

ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO UTILIZANDO O MODELO DE PREDIÇÃO GEOESPACIAL DA EROÇÃO (GEOWEPP)

LAYANE CARMEM ARRUDA DA ROCHA¹, MICHEL CASTRO MOREIRA²,
MAYKON RODRIGO GOMES DE BARROS³, RICARDO SANTOS SILVA
AMORIM⁴, DEMETRIUS DAVID DA SILVA⁵

¹Eng. de Biosistemas, Doutoranda em Eng. Agrícola, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa – MG, layane.rocha@ufv.br

²Bel. C. da Computação, Prof. Associado. Doutor, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa – MG, michelcm@ufv.br

³Eng. de Biosistemas, Doutorando em Produção Vegetal, Depto. de Agronomia, UFT, Gurupi – TO, maykon.barros@mail.uft.edu.br.

⁴Eng. Agrônomo, Prof. Associado. Doutor, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa – MG, rsamorim@ufv.br

⁵Eng. Agrônomo, Prof. Titular. Doutor, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa – MG, demetrius@ufv.br

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: A erosão do solo impacta negativamente o setor agrícola, acarretando em áreas impróprias para o cultivo. A modelagem, tornou-se uma ferramenta indispensável para estimativas de diversos fatores, dentre eles a perda de solo. Com essas estimativas, é possível serem traçadas estratégias a fim de mitigar os possíveis fatores que possam contribuir para tal erosão. Dentre os modelos consolidados tem-se o WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), e a nível de bacia hidrográfica o GeoWEPP, essas duas interfaces vem se mostrando eficiente como ferramenta que auxilia na gestão da bacia hidrográfica em diversos países. Assim, o objetivo deste trabalho foi prever a perda de solo para a sub-bacia do rio Jenipapo, e assim averiguar se as perdas estão toleráveis de acordo com a literatura. A menor perda de solo, foram estimadas para áreas mais planas, onde existe a presença de vegetação natural não florestal. Com essa breve análise, foi obtido um valor de $0,47 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O GeoWEPP mostrou-se uma ferramenta importante para auxiliar na estimativa de perda de solo, sendo assim possível traçar estratégias a partir dos dados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: EROÇÃO; MODELAGEM; WEPP

ESTIMATION OF SOIL LOSS USING THE GEOSPATIAL EROSION PREDICTION MODEL (GEOWEPP)

ABSTRACT: Soil erosion negatively impacts the agricultural sector, resulting in areas unsuitable for cultivation. Modeling has become an indispensable tool for estimating several factors, including soil loss. With these estimates, it is possible to devise strategies in order to mitigate the possible factors that may contribute to such erosion. Among the consolidated models there is the WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), and at the watershed level the GeoWEPP, these two interfaces have been proving to be efficient as a tool that helps in the management of the watershed in several countries. Thus, the objective of this work was to predict the soil loss to the Jenipapo River sub-basin, and thus to verify if the losses are tolerable according to the literature. The lowest soil loss was estimated for flatter areas, where there is the presence of natural non-forest vegetation. With this brief analysis, a value of $0.47 \text{ t ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ was obtained. The GeoWEPP proved to be an important tool to assist in the estimation of soil loss, making it possible to draw strategies from the data obtained.

KEYWORDS: EROSION; MODELING; WEPP

INTRODUÇÃO: A erosão hídrica é a principal causa da degradação do solo e da terra em todo o mundo (IPCC, 2019), causando efeitos severos, que afetam diretamente na atividade agrícola, uma vez que esse processo acarreta perda de matéria orgânica, reduções na profundidade do solo, sedimentação de reservatórios e eutrofização de corpos d'água (POEPPL et al., 2019). Assim, a estimativa da produção de sedimentos é primordialmente e necessária para o planejamento do desenvolvimento das bacias hidrográficas envolvendo medidas de conservação do solo e da água (SINGH et al., 2021). Diversos modelos empíricos e físicos para a predição das perdas de solo vem sendo aplicados (KINNELL; WANG; ZHENG, 2018; ZARE; MOHAMMADY; PRADHAN, 2017; ZI; KUMAR; ALBERTSON, 2019), entretanto, é necessário considerar a especificidade de cada região e de cada modelo. Dentre os modelos baseados em processos físicos, tem-se o Water Erosion Prediction Project (WEPP) (FLANAGAN; NEARING, 1995) e sua interface geoespacial GeoWEPP (Geospatial Water Erosion Prediction Project). Vários estudos vêm considerando o GeoWEPP como um modelo satisfatório para estimativa de perda de solo, assim o objetivo deste trabalho é prever a perda de solo para a sub-bacia do rio Jenipapo, e assim averiguar se as perdas estão toleráveis de acordo com a literatura.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi utilizada como região de estudo a área de drenagem da estação fluviométrica 27550000 (Arapoema), localizada no Estado Tocantins, com área de drenagem em torno de 1.150 km² (ANA, 2022). Os solos predominantes na área são os Latossolos Vermelho distrófico (LVd), Latossolos Vermelho – Amarelo distrófico (LVAd), Argissolo Amarelo distrófico (PAd), Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd), Neossolo Litólico distrófico (RLd) e Neossolo Quartzarênico ortico (RQo) como é possível observar na Figura 1.

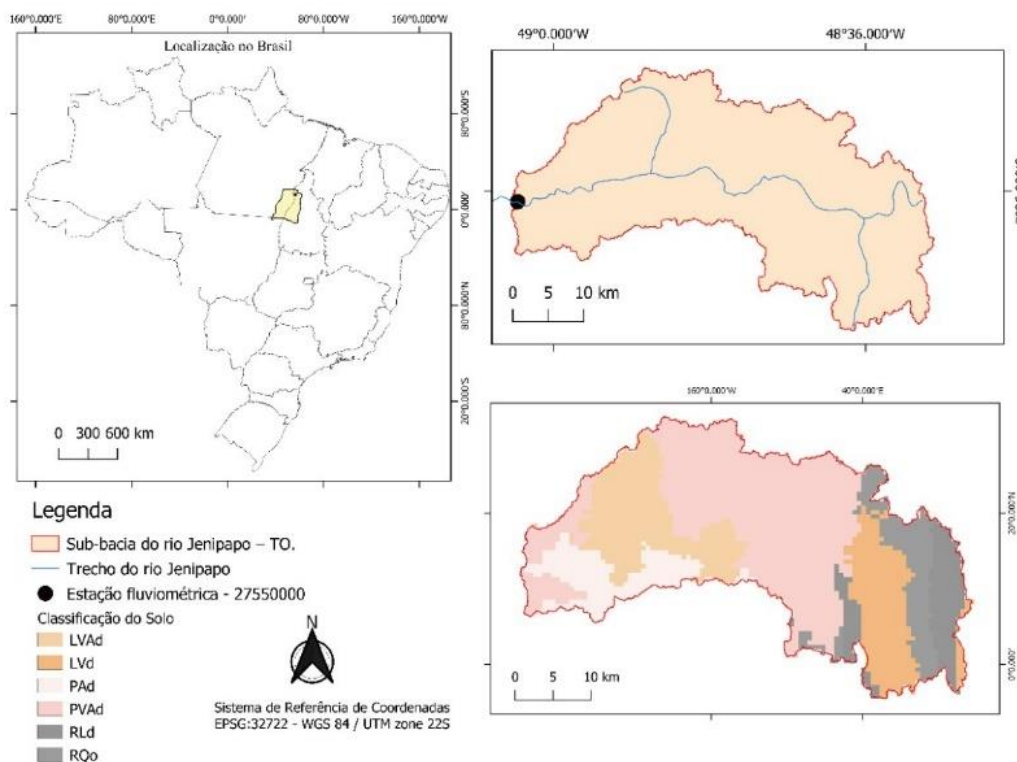


FIGURA 1. Localização da área de estudo e solos predominantes.

Entretanto, para proceder com a modelagem foi necessário criar arquivos de entrada do modelo, identificando parâmetros como: textura (% de areia e argila), matéria orgânica (%), capacidade de troca catiônica (meq/1) e pedregosidade (%), considerando cada perfil do solo. A obtenção destes parâmetros foi realizada a partir da plataforma BDsolos (EMBRAPA, 2022), utilizando como filtro a classificação do solo e a localização (estado brasileiro). Além desses parâmetros, o arquivo requer mais seis informações: a saturação inicial, o albedo, a erodibilidade entre sulcos e sulcos, a tensão crítica de cisalhamento e a condutividade hidráulica efetiva superficial do solo. O nível da saturação inicial foi obtida também do BDsolos, o albedo foi mantido o valor padrão que é fornecido pelo WEPP, ou seja, 0,23 como é sugerido em Poepl et al. (2019). Os parâmetros de erodibilidade entre sulcos e sulcos, tensão crítica de cisalhamento e condutividade hidráulica efetiva do solo superficial foram calculados pelo modelo WEPP com base nos algoritmos de estimativa de parâmetros utilizando a base de dados WEPP, uma vez que, ao realizar a busca destes parâmetros na literatura percebe-se que esses valores são variáveis a depender da textura e do uso, ocupação e manejo do solo (CANTALICE et al., 2005; MESQUITA; MORAES, 2004; MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2006; SANTOS et al., 2018). Sobre o uso e ocupação do solo, foram utilizados os dados disponíveis do projeto MapBiomas - coleção 6 (MAPBIOMAS, 2022). Os rasters foram utilizados a fim de identificar o uso da terra no decorrer dos anos, assim, para cada ano modelado foi e será utilizado o raster correspondente àquele ano. É possível observar, na Figura 2, os usos da terra para o ano 2018, de acordo com o MapBiomas.

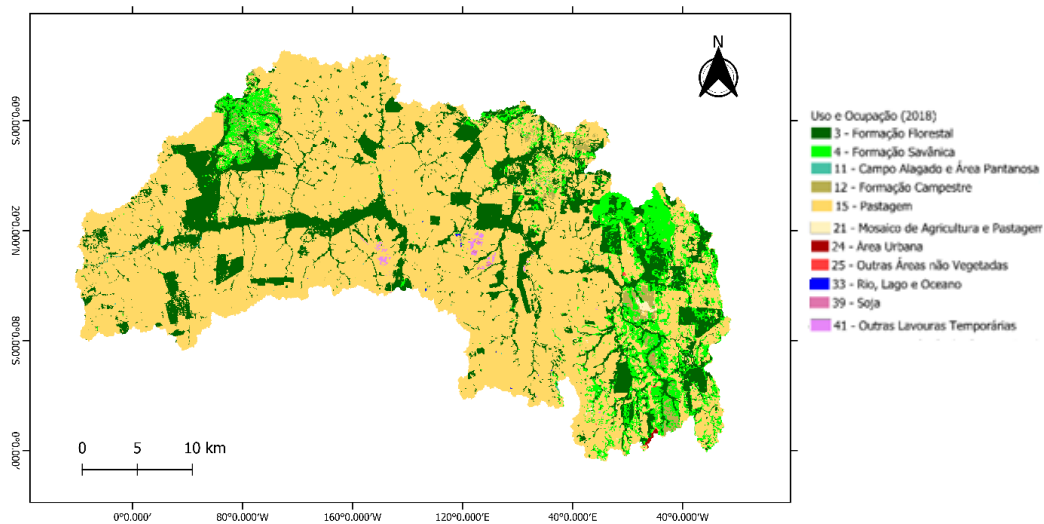


FIGURA 2. Uso e Ocupação da área de estudo no ano de 2018.

Todavia, O WEPP conta, em sua interface, com arquivos de uso e ocupação do solo, com base nos parâmetros de crescimento e mortalidade da planta. Como não sabemos a real condição da área em estudo, no que diz respeito aos aspectos culturais (período de cultivo, tamanho da raiz, dentre outros), foi utilizado o próprio banco de dados do WEPP, associando o uso e ocupação obtido no mapbiomas com o banco de dados disponível na interface do *software*. Como suporte para escolher qual categoria do WEPP seria associada à categoria do Brasil, foram seguidas as recomendações disponíveis no próprio site e manual do GEOWEPP (HAOYI et al., 2014), como também trabalhos publicados utilizando esta ferramenta, como: Amaru; Dwiratna (2020); Kim et al. (2021); Leite (2009); Melaku et al. (2018); Poepl et al. (2019).

Tabela 1. Categorias do uso e ocupação da terra para a modelagem de 2018

CÓDIGO	CATEGORIA BRASIL	ÁREA (%)	CATEGORIA WEPP
3	Formação Florestal	19,92	Forest
4	Formação Savânica	8,59	Forest
11	Campo Alagado e Área pantanosa	0,10	28% cover-short grass prairie
12	Formação Campestre	1,38	28% cover-short grass prairie
15	Pastagem	69,47	Alfalfa with cuttings
21	Mosaíco Agricultura e Pastagem	0,24	Tree-20 yr old forest
24	Área Urbanizada	0,04	Grass construction
25	Outras áreas não vegetadas	0,03	Grass
33	Rio, Lago e Oceano	0,02	Grass
39	Soja	0,03	Winter Wheat, Much till
41	Outras Lavouras temporárias	0,18	Winter Wheat, Much till

A construção do arquivo climático, foi realizado com o auxílio do gerador climático CLIGEN, versão 5.3, utilizando dados referentes ao ano de 2018. E como arquivo topográfico, foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) da sub-bacia, e assim, os perfis das encostas foram gerados com uso da ferramenta TOPAZ, integrada a interface GeoWEPP, que parametriza os dados de topografia, baseados no MDE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Como é possível observar na Figura 3, a produção de sedimentos (Sediment Yield) foi acima de 4 toneladas em áreas mais ao sudeste da bacia, onde tem como solo predominante o Latossolo Vermelho distrófico. Outras áreas onde o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico está presente, também apresentaram maiores as perdas de solo. Apesar de serem solos que são caracterizados por terem uma boa drenagem, essa perda de solo pode ter sido associada a fatores como precipitação, uso e manejo do solo e declividade. De acordo com Ayer et al. (2015) em estado natural, os Latossolos apresentam grande estabilidade e resistência à erosão, entretanto, quando submetidos a cultivos intensivos eles tornam-se vulneráveis aos processos erosivos.

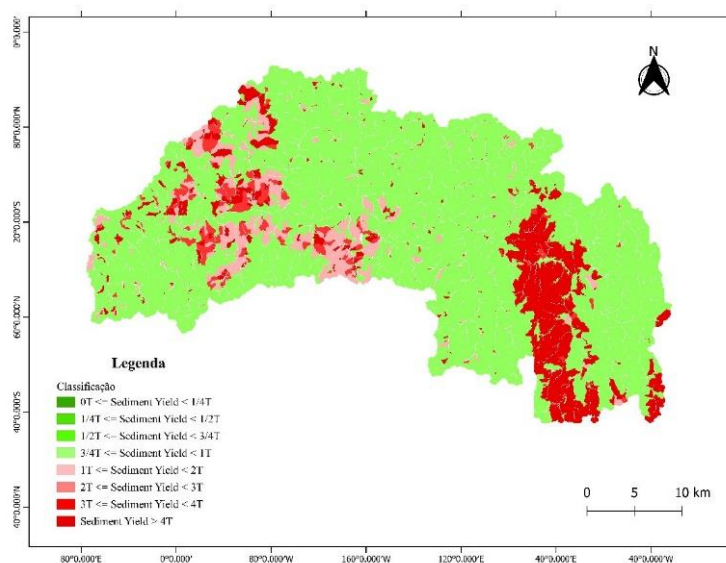


FIGURA 3. Estimativa de perdas de solo para a sub-bacia do rio jenipapo – TO.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), perdas entre 2 e 4 t ano⁻¹ são toleráveis em solos pouco profundos. E neste estudo, as áreas de predominância dos Neossolos (poucos profundos) apresentaram perdas de solo menores que 1 tonelada. E ainda, as menores perdas de solo, foram estimadas para áreas mais planas, onde existe a presença de vegetação natural não florestal, conforme é apresentado no MapBiomass. Com essa breve análise, foi obtido um valor de 0,47 t ha⁻¹ ano⁻¹ para toda a bacia hidrográfica. Conforme as análises de Pruski (2013), ele afirma que em áreas com culturas permanentes, pastagem e reflorestamento, as perdas de solo são bem inferiores às toleráveis. Diversos pesquisadores apontam o GeoWEPP como um dos modelos de previsão e estimativa de erosão mais eficientes, podendo ele ser utilizado como ferramenta para organizar o gerenciamento de bacias hidrográficas (POEPPL et al., 2019; SINGH et al., 2021; YUSUF et al., 2022).

CONCLUSÕES: A perda de solo obtida para o ano de 2018 foi de 0,47 t ha⁻¹ ano⁻¹. O GeoWEPP mostrou-se eficiente no que diz respeito à estimativa de tolerância de perda de solo, considerando que o modelo necessita de diversos parâmetros físicos para realizar as simulações, fazendo com que diversas características da bacia hidrográfica sejam consideradas.

REFERÊNCIAS:

AMARU, K.; DWIRATNA, S. Application of GeoWEPP - TOPAZ model to delineate stream network and watershed at upper Citarum watershed - Cikeruh and Citarik sub-watershed. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 542, n. 1, 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. HIDROWEB. 2022. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>.

AYER, Joaquim Ernesto Bernardes et al. Erosão hídrica em Latossolos Vermelhos distróficos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 180–191, 2015.

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

CANTALICE, José Ramon Barros et al. Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 597–607, 2005.

EMBRAPA. **Banco de Dados de Solos - BD Solos**. Disponível em: <https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/consulta_publica.html>. 2022.

FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. **USDA Water Erosion Prediction Project hillslope and watershed model documentation**. NSERL Report No. 10. West Lafayette, Ind.: USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, 1995.

HAOYI, B. et al. **GeoWEPP for ArcGIS 10.x Version Overview Manual**. 2014.

IPCC. **Climate change and land - summary for Policymakers (draft)**. Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 2019.

KIM, J.; KIM; M., KIM; J. K., OH; H.-J.; WOO, C. Analysis of Rainfall-Runoff Characteristic at Mountainous Watershed Using GeoWEPP and SWAT Model. *Journal of The Korean Geomorphological Association*, v. 28, n. 2, 2021.

KINNEL, P. I.A.; WANG, Jianxun; ZHENG, Fenli. Comparison of the abilities of WEPP and the USLE-M to predict event soil loss on steep loessal slopes in China. **Catena**, v. 171, n. August 2017, p. 99–106, 2018.

LEITE, A. P. P. Aplicação de metodologias para o cálculo de erosão (USLE e WEPP) em uma sub-bacia hidrográfica do rio Cobres. 2009. Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica. Covilhã, Portugal, 2009.

MAPBIOMAS. Coleção 6. 2022. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>.

MELAKU, N. D. et al. Integrated impact assessment of soil and water conservation structures on runoff and sediment yield through measurements and modeling in the Northern Ethiopian highlands. **Catena**, v. 169, n. May, p. 140–150, 2018.

MESQUITA, Maria da Glória Bastos De Freitas; MORAES, Sergio Oliveira. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, p. 963–969, 2004.

MONTENEGRO, Abelardo A. A.; MONTENEGRO, Suzana M. G. L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 30–37, 2006.

POEPPL, Ronald E. et al. Combining soil erosion modeling with connectivity analyses to assess lateral fine sediment input into agricultural streams. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 9, 2019.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2º edição, atualizada e ampliada - UFV. 2013.

SANTOS, Daniella Pereira dos et al. variabilidade espacial de atributos físicos do solo em vale aluvial na região de Pernambuco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2271–2282, 2018.

SINGH, A. K.; KUMAR, S.; NAITHANI, S. Modelling runoff and sediment yield using GeoWEPP: a study in a watershed of lesser Himalayan landscape, India. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 7, n. 3, p. 2089–2100, 2021.

YUSUF, S. M.; WIJAYANTO, A. K.; SUDRAJAT, N. F. Soil erosion prediction using GeoWEPP model in Cimanuk Hulu sub-watershed. In **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (Vol. 950). IOP Publishing Ltd., 2022.

ZARE, Mohammad; MOHAMMADY, Majid; PRADHAN, Biswajeet. Modeling the effect of land use and climate change scenarios on future soil loss rate in Kasilian watershed of northern Iran. **Environmental Earth Sciences**, v. 76, n. 8, 2017.

ZI, Tan; KUMAR, Mukesh; ALBERTSON, John. Intercomparing varied erosion, deposition and transport process representations for simulating sediment yield. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–13, 2019.