

COMPARAÇÃO DA PERDA DE SOLOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE DIFERENTES ESCALAS POR MEIO DA EUPS NO NOROESTE DO PARANÁ

COMPARISON OF SOIL LOSS IN RIVER BASINS OF DIFFERENT SCALES USING USLE IN NORTHWEST OF PARANÁ

COMPARACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SUELO EN CUENCAS DE DIFERENTES ESCALAS UTILIZANDO USLE EN EL NOROESTE DE PARANÁ

Diogo Yukio Uema¹

Fernando Luiz de Paula Santil²

Cássia Maria Bonifácio³

Resumo: A expansão agrícola e urbana no Brasil, acompanhada do desenvolvimento econômico, causa uma série de problemas ambientais, entre eles a erosão e lavagem do solo. Porém, poucos trabalhos buscam compreender a dinâmica de erosão em escala de detalhe como de uma bacia hidrográfica de primeira ordem. Com base nesse fato, a conservação do solo é pauta importante dos pesquisadores ambientais, o presente trabalho busca calcular a perda de solos em bacia hidrográfica de 1ª e 2ª ordem presentes na mesma rede hidrográfica, no presente trabalho serão estudadas as bacias hidrográficas do ribeirão Alto Alegre, no noroeste do Paraná, o ano escolhido foi o de 2020. Os métodos utilizados são a Equação universal de perda de solos (EUPS) e a Razão de produção de sedimentos (RPS), para calcular a perda de solos e a quantidade de sedimentos erodidos que ultrapassam o exutório, respectivamente. Os resultados mostram que os sedimentos erodidos da bacia hidrográfica de primeira ordem na classe mais que 50 (ton.ha.ano) representam 26,48% da de segunda ordem, já a RPS resultou em 40,3% na de primeira e 35,9% na de segunda.

Palavras-chave: EUPS, Conservação do solo, Razão de Produção de Sedimentos.

Abstract: Agricultural and urban expansion in Brazil, accompanied by economic development, causes a series of environmental problems, including erosion and soil washing. However, few studies seek to understand the dynamics of erosion on a scale of detail such as that of a first-order watershed. Based on this fact, soil conservation is an important agenda for environmental researchers, the present work seeks to calculate the

¹Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá/PR. Email: contato.diogoyukio@gmail.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/7620546996470016>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-5072-0178>

² Professor Adjunto da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Doutor em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Monte Carmelo/MG. Email: santil.f@outlook.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/4188463042348168>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-1165-2165>.

³Doutora em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). São Carlos/SP. Email: cassiabonifacio@hotmail.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/5948572212061712>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-0107-8462>

loss of soil in 1st and 2nd order hydrographic basins present in the same hydrographic network. Alegre, in northwest Paraná, the year chosen was 2020. The methods used are the Universal Soil Loss Equation (EUPS) and the Sediment Production Ratio (RPS), to calculate soil loss and the amount of eroded sediments that exceed the outlet, respectively. The results show that the eroded sediments of the first order watershed in the class more than 50 (ton.ha.year) represent 26.48% of the second order, whereas the RPS resulted in 40.3% in the first and 35, 9% on second.

Keywords: EUPS, Soil Conservation, Sediment Production Ratio.

Resumen: La expansión agrícola y urbana en Brasil, acompañada del desarrollo económico, provoca una serie de problemas ambientales, entre ellos la erosión y el lavado de suelos. Sin embargo, pocos estudios buscan comprender la dinámica de la erosión en una escala de detalle como la de una cuenca hidrográfica de primer orden. Con base en este hecho, la conservación del suelo es una agenda importante para los investigadores ambientales, el presente trabajo busca calcular la pérdida de suelo en las cuencas hidrográficas de 1° y 2° orden presentes en la misma red hidrográfica Alegre, en el noroeste de Paraná, el año elegido fue 2020. Los métodos utilizados son la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) y la Relación de Producción de Sedimentos (RPS), para calcular la pérdida de suelo y la cantidad de sedimentos erosionados que exceden la salida, respectivamente. Los resultados muestran que los sedimentos erosionados de la cuenca de primer orden en la clase más de 50 (ton.ha.año) representan el 26,48% de los de segundo orden, mientras que la RPS resultó en un 40,3% en la primera y en un 35,9% el segundo.

Palabras-clave: EUPS, Conservación de suelos, Relación de producción de sedimentos.

Introdução

Nas últimas décadas, a agropecuária vem se desenvolvendo em todas as regiões do país, apesar das legislações com intenção de proteger a mata nativa, este avanço, a aceleração e criação de problemas ambientais estão cada vez mais frequentes, seja em desmatamentos, falta de práticas conservacionistas ou erosão do solo.

A intervenção humana, na utilização e manipulação de recursos naturais, está trazendo consequências ao meio ambiente. Os solos do planeta estão sendo lixiviados, esterilizados e contaminados por materiais tóxicos, transformando-os em não sustentáveis (OLDEMAN, 1992).

Para o estudo e prevenção da erosão laminar, que segundo Bertoni e Lombardi Neto (1985) é considerada a remoção das camadas delgadas de solo sobre toda uma área, porém, mesmo com tamanha proporção, é a menos notada, assim sendo considerada a mais perigosa, Wischmeier e Smith (1978) criaram nos Estados Unidos da América (EUA) uma metodologia que se utiliza dos fatores condicionantes mais importantes, para quantificar a erosão laminar e auxiliar planejamentos de áreas agrícolas, a Equação

Universal de Perda de Solos (EUPS), que, em 1985, foi então adaptada ao Brasil, gerando bons resultados e, assim, espalhando a metodologia pelo país.

Porém, dentre as pesquisas sobre a EUPS e outras modelagens matemáticas, poucos trabalhos são visados para bacias hidrográficas de 1ª ordem (hierarquia segundo Sthraler, 1952) ou quando é considerada uma pequena bacia hidrográfica, que pode ser conceituado assim desde que a bacia hidrográfica siga critérios como: precipitação uniforme no espaço e tempo, a duração de tormentas excede o tempo de concentração da bacia hidrográfica, a geração de água e sedimentos vem principalmente do escoamento de vertentes, características físicas semelhantes em toda sua extensão, e os processos de armazenamento e fluxo de concentração são pouco importantes (PONCE, 1989; PAIVA E PAIVA, 2001). Grande parte das pesquisas focam em áreas grandes, como bacias hidrográficas de 3ª ordem ou superiores. Podem existir ao menos duas explicações plausíveis para o fato, o primeiro é a falta de dados em escala de detalhe, porém, novas tecnologias surgem todos os anos para diminuir o problema, a segunda explicação é que culturalmente no ambiente científico, trabalhos em grandes áreas possuem mais importância do que em pequenas áreas.

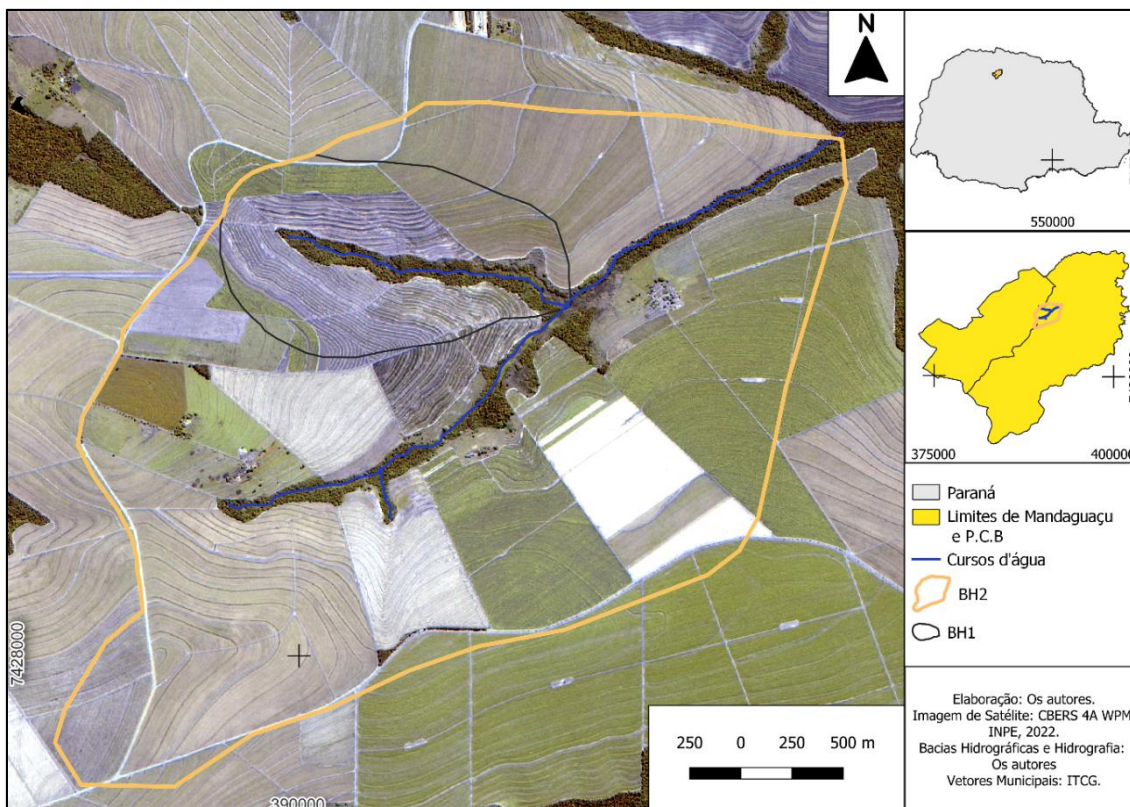
Com base nesses fatos o presente trabalho busca utilizar a EUPS para calcular a perda de solos de duas bacias hidrográficas da mesma rede hidrográfica, a da bacia hidrográfica do Ribeirão Água do Alto Alegre, de 1ª e 2ª ordem e analisar qual a influência da perda de solos da 1ª na 2ª. Além disso, será realizada a RPS para identificar o quanto dos sedimentos são transportados além do exutório de cada uma das bacias hidrográficas, e conseqüentemente, o quanto de sedimentos se retém ao longo das vertentes.

Espera-se que a proporção de sedimentos originários da 1ª ordem sejam proporcionais à porcentagem do tamanho da área da bacia hidrográfica de segunda ordem e seus sedimentos. A RPS esperada é de que 1/3 sejam transportados além de seu exutório, conforme citações de Guedes (2001) e Maner (1958).

Caracterização da área

As bacias hidrográficas são parte do Ribeirão Alto Alegre (Figura 1), ambas estão inseridas entre os municípios de Mandaguaçu e Presidente Castelo Branco que compartilham de histórias semelhantes. Ambos foram colonizados nos anos de 1940, resultado, como a maioria dos municípios do norte do Paraná, da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, porém o maior avanço dos municípios se deu pelo povoamento rápido atraído pela fertilidade da terra, sendo dominado pela lavoura de café. Com o passar do tempo, a economia se desenvolveu, e também o uso da terra agrícola, após diversas crises, foi sendo transformado do café para o cultivo de milho, soja, trigo e algodão e cana-de-açúcar (IBGE, 2022).

Figura 1: Mapa de localização das bacias estudadas.



Conforme o mapa geológico do Paraná (MINEROPAR, 2001), a bacia hidrográfica do ribeirão Alto Alegre está localizada em uma área de transição de basalto com arenito e, mais precisamente, em áreas de depósitos sedimentares continentais de arenitos médios a finos (Grupo Bauru – Formação Caiuá, de origem do Cretáceo Médio, nos quais seus arenitos podem apresentar estratificação cruzada tabular ou acanalada. A maior parte das

áreas de ocorrência do arenito Caiuá é coberta por uma espessura variável de até dois metros de coluviões arenosos ou areno - argilosos de idade quaternária); no município de Presidente Castelo Branco e grande parte oeste de Mandaguaçu. Já os derrames basálticos são encontrados na parte leste do município de Mandaguaçu, com origem no Jurássico Superior e Cretáceo Inferior, classificado como grupo São Bento, da formação Serra Geral.

O clima da região noroeste do Paraná é classificado, conforme Koppen (1918), como Cfa, subtropical quente, com verões quentes e chuvosos, com temperaturas superiores a 22°C no verão, 18°C médios no mês mais frio e 30mm de chuva no mês mais seco, normalmente no inverno. A pluviosidade média da região varia entre 1250mm e 1600mm (TERASSI, 2015).

Os solos apresentados nas bacias hidrográficas são o Latossolos Vermelhos (LV), e Nitossolo Vermelho (NV). Os LV são solos constituídos por grande parte de material mineral, com o horizonte B latossólico muito espesso (2 metros) e são antepostos de qualquer tipo de horizonte A. São solos muito intemperizados com pequena diferenciação entre horizontes e são originados de processos de dessilicificação ou latossolização. Possuem alta porosidade, consistência muito friável e uniforme. Em certas ocasiões, as estruturas são compostas por agregados granulares chamadas de “pó de café” (1 a 3 mm de diâmetro). Por conta de sua porosidade, são altamente permeáveis, mesmo quando muito argilosos (EMBRAPA, 2013).

Com base nisso, por ter passado por um intenso intemperismo, faz dele um solo desprovido de nutrientes vegetais, mantendo quantidades mínimas. Até algumas décadas atrás eram considerados solos problemáticos para agricultura, porém hoje com a tecnologia agrícola como fertilizantes e corretivos de acidez são economicamente bastante produtivos para diversas lavouras. Suas condições físicas normalmente são de inclinações suaves, pouco suscetíveis à erosão hídrica e favoráveis a maquinários agrícolas (LEPSCH, 2010).

Os NV são solos constituídos por material mineral, com 250 g.kg⁻¹ ou mais de argila, inclusive no horizonte A, e apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A. Além disso, possuem argila de baixa atividade ou alítico. São medianamente profundos, bastante intemperizados e com pouca diferenciação de camadas. Já foram chamados de Terra Roxa Estruturada e se localizam em todo o Brasil, sendo mais expressivos no rio Paraná (EMBRAPA, 2013; LEPSCH, 2010).

Materiais e Métodos

A partir deste parágrafo, a bacia hidrográfica de primeira ordem será chamada de BH1 e a de segunda ordem de BH2, para facilitar a compreensão do texto.

Os métodos se baseiam na EUPS, para calcular e espacializar a perda de solos nas bacias hidrográficas no ano de 2020, e a RPS para calcular a quantidade de sedimentos erodidos transportados para além do exutório.

A EUPS pode ser representada pela equação 1, e as formas de obtenção de cada fator são individuais.

Equação 1: Equação Universal de Perda de Solos (Wischmeier e Smith, 1978)

$$A = R * K * LS * C * P$$

Sendo que “A” é a perda de solos (t/ha.ano), “R” é a erosividade (MJ.mm/ha.h.ano), o “K” é a erodibilidade do solo em t/ha/(MJ/ha.mm/h), o “LS” é o fator topográfico (adimensional), o fator “C” é o fator uso e manejo do solo (adimensional) e o fator P é o fator práticas conservacionistas (adimensional), considerando fatores naturais e antrópicos.

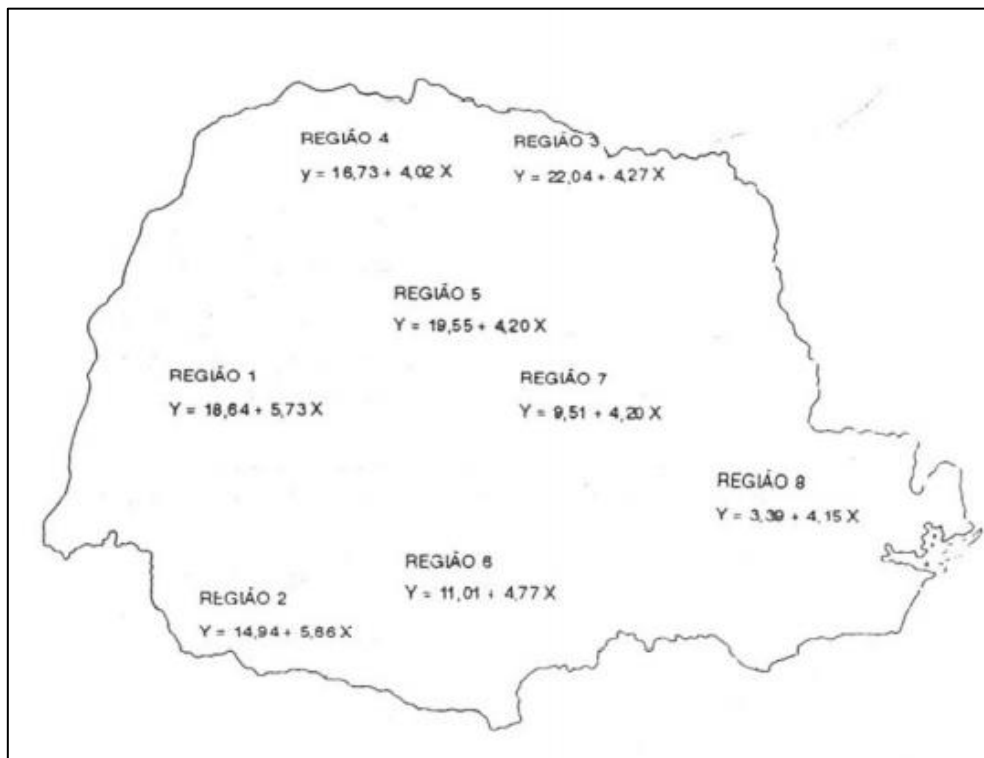
Para o fator erodibilidade (K) foram utilizados valores já calculados em referências bibliográficas para áreas geograficamente semelhantes e mesma classes de solos (Quadro 1).

Quadro 1. Valores do fator K segundo literatura, aplicados nos arquivos vetoriais da EUPS.

Classe de Solo	Valor K	Referência Bibliográfica
Latossolo Vermelho Distrófico e Eutrófico	0,0285	Mannigel et al. (2002); Bonifácio (2019); Bertoni e Lombardi Neto (1985).
Nitossolo Vermelho Eutroférico	0,018	

O fator erosividade da chuva (R) foi calculado com base na metodologia de Rufino (1993), onde o autor elaborou equações para o cálculo do R no Paraná, dividindo o Estado do Paraná em 8 regiões isoerosivas (figura 2).

Figura 2: Regiões Isoerosivas.



Fonte: Rufino et al. (1993)

Para o presente trabalho foi utilizado a região isoerosiva 4, com a equação 2.

Equação 2: Cálculo do fator R Erosividade

$$Eim = 16,73 + 4,02 \left(\frac{p^2}{P} \right)^{9,80665}$$

A sigla “Eim” representa o índice mensal de erosividade da chuva, o “p” a precipitação média mensal em milímetros, o “P” a média anual em milímetros e o “9,80665” é a conversão de Kgf.m para MJ.

No cálculo são necessários os dados de precipitação diária e mensal no ano estudado, essas informações foram retiradas da base de dados da agência nacional de águas (ANA, 2022).

Para o cálculo do fator L e S foi utilizado como base o Modelo Digital de Elevação do ALOS PALSAR com 12,5 metros de resolução espacial, encontrado no site NASA EARTH DATA.

A junção do fator LS foi calculada também no SAGA GIS, com método de Desmet e Govers (1996).

O fator C e P foram gerados baseado na imagem do satélite CBERS 4A – WPM, imagens de nível 4 (L4), utilizadas aqui já com correção atmosférica e espectral. Também foram utilizados os complementos do *Orfeo Toolbox* (OTB) nos processos *Superimpose* e *Pansharpening*, para utilização total de bandas.

Para as imagens SPOT - 5, foram conferidas geometricamente, caso as imagens necessitassem da correção geométrica, seria corrigida na aba “Georreferenciamento” no QGIS, e para alterar as cores, foi utilizado o processo de “*Spectral Conversion Properties*”.

A partir da imagem já corrigida, foi realizada a vetorização manual do uso e ocupação do solo, seguindo as classes do quadro 2 de Souza (2016) e Mannigel et al (2008):

Quadro 2: Valores das Classes do fator C

USO	Fator C
Solo Exposto	1
Cultura Anual	0,0875
Culturas Temporárias	0,3066
Campestre	0,008
Pastagem/Campo	0,008
Plantios Florestais/Secundários	0,0001
Floresta/Matas	0,0001
Água	0
Urbanização	0
Vilas/Fazenda	1

O fator P utilizou das mesmas divisas vetoriais, e os valores das classes foram obtidos em referências bibliográficas identificadas no quadro 3, com base nos valores de Bertoni e Lombardi Neto (1985):

Quadro 3: Valores do fator P para a EUPS

Práticas Conservacionistas	Fator P
Plantio Morro Abaixo	1
Plantio Em Contorno	0,5
Alternância De Capinas e Plantio De Contorno	0,4
Cordões De Vegetação Permanente	0,2
Vilas	0,5
Urbanização	0
Águas	0

A RPS utilizada será a de Vanoni (1975) equação 3, pois foi considerada por Uema (2018), em seu estudo, como a de melhor resultado de RPS em relação ao desvio padrão com diversos outros métodos.

Equação 3: Cálculo da Razão de Produção de Sedimentos

$$RPS = 0,42 * \text{Área em milhas}^{-0,125}$$

Após a descoberta do valor da RPS, deve-se realizar a seguinte equação para descobrir a produção de sedimentos que ultrapassam o exutório:

Equação 4: Cálculo secundário da RPS

$$SDR = Y/E$$

No qual o “Y” representa a produção de sedimentos que ultrapassam o exutório e o “E” representa a erosão total aproximada da Bacia hidrográfica dada pela EUPS.

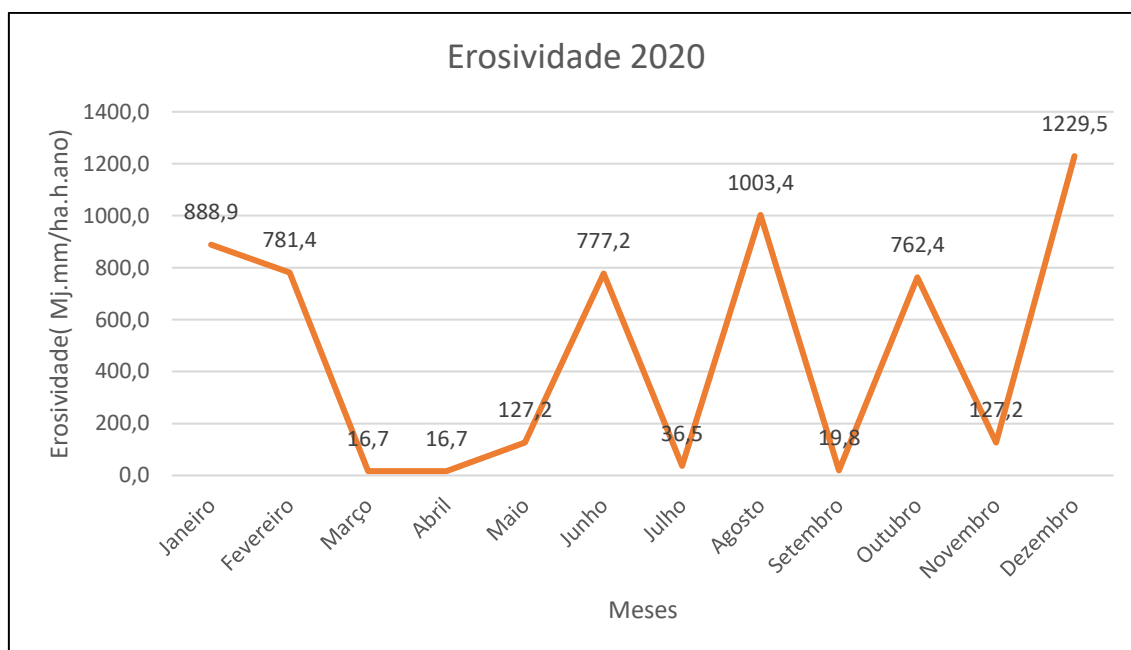
Resultados e Discussões

Os resultados estão apresentados seguindo a disposição: primeiramente dos fatores R, K, LS, C e P das EUPS, das bacias de primeira e segunda ordem. Após apresentados, as duas EUPS do ano de 2020 estarão em imagens, para comparação visual

do potencial perda de solos, juntamente com dados identificando a área ocupada por cada classe, tanto em km² quanto em porcentagens, por último o resultado da RPS será demonstrado e analisado em conjunto com os resultados da EUPS,

A erosividade (Fator R), que é calculada para toda a área, por sua vez resultou no valor anual de 5787,01 (mm.MJ.ano), os valores mensais podem ser visualizados no gráfico 1:

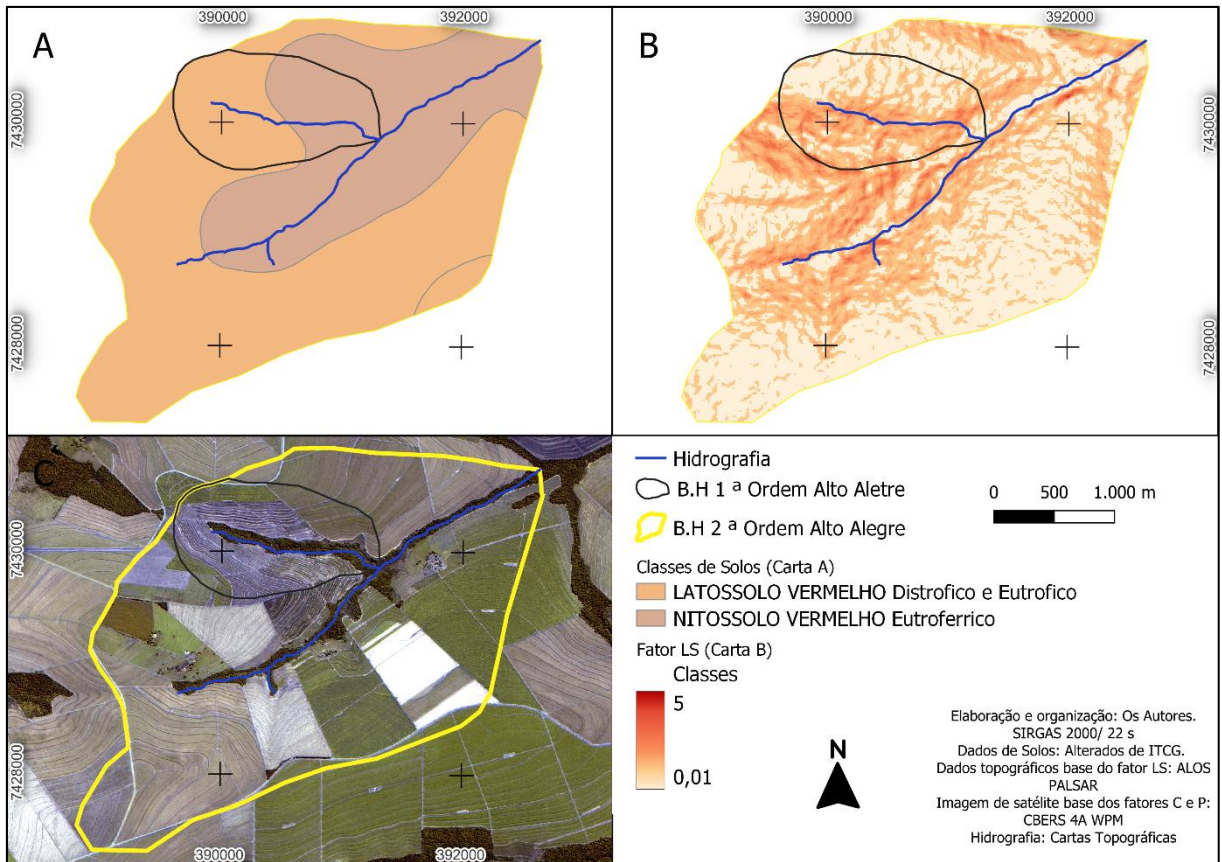
Gráfico 1: Erosividade para o ano de 2020 nas bacias hidrográficas estudadas



Os fatores da bacia hidrográfica de 2ª ordem estão especializados na figura 3 e contabilizado nos quadros 4, 5 e 6. Os fatores da bacia hidrográfica de primeira ordem estão representados na Figura 4.

O mapa de solos (fator K) das duas bacias hidrográficas estão representados pelas figuras 3A e 4A. A junção do fator LS (topográfico) foi calculada também no SAGA GIS e resultou nas figuras 3B e 4B. O fator C e P foram vetorizados e a partir das imagens de satélite das figuras 3C e 4C.

Figura 3: Mapas dos fatores da EUPS para a B.H de 2ª Ordem do AA



Cada classe de solo apresenta valor bruto e porcentagem de área correspondente no quadro 4, onde o latossolo é o solo majoritário na área de estudo.

Quadro 4: Áreas das Classes de Solo

Classe de solos	Área em km ²	Área em %
Latossolo Vermelho	5,92 km ²	64%
Nitossolo Vermelho	3,33 km ²	36%

A classe 2 a 3 é a de maior proporção na área estudada, conforme o quadro 5, o mesmo apresentou 47,4% da área, seguido da classe 0 a 1, o que mostra baixo fator topográfico na bacia hidrográfica.

Quadro 5: Áreas das Classes do fator LS

Classes Fator LS	Área em km ²	Área em %
> 5	0,000	0
4 – 5	0,007	0,7
3 – 4	0,205	2,2
2 – 3	4,423	47,4
1 – 2	0,302	3,2
0 – 1	4,302	46,5

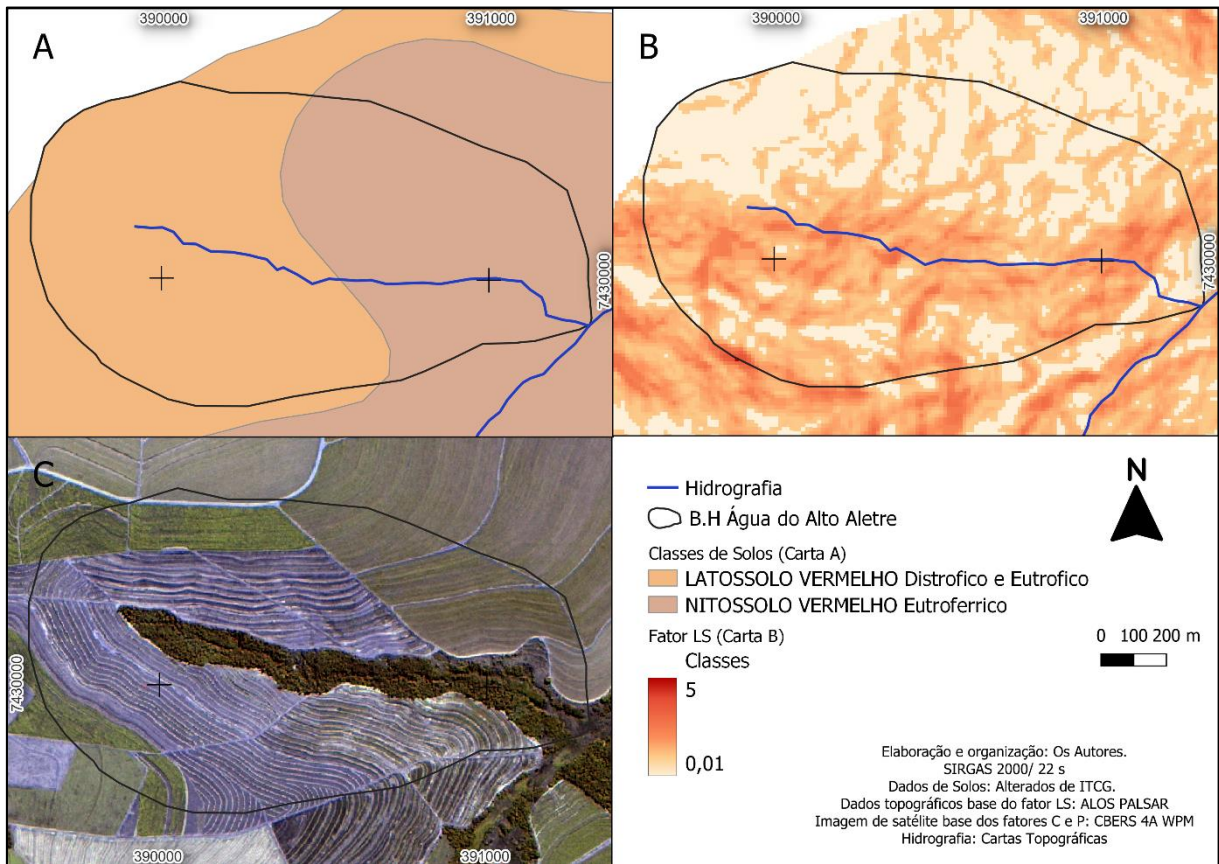
As classes de uso mostram que as culturas temporárias, principalmente a Cana-de-açúcar ocupa praticamente toda a área da BH2, seguido pela área de APP, porém com muito menos abrangência, formado apenas nas próximas ao ribeirão, já a reserva legal e a vegetação alta têm pouca ocupação, áreas de fazenda e pastagem possuem mais influência do que as duas citadas anteriormente (Quadro 6).

Quadro 6: Classes de uso da terra e suas extensões na BH2

Classes de Uso da terra	Área em Km ²
APP	0,648
Reserva Legal	0,023
Vegetação Alta	0,02
Fazendas	0,053
Pastagem	0,073
Culturas Temporárias	8,426

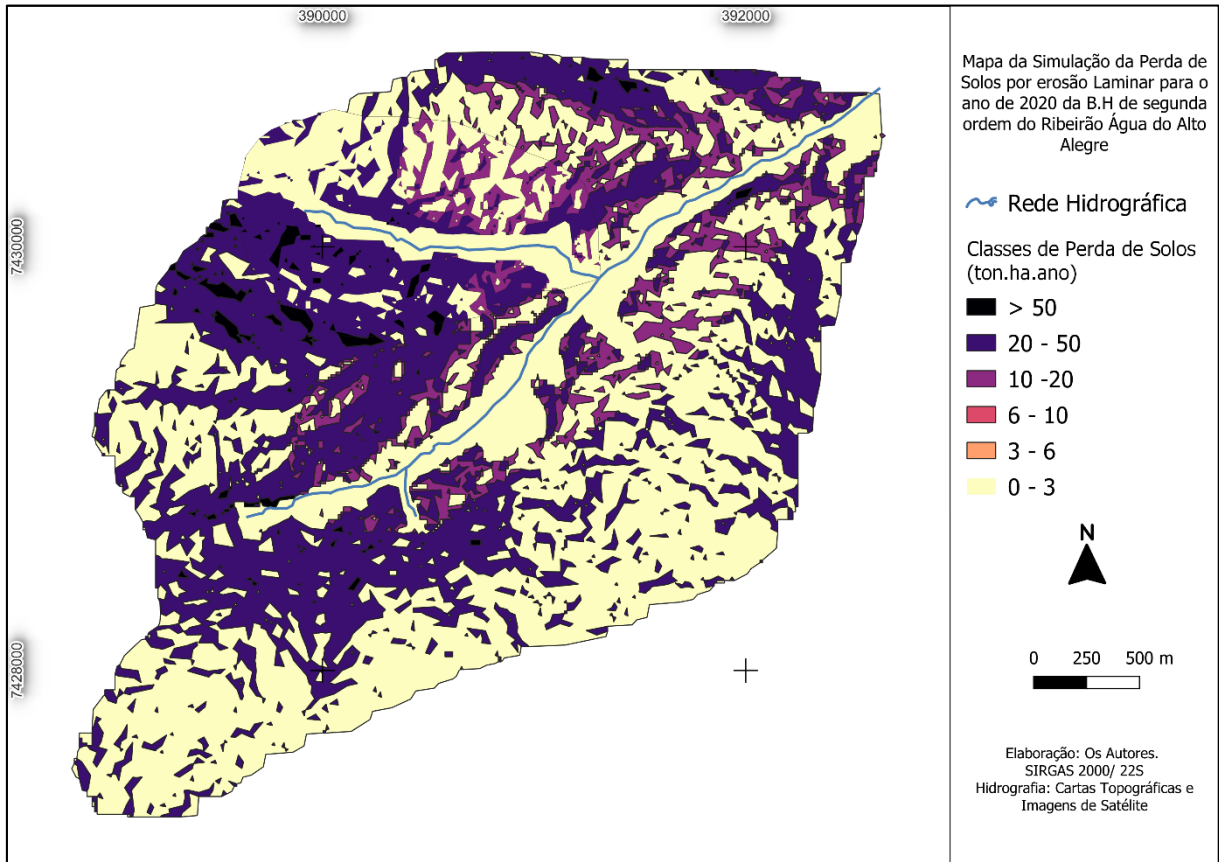
Os fatores da B.H de 1ª ordem estão representados na figura 4, para comparações com os resultados finais, sabe-se que a área da bacia hidrográfica de primeira ordem é de 1,39 km², o que representa 15,32% da área da bacia hidrográfica de segunda ordem, que é de 9,07 km². A proporção dos dois solos são praticamente a mesma, já os maiores valores de LS se encontram ao Sul da BH1, o que pode agravar no seu potencial erosão, somado ao fato do uso da terra ser praticamente todo de culturas temporárias.

Figura 4: Cartas dos fatores da EUPS da B.H de 1ª ordem



A EUPS anual resultante pode ser analisada na figura 5 e quadro 7 (para a BH2) e na figura 6 e quadro 8 (para a BH1).

Figura 5: Potencial de Perda de Solos na BH de 2ª Ordem

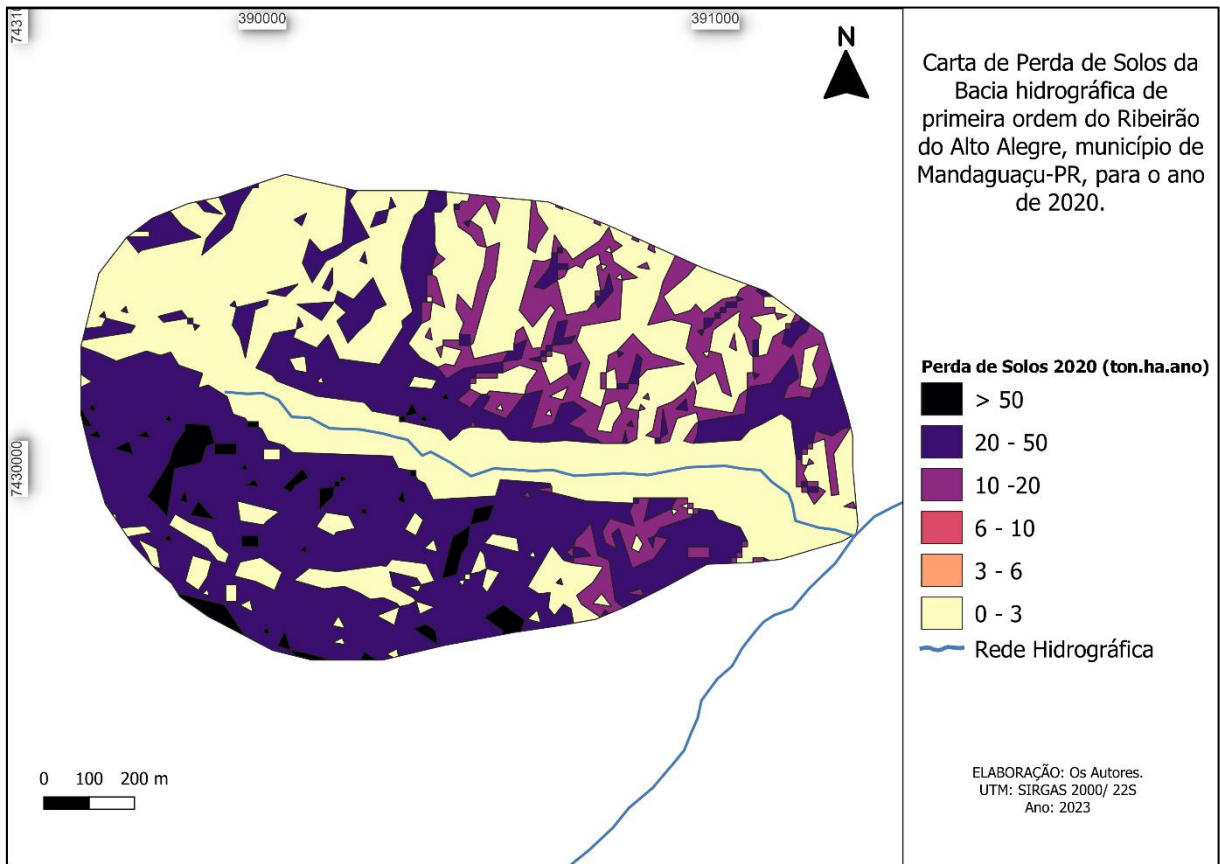


Quadro 7: Valores de Áreas x classes da BH de 2ª Ordem

ALTO ALEGRE 2ª ORDEM		
Classes de perda de solos (ton/ha.ano)	Área km²	%
>50	0,113	1,244%
20 – 50	3,298	36,329%
10 – 20	0,855	9,418%
6 – 10	0	0
3 – 6	0	0
0 - 3	4,810	52,985%
Total	9,078	-

As perdas de solo simuladas para a bacia hidrográfica de segunda ordem do ribeirão Água do Alto Alegre apresentaram valores bem distribuídos, a classe mais de 0 a 3 se mostrou bem influente, com mais da metade da área da bacia hidrográfica, principalmente nas partes mais planas e com o fator LS de menor expressão. A segunda classe mais expressiva foi a de 20 a 50, que ocorre em áreas de maior fator LS. O fator K visualmente parece ter relações com a classe de 10 a 20, porém, pode-se considerar de pouca influência na presente EUPS. Percebe-se que as maiores classes de perda de solos se encontram na parte centro-norte da área.

Figura 6: Potencial de Perda de Solos na BH de 1ª Ordem



Quadro 8: Valores de Áreas x classes da BH de 1ª Ordem

ALTO ALEGRE 1ª ORDEM		
Classes de perda de solos (ton/ha.ano)	Área km²	%
>50	0,03	2,158%
20 – 50	0,561	40,359%
10 – 20	0,157	11,294%
6 – 10	0	0
3 – 6	0	0
0 - 3	0,642	46,187%
Total	1,39	-

Na BH1, seguindo pela mesma lógica, o fator LS direcionou os resultados do potencial de perda de solos na bacia hidrográfica de primeira ordem, porém, a quantidade das classes mais baixas do LS prevalecem nesta bacia hidrográfica, o que proporcionou que a classe de 0 a 1 se estabelecesse como maioria, porém logo seguido pela classe de 20 a 50 e de 10 a 20, como na de segunda ordem. O foco das maiores classes se deu na parte sul da BH1, e menor potencial na parte norte.

O quadro a seguir expõem comparações entre as classes de perda de solo, entre a bacia hidrográfica de 2ª e 1ª ordem. Segundo o quadro 9, a classe entre 0 a 3 toneladas, encontrada na BH1, representa 13,34% da mesma classe encontrada na BH2. Já a classe 10 a 20 toneladas representa 18,34% e a maior que 50 representa 26,48%. Os dados identificam que, mesmo a BH1 ter apenas 15,32% da área, as classes de maior potencial extrapolaram a porcentagem, tornando a BH1 mais propensa a erosão laminar do que outras áreas da BH2.

Quadro 9: Áreas de P.S da BH1 inclusas na BH2.

Classe de perda de solos (ton/ha.ano)	Área km ²
>50	26,48% da 2 ^a Ordem
20 – 50	17,01% da 2 ^a Ordem
10 – 20	18,34% da 2 ^a Ordem
6 – 10	0,00% da 2 ^a Ordem
3 – 6	0,00% da 2 ^a Ordem
0 - 3	13,34% da 2 ^a Ordem

A RPS apresentou 40,3% para a de 1^a ordem e 35,9% para a de 2^a ordem, ou seja, em ambas as bacias hidrográficas, mais de um terço dos sedimentos erodidos passam pelo exutório. Conforme registros bibliográficos, o que mais se aproxima do comum é a RPS de segunda ordem, próximo dos 33,3% ou um terço, já a de 1^a ordem se mostrou maior, este fato pode ser justificado pela topografia das vertentes.

Considerações Finais

Considerando os resultados, pode-se analisar que a influência da perda de solos da bacia hidrográfica de primeira ordem sobre a BH2 é um acúmulo de 13,34% da classe de menor potencial à erosão laminar, e aproximadamente 27% da classe de maior potencial, o que mostra uma falta de práticas conservacionistas ou mal uso do solo na área, compreende-se também que o fator LS foi o fator que mais influenciou nos resultados, já que os maiores valores de perda de solos estão proporcionalmente nas mesmas áreas dos maiores valores de LS. Já a RPS resultante da 1^a ordem apresentou resultados de 40,3%, possivelmente tornando a área do curso de água próxima ao exutório propensa a uma quantidade razoável de sólidos suspensos e sólidos totais.

O presente trabalho apresentou uma visão diferente sobre a dinâmica de perda de solos em bacias hidrográficas, a percepção da trajetória dos sedimentos pode auxiliar no planejamento ambiental e no conhecimento da geodinâmica de córregos e ribeirões, para futuros trabalhos orienta-se a testagem de diferentes métodos de obtenção de fatores para descobrir qual mais é a mais adequada à região, além de um estudo mais detalhado sobre

a topografia ou imagens de drones e veículos aéreos não tripulados com extremo detalhamento, a fim de aprimorar o fator LS.

Apesar de suas limitações, a EUPS é uma das formas mais rápidas de espacialização dos resultados, um meio que facilita a utilização de dados para o planejamento ambiental.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, ANA. Dados de Precipitação diária de 2020. Acesso em abril de 2022.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. Conservação do solo. São Paulo: Editora Livrocere, 1985. 392 p.

BONIFÁCIO, Cássia Maria. Fragilidade ambiental e qualidade da água na Unidade Hidrográfica do Pirapó, Paranapanema III e IV. Tese de Doutorado, PGE. Universidade Estadual de Maringá, Paraná. 2019.

DESMET, P. J. J.; GOVERS, Gerard. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of soil and water conservation*, v. 51, n. 5, p. 427-433, 1996. ISSN 0022-4561.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 3ª Edição. Rio de Janeiro: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2013.

GUEDES, J. Avaliação das perdas mensais de solo no alto curso da bacia do rio Aquidauana - MS. Dissertação de Mestrado. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná. 2001.

IBGE. Histórico dos municípios. Site do IBGE. <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 2022.

KÖPPEN, W. Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra. México. Ed. Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação do solo. São Paulo: Oficina de textos. 2010.

MANER, S. Factors affecting sediment delivery rates in the Red Hills physiographic area. *Trans. Am. Geoph. Union*, v.39, p.669-675. 1958.

MANNIGEL, Anny Rosi et al. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 24, p. 1335, 2008.

MINEROPAR. Atlas geológico do estado do Paraná. Curitiba: Governo do Estado do Paraná - Secretaria da indústria do comércio e do turismo. 2001.

OLDEMAN, L. R. Global extent of soil degradation. 19-36. AJ Wageningen. The Netherlands. (1992).

RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.C.M.; MERTEN, G.H. Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.17, n.1, p.439-444, 1993.

SOUZA, Vladimir de. Análise multitemporal das perdas de solo por erosão laminar e do regime de vazão fluvial na bacia do rio Jacaré-Guaçu (SP). Tese de Doutorado em Geografia Física. Universidade de São Paulo. 2016.

STRAHLER, A. (1952). Hipsometric (areal altitude) analysis of erosional topography. Geol. Soc. Am.bull. p. 1117-1142.

TERASSI, Paulo Miguel de Bodas. Variabilidade pluviométrica e a erosividade na unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV, Paraná. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Estadual de Maringá. 2015.

UEMA, Diogo Yukio. Quantificação de perda de solos em bacia hidrográfica de primeira ordem: córrego Zaúna, Maringá – Pr. Dissertação de Mestrado. PGE. Universidade Estadual de Maringá. 2018.

VANONI, V. A. “Sedimentation Engineering”. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No.54. American Society of Civil Engineers, New York. 1975.

WISCHMEIER, Walter H.; SMITH, Dwight David. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

Recebido em 13 de novembro de 2022.

Aceito 02 de fevereiro de 2023.

Publicado em 23 de março de 2023.