

APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO E TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS

Flávia Luize Pereira de Souza¹, Anderson Antonio da Conceição Sartori², Mateus de Campos Leme³, Bruno Timóteo Rodrigues⁴, Mikael Timóteo Rodrigues⁵, Sérgio Campos⁶

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, flavialuizesouza@hotmail.com; ² Universidade do Sagrado Coração-USC, Bauru/SP, Brasil, sartori80@gmail.com; ³ Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, mateus.leme93@gmail.com; ⁴ Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, brunogta21@gmail.com;

⁵ Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, mikaelgeo@gmail.com; ⁶ Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, seca@fca.unesp.br

RESUMO

O processo erosivo em sub-bacias hidrográficas é um dos mais prejudiciais à produtividade agrícola e principalmente ao meio ambiente. Relacionado diretamente ao transporte e deposição de sedimentos. A aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) e do geoprocessamento na análise de sistemas ambientais, permite uma estimativa da perda de solo em bacias hidrográficas favorecendo o zoneamento ambiental e, consequentemente o planejamento ambiental. Neste contexto o estudo teve como objetivo avaliar as perdas de solo e o risco de erosão por meio do modelo quantitativo EUPS em ambiente de Sistema de Informação Geográfica na Sub-bacia do Alto Batalha localizada no município de Bauru (SP). Com isso, constatou-se que as maiores taxas de perda anual de solo na sub-bacia estão correlacionadas com o fator cobertura vegetal e práticas conservacionistas (CP), principalmente na classe da agricultura e área exposta, que justifica o manejo inadequado e o aumento das perdas de solo.

Palavras-chave — solo, manejo, planejamento ambiental, erosão.

ABSTRACT

The erosive process in sub-basins is one of the most damaging to agricultural productivity and especially to the environment. Related to the transportation and deposition of sediments. The application of the Universal Soil Loss Equation (EUPS) and geoprocessing in the analysis of environmental systems allows an estimation of soil loss in watersheds favoring environmental zoning and, consequently, environmental planning. In this context, the objective of this study was to evaluate soil losses and erosion risk through the EUPS quantitative model in the Geographic Information System environment in the Upper Batalha sub-basin located in the city of Bauru (SP). Thus, it was found that the highest rates of annual soil loss in the subbasin are correlated with the vegetation coverage and

conservationist practices (CP), mainly in the agriculture and exposed area, which justifies the inadequate management and increase of soil losses.

Key words — soil, management, environmental planning, erosion.

1. INTRODUÇÃO

O Rio Batalha no município de Bauru é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 38% da população da cidade [1]. Devido aos sedimentos trazidos pelos processos de perda de solo da bacia, segundo [2], a produção de água na estação de tratamento é frequentemente prejudicada pelo assoreamento da represa de captação.

As perdas anuais de solo para as áreas agrícolas no Brasil atingem valores da ordem de 500 milhões de toneladas de terra e consequentemente a perda de cerca de 8 milhões de toneladas de nitrogênio, fósforo e potássio, nutrientes fornecidos às lavouras para o aumento da produção. Assim, o custo dos alimentos aumenta, causando impacto direto na economia [3].

Nas áreas de pastagens da sub-bacia, desenvolve-se a pecuária extensiva com baixa produtividade e em grandes áreas, que atrelada a falta de manejo, em relação a perda de solo, tem como consequência, o aumento de processos erosivos, em forma de voçorocas. Por fim, tem como principal resultado o assoreamento em toda a extensão do Rio Batalha causado pelo transporte de partículas de terra para jusante [4].

A utilização de modelos quantitativos foi intensamente simplificada com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). A aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) e de técnicas de geoprocessamento especializadas, por meio do SIG na análise de sistemas ambientais, são recursos desenvolvidos à muitas décadas e permitem uma estimativa da perda de solo em bacias hidrográficas favorecendo o zoneamento ambiental e consequentemente o planejamento ambiental [5]. A aplicação de SIGs têm-se intensificado no âmbito das

análises geomorfológicas uma vez que aperfeiçoam os trabalhos nessa esfera de conhecimento [6].

Dentro desse contexto o estudo de perda de solo se torna fundamental para direcionar a atividade humana no sentido do uso sustentável, com um conhecimento antecipado do potencial de degradação do solo [7]. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a perda de solo e o risco de erosão com a aplicação do modelo quantitativo EUPS e do uso de ferramentas SIG na Sub-bacia do Alto Batalha localizada no município de Bauru (SP).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo localiza-se na Sub-bacia do Alto Batalha, situada no centro do Estado de São Paulo, a oeste da cidade de Bauru, a cerca de 340 km da capital do Estado. Geograficamente, encontra-se entre os paralelos 22°20' e 22°30'S e os meridianos 49°00' e 49°10'W [8].

2.2 Material cartográfico

Para a vetorização das curvas de nível, rede de drenagem e delimitação da área de estudo, foram utilizadas as cartas planialtimétricas do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), em escala 1:10.000 com equidistância vertical entre as curvas de nível de 5 metros. As cartas foram editadas em 1977 pelo Instituto Geográfico Cartográfico – IGC [9].

Este estudo utilizou imagens do satélite Landsat-8, órbita/ponto 221/075, resolução radiométrica de 16 bits, resolução temporal de 16 dias, projeção da imagem OLI, datum WGS 84, (projeção cilíndrica) sendo necessário projetá-las para o SIRGAS 2000 hemisfério Sul. As imagens foram adquiridas gratuitamente através de download pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

2.3 Determinação dos fatores da EUPS

A EUPS relaciona seis fatores que influenciam diretamente na erosão do solo sendo eles: a erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento da encosta (L), declividade da encosta (S), cobertura vegetal (C) e práticas conservacionistas adotadas (P). Para quantificar as perdas de solo por erosão laminar foi utilizada a fórmula da EUPS apresentada por [10] de acordo com Equação 1:

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

Onde:

A= perda de solo por unidade de área e tempo, em t/ha.ano ou outra unidade, dependendo das que forem usadas nos diversos parâmetros (t/ha);

R= fator de erosividade da chuva, expressa a erosão potencial, ou poder erosivo da precipitação média anual da região (MJ.mm/ha.h.ano);

K= fator de erodibilidade do solo que representa a capacidade do solo de sofrer erosão por uma determinada chuva (t.ha.h/ha.MJ.mm);

L= fator topográfico que expressa o comprimento do declive (adimensional);

S= fator topográfico, que expressa a declividade do terreno ou o grau de declive(adimensional);

C: fator que expressa uso e manejo do solo e cultura; P: fator de práticas conservacionistas (adimensional).

3. RESULTADOS

Os dados da estação climatológica do Piratininga, foram utilizados no estudo, para obter o fator de erosividade da chuva (R), que foi de 7192 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ no município de Piratininga, e foi correspondente para toda Sub-Bacia do Alto Batalha. Os pontos das estações foram baixados em formato *shapefile*, compatível ao *software* ArcGIS 10.3.

Para o fator de erodibilidade dos solos (K), os valores foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica, conforme [11]. A classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto com textura arenosa/média, o fator K é de 0,0551 e representa 46,84% da sub-bacia. O ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico com textura arenosa/média, o fator K é de 0,0547 e representa 51,32% e o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico com textura média, com fator K 0,0460, representando 1,86% da sub-bacia.

Na distribuição do fator comprimento de rampa e declividade (LS) observou-se que os valores baixos foram os que apresentaram maior concentração, correspondendo a 54,27% da classe 1-2 e 32,78% da classe 2-5 de toda área em estudo. Em seguida a classe de 5-10 de LS, equivale a 1232,26ha da sub-bacia (8,40%), classe de 10-17 com 449,57ha (3,06%), classe de 17-38 com 218,27ha (1,49%) e a classe de 38-100 com 0,24ha (0,001%).

Para o fator de cobertura e manejo e o fator de práticas conservacionistas (CP), foram obtidos valores que variam de 0 a 0,2, de acordo com a classificação de [12]. Baseado no mapa de uso do solo, o fator CP varia de 0 a 1. Valores próximos a 0 indicam um solo com maior proteção e valores próximos a 1 indicam a existência de solo exposto.

Os valores de EUPS podem ser observados na Figura 1, conforme a classificação de [13] e [14]. As taxas anuais de perdas de solos por erosão na Sub-bacia do Alto Batalha variam de 0 a 1.751 ton/ha/ano.

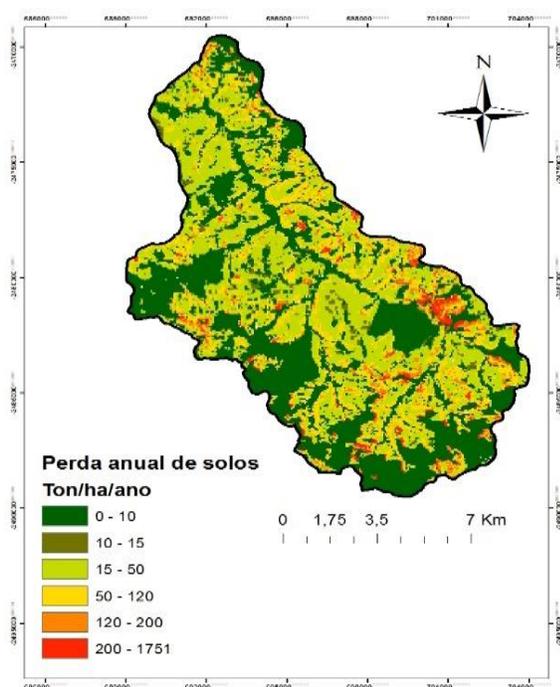


Figura 1. Mapa de perdas de solos da Sub-bacia do Alto Batalha, SP.

4. DISCUSSÃO

4.1 Fator Erosividade da chuva (R)

Na região do estudo o fator de erosividade está associado a classificação de solos da área. Dos solos existentes na área experimental, o Latossolo é o mais resistente, por possuir como características um solo bem drenado, profundo, coeso, com alto grau de estabilidade, alta porosidade e permeabilidade, porém representa apenas 1,86% da área total.

O fator de erosividade foi classificado como média-forte, de acordo com a chave de interpretação proposta por [11], ou seja, é necessário maior cuidado quanto ao manejo dos solos agrícolas, pois foram as áreas que apresentaram os maiores riscos de perdas de solo.

4.2 Fator Erodibilidade dos solos (K)

Verificou-se que os maiores valores de erodibilidade (Tabela 4) estão associados aos Argissolos, os quais recobrem no total 98,16% da superfície da área do estudo, sendo 46,84% de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto textura arenosa/média, 51,32% de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico textura arenosa/média e apenas 1,86% da Sub-bacia é composta com Latossolo Vermelho Distrófico típico textura média.

Considerando a chave de interpretação de [15] pode-se observar que a bacia é composta por solos classificados com um fator de erodibilidade muito alto.

4.3 Fator comprimento de rampa e declividade (LS)

Na área de estudo o Fator LS não ocorre de forma homogênea e gradual, apresenta grande amplitude. Os valores baixos de LS ficam localizados próximos aos interflúvios, locais onde o comprimento da vertente e a declividade são reduzidos.

Os valores mais altos de LS correspondem a áreas mais declivosas e comprimento de vertente maior. Desse modo, o Fator LS aumenta em direção as áreas mais declivosas e próximo aos cursos hídricos, o que influencia de forma relevante no processo de erosão laminar.

Portanto a predominância do fator topográfico plano a suavemente-ondulado na área de estudo, favorece a conservação dos solos da sub-bacia contra a erosão, que são predominadas pelo Argissolos Vermelhos Amarelos e possuem como característica um grau muito alto de erodibilidade.

4.4 Fator cobertura vegetal e práticas conservacionistas (CP)

Os usos antrópicos, como a área construída representada na sub-bacia com 4,21%, de acordo com a classificação de [12], são classificados com potencial zero, pois são áreas que não possuem mais solo com potencial de erosão. Assim como os recursos hídricos, que se enquadram nessa classe de uso do solo e representam 0,29% da área.

Na classe de uso do solo de mata nativa, foi encontrado um valor de 22,94%, portanto, foi a área com menor risco de erosão, devido a maior proteção do solo. Pois, dentro dos processos florestais ocorre a produção de uma camada de serrapilheira. Porém na área de estudo essa tipologia encontrou-se bastante fragmentada [16].

A silvicultura possui um bom grau de cobertura e pode ser considerada uma prática agrícola sustentável para o controle de erosão, embora a área de reflorestamento da sub-bacia represente somente 6,24%. E quanto maior o estágio de reflorestamento, maior a tendência de diminuição das perdas de solo, pois com a produção de serrapilheira e ocupação do dossel pelas copas das árvores, ocorre o aumento da proteção do solo em relação à ação direta da chuva [14].

O solo exposto com 7,07% da área somado a área de lavouras temporárias ou anuais (como a cana-de-açúcar presente em grande parte da sub-bacia) pode estar na classe de agricultura que representa a maior área do estudo (59,25%). Durante o levantamento dos dados, em algumas áreas de culturas temporárias ou anuais, o solo pode ou não ser classificado como exposto, variando conforme a época de desenvolvimento do plantio. Ambas as classes contribuem para o aumento da taxa da perda de solo, agravada pela inexistência de sistemas de preparo e manejo adequados [14].

4.5 Perda de solo por erosão

As menores taxas de perda de solo por erosão ocorrem em áreas planas a levemente onduladas que ocupam 41,75% da área. E em relação as classes de uso, a mata nativa, área de reflorestamento (que minimiza a suscetibilidade a processos erosivos), recursos hídricos e áreas construídas (que não possuem mais solo para ser erodido) também obtiveram valores baixos de perda.

Porém, as maiores taxas de perda anual de solo estão presentes na maior parte da Sub-Bacia do Alto Batalha, e estão inseridas na classe de agricultura e solo exposto. A maior parte da sub-bacia é composta por Argissolo Vermelho, com característica de erodibilidade muito alta, ou seja, propenso à erosão.

Segundo [17] no Brasil a tolerância de perdas de solo varia de 4,2 a 15 t/ha/ano e em 57,58% da Sub-Bacia do Alto Batalha as perdas ultrapassaram a quantidade tolerável. A Sub-Bacia do Alto Batalha, apresentou resultados que indicam que os fatores de maior influência, foram a alta predominância de Argissolos associada ao uso da terra.

5. CONCLUSÕES

A equação EUPS permitiu a classificação do grau de erodibilidade dentro da área de estudo, e demonstrou que a Sub-bacia do Alto Batalha exige cuidados quanto ao controle dos processos erosivos. O agravamento desses processos, pode causar o assoreamento dos reservatórios prejudicando rentabilidade agrícola local.

As variáveis de fator topográfico (LS) e do uso e manejo do solo (CP) possuem maior influência na EUPS em relação aos outros fatores da equação. Através dos mapas foi possível inferir que a maior quantidade de solo perdida está nos locais com fator topográfico elevado e em classes de uso com baixa cobertura vegetal.

A utilização do modelo EUPS com o Sistema de Informações Geográficas facilitou o entendimento dos fatores de influência no processo erosivo das áreas mais suscetíveis à erosão laminar. Portanto as técnicas de geoprocessamento são ferramentas indispensáveis para as análises e espacialização das variáveis ambientais.

6. REFERÊNCIAS

- [1] DAE-Departamento de água e esgoto: Rio batalha e a lagoa. c2014. Disponível em: <<http://www.daebauru.sp.gov.br/2014/empr esa/empresa.php?secao=fazemos&pagina=9>>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.
- [2] Fabris, E. E. Assoreamento e danos na represa de captação do rio Batalha. In: Simpósio nacional de controle de erosão, São Paulo. Anais...São Paulo: ABGE/IPT, 1995. p. 509.
- [3] SBCS. ONU declara 2015 como ano internacional dos solos-Release para a imprensa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2015. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/?post_type=noticia_geral&p=3810>. Acesso em: 28 dez. 2016.
- [4] Koffler, N. F., Montandon, D. T. Diagnóstico do uso da terra e suscetibilidade à erosão da bacia do alto Batalha (sp), usando técnicas automáticas. Mimesis, Bauru, v. 21, n. 1, p. 53-72, 2000.
- [5] Pruski, F. F. Conservação de solo e água: praticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 240 p. 2006.
- [6] Souza, L. H. Representação gráfica de feições lineares do relevo: Proposta de aplicação de simbologia linear digital na Cartografia geomorfológica. 92 f., 2006.
- [7] Lopes, F. B.; Andrade, E. M. de; Teixeira, A. dos S. T.; Caitano, R. F.; Chaves, L. C. G. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Agro@mbiente. On-line. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, v. 5, n. 2, p.88-96, maio-agosto, 2011.
- [8] Koffler, N. F., Montandon, D. T. Diagnóstico do uso da terra e suscetibilidade à erosão da bacia do alto Batalha (sp), usando técnicas automáticas. Mimesis, Bauru, v. 21, n. 1, p. 53-72, 2000.
- [9] Postigo, M. D.; Sartori, A. A.C. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR. Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo (1987, 2000 e 2015), 2017, p.3283-3290.
- [10] Carvalho, N.O. Hidrosedimentologia Prática. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e Eletrobrás. Rio de Janeiro: CPRM: Eletrobrás, Local de publicação e editora, 1994.
- [11] Lima, C. G. da R. et al. Estudo da erodibilidade dos solos na bacia hidrográfica do baixo São José dos Dourados. Anais do XII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS. Poços de Calda, 2015.
- [12] Stein, D. P.; Donzeli, A. F.; 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 erosão, 4., São Paulo, 1987. [Anais] São Paulo: ABGE/DAEE, 1987, p. 105-136.
- [13] Borges, K. M. R. Avaliação da susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Carinhanha (MG/BA) por meio da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos. Brasília, 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Brasília.
- [14] Lanza, D. S. Diagnóstico da Erosão Laminar na Alta e Média Bacia do Rio Paraopeba. Belo Horizonte, 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Análise Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais.
- [15] Mannigel, A. R. et al. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. Acta Scientiarum. v. 24, n. 5, Maringá. p. 1335-1340, 2002. Disponível em:<<http://edueojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/2374/1787>>Acesso em: 20 de jun., 2017.
- [16] Martins, S.G.; Silva, M.L.N.S.; Avanzi, J.C.; Curi, N. Fonseca, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em mata atlântica nos tabuleroscosteiros do estado do Espírito Santo, Scientia Florestalis, v. 38, n. 87, p. 517-526, 2010.
- [17] Leinz, V.; Leonardos, O.H. Glossário geológico. 2.ed. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1977. 236p.