the basin has intermediate susceptibility to the loss.

KEYWORDS

SWAT; Sediment Production; Paraibuna River

INTRODUÇÃO

Os rios constituem um dos agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. Sua importância é fundamental entre todos os processos morfogenéticos (CHRISTOFOLETI, 1980). O principal processo que atua no fornecimento desses materiais é a erosão. Atualmente, tem surgido inúmeras pesquisas com o objetivo de desenvolver modelos capazes de prever a contribuição de sedimentos na rede hidrográfica. Tucci (2005) destaca que o modelo hidrológico é uma das ferramentas que a ciência desenvolveu, para melhor entender e representar o comportamento da bacia hidrográfica e prever condições diferentes das observadas. Dentre os modelos hidrológicos criados, o Soil and Water Assessment Tool – SWAT foi desenvolvido para aplicação em bacias hidrográficas não monitoradas. Este modelo possui a capacidade de simular a produção de sedimentos de modo contínuo para bacias de curtos a longos períodos de tempo – por exemplo, acima de 100 anos, e, é eficiente para atuar em pequenas, médias e grandes bacias (maiores que 1.000 km²) (NEITSCH et. al., 2009). A Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna (BHRP), localizada entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro foi escolhida para a aplicação do modelo SWAT uma vez que, seu processo histórico de uso e ocupação apontaram uma certa degradação de boa parte de sua superfície. Sendo assim, através deste estudo será possível um melhor entendimento dos processos geomorfológicos e da dinâmica hidrológica da mesma. Portanto, este trabalho tem como objetivo quantificar e classificar, através de simulação, a perda de solos da BHRP, por meio do modelo SWAT, para os anos de 2001 à 2011 e em seguida analisar a distribuição da perda de solos para as 13 Unidades de Resposta Hidrológicas (URH's) propostas pelo modelo.

MATERIAL E MÉTODOS

O SWAT é um modelo matemático que permite simular diferentes processos físicos na bacia hidrográfica. No entanto, neste estudo será abordada apenas a perda de sedimentos. Para isso foi utilizado a extensão ArcSWAT 2.3.4 - desenvolvida para o software ArcGIS 9.3. Para sua execução

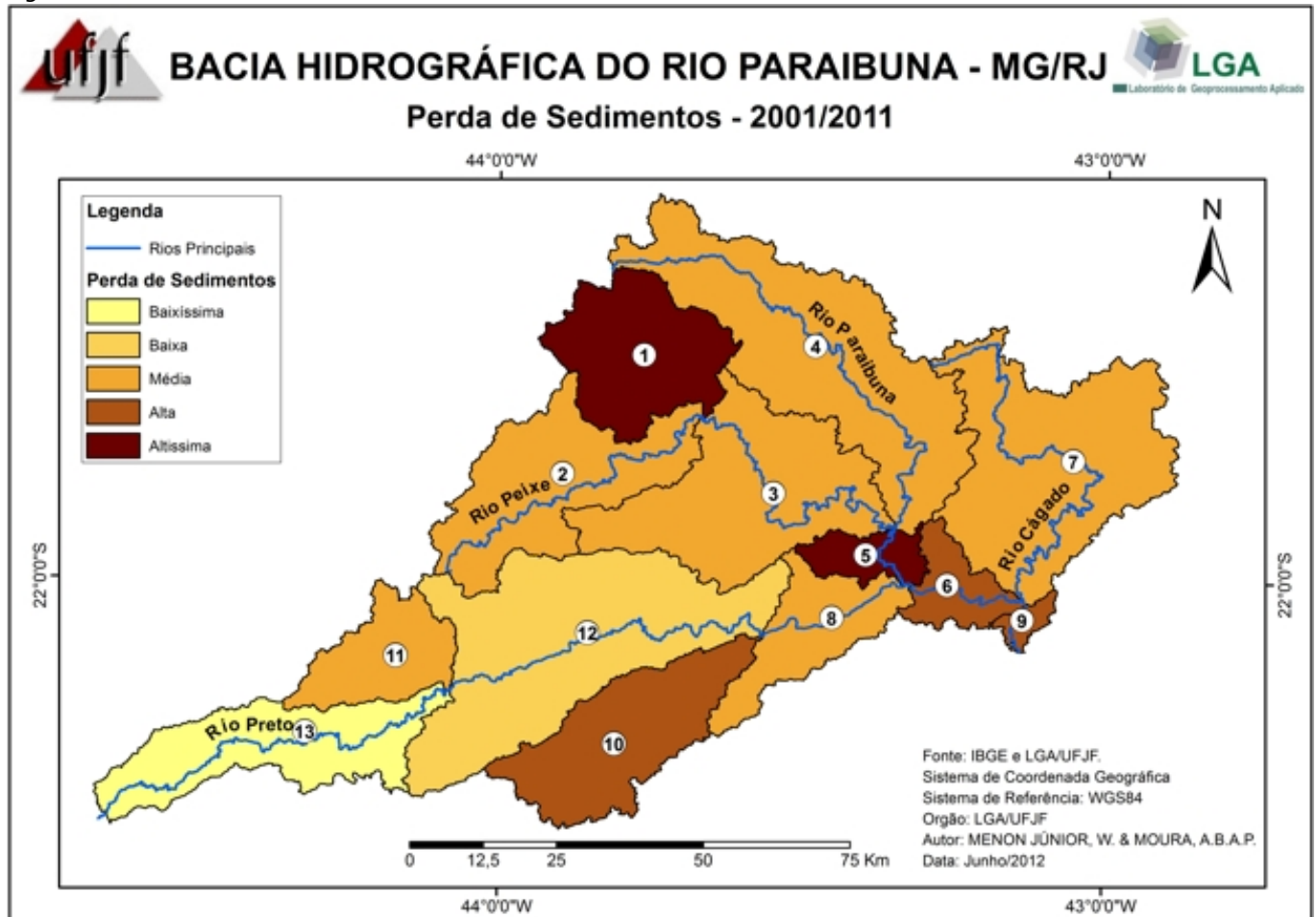
foram utilizados parâmetros pedológicos, dados cartográficos, como o modelo digital de elevação (MDE), mapa pedológico, mapa de declividade e mapa de uso e ocupação do solo. Foram necessários também dados climáticos diários para a criação das estações climatológicas com dados mensais. Para obtenção do MDE foi utilizada uma imagem ASTER adquirida a partir do Global Data Explorer, cuja resolução espacial é de 30 m. A partir desta imagem, foram gerados os limites da BHRP, suas URH's e a rede hidrográfica. Para a caracterização pedológica utilizou-se a base atualizada da Folha SF-23/24 do Projeto RADAMBRASIL (1983) por Carvalho (2010) e, para a descrição dos horizontes dos solos, foram utilizados dados da literatura (BALDISSERA, 2005; MORO, 2005; LELIS, 2011). A classificação supervisionada do uso e cobertura da terra da BHRP foi feita a partir das órbitas 217 (cenas 75 e 76) e 218 (cena 75) do satélite Landsat 5 (do dia 13/09/2010), com a utilização do software de processamento de imagens ENVI (Environment for Visualizing Images). Para a criação das URH's, que são partes da bacia que possuem uma única combinação de uso da terra/solo/manejo, e forneceram informações para o escoamento e produção de sedimentos na bacia associados com os dados climáticos (MORO, 2005), foram necessárias a combinação dos mapas de pedologia, declividade e uso e cobertura da terra. Os dados climáticos foram extraídos das estações climatológicas de Juiz de Fora (MG), Barbacena (MG), Resende (RJ) e Paty do Alferes (RJ), disponíveis no site do INMET, por serem as mais próximas e/ou inscritas na área da bacia. Esses dados foram necessários para a simulação do volume de água que entra/infiltra/escoa em cada sub-bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a classificação de Perda de Sedimentos o modelo SWAT fez-se a combinação dos três planos de informação: uso e cobertura da terra, declividade e pedologia. Posteriormente foram criadas as 13 URH's e calculados os seus respectivos valores de sedimentos perdidos. Em seguida os valores foram agrupados em 5 classes de perda de solos, sendo elas: baixíssima, baixa, média, alta e altíssima. Para esse cálculo foi escolhido o período entre os anos de 2001 e 2011 (Figura 1). A URH 13 foi a única que recebeu classificação baixíssima susceptibilidade, com uma área de 657 km². Neste local a perda de sedimentos foi de até 3 ton/ha/ano. Ainda nesta área há um percentual de 76,1% de Cambissolos, 61,1% de área florestada, e 38,5% de pastagem. Em consonância aos demais elementos, o relevo possui 76,5% de declives acima de 20%. Portanto, percebe-se que nesta área, onde os solos são pouco profundos e com predominância de um relevo ondulado tendendo ao escarpado, a vegetação tem um papel de grande importância, uma vez que contribui para a proteção da camada superficial de solo, quando sob o efeito de chuvas intensas. Sendo assim, nesta URH, tudo indica que a perda de solo está sendo minimizada, principalmente, pela presença de vegetação que oferece maior estabilidade ao relevo, caracterizando assim, a área como baixíssima perda de sedimentos. Na porção classificada como baixa perda foi encontrada apenas a URH 12 que possui uma área de 1355 km². Neste local foi determinada uma perda de sedimentos de 3,19 ton/ha/ano. Apesar do grande percentual de pastagem (54%) e conseqüentemente uma possível maior desagregação das partículas de solo, o valor de perda não foi tão elevado devido à extensa área ocupada pela URH 12. A terceira classe foi a de média perda, onde se encontraram as URH's 2, 3, 4, 7, 8 e 11 com valores de perdas de sedimentos entre 4,01 a 6,0 ton/ha/ano em uma área de 4943 km². Nas URH's 2, 3, 4, 7 e 8 foram encontradas predominância de latossolos e pastagem. Já na URH 11 predominou a classe de cambissolo e floresta onde teve a maior perda de solo nesta classe. A declividade predominante (20 - 45%) ocupa uma área de 47%. A penúltima classificação, alta perda de sedimentos, engloba as URH's 6, 9 e 10 com valores de perda variando de 6,01 a 8,0 ton/ha/ano, e que corresponde a uma área de 900,6 km². Nas URH's 6 e 9 houve predominância de argissolo, ocupando 75 e 100% da área, respectivamente e, pastagem. Diferente das anteriores, a URH 10 possui Latossolos em 100% de sua área, mas, é aquela em que há a maior área de pastagem, acima de 68%, em conjunto com a declividade mostrada acima, oferece uma maior perda de solos na região. A área de declividade predominante (20 - 45%) foi em torno de 46,5%. A última classe encontrada, altíssima perda, engloba as URH's 1 e 5 com valores variando de 8,01 a 10,17 ton/ha/ano o que corresponde a uma área de 762 km². Possuem características de perda semelhantes, mas com classes de combinações distintas. A URH 1 apresenta em sua área 53,4% de pastagem e 46,6% de floresta, com uma combinação de 56,3% de Latossolo vermelho-amarelo e 43,7% de Cambissolos, além de possuir a classe de declividade entre 20 e 45% em quase 50% do

total da URH. Analisando a URH 5, o que a difere para obter resultados tão próximos a URH anterior são: uma área de pastagem maior em relação à anterior, cerca de 61,2% no total; predomínio de Latossolo (99,75%); declividade entre 20 e 45% em 48% da área. Ou seja, um aumento na pastagem, associado a solos profundos favorece a erosão laminar nas áreas onde os declives são mais acentuados, provocando perda maior de sedimentos (Figura 2).

Figura 1



Mapeamento classificatório de perda de sedimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna para o período de 2001-2011.

Figura 2

Classes	URH's	Área (km ²)	Solo ^{1,2}	Uso e Ocupação ²	Declividade ^{2,3}	Perda (ton/ha)
Baixíssima	13	657,21	Cambissolo (76,1%)	Floresta (61,1%)	20 - 45% = 46%	2,92
Baixa	12	1355,13	Latossolo (77,2%)	Pastagem (54%)	20 - 45% = 47,2%	3,19
Média	3	972,05	Latossolo (83,2%)	Pastagem (55%)	20 - 45% = 47,6%	4,11
	8	389,3	Latossolo (99,5%)	Pastagem (63,4%)	20 - 45% = 47,1%	4,83
	7	1140,22	Latossolo (82,3%)	Pastagem (63,9%)	20 - 45% = 47,7%	4,78
	4	1303,66	Latossolo (92,8%)	Pastagem (57,9%)	20 - 45% = 47,6%	4,85
	2	777,63	Latossolo (53,5%)	Pastagem (56,2%)	20 - 45% = 47,7%	5,02
	11	359,91	Cambissolo (74,2%)	Floresta (64,9%)	20 - 45% = 46,7%	5,14
Alta	6	199,69	Argissolo (74,6%)	Pastagem (62,9%)	20 - 45% = 48%	6,01
	9	50,59	Argissolo (100%)	Pastagem (62,7%)	20 - 45% = 45,1%	6,83
	10	650,27	Latossolo (100%)	Pastagem (68,4%)	20 - 45% = 46,3%	7,67
Altíssima	5	154,42	Latossolo (99,7%)	Pastagem (61,2%)	20 - 45% = 48,9%	8,17
	1	607,52	Latossolo (56,3%)	Pastagem (53,4%)	20 - 45% = 49,5%	10,17

1 - Especificidade dos Solos: Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho e Cambissolo
 2 - Valor predominante 3- Classes definidas por EMBRAPA (1979)

Síntese dos planos de informação temáticos referentes às URH's, suas classes e valores de perda de sedimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora parciais, conclui-se que a utilização do modelo SWAT comprovou ser uma ferramenta que auxilia, no estudo do comportamento hidrológico em bacias de grande porte. No caso da BHRP percebeu-se que as URH's que mais apresentaram perdas de sedimentos (acima de 8,0 ton/ha/ano) foram as sub-bacias 1 e 5, classificadas como de altíssima perda. A sub-bacia que perdeu menos foi a URH 13 com valor de perda abaixo de 2,92 ton/ha/ano, ou seja, baixíssima perda. Nesse sentido percebe-se um padrão no comportamento onde pouco mais de 57% da bacia possui perdas entre 4,01 e 6,00 ton/ha/ano. Conclui-se que, apesar de estarem divididos em classes de perda, os valores para cada URH não apresentaram-se elevados para uma bacia do porte analisado e na escala de análise adotada, 1:250000. Cabe neste momento ressaltar que este projeto encontra-se na fase de modelagem dos dados necessários para a calibração e validação dos resultados gerados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora, ao INMET pela disponibilização dos dados climáticos, ao CNPq e à Universidade Federal de Juiz de Fora pela concessão de bolsas de IC e de mestrado, que auxiliaram na execução deste projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BALDISSERA, G. C. Aplicabilidade do Modelo de Simulação Hidrológica SWAT (Soil and Water Assessment Tool), Para a Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá/MT. Dissertação de Mestrado em Física e Meio Ambiente - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2005. 132p.

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, 1983. Folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Pedologia. Rio de Janeiro: DNPM, v.32.
- CARVALHO, A.C.B. Modelagem de banco de dados a partir das características pedológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna – MG/RJ. Monografia de conclusão de curso. Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, 188p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro. Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10. Súmu1a. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. 83 p.
- GLOBAL DATA EXPLORER – GDEX. Disponível em: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>. Acesso em: 12/03/2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20/05/2012
- LELIS, T. A. Modelagem do Escoamento Superficial e Perda de Solo na Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Zona da Mata de Minas Gerais, Utilizando o Simulador SWAT. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. 164p.
- MORO, M. A utilização da interface SWAT-SIG no estudo de produção de sedimentos e do volume de escoamento superficial com simulação de cenários alternativos. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. 100p
- NEITSCH, S. S.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R. e WILLIAMS, J. J. Soil and water assessment tool: theoretical documentation - version 2009. SERVICE., G.-S. A. W. R. L. A. R. Texas - USA: 618p. 2009.
- TUCCI, C.E.M. Modelos hidrológicos. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2005, 678p.