

Uso do Geoprocessamento na determinação das perdas de solo por erosão laminar na Bacia Hidrográfica do Córrego Canabrava

César Vinícius Mendes Nery^{1,2}
Felipe Aquino Lima²

¹ Faculdades Santo Agostinho - FASA
Av. Osmane Barbosa, 937, JK. Montes Claros – MG, CEP: 39400-546
cvmn@hotmail.com

² Fundação Santo Agostinho - FUNDASA
Av. Osmane Barbosa, 937, JK. Montes Claros – MG, CEP: 39400-546
{cvmn, felipe-lima}@hotmail.com

Abstract. Soil erosion is a natural occurring process and is one form of soil degradation, but, nowadays is one of the most critical environmental hazards of modern times. Soil erosion creates serious problems in agriculture and water resources because removes the top fertile soil and its subsequent deposition in reservoirs and lakes. Therefore, is necessary quantifying this kind of erosion by predictive erosion models. For this purpose, Universal Soil Loss Equation (USLE) is commonly used for erosion model. This equation uses parameters that are mandatory inputs to USLE, such as, rainfall erosivity factor (R), soil erodibility factor (K), slope length and steepness factor (LS), crop management factor (C) and conservation practice factor (P). USLE is useful tool for evaluating soil erosion and establishing soil erosion management plans. The objective of this research was apply Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) data for erosion modeling through USLE equation, to map erosion prone areas in Watershed of Canabrava River, in Guaraciama County, using Geoprocessing. The area of study is approximately 4547.94 ha. The results identify erosion susceptibility zones based on USLE parameters, and, about 30% of area of research was classified as severe erosion. The Geoprocessing is an essential tool in soil erosion studies and consequently in the development of appropriate soil conservation strategies.

Palavras-chave: Universal Soil Loss Equation, soil erosion, Geographic Information Systems, Equação Universal de Perdas de Solo, erosão do solo, Sistema de Informações Geográficas.

1. Introdução

O crescente aumento populacional promove a necessidade por produção de alimentos, que estão associadas a práticas agrícolas extensivas e técnicas de manejo inadequadas nas regiões tropicais (ZAPAROLI E CREMON, 2008). Um solo em harmonia com o meio ambiente é considerado sadio, de modo que, desequilibrado está degradado e assim influencia negativamente o ambiente. Deste modo, quando desprovido de vegetação natural, o solo fica exposto a uma série de fatores que tendem a depauperá-lo numa velocidade que varia com as características, o tipo de clima e os aspectos da topografia. A degradação sempre existe se o agricultor não tiver o devido cuidado de combater suas causas, como: lixiviação e acidificação, excesso de sais ou salinização, desertificação, poluição, degradação física e erosão (LEPSH, 2010).

Comumente a ação antrópica acelera o empobrecimento dos solos como resultado do desmatamento e queima da vegetação, do preparo inadequado nas encostas íngremes, pelo pisoteio excessivo dos rebanhos nos pastos, e pela intensa monocultura na agricultura. Todas essas atividades facilitam a ação erosiva da água das chuvas e por consequência o assoreamento dos corpos d'água, que se resume no transporte e deposição das partículas de solo da parte mais alta no fundo dos rios, lagos e oceanos (LEPS, 2010). Segundo o autor, em 2001, calculou-se que cerca de um bilhão de toneladas de materiais dos solos agrícolas foi erodido, o que significa prejuízo ecológico e econômico. Os principais fatores relacionados à maior ou menor suscetibilidade de um terreno à erosão são o clima, tipo de solo, declividade do terreno e tipo de manejo agrícola. Para Troe (2008), esses muitos fatores interagem para

determinar a quantia de perda de solo ocorrida em um tempo específico e em um lugar. Os fatores mais significativos que influenciam a erosão laminar e em sulcos foram combinados na Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), sendo, por meio dessa equação, possível calcular a quantidade de solo transportado pela erosão laminar.

A erosão laminar é a forma mais frequente de erosão do solo, porém é a menos perceptível, pois envolve partículas com baixa granulometria, como silte, argila e matéria orgânica. A fertilidade do solo está associada às partículas finas, o que provavelmente resulta em maior perda econômica quando comparada com qualquer outro tipo de erosão (TROE, 2007). Alguns agricultores e pecuaristas não percebem, e consideram natural essa remoção das finas lâminas do solo (LEPSH, 2010).

No planejamento conservacionista, a EUPS, proposto por Wischmeier e Smith (1978), pode ser usada como guia, determinando práticas mais adequadas à conservação do solo para uma determinada área. Neste planejamento Bertoni e Lombardi (2008), ressaltam a importância do uso de equações empíricas no que tange a determinação das perdas de solos.

De acordo com Liu (2006), além da vegetação, o estudo dos solos também tem sido realizado por meio de Sensoriamento Remoto (SR). As técnicas de SR têm sido usadas para identificar de maneira mais rápida, as propriedades químicas e físicas dos solos, delinear limites de seus tipos, classificá-los e mapeá-los de modo que promova o planejamento de ações de conservação e preservação neste meio. Neste sentido com o advento da disponibilização dos dados *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) foi possível adquirir os dados que compõem as variáveis da equação universal de perda dos solos (EUPS). O presente trabalho teve como objetivo explorar o potencial de aplicação dos dados SRTM nas diversas etapas da modelagem de erosão em microbacias, utilizando a EUPS.

A área de estudo compreendeu a microbacia do córrego Canabrava, localizada no município de Guaraciama, MG (Figura 1). A microbacia está entre as coordenadas geográficas 17°10'59" e 17° 04'56" de latitude Sul e 43°38'28" e 43°34'56" de longitude Oeste.

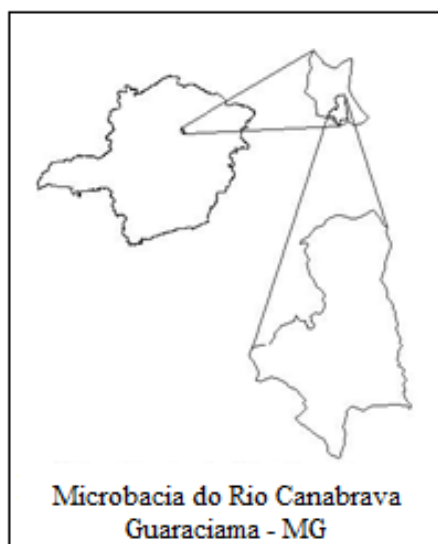


Figura 1. Localização da área de estudo.

O tipo climático na região da microbacia, segundo classificação de Koppen, é Aw com temperaturas médias mensais acima de 18 °C, em todos os meses do ano com uma estação seca bem definida e precipitação baixa de 60 mm no mês de mais seco. Sua população é composta em sua grande maioria por agricultores familiares, que utilizam tecnologias tradicionais com pequenas quantidades de insumo como corretivos, fertilizantes e defensivos.

A base da mão-de-obra é familiar com produção de subsistência e colocação do excedente no mercado local. A atividade econômica predominante é a agropecuária, destacando também a produção de milho, arroz e feijão.

2. Metodologia de Trabalho

Para o cálculo da perda de solo por erosão, foi utilizada a EUPS, proposta por Wischmeier e Smith (1978), cujo teor é o seguinte (Equação 1):

$$A=R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

Onde:

- A é a quantidade de terra removida, em $t\ ha^{-1}$;
- R (erosividade) é o índice de erosão causada pela chuva ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$);
- K (erodibilidade do solo) é a intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais em $t\ ha^{-1}$ ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$);
- L (comprimento do declive) é a relação de perdas de solo entre o comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25 m para o mesmo solo e grau de declividade, adimensional;
- S (grau de declividade) é a relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa, adimensional;
- C (uso e manejo) é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, adimensional;
- P (práticas conservacionistas) é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinadas pratica e as perdas quando se planta morro abaixo. São utilizadas tabelas referentes às praticas conservacionistas, adimensional.

Todas estas variáveis supracitadas foram processadas no sistema de informações geográficas (SIG) SPRING. Estes dados foram referenciados ao Datum SAD 69, no sistema de coordenadas UTM.

Os dados de erosividade (fator R) para o cálculo das perdas de solo foram obtidos por meio do software NetErosividade MG (MOREIRA et al., 2008), tendo como referencia uma coordenadas localizada em um ponto central da microbacia.

A erodibilidade (fator K), que reflete a suscetibilidade à erosão para determinado tipo de solo, foi obtida por meio da associação de valores encontrados segundo Reatto et al. (2000), conforme representado a seguir, Tabela 1.

Tabela 1. Valores de erodibilidade K, segundo Reatto et al. (2000).

Classes de Solo ¹	Fator K ($t\ há^{-1}/(MJ\ mm\ há^{-1}\ h^{-1})$)
CXbd	0,0237
GXbd	0,0355
LVd	0,0263
RLd	0,0368

¹Solos: Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXbd); Gleissolo Háplico Tb Distrófico (GXbd); Latossolo Vermelho Distrófico (LVd); Neossolo Litólico Distrófico (RLd).

O fator topográfico (LS), (Equação 2), que relaciona a intensidade de perdas esperadas de solo em função do comprimento de rampa e da declividade, foi obtido por meio da Equação de Berton (1959).

$$LS=0,0094L^{0,63} \cdot S^{1,18} \quad (2)$$

Onde:

- LS = Fator topográfico;
- L = Comprimento de rampa/encosta (m);
- S = Declividade média da rampa/encosta (%);

A técnica usada para cálculo de L consistiu na aplicação de um buffer no SIG, para a geração de um mapa de distância. A declividade foi obtida no SIG, pelo cálculo da primeira derivada da elevação em relação à distância horizontal.

Fator CP é a relação esperada entre as perdas de solo em áreas com cultivos e vegetação com áreas descobertas. A redução da erosão depende do tipo de cultura e manejo adotado, da quantidade de chuvas, da fase do ciclo vegetativo dentre outras variáveis, cujas combinações apresentam diferentes efeitos na perda de solo (STEIN et al., 1987). As classes de uso e ocupação do solo, que serviram de base para o cálculo do fator CP foram obtidas por meio do mapa temático de uso e ocupação do solo cujas áreas foram quantificadas e seus pesos atribuídos de acordo com Berton e Lombardi Neto (1985) e Pinto (1995), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Valores de C e P, adaptado de Berton e Lombardi Neto (1985) e Pinto (1995).

Classes de Uso do Solo	Fator C	Fator P
Solo descoberto	1,0	1,0
Reflorestamento	0,0001	0,5
Pastagem	0,001	1,0
VSEM ¹	0,003	1,0
VSEI ²	0,007	1,0

¹VSEM: Vegetação secundária em estágio médio, VSEI²: Vegetação secundária em estágio inicial.

3. Resultados e Discussão

A erosão laminar, importante processo a ser quantificado no estudo de uma bacia, foi estimado conforme metodologia descrita, sendo seus resultados agrupados em nove classes (Tabela 3).

Tabela 3. Classes de erosão laminar da microbacia córrego Canabrava, município de Guaraciama, MG.

Classe (t há ⁻¹ ano ⁻¹)	Área (ha)	Área (%)
<2	2405,38	52,89
2 a 4	454,24	9,99
4 a 6	141,95	3,12
6 a 8	68,04	1,50
8 a 10	53,43	1,17
10 a 12	27,46	0,60
12 a 15	28,11	0,62
15 a 20	29,08	0,64
> 20	1340,25	29,47

A área da bacia encontrada foi de aproximadamente 4547, 94 ha. Desta área total, cerca de 30 % da área da bacia está sujeita a graves processos erosivos, com perdas acima de 12 t há⁻¹ ano⁻¹, o que pode ser considerado, de maneira geral, como acima do tolerável, segundo Bertoni e Lobardi Neto (2008). A quantidade de solo total perdida na bacia é de aproximadamente 32507, 25 t ano⁻¹ ocasionando a perda de fertilidade dos solos agrícolas e danos ambientais devido ao assoreamento dos pequenos córregos que compõem a bacia. A erosão laminar da bacia com aplicação da EUPS é apresentada abaixo (Figura 2).

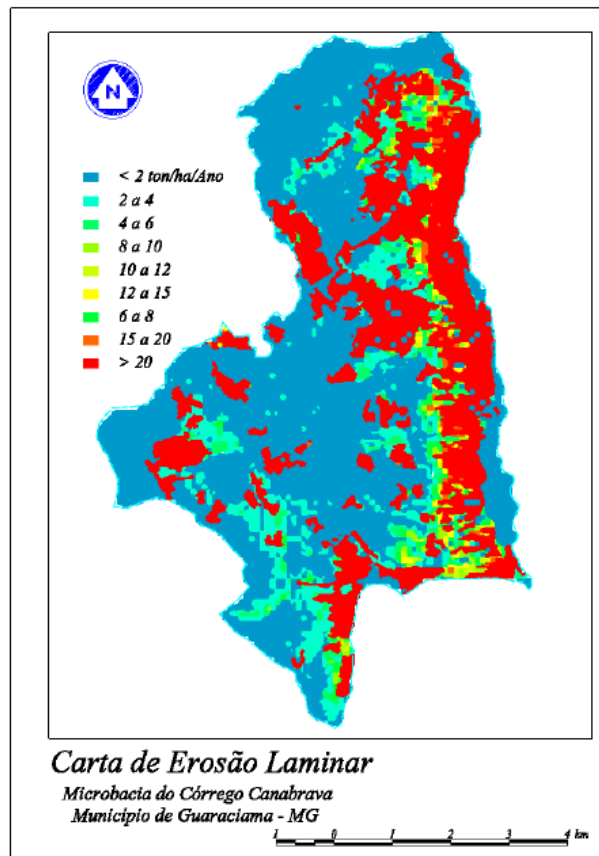


Figura 2. Carta de erosão laminar na microbacia do Córrego Canabrava.

As áreas em que as perdas de solo por erosão laminar são mais intensas ocorreram pela associação da ausência de cobertura do solo e altas declividades, principalmente ao leste da bacia (Figura 3). O mapa de uso e ocupação do solo da bacia permite observar um alto percentual de solo descoberto (26,76%) indicando uma alta suscetibilidade de uma grande área da bacia (1214,64 ha) aos processos erosivos do solo. Pode-se inferir também que as áreas ocupadas com pastagens degradadas podem ser classificadas como solo descoberto.

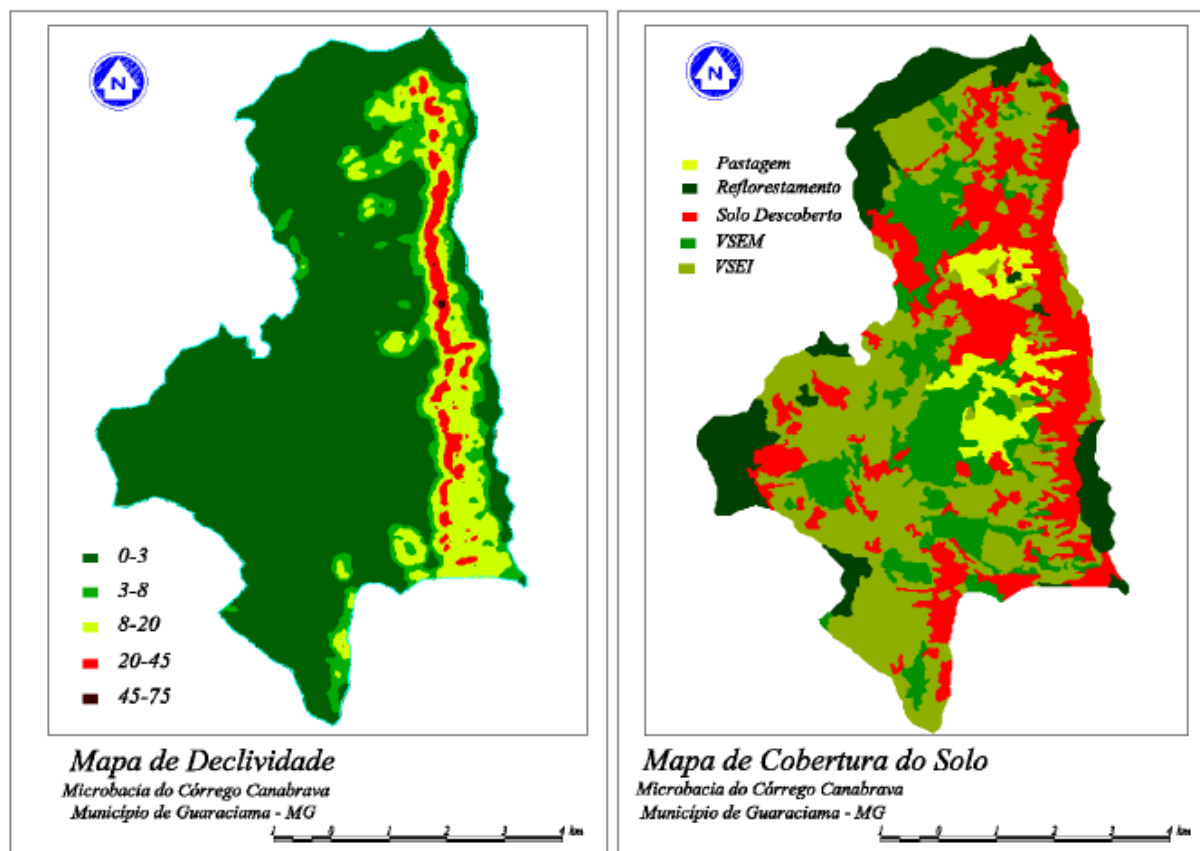


Figura 3. Mapa de declividade (esquerda) e mapa de uso e ocupação do solo (direita) na microbracia do Córrego Canabrava.

Observa-se que é imprescindível adotar ações de acordo com a capacidade de uso do solo. Nas áreas de maior declividade, inadequadas para produção agrícola, conforme previsto no Código Florestal Brasileiro de 1965, devem-se promover recomposição da flora nativa e o cercamento das nascentes que aí sem encontram. Em áreas de menor declividade, adequadas ao uso de pastagens, deve-se priorizar a construção de terraços, bacias de captação e plantio em nível, como práticas de caráter mecânico, e promover a recuperação das pastagens de forma a melhorar a cobertura do solo, como prática de caráter vegetativo.

4. Conclusões

A degradação do solo e da qualidade da água na microbacia do córrego Canabrava, que se tornou intermitente, constitui-se num grave problema para a região. O modelo digital de terreno possibilitou uma adequada modelagem da erosão laminar, na microbacia, utilizando a EUPS. O solo é o recurso natural mais intensamente utilizado na produção de alimentos, podendo, por isso, ter sua capacidade produtiva comprometida pela erosão, quando não implementado práticas agrícolas que permitem a sua conservação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Núcleo Interinstitucional de Estudos Ambientais do Norte de Minas (NIEA - NM) e a Fundação Santo Agostinho.

Referências Bibliográficas

Bertoni, J. **O espaçamento dos terraços em culturas anuais, determinados em função das perdas por erosão.** Bragançina, Campinas, v. 18, p. 113-140, 1959.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. **Conservação do solo**. 6ª ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.

_____. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livrocercos, 1985. 392 p.

Fitz, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficinas de Textos, 160p. 2008.

Lepsch, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2ª Edição. 2010.

Liu, William Tse Horng, 2007. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Editora UNIDERP, 2006. 908 p.: il. color.

Moreira, M. C.; Pruski, F. F.; Oliveira, T. E. C.; Pinto, F. A. C.; Silva, D. D. Neterosividade MG: erosividade da chuva em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1349-1353, 2008.

Pinto, S. A. F. **Contribuição metodológica para análise de indicadores da erosão do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelo predictivo**. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1995. 136 p.

Reatto, A.; Spera, S.T.; Correia, J.R.; Martins, E de S.; Bloise, G. de L.F.; Silva, A.V. da. **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Olaria-DF**. 1 mapa. Escala 1:300.000. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000.

Stein, D.P.; Donzelli, P.L.; Gimenez, A.F.; Ponçano, W.L.; Lombardi Neto, F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico, na bacia do Peixe -Paranapanema. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 3., 1987, Marília. **Anais...** ABGE/DAEE, 1987. v.1, p.105-135.

Troeh, Frederick R.; Thompson, Louis M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Andrei, 2007. 718p.

Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58 p.

Zaparoli, Fabiana Cristina Meira; Cremon, Édipo Henrique **Análise comparativa entre quatro metodologias de fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jangada, Noroeste Paulista**. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia; III Encontro Latino americano de Geomorfologia; I Encontro Ibero-Americano de Geomorfologia; I Encontro Ibero-Americano do Quaternário. Recife-PE 2010.