



Geotecnologias livres e gratuitas na elaboração de carta de distribuição espacial da perda de solos anual para a bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce, Dourados/MS.

João Lucas Alves da Silva¹
Vinícius de Oliveira Ribeiro¹
Leonardo Lima dos Santos¹

1 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS
Rodovia Dourados-Ithaum KM 12 – Bairro Aeroporto - Caixa Postal 351
79804-970 - Dourados - MS, Brasil
jlalves@protonmail.com;
vinciusoribeiro@yahoo.com.br;
leo.limaengmabiental@gmail.com.

Resumo. A erosão hídrica é um processo natural que decorre da interação das chuvas e do solo, a qual é potencializada por fatores como o manejo inadequado deste solo e retirada da cobertura vegetal, o que causa a produção excessiva de sedimentos, gerando fenômenos como a eutrofização dos corpos d'água e também o assoreamento destes. A Equação Universal de Perda do Solo (USLE), permite estimar a erosão, sob variadas condições de uso e cobertura do solo, declividade, comprimento de rampa, tipos de solo e chuva, por meio da elaboração de mapas temáticos, representa importante instrumento de investigação sobre o processo erosivo. Quando aplicada por meio de geotecnologias livres e gratuitas, reduz drasticamente os gastos de execução do estudo. Este trabalho teve por objetivo mapear e analisar qualitativamente a susceptibilidade erosiva dos solos bacia hidrográfica do córrego Laranja Doce, localizada no município de Dourados – MS no ano de 2016, por meio da aplicação da Equação Universal de Perda do Solo – USLE e das geotecnologias disponíveis de forma gratuita na rede. *Obteve-se perdas médias anuais de solo variando de 0 a 33 ton/ha.ano. A maior parte da área é classificada com erosão nula a moderada por possuir taxa erosiva menor que 15 ton/ha.ano. Observou-se que a distribuição espacial da erosão é influenciada principalmente pela cobertura vegetal do solo e das características do relevo demonstradas através dos fatores CP e LS respectivamente.*

Palavras-chave: Erosão, geotecnologias livres, QGIS.

Abstract. Erosion is a natural process that results from the interaction of rainfall and soil, which is enhanced by factors such as inadequate management of this soil and removal of vegetation cover, which causes excessive production of sediments, generating phenomena such as watercourses eutrophication and also the silting of these. The Universal Soil Loss Equation (USLE), allows to estimate erosion under varied conditions of use and land cover, slope, slope length, soil types and rain, through the elaboration of thematic maps, is an important research tool on the erosive process. When applied through free geotechnology, dramatically reduces the costs of running the study. This study aimed to map and qualitatively analyze the erosive susceptibility of the Laranja Doce watershed, located in the city of Dourados - MS in the year of 2016, through the application of USLE and geotechnology available for free on the internet. Were obtained soil average annual losses ranging 0-33 ton / ha year. Most of the area was classified as low to moderate erosion since it has an erosive rate lower than 15 ton / ha year. It was observed that the soil cover and relief features described by the CP and LS factors respectively mainly influence the spatial distribution of erosion.

Key-words: Erosion, free geotechnology, QGIS.

1. Introdução

A erosão hídrica é um processo natural que decorre da interação das chuvas e do solo. Esta interação é potencializada por fatores como o manejo inadequado desse solo e retirada da cobertura vegetal, o que causa a produção excessiva de sedimentos, gerando fenômenos como a eutrofização dos corpos d'água e também o assoreamento destes (Spatti Junior, 2011). Estes processos eliminam ou diminuem a vazão de fontes, modificam o comportamento de escoamento na calha dos canais fluviais e diminuem a vida útil de reservatórios.

Além de causar a liberação de partículas que irão obstruir os poros do solo, os impactos das gotas da chuva sobre o solo desprotegido ocasionam o adensamento natural do mesmo, acarretando no selamento de sua superfície e, por conseguinte, reduzindo a capacidade de infiltração da água (Silva et al., 1995).

A Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) (Wischmeier; Smith, 1978) é um modelo empírico para estimar a perda média anual de solo por erosão laminar que representa importante instrumento de investigação sobre o processo erosivo, uma vez que a partir das características e propriedades dos fatores ambientais responsáveis pelas perdas de solos, permite a compartimentação da paisagem em níveis de instabilidade, possibilitando ações mais efetivas de planejamento ambiental e otimização dos recursos naturais (Wischmeier; Smith, 1978).

SIG (sistemas de informações geográficas) têm facilitado à aplicação da USLE em diversas escalas, já que estes são particularmente úteis para tratar dados heterogêneos como cartas topográficas, cartas de solo, de cobertura vegetal, uso da terra, dados meteorológicos etc. Embora de naturezas e escalas diferentes, estas cartas complementadas com outras informações permitem estimar o valor quantitativo do solo erodido, por ano, causado pelo escoamento da água de chuva ao longo das vertentes.

Paranhos Filho et al. (2015) modelaram a USLE em ambiente SIG por meio de geotecnologias livres e gratuitas com a finalidade de analisar qualitativamente a susceptibilidade erosiva do solo em um município do estado de Mato Grosso do Sul. Concluíram que o uso do sistema de informações geográficas mostrou-se uma ferramenta de grande eficiência no que concerne à caracterização das áreas susceptíveis a erosão laminar, pois possibilitam rapidez e facilidade na aquisição, manipulação e integração de dados.

2. Objetivo

Mapear e analisar qualitativamente a susceptibilidade erosiva do solo da bacia hidrográfica do córrego Laranja Doce, localizada no município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, por meio da aplicação da Equação Universal de Perda do Solo – USLE e das geotecnologias

disponíveis de forma gratuita na rede.

3. Material e Métodos

3.1 Área de Estudo

A área de estudo refere-se à microbacia do Córrego Laranja Doce, a qual está delimitada pelas coordenadas de 21°55' a 22°16' de Latitude Sul a 54°28' a 54°52' de Longitude Oeste e estende-se por uma área de aproximadamente 715 km², com comprimento da bacia de 57,49 km, no sentido Nordeste - Sudoeste envolvendo dois municípios: Dourados e Douradina (Soares Filho, 2006).

A microbacia está inserida no sistema Paraná, sub-bacia do rio Ivinhema e bacia do Rio Brilhante. Cerca de 80% de sua área situa-se no município de Dourados e o restante no município de Douradina, ambos em Mato Grosso do Sul.

Dentre os principais córregos que banham o município, apenas o Laranja Doce corta a região norte da cidade, no sentido Oeste-Leste, apresentando o maior volume d'água entre todos e possuindo o maior comprimento no perímetro urbano. O córrego tem suas nascentes localizadas no Município de Dourados/MS e sua foz deságua no Rio Brilhante, tendo sua área de localização conforme ilustrado na **Figura 1**.

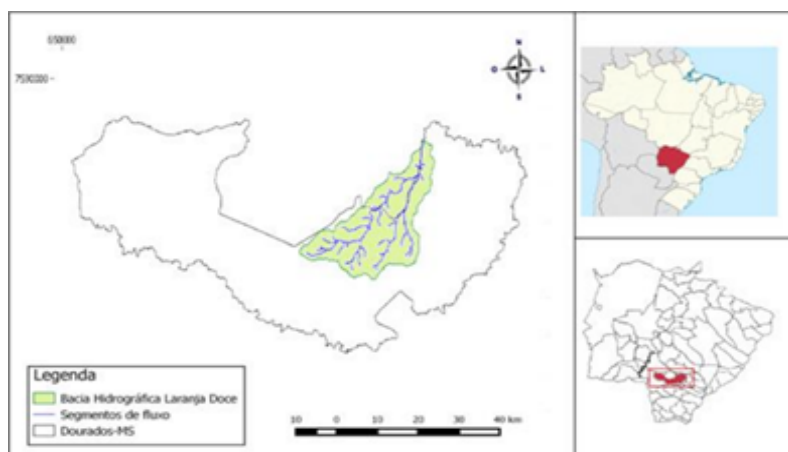


Figura 1. Área de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce, em Dourados/MS, modificado (CORRÊA, 2015)

3.2 USLE

A Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) (WISCHMEIER; SMITH, 1978) é um modelo empírico para estimar a perda média anual de solo por erosão laminar, considerando seis fatores independentes:

$$A = R.K.(L.S).C.P \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: A = perda média anual de solo por unidade de área (ton/ha. ano); R = erosividade da chuva; K = erodibilidade do solo; L = comprimento da vertente; S = declividade da vertente; C = uso e manejo do solo e P = práticas conservacionistas.

3.2 Aquisição de dados

Para a estimativa da erosão hídrica laminar foram utilizados o modelo digital de superfície (MDS) SRTM (Shuttle Radar Topograph Mission) (Usgs, 2000), que possui 30 m de resolução espacial e a imagem do satélite Landsat 8 datada do dia 17/06/2016 com 30 m de pixel, obtida através do website Earth Explorer (Earth Explorer, 2016). Também foram utilizados arquivos vetoriais (pontos, linhas e linhas fechadas), em formato shapefile (Esri, 1997), representativos das rodovias, limite político administrativo do Estado de Mato Grosso do Sul e do Município de Dourados, e da carta de solos (1:250.000) do Estado de Mato Grosso do Sul, os quais foram obtidos no Sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ibge, 2016) e Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul), respectivamente.

Em todas as etapas do trabalho foi utilizado o software livre e gratuito QGIS 2.8.8 (Qgis Development Team, 2015).

3.3 Processamento de Dados

A metodologia foi dividida em 5 etapas principais, sendo elas:

3.3.1 Obtenção do Fator Topográfico (LS)

Após inserção do SRTM (Usgs, 2000) no software QGIS 2.8.8 (Qgis Development Team, 2015), utilizou-se a ferramenta Slope, aspect, curvature do complemento SAGA GIS para obter-se o mapa correspondente ao ângulo de inclinação (θ). Posteriormente, com a ferramenta Calculadora Raster calculou-se o mapa do fator β por meio da equação (5). Utilizando-se a mesma ferramenta com a equação (4) obteve-se o fator λ - comprimento da declividade – foi obtido por meio da ferramenta r.watershed do complemento GRASS. Desta forma, foi possível utilizar a equação (3) para obtenção do fator L. O fator S foi calculado utilizando-se as equações (6) e (7) na ferramenta Calculadora Raster. Por último, foram multiplicados os mapas dos fatores L e S, e assim obteve-se o mapa do Fator Topográfico da bacia hidrográfica – LS.

$$LS = L \cdot S \quad (\text{Equação 2})$$

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m \quad (\text{Equação 3})$$

$$m = \frac{\beta}{1 + \beta} \quad (\text{Equação 4})$$

$$\beta = \frac{\text{sen } \theta}{[3 \cdot (\text{sen } \theta)^{0,8} + 0,56]} \quad (\text{Equação 5})$$

$$S = 10,8 \cdot \text{sen } \theta + 0,03 \text{ se } \theta < 9\% \quad (\text{Equação 6})$$

$$S = 16,8 \cdot \text{sen } \theta - 0,50 \text{ se } \theta \geq 9\% \quad (\text{Equação 7})$$

Onde: λ - comprimento da declividade; m - é o expoente da variação comprimento-declividade; β - é o fator que varia com a declividade do terreno e θ - ângulo de inclinação McCool et al. (1989).

3.3.2 Obtenção do Mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal

O mapa temático de uso da terra e cobertura vegetal foi gerado a partir da classificação supervisionada da imagem do satélite Landsat 8, do dia 17 de junho de 2016 (Earth Explorer, 2016) através do software livre e gratuito QGIS 2.8.8 (Qgis Development Team, 2015), utilizando o plugin Semi-automatic classification (SCP), um complemento que possibilita a classificação pixel a pixel semi-automática ou supervisionada de imagens. Com o SCP é possível criar áreas

amostrais de forma rápida, denominadas de ROIs (Regions of Interest), as quais são salvas em formato shapefile (Esri, 1997). Foram estabelecidas 4 classes de cobertura vegetal: vegetação densa (cerrado), solo exposto, áreas úmidas e vegetação de porte médio a baixa. Após a determinação das regiões de interesse, as assinaturas espectrais foram calculadas automaticamente, gerando-se o mapa temático da cobertura vegetal da bacia hidrográfica.

3.3.3 Obtenção do Mapa de Erosividade da Chuva - Fator (R)

O fator R da USLE foi obtido através da carta de erosividade da chuva do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), desenvolvido por Oliveira et al. (2012) por meio de dados provenientes de três estações pluviográficas localizadas nos Municípios de Dourados, Coxim e Campo Grande, além de dados de precipitação disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HidroWeb) de 109 estações pluviométricas do Estado de Mato Grosso do Sul.

3.3.4 Obtenção do Mapa de Erodibilidade do Solo - Fator (K)

Para obtenção deste fator utilizou-se o Mapa de Solos de Mato Grosso do Sul, na escala 1:250.000, disponibilizado pelo Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) em formato shapefile (Esri, 1997), o qual foi inserido no software QGIS 2.8.8 (Qgis Development Team, 2015) e recortado de acordo com o limite da bacia hidrográfica de estudo.

A nomenclatura da classificação dos solos foi atualizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013), sendo os valores de K atribuídos para cada classe de solo neste trabalho os adotados por Paranhos Filho (2000) (Tabela 1). Os valores de K foram inseridos na tabela de atributos de acordo com os respectivos grupos de solo e em seguida transformou-se o shapefile em formato raster, com 30 x 30 m, para ser posteriormente utilizado na equação da USLE.

Tabela 1. Fator K para cada classe de solo da bacia hidrográfica.

Símbolo	Classificação antiga	EMBRAPA, 2013	Fator K (ton.ha.h/ha. MJ mm)
HGP	Glei Pouco Húmico	Gleissolo Háptico	0,001
LR	Latossolo Roxo	Latossolo Vermelho	0,012

3.3.5 Obtenção do Mapa de Uso e Manejo e Práticas Conservacionistas – Fator (CP)

Os fatores C e P da USLE foram integrados, formando um só mapa. De acordo com Stein et al. (1987) é somente necessário que os fatores C e P sejam trabalhados separadamente se o objetivo do trabalho for definir maneiras mais adequadas de produção agrícola. Porém, se o enfoque é a perda de solo por erosão, as variáveis C e P estão inter-relacionadas de tal forma que devem ser analisadas em conjunto. Assim, observa-se que a distribuição dos fatores CP na área de estudo está diretamente relacionada à cobertura vegetal da bacia hidrográfica.

Desta forma, para cada classe de uso e cobertura vegetal determinou-se um valor de CP de acordo com aqueles sugeridos por Stein et al. (1987) e Oliveira (2012) (Tabela 2), e então gerou-se o mapa do Fator CP em formato raster, com pixel de 30 x 30 m, com o objetivo de ser cruzado com os outros fatores da USLE.

Classes	Fator CP
Vegetação Densa	0,0007
Solo Exposto	1
Vegetação de porte médio a baixo	0,25
Áreas úmidas	0

Tabela 2. Valores do Fator CP para cada classe de uso do solo (Stein et al.,1987 e Oliveira, 2012)

3.4 Integração dos Fatores da USLE

Finalizada as etapas de obtenção dos fatores componentes da USLE, utilizou-se a ferramenta “Calculadora Raster” do software livre e gratuito QGIS 2.8.8 (Qgis Development Team, 2015) para realizar a álgebra de mapas. A partir da integração dos fatores da equação foi gerado o mapa da estimativa de perda de solo por erosão hídrica laminar, ou seja, o fator A da USLE.

4. Resultados e Discussão

4.1 Fator LS

O mapa obtido para o Fator LS, o qual representa o Potencial Topográfico de Erosão Hídrica Laminar (Paranhos Filho, 2000), possui valores entre 0 e 0,65. Observa-se que há predominância de valores entre 0 e 0,30, com grande representatividade de valores próximos a zero (Figura 2). Desta forma, pode-se inferir que grande parte da área de estudo tem menores taxas de escoamento superficial, o que desfavorece a erosão hídrica laminar.

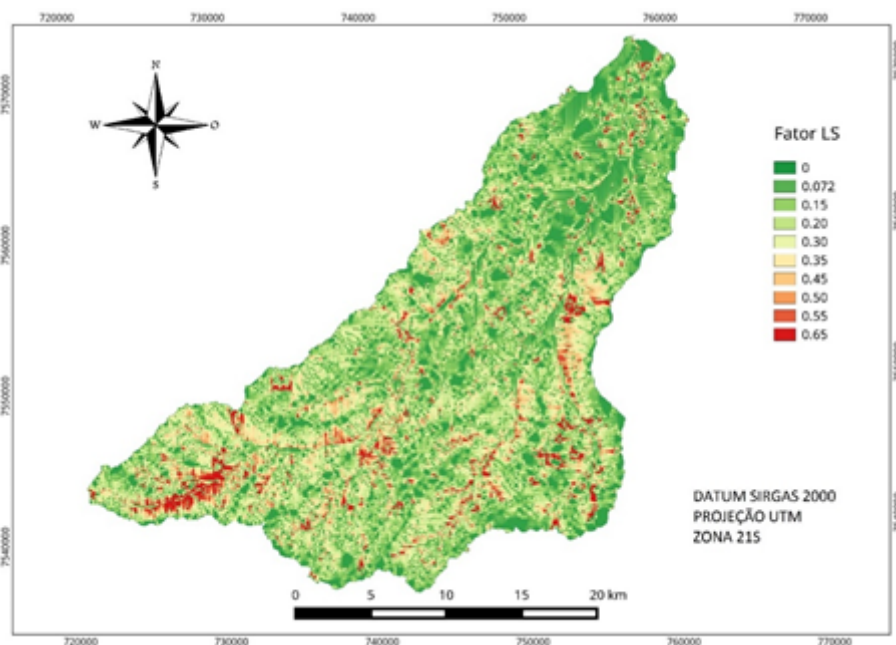


Figura 2. Carta do Fator topográfico da bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce – Fator LS.

4.2 Fator K

O mapa de solos da bacia hidrográfica já com os valores de K atribuídos de acordo com o proposto por Paranhos Filho (2000) está presente na Figura 3. Observa-se que quase a

totalidade da área da bacia hidrográfica é composta pela classe dos Latossolos Vermelhos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013). Os Latossolos são bastante férteis, e graças a isso, são largamente utilizados em atividades agropastoris.

Segundo Paranhos Filho (2000), apesar de apresentarem boa resistência à erosão, devido às boas características físicas, os Latossolos Vermelhos requerem tratos conservacionistas adequados conforme a inclinação do terreno e o tipo de uso. Uma pequena parcela dos solos da bacia é composta pela classe dos Gleissolos Háplicos, os quais apresentam baixa susceptibilidade a erosão, já que estão sujeitos a constantes inundações.

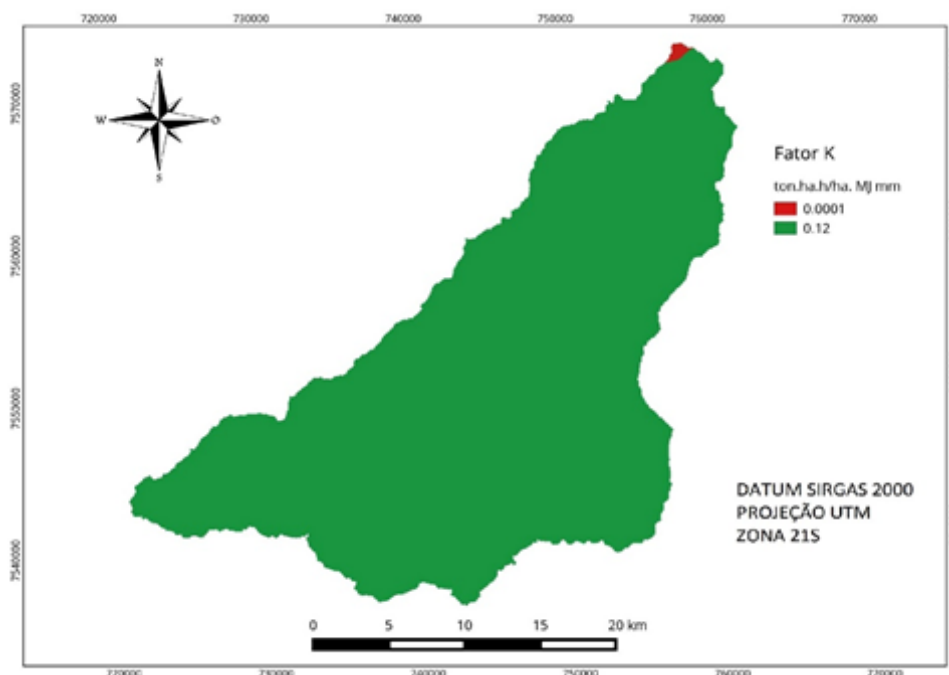


Figura 3. Fator K – Carta de erodibilidade dos solos da bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

4.3 Fator R

De acordo com o mapa do Fator R obtido (**Figura 4**), tem-se que os valores máximo e mínimo para a área de estudo são 8506.03 e 8701.72 MJ.mm/ha.h.ano, respectivamente. Toda a área possui erosividade classificada por Santos (2008) como alta, ou seja, $R > 7000$ MJ.mm/ha.h.ano, o que pode favorecer o aumento das taxas de erosão hídrica laminar. Estes valores podem ser explicados pela localização da bacia hidrográfica, na qual não raro ocorrem chuvas intensas em diversas épocas do ano.

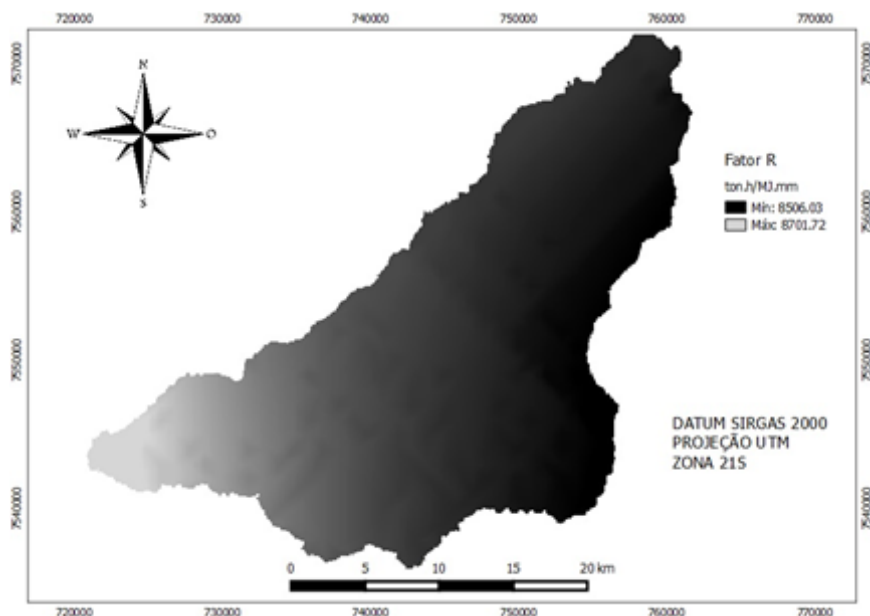


Figura 4. Carta da erosividade das chuvas da bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce – Fator R.

4.4 Cobertura Vegetal e Fator CP

Os mapas da cobertura vegetal e da integração deste com os valores de CP propostos por Stein *et al.* (1987) e Oliveira (2012) são apresentados nas Figuras 5 e 6 respectivamente. Observando-se os valores de CP e desconsiderando as áreas úmidas onde o valor é zero, temos que as regiões onde a vegetação se mostra mais densa apresentam menores valores do Fator CP. Isso se deve a capacidade da vegetação em proteger o solo contra os efeitos erosivos da chuva, seja pelo impedimento do impacto direto das gotas, evitando o efeito de salpicamento, ou mesmo diminuindo o escoamento superficial sob a superfície do solo (Valentin, 2008). Seguindo esta perspectiva, os maiores valores estão presentes nas áreas onde há pouca ou nenhuma vegetação, como por exemplo as regiões em que há solo exposto, nas quais existe grande susceptibilidade a erosão.

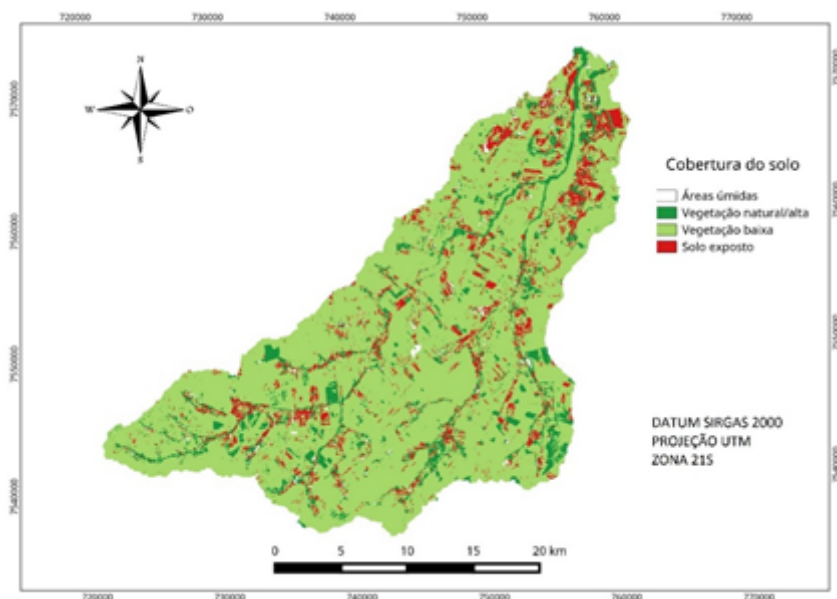


Figura 5. Carta de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

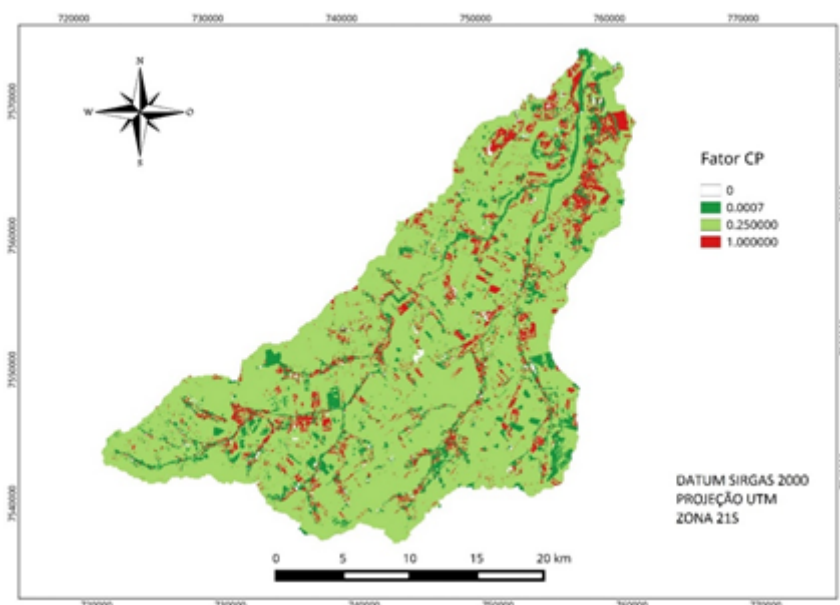


Figura 6. Carta de uso e cobertura do solo e práticas conservacionistas da bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

4.5 Fator A - erosão atual

A partir da álgebra de mapas obteve-se o mapa de perda do solo em toneladas por hectare ano – Fator A (Figura 7). Cabe ressaltar que como consequência das limitações de um modelo matemático como a USLE e dos métodos utilizados neste trabalho, os valores obtidos não devem ser observados sob a ótica quantitativa, mas sim para análises qualitativas quanto as áreas potencialmente erodíveis da bacia hidrográfica em estudo (Stein et al., 1987).

Os valores de perda de solos variam de 0 a 33 ton/ha.ano. Ao analisar o mapa do fator A juntamente com os mapas dos outros fatores, pode-se inferir que a distribuição dos valores de erosão média anual está associada principalmente à cobertura do solo (fator CP) e com a declividade (Fator LS), ocorrendo então menor representatividade dos demais fatores K e R. Em relação ao fator CP, tem-se a classe das áreas úmidas, a qual leva a zero, e grande parte das áreas de baixa declividade (Fator LS) também levam a baixos valores de perda de solos na região, com predominância de números menores que três. Destaca-se as regiões mais próximas aos corpos hídricos, ou seja, as matas ciliares, onde observa-se claramente a influência da vegetação natural na proteção do solo contra a erosão hídrica laminar.

Ainda com relação ao Fator CP, há várias áreas próximas aos cursos d'água onde há solo exposto (CP=1), conseqüentemente, são as que apresentam maiores valores de perda de solo, seguidas daquelas em que o Fator LS tende a maiores valores, o que contribui para maiores perdas de solo mesmo em regiões com cobertura vegetal considerável. Em contrapartida, nas regiões de vegetação densa (CP=0,0007) e onde não há grandes declividades as perdas de solo são menores que 3 ton/ha.ano. Toda a área de estudo não apresentou elevados valores de erosão hídrica laminar, já que as perdas de solo variam entre 0 e 33, o que de acordo com Carvalho (2008) representa um índice médio de perda de solos anual.

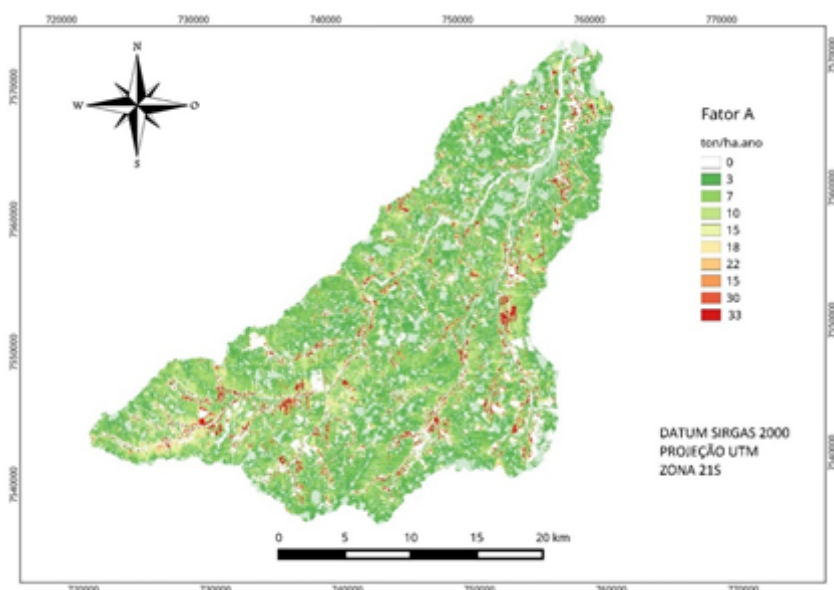


Figura 7. Carta da distribuição espacial da perda de solos anual na bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce – Fator A, 2016.

5. Conclusões e Sugestões

- Modelos matemáticos de previsão da erosão podem ser considerados ferramentas apropriadas para o estudo qualitativo dos parâmetros relacionados ao processo de erosão hídrica, auxiliando no direcionamento de decisões as quais dizem respeito ao uso do solo;
- Mesmo com limitações nos aspectos quantitativos quando utilizada para grandes áreas, a aplicação da USLE permite identificar as áreas onde há maiores perdas de solo provenientes da ocupação atual;
- O uso de dados SRTM para a obtenção do fator topográfico da USLE mostrou ser uma alternativa prática e viável, minimizando custos e tempo de execução dos trabalhos;
- O software livre e gratuito utilizado se mostrou satisfatório e adequado aos propósitos do trabalho, com destaque para a vantagem de que há acesso facilitado e download disponível gratuitamente a todos os usuários.
- Apesar do trabalho não ter sido desenvolvido no pantanal, a metodologia aqui apresentada pode ser aplicada em certas áreas de planalto em seu entorno.

6. Referências

- Carvalho, N.O. 2008. Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro: CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, 600 p.
- Corrêa, N. F. Obtenção de MDE corrigido para delimitação de bacia hidrográfica com auxílio de geotecnologias livres e gratuitas. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Dourados, 2015.
- Earth Explorer. Imagens Landsat 8. 2016. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.
- Esri Inc. - ARC / INFO version 7.11. Environmental Systems Research Institute Inc. New York, 1997, 1 CD ROM.
- Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/.htm>>
- Oliveira, J.S. 2012. Avaliação de modelos de elevação na estimativa de perda de solos em ambiente SIG. Univer-

sidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Dissertação de Mestrado, 103p.

Oliveira, P.T.S.; Rodrigues, D.B.B.; Alves Sobrinho, T.; Carvalho, D.F. & Panachuki, E. 2012. Spatial variability of the rainfall erosive potential in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Engenharia Agrícola*, 32(1): 69-79.

Paranhos Filho, A. C.; Oliveira, E. F.; Miotto, C.L.. BARBOSA, A. F.; Aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (USLE) em Softwares Livres e Gratuitos. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*. Vol. 38 - 1 / 2015 p. 170-179.

Paranhos Filho, A.C. 2000. Análise geo-ambiental multitemporal: o estudo de caso da região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho (MS – Brasil). Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado, 213p.

Qgis Development Team. QuantumGIS 2.8.8, 2015. Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>>.

Santos, C.N. 2008. El Niño, La Niña e a erosividade das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Silva, M. L. N.; Curi, N.; Marques, J. J. G. S. M. ; Lima, L. A. ; Ferreira, M. M. Resistência ao Salpico Provocado por Impacto de Gotas de Chuva Simulada em Latossolos e sua

Relação com Características Químicas e Mineralógicas. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 19, n.2, p. 176-182, 1995.

Spatti Junior, E. Avaliação Ambiental, Caracterização da Qualidade de Água e Transporte de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande (SP). *Disertação de Mestrado*. Rio Claro, 2011.

Stein, D.P.; Donzelli, P.; Gimenez, A.F.; Ponçano, W.L. & Lombardi Neto, F. 1987. Potencial de erosão laminar natural e antrópica na bacia do Peixe-Parapanema. In: *Simpósio Nacional De Controle De Erosão*, 4, Marília, 1987. Anais, Marília, p. 105-135.

Usgs, United States Geological Survey. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, 2000.