

USO DOS MODELOS WEPP E RUSLE NA SIMULAÇÃO DA PERDA DE SOLO EM ÁREA DECLIVOSA

J. L. A. Silva¹, U. R. V. Aires², C. H. S. Rezende³, D. D. Silva⁴

RESUMO: A erosão hídrica tem se tornando um dos maiores problemas para a preservação dos recursos naturais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa entre a predição da perda de solo utilizando os modelos WEPP e RUSLE. O trabalho foi desenvolvido em perfil topográfico de uma microbacia do rio Piracicaba, MG, com 225 m de comprimento e declividade média de 31%. Os dados de entrada dos modelos referentes a topografia, tipo de solo e classificação do uso do solo atual no perfil foram obtidos a partir informações de sensoriamento remoto. As informações climáticas da região foram extraídas da estação meteorológica do INMET com 10 anos de dados válidos e convertidos para formato utilizado no WEPP através do software ClimaConvert. Já o índice de erosividade da chuva da região foi estimado a partir do software NetErodividade. Constatou-se uma superestimativa do modelo RUSLE, com uma perda de solo simulada de 35,87 t. ha⁻¹. ano⁻¹, em relação ao modelo WEPP, que obteve uma perda de solo de 29,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹. A modelagem da perda de solo auxilia na verificação de áreas que necessitam de maior atenção quanto ao risco de erosão.

PALAVRAS-CHAVES: Erosão hídrica, modelagem da erosão, produção agrícola sustentável

USE OF WEPP AND RUSLE MODELS IN THE SIMULATION OF SOIL LOSS AT A HILLSLOPE AREA

SUMMARY: The water erosion has become one of the major problems for the natural resources preservation. In this context, the aim of this work was to perform a comparative analysis between the prediction of soil loss using the WEPP and RUSLE models. The work was developed in a hillslope área in a microbasin of the Piracicaba river, MG, with a length of 225 m and an average slope of 31%. The input data of the models referring to topography, soil type and current land use were obtained from remote sensing information. The region's climate information was

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Universidade Federal de Viçosa/UFV, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/PPGEA, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa – MG, Brasil. jose.leoncio@ufv.br

² Mestrando, UFV, PPGEA, Viçosa – MG, Brasil,

³ Doutorando, UFV, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Viçosa – MG, Brasil

⁴ Doutor, Professor Associado, UFV, Viçosa - MG, Brasil

extracted from the INMET weather station with 10 years of valid data and converted to a WEPP format using the software ClimaConvert. The rainfall erosivity index of the region was estimated from the software NetErodibilidade. The RUSLE model overestimated the soil loss, the simulated soil loss from this model was $35.87 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, in relation to the WEPP model, which obtained a soil loss of $29.8 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$. Soil loss modeling assists in the verification of areas that need greater attention regarding the risk of erosion.

KEYWORDS: Water erosion, erosion modeling, agricultural production sustainable

INTRODUÇÃO

Os principais desafios para a produção agrícola no cenário atual é o aumento da produção de alimentos aliado à conservação dos recursos naturais (MACHADO et al., 2016). Neste contexto, a erosão hídrica tem se tornando um dos maiores problemas na produção agrícola sustentável, sendo responsável pelo empobrecimento do solo devido a remoção e transporte de nutrientes pela ação do escoamento superficial, e se configura uma ameaça à integridade dos ecossistemas aquáticos devido a deposição de sedimentos nos corpos de água (GALHARTE et al., 2014; FIORIO et al., 2016).

A ocorrência da erosão hídrica resulta da ação combinada de seis fatores principais: regime de chuva, tipo de solo, comprimento e inclinação do declive, combinação cobertura manejo do solo e práticas conservacionistas (AMARAL et al., 2014). Os processos erosivos são agravados principalmente devido ação antrópica, com destaque para o desenvolvimento de atividades agrícolas com o manejo inadequado do solo, em especial nas áreas declivosas (RIBEIRO et al., 2013; FIORIO et al., 2016).

Devido à complexidade dos processos que envolve a erosão do solo e que o monitoramento da erosão em grandes áreas configura-se um processo oneroso, diversos modelos têm sido desenvolvidos para melhor representatividade deste processo. A modelagem do processo erosivo é uma descrição matemática da desagregação, transporte e deposição das partículas na superfície do solo. (CECÍLIO et al., 2009; FIORIO et al., 2016).

Dentre os modelos desenvolvidos, destaca-se a *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) e o *Water Erosion Prediction* (WEPP), sendo o RUSLE um modelo de base empírica, fundamentado em seis parâmetros: erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento de rampa, declividade, manejo do solo e práticas conservacionistas. Destaca-se que o RUSLE não leva em consideração a umidade do solo e a hidrologia de floresta, que tem influência direta

sobre os processos erosivos (DIDONÉ, 2013). Por outro lado, o WEPP é um modelo baseado em princípios teóricos que além de englobar os parâmetros do modelo RUSLE, também leva em consideração informações do clima da região na predição das estimativas das perdas de solo (CECÍLIO et al., 2009).

Poucos são os trabalhos que aplicaram os modelos RUSLE e WEPP em condições edafoclimáticas brasileiras. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa das estimativas de perda de solos utilizando o modelo RUSLE e WEPP em um perfil topográfico com declividade acentuada para uma microbacia do rio Piracicaba, localizada no município de Nova Era, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, localizada no município de Nova Era, MG, e apresenta área de drenagem de 4,14 Km² (Figura 1).

O município de Nova Era destaca-se por apresentar extensa área destinada a atividade agropecuária, associada com alta declividade (em média 31%), ou seja, altamente susceptível a erosão, e representa a condição de diversos municípios de Minas Gerais. A microbacia em estudo foi selecionada pela representatividade das atividades agropecuárias desenvolvidas neste município e possuir declividade média semelhante (31,9%). O perfil topográfico (Figura 2) utilizado para aplicação do modelo possui comprimento de rampa de 225 m e declividade média de 31,3%.

As informações de solos presentes na área foram extraídas do projeto Banco de Solos do Estado de Minas Gerais (2016), onde verificou-se que predominam no município de Nova Era, os solos classificados como latossolo vermelho-amarelo distrófico típico e neossolos litólicos, sendo que na área de estudo constatou-se a presença apenas do latossolo LVAd29 latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, com horizonte "A" moderado, de textura argilosa.

O clima predominante na região caracterizado como Aw na classificação de Koppen, tendo temperatura média anual de 21,4°C com invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas elevadas. A temperatura média mais elevada (28,8°C) é observada no mês de fevereiro. Já a temperatura mínima média (18,5°C) é observada no mês de julho (IBGE, 2016).

Para a predição da perda de solo foram utilizados os modelos RUSLE e WEPP. O RUSLE é um modelo empírico derivado da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE). Este modelo é expresso com base nas informações contidas na Equação 1.

$$P_s = R.K.LS.C.P \quad (01)$$

Em que P_s é a perda de solo média anual em $t \text{ ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, R é o fator de erosividade da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), K é o fator de erodibilidade do solo em $t \text{ ha}^{-1}\text{MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, L é fator de comprimento de rampa (adimensional), S é o fator de declividade de rampa (adimensional), C é o fator de uso e manejo do solo (adimensional), e P fator de práticas conservacionistas (adimensional).

O fator R foi calculado utilizando-se o software netErosividade MG, elaborado pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos (GPRH) da Universidade Federal de Viçosa. Os valores de R mensais obtidos através do software foram dividido por dois considerando as duas quinzenas de cada mês e foram convertidos a unidade padrão do modelo RUSLE (unidade inglesa “hd of ft tonf in (ac h ano)⁻¹”), utilizando o fator de conversão $17, 02^{-1}$ adotado por Amorim (2004).

Para a estimativa do fator K baseou-se no solo predominante na área de estudo, sendo este o latossolo vermelho amarelo, o qual possui classificação textural de muito argiloso, sendo inserido no modelo RUSLE como *clay*. As informações requeridas pelo modelo com relação a composição do solo da área analisada, para os primeiros centímetros de profundidade, são apresentados na Tabela 1. Com relação a granulometria do solo, adotou-se granulometria fina de 1 a 2 mm de diâmetro, e solo com permeabilidade moderada.

Para a estimativa do parâmetros LS o perfil topográfico em estudo foi dividido em sete seguimentos, apresentados na Tabela 2, em que pode-se observar os comprimentos de cada seguimento e suas respectivas declividades. A textura do solo adotada foi solo argiloso e o uso da terra foi classificado como pastagem.

O fator C representa o efeito da cobertura vegetal e o manejo do solo na erosão hídrica. Na Tabela 3 são apresentados os valores de C compilados por Fujihara (2002) com base em diversos experimentos de campo. Desta forma, este trabalho baseou-se nas informações de pastagem apresentados na Tabela 3, a qual apresenta variação nos valores C entre 0,001 e 0,03.

O fator P representa o efeito de práticas conservacionistas, como exemplo o plantio em nível, sobre a perda de solo ao comparar o uso de determinada prática conservacionista e a correspondente perda quando a cultura está implantada no sentido do declive. Para este estudo o valor do fator P foi considerado igual a 1, devido a não adoção de práticas conservacionistas no local em estudo.

Para aplicação do modelo WEPP 2012.800. Este software além das perdas de solos também fornece informações da produção de sedimentos. As informações topográficas e de solos, bem com as práticas de manejos adotadas são as mesmas empregadas no modelo RUSLE, porém além destes parâmetros, o WEPP também requer informações climáticas da região. Neste trabalho utilizou-se como gerador de séries sintéticas de dados climáticos o software ClimaBR 2.0 e o software ClimaConvert para converter os dados climatológicos e pluviométricos gerados para o formato de entrada do WEPP.

A estação meteorológica utilizada está localizada no município de Belo Horizonte, nas coordenadas de latitude 19°55'00" S e Longitude 43°53'59"O, pertencente a rede de monitoramento do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET). Foi gerada uma série de dados climáticos de dez anos, visto que a estação climatológica (83587) não dispõe de período maior de dados. Esta estação foi selecionada por ser a mais próxima à área em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a taxa de infiltração estável do latossolo vermelho amarelo é de aproximadamente igual a 60 mm h⁻¹ e condutividade hidráulica e CTC potencial do solo de 3,74 cmol dm⁻³, os parâmetros de entrada do modelo RUSLE obtidos podem ser observados na Tabela 4.

A partir dos dados estimados para os parâmetros da RUSLE, foi estimada uma perda de solo média anual de 16 t.acre⁻¹.ano⁻¹, este valor corresponde a 35,87 t ha⁻¹ ano⁻¹. Já a perda de solo média anual estimada pelo modelo WEPP foi de 2,98 kg m⁻², equivalente à 29,8 t ha⁻¹ ano⁻¹. Para a produção de sedimentos o valor estimado foi o mesmo da perda de solo, o que indica que não ocorre deposição ao longo da encosta e conseqüentemente todo o sedimento produzido está sendo carregado diretamente para o curso de água a jusante.

Destaca-se ainda que do total precipitado (1252,0 mm) 26,60% corresponde à perda de água por escoamento superficial. Sendo assim, o modelo WEPP estimou que 73,39% do total precipitado foi infiltrado. Na prática, para as condições brasileiras, espera-se que o volume de água infiltrado seja menor, isso porque grande parte das pastagens brasileiras se encontram degradadas, conseqüentemente espere-se um aumento no escoamento superficial.

A Figura 2 apresenta a perda anual de solo estimada pelos modelos RUSLE e WEPP.

Nota-se que o modelo RULE apresentou perda de solo 17% superior ao modelo WEPP. A diferença encontrada nos resultados obtidos com a utilização dos dois modelos pode ser explicada devido às possíveis causas: diferença entre a quantidade de parâmetros para entrada

nos modelos, dificuldade para adaptar os modelos às condições edafoclimáticas brasileiras (como exemplo os fatores R e C) e diferente grau de empirismo entre os modelos.

De maneira geral, em média a perda de solo anual normalmente considerada para pastagens é de $0,9 \text{ ton ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (BERTTONI & LOMBARDI NETTO, 1990). Observa-se que os valores estimados pelos modelos RUSLE e WEPP foram maiores que este valor de referência. Isto porque esses modelos tendem a superestimar as perdas de solo (CECÍLIO et al., 2009).

Em estudos avaliando o desempenho dos modelos para predição de perdas de solo, Amorim et al. (2004) notaram que o modelo WEPP apresentou melhor comportamento quanto aos desvios obtidos entre os dados experimentais e os dados estimados, mostrando estimativas mais precisas em 45% das 32 condições simuladas para o modelo WEPP, seguido pelo modelo RUSLE com 42%.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os modelos apresentaram valores de perda de solo relativamente semelhantes, com uma diferença de $6,07 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Desta forma, para a área de estudo indica-se a utilização do modelo RUSLE, uma vez que os parâmetros de entrada deste modelo são relativamente mais simples de serem obtidos.

A modelagem da perda de solo auxilia na verificação de áreas que necessitam de maior atenção quanto ao risco de erosão, possibilitando a adoção de medidas para que as perdas de solo fiquem em uma faixa tolerável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa, os quais foram essências para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. J.; COGO, N. P.; BERTOL, I. Comprimento crítico de declive e erosão hídrica, em três dpes de resíduo cultural e dois modos de semeadura direta. Rev. de ciências Agroveterinárias, v. 13, p. 130 -141, 2014.

AMORIM, R. S. S. Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para condições edafoclimáticas brasileiras. 2004, 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BANCO DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Mapas de solos de Minas Gerais. Disponível em:< <http://bancodesolosdeminasgerais.org/mapas>>. Acesso em:08 dez. 2016.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, p. 355, 1990.

CECÍLIO, R. A.; RODRIGUEZ, R. G.; BAENA, L. G. N.; OLIVEIRA, F.G. PRUSKI, F. F. Aplicação dos modelos RUSLE e WEPP para a estimative da erosão hídrica em microbacia hidrográfica de viçosa (MG). **Revista verde**, v. 4, p. 39-45, 2009.

DIDONÉ, E. J. Erosão bruta e produção de sedimentos em bacia hidrográfica sob plantio direto no planalto do Rio Grande do Sul. 2013, 228 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Latossolos. Disponível em: <
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html> acesso em 15 out. 2016

FIORIO, P. R.; BARROS, P. P. S.; OLIVEIRA, J. S.; NANNI, M. R. Estimativas de perda de solo em ambiente SIG utilizando diferentes fonts de dados topográficos. **Ambiência Guarapuava**, v. 12, p. 203 – 216, 2016.

FUJIHARA, A. K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002, 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, SP.

GALHARTE, C. A.; VILLELA, J. M.; CRESTANA, S. Estimativa da produção de sedimentos em função da mudança de uso e cobertura do solo. **Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 194-201, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: Nova Era. Disponível em:< <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> acesso em 14 out. 2016.

MACHADO, C. S.; TARRÉ, R. M.; BRASIL, F. C. Sistema Agroflorestal como alternativa para a recuperação de uma pequena propriedade rural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Cient. Fund. Osorio*, v.1, p. 21-41, 2016.

RIBEIRO, J. C.; TOCANTINS, N.; FIGUEIREDO, M. Diagnóstico dos processos erosivos na sub-bacia do córrego Guanabara, município de reserva do cabaçal, Pantanal, MT. Rev. GeoPantanal, v. 8, p. 152-169, 2013.

ANEXOS

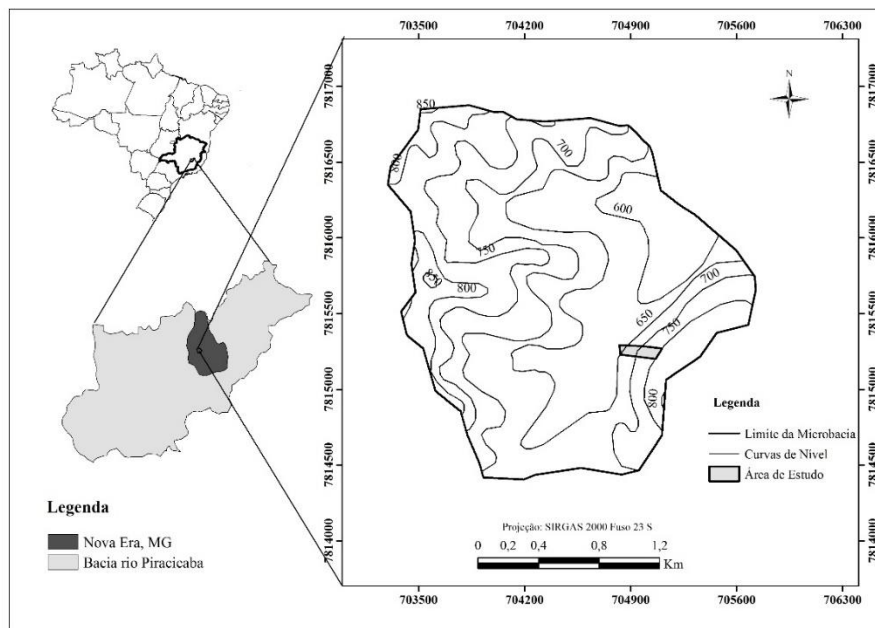


Figura 1. Localização da área de estudo

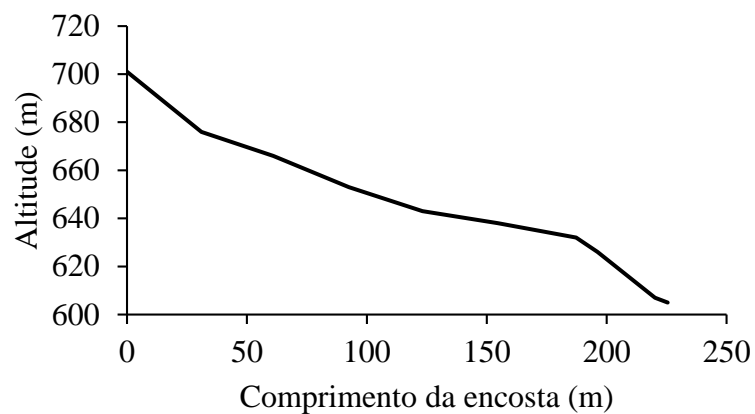


Figura 2. Perfil topográfico utilizado para aplicação dos modelos de estimativas de perda de solo

Tabela 1. Dados de entrada relativos à erodibilidade do solo

Composição do solo	Valor em %
Areia fina	12
Areia grossa	9
Silte	4
Argila	75
Matéria orgânica	2,1
Fragmentos grosseiros	1

Embrapa (2015)

Tabela 2. Comprimentos e declividades dos seguimentos da encosta

Seguimento da encosta	Comprimento (m)	Declividade (%)
1	5,56	24,67
2	32,23	34,99
3	30,81	30,88
4	67,03	48,88
5	32,62	40,44
6	31,72	44,84
7	31,08	27,89

Tabela 3. Fator C para diversas culturas e condições

Uso	Fator c	
	Mínimo	Máximo
Terra nua	1,00000	1,00000
Culturas anuais	0,08210	0,55000
Cana-de-açúcar	0,05000	0,30660
Café/ citrus	0,04000	0,13500
Pastagem	0,00100	0,03000
Reflorestamento	0,00010	0,04910
Mata ou Vegetação natural	0,00004	0,00400

Tabela 4. Valores obtidos para os parâmetros do modelo RUSLE

Parâmetro	Valores
R	398
K	0,045
LS	9,35
C	0,01
P	1

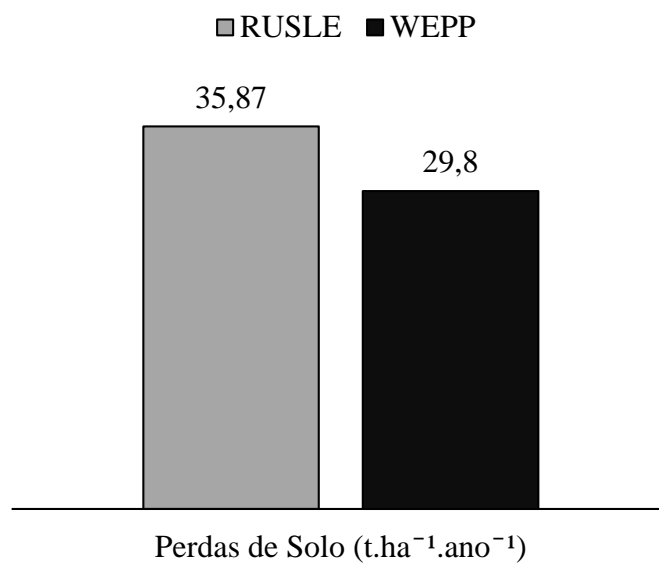


Figura 2. Perdas de solos obtidas na simulação dos modelos RUSLE e WEPP