

IX-002 - ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PRADO, ALTÔNIA – PR

Rodrigo Tartari⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Faculdade União das Américas. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Doutor em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Professor do Departamento de Meio Ambiente da Universidade Estadual de Maringá – DAM/UEM, *Campus Avançado de Umuarama-PR*.

Karla Crithiane Constantino⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá, aluna especial do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural e Sustentável, Marechal Cândido Rondon.

Endereço⁽¹⁾: Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800- CEP: 87506-370- Brasil – Tel.: (44) 3621 9311 - e-mail: rtartari@uem.br

RESUMO

Diante de intensas degradações ambientais, surge a necessidade de modelar e prever o comportamento das variáveis que influenciam para o fenômeno. Mudanças no uso e ocupação do solo criam sinergias que podem acarretar em processos de deslocamento de massa em associação a fenômenos meteorológicos. A região de confluência com o Parque Nacional de Ilha Grande e Área de Proteção Ambiental do Rio Paraná, em formação geológica de arenitos do Grupo Bauru - Formação Caiuá. Regiões de relevo levemente ondulado e dissecado próximo aos rios, podendo ser bem observado através do modelo digital de elevação SRTM. Este trabalho tem por objetivo estimar a perda de solo por erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado, em Altônia – Paraná, através da aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), por meio de software livre de geoprocessamento. O modelo matemático EUPS foi utilizado para análise quantitativa da erosão laminar, por proporcionar a comparação entre diversos fatores (R, K, L, S, C e P) obtidos por meio de cálculos específicos e consultas bibliográficas, detalhado no artigo. As mudanças de uso e ocupação da terra, relativas ao desflorestamento de mata nativa para transformar em sistema agropecuário favorece a suscetível degradação do solo. Observa-se a necessidade de aumento de práticas conservacionistas do solo, em relação à forma de produção agropecuária nas áreas de risco onde há ocorrência de processos erosivos. A pesquisa destaca a importância de aumentar as áreas com vegetação arbustiva, seja por florestas nativas de preferência em área da mata ciliar, e em locais de relevo de alta declividade florestas plantada em sistemas agroflorestais e silvipastoris.

PALAVRAS-CHAVE: EUPS, Geoprocessamento, Conservação do Solo e da Água.

INTRODUÇÃO

A degradação do solo gera impactos socioeconômicos e ambientais, diminuindo a fertilidade e produtividade do solo quando há ocorrência de perda de solo por erosão. Este deslocamento de solo pode atingir os cursos d'água e gerar assoreamento dos canais fluviais.

A perda de solo por erosão laminar é o tipo específico de degradação que o processo pode ocorrer de forma natural ou por influência do homem. Ao realizar interferências antrópicas, ações de modificação do ambiente natural, dependendo de fatores geológicos de formação e características topográficas, processos erosivos podem aumentar consideravelmente a intensidade e frequência relativo ao regime sazonal da chuva. (FERREIRA, et al., 2012).

Em vista disso, o estudo da erosão do solo é direcionado para avaliar os impactos ambientais causados pela atividade antrópica em relação à capacidade de suporte e produtiva do solo. Para avaliar os impactos causados pela mudança de uso da terra, bem como promover o planejamento territorial, métodos estimativos de perda de solo aplicado em sistema de geoprocessamento, produzem informação espacializadas e possibilita identificar regiões mais vulneráveis a ocorrência de erosão (PRADO, et al., 2005).

A Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) foi desenvolvida por Wischmeier & Smith (1978) com o propósito de facilitar a estimativa da perda de solo por erosão laminar. Esta equação é composta pelo produto de 6 fatores, sendo eles: a erosividade da chuva (R); a erodibilidade do solo (K); o comprimento da rampa (L); o grau de declividade (S); o uso e manejo da terra (C) e as prática conservacionista (P).

O recorte geográfico escolhido para desenvolver a presente pesquisa foi a bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado, localizado no município de Altônia – Paraná. O Ribeirão do Prado desagua da margem esquerda do Rio Paraná, no ultimo trecho de rio livre de barragem, antes da formação do lago de Itaipu. Esta bacia encontra-se nos limites da unidade de conservação do Parque Nacional de Ilha Grande e Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, na qual a gênese dos solos está associada à cobertura de arenitos da Formação Caiuá (MINEROPAR, 2006).

A ocupação da terra e mudança na paisagem natural de florestas por pastagem e desenvolvimento da agricultura nesta região, tem avançado nos últimos 100 anos e a na cidade de Altônia a agropecuária é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas, com maior produção e cultivo de mandioca, milho, soja e criação de gado e galináceos (IPARDE, 2017).

O produto dos fatores naturais de formação e as mudanças de uso do espaço territorial apresentam índices que indicam alto risco de processos erosivos na bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado, ocasionando perdas de solos férteis superficiais pelo carreamento de sedimentos para o Rio Paraná e consequentemente para o reservatório da Itaipu Binacional por estar a montante e seu desague ser próximo a foz do rio Piquiri.

OBJETIVO

Estimar a perda de solo por erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado, em Altônia – Paraná, através da equação da EUPS em sistema de informação geográfica (SIG) utilizando Software livre.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado possui área de 61,4 km² e esta localizada no município de Altônia, no noroeste do estado do Paraná. A área municipal é de 729,32 km², e população de 21.988 habitantes, sendo 73,50% urbana e 26,50% rural (Figura 1).

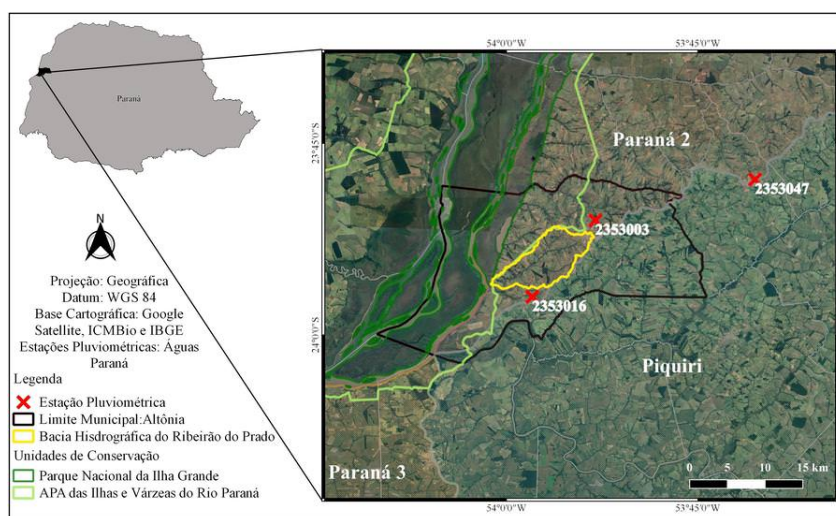


Figura 1: Localização da bacia do Ribeirão do Prado na margem esquerda do rio Paraná.

Esta inserida na Zona do Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica constituída pelo Parque Nacional de Ilha Grande, e pela Área de Proteção Ambiental (APA) das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná (ICMbio/MMA, 2008).

A geologia da área é constituída em sua maior parte por arenitos do Grupo Bauru, formação na era mesozoica classificada em 5 formações litoestratigráfica, na qual a formação Caiuá encontra-se presente dentro dos limites da área de estudo (FERNANDES & COIMBRA, 1994).

No noroeste do Paraná estende-se a cobertura suprabasáltica neocretácea, constituída tanto por rochas sedimentares de origem continental, quanto por rochas vulcânicas. Tratando-se de uma estratificação de grande porte, composta por arenitos arroxeados de finos a médios, os quais em sua grande maioria se distribuem no entorno da calha fluvial, estando presentes nas áreas de maior cota. É considerada área de depósitos de deserto eólicos e aluviais, por se tratar de uma unidade litológica formada no final de um grande ciclo desértico (ITCG, 2006).

Acima dos arenitos da Formação Caiuá, encontra-se os depósitos aluviais em terraços, sedimentos inconsolidados ou parcialmente consolidados, constituídos de arenitos e siltitos. Encontra-se a predominância do argissolo vermelho e o latossolo vermelho (EMBRAPA, 2006).

A área de estudo se apresenta em duas unidades fitogeográficas em seu interior, a Florestal Estacional Semidecidual Submontana, estendendo-se por quase toda a bacia, e a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, abrangendo as regiões próximas ao curso d'água, pertencentes ao Bioma Mata Atlântica.

Na região dos planaltos areníticos, o gênero de maior ocorrência é o *Aspidosperma*, com um ecótipo próprio, sendo marcado pela *Peroba Rosa* (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.). As espécies decíduais característico dessa região são de gêneros amazônicos, alguns deles são: *Hymenaea* (jatobá), *Copaifera* (óleo-vermelho), *Peltophorum* (canafístula) (IBGE, 2012).

O clima predominante na região de estudo, segundo classificação de Koppen, o clima é Cfa, temperado úmido com verão quente. Na região Sul do Brasil, o ciclo anual de temperatura apresenta uma amplitude de 11°C, isso ocorre por causa da quantidade de radiação solar diferente para as estações de inverno e verão, característica própria de latitudes altas. No inverno, época do ano com menor incidência de radiação solar, o valor médio para julho na região noroeste do Paraná varia de 16 a 17,5°C, já no verão, a temperatura média mensal para janeiro é de 24,5°C. Nos meses de transição, as temperaturas se mantêm próximas, em abril, a temperatura varia de 20,5 a 22°C e em outubro de 21 a 22,5°C (CAVALCANTI et al., 2009).

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DA EUPS

O primeiro fator a ser calculado foi a erosividade da chuva (R). Utilizou-se três estações pluviométricas distribuídas nas proximidades da área de estudo operadas pelo IAPAR, com dados de 1985 a 2015, da qual calcularam-se as médias mensais e anuais, sendo estas utilizadas no processamento de interpolação pelo inverso quadrado da distância, e resultado um arquivo *raster* de precipitação sobre a região da bacia.

Utilizou-se a equação 1 para realizar o cálculo do fator “R”, através da ferramenta “calculadora *raster*”, no programa QGIS 2.18 e tendo os dados de pluviosidade mensal como entrada. Em seguida, fez-se o somatório entre os valores mensais do fator R para obter a erosividade total anual.

$$R = \sum EI = a + b \cdot (p^2/P) \quad \text{equação (1)}$$

Sendo: “R” a erosividade da chuva (MJ.mm. ha⁻¹.ano⁻¹); “EI” é a erosividade média mensal (MJ.mm. ha⁻¹.mês⁻¹); p é a precipitação média mensal (mm); “P” é a precipitação média anual (mm); “a”, “b” são índices da equação variáveis para cada região.

Os valores para os índices “a” e “b” foram estabelecido segundo Rufino et al., (1993) que propõe valores para as regiões do estado do Paraná, e de acordo com a localização da área de estudo no noroeste, os valores estabelecidos são de 182,86 para “a” e 56,21 para “b”.

Para determinação do fator K, utilizou-se os arquivos de classificação pedológica em formato vetorial disponibilizado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Estado do Paraná (ITCG).

Fez-se um levantamento bibliográfico dos valores utilizados para o fator K para cada tipo de solo correspondente, sendo adotado para o latossolo vermelho 0,0132 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹ e 0,0232 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹ para o argissolo vermelho (PRADO & NOBREGA, 2005).

Esses valores foram espacializados a partir da criação de uma coluna na tabela de atributos com os dados do Fator “K”, em seguida fez-se a *rasterização* do arquivo vetorial de classificação pedologia por meio do algoritmo “*raster* → converte → vetor para *raster*”.

O Fator LS foi calculado através da equação (2), desenvolvida por Moore & Wilson (1992), na qual “As” representa a área que drena a água para um ponto específico, sendo calculado por meio da multiplicação do fluxo acumulado com o espaçamento celular do MDE SRTM, e “sin β” é expressa pela declividade do terreno em graus. Utilizou-se o MDE SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) da USGS original, com pixels de 30 metros, na projeção WGS 84, processado conforme descrito por Constantino et al., (2017).

$$LS = (As/22,13)^{0,4} * (\sin \beta/0,0896)^{1,3} \quad \text{equação (2)}$$

Os Fatores C e P foram unidos por relacionar ao tipo de cobertura e manejo da terra, sendo classificada conforme valores estabelecidos por referências bibliográficas e apresentados na Tabela 1. Para determinar qual fator usar para cada área correspondente ao uso da terra, fez-se o mapeamento e classificação da cobertura da superfície da bacia hidrográfica, através da criação de vetores do tipo polígono, utilizando como base imagens *Google Satellite* disponibilizadas pelo complemento “*Quick Map Service*”, no software QGIS 2.18.

Após o mapeamento das classes (Tabela 1), criou-se uma coluna na tabela de atributos com os valores do fator “CP”, e fez-se a *rasterização* dos arquivos vetoriais por meio do algoritmo “*raster* → converte → vetor para *raster*”, compatíveis com os arquivos gerados para os demais fatores.

Tabela 1: Classes de uso da terra e valores correlatos ao Fator CP.

Classes	Referência	Fator CP	Descrição
Agricultura	Ferreira et al., (2012)	0,02	Vegetação de porte baixo a média
Vegetação campestre	Bueno & Stein (2004)	0,0007	Vegetação de porte baixo a média
Pastagem	Ferreira et al., (2012)	0,01	Vegetação de porte rasteiro a baixo
Mata Ciliar e Floresta	Ferreira et al., (2012)	0,00004	Vegetação de porte médio a grande
Solo Exposto	Ribeiro & Alves (2007)	1	Ausência de cobertura
Açude	Ferreira et al., (2012)	0	Corpo hídrico
Área Urbana	Bueno & Stein (2004)	0	Ocupação antrópica

Para obter-se o valor de perda de solo por erosão laminar anual para bacia do Ribeirão do Prado, fez-se a multiplicação de todos os fatores da EUPS utilizando a “calculadora *raster*”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estação pluviométrica 2353003 apresenta em sua média histórica uma precipitação de 1.613,24 mm.ano⁻¹. A estação 2353047 apresenta de 1.711,89 mm.ano⁻¹, e, a estação 2353016 de 1.529,06 mm.ano⁻¹. A média histórica anual é de 1.618,06 mm.ano⁻¹, sendo já encontrado o valor máximo de 2323,5 mm.ano⁻¹, para o ano de 2015 e o valor mínimo de 835,90 mm.ano⁻¹, para o ano de 1988. O desvio padrão em relação às médias anuais das 3 estações na série histórica é de 307,12.

A Figura 2 apresenta a erosividade da chuva, com valores superiores a 10.000 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, sendo classificada como muito forte. Os maiores valores do fator “R” estão localizados em áreas próximas ao exutório junto ao rio Paraná, que apresenta precipitação pouco superior à região de cabeceira da bacia.

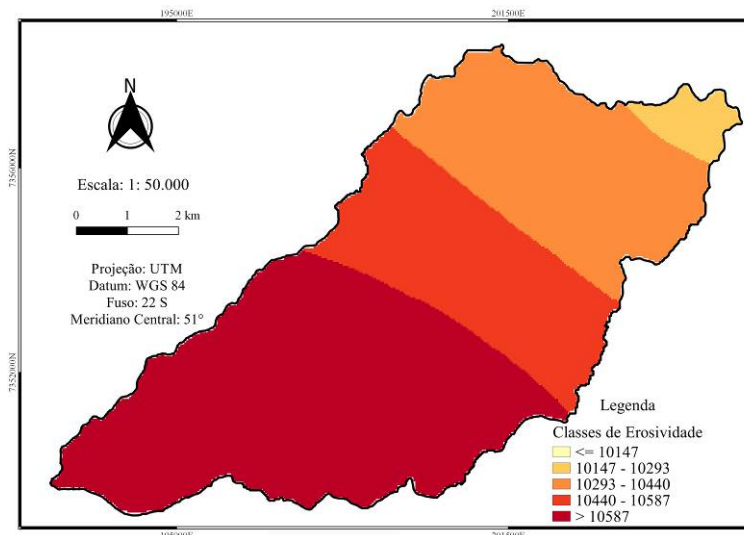


Figura 2: Erosividade da Chuva – Fator R (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹) para a bacia do Ribeirão do Prado

A Figura 3 mostra o mapa de erodibilidade do solo (fator “K”) e identifica espacialmente diferentes formações na área da bacia. Encontra-se o latossolo vermelho (0,0132 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹) na região de cabeceiras e o argissolo vermelho (0,0232 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹) com maior erodibilidade e maior extensão em área que se estende pela região mais declivosa da bacia.

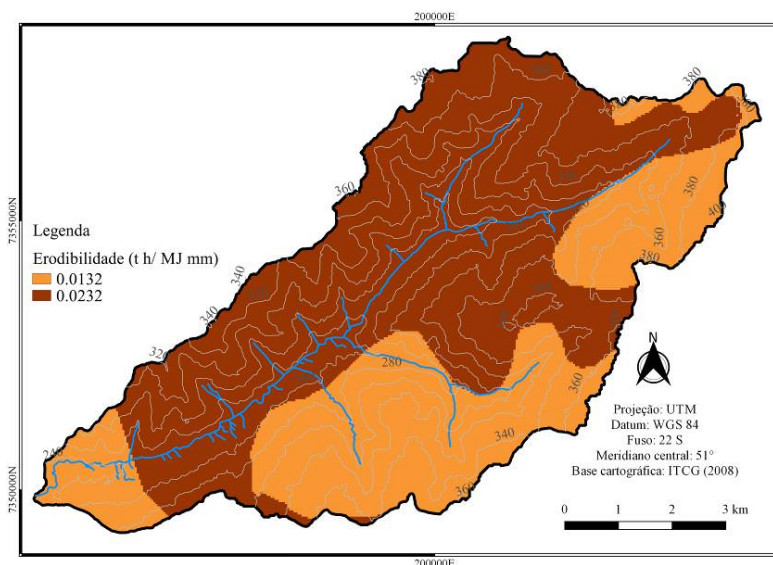


Figura 3: Erodibilidade do Solo – Fator K (t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹) da bacia do Ribeirão do Prado

A Figura 4 apresenta o mapa do fator topográfico “LS”. Nota-se que a maior parte da bacia de cor amarela, apresenta valores baixos de “LS”, variando de 0 a 2. Entre as regiões planas e de relevo suave e as mais declivosas, encontra-se comprimentos de rampa moderado.

Na região de acúmulo de fluxo na vertente, onde a declividade aumenta, indica o favorecimento do fluxo rápido das águas que escoam superficialmente. Regiões onde a declividade é escarpada encontra-se valor alto do fator “LS” variando de 5 a 15 e muito alto maiores que 15, os quais coincidem com a região de drenagem do curso principal com maiores comprimento de rampa. Para esta bacia, os valores altos para o fator “LS”

ocorrem em áreas com declividade elevada onde ocorre convergência de fluxo dos rios, já os valores baixos localizam-se nos interflúvios onde o relevo é mais plano e suave.

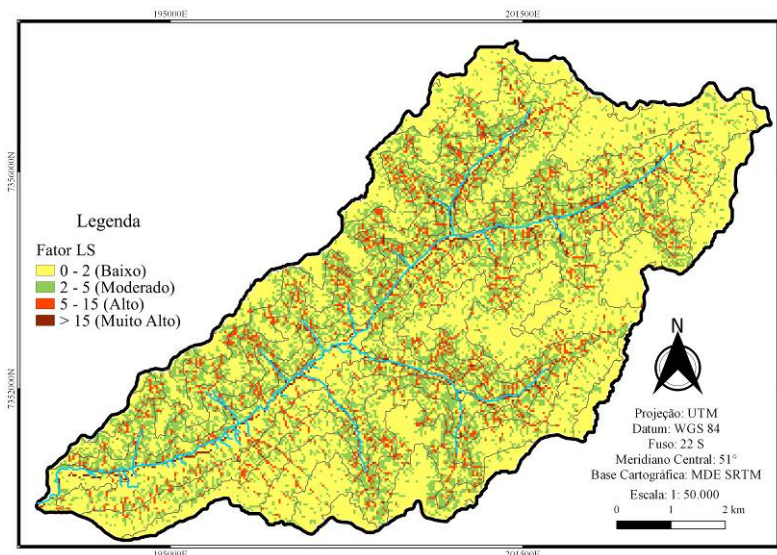


Figura 4: Fator Topográfico – Fator LS para bacia do Ribeirão do Prado

A Figura 5 (a) apresenta o mapeamento de uso da terra na área de estudo para o ano de 2017. Na bacia do Ribeirão do Prado o núcleo urbano do município de Altônia ocupa 2 km² no interior da bacia.

Os usos predominantes são relativos à produção agrícola e pecuária, que juntas correspondem a 47,7 km², representando 77% dos usos relativos a atividades de produção de animais, lavouras temporárias e permanentes, horticultura e floricultura (IPARDES, 2015).

A área de reflorestamento é de 5,3 km², superior ao fragmento de floresta nativa de 3,9 km² composta por áreas isoladas e resultantes do processo de desmatamento. A mata ciliar ao longo dos rios apresenta área de 2,9 km² atendendo ao mínimo estabelecido pelo código florestal em alguns trechos e outros necessitando de reconstituir a vegetação (SILVA et al., 2017).

A Figura 5 (b) apresenta o mapa do Fator CP, o qual está intimamente relacionado com os tipos de usos da terra identificados no interior da bacia.

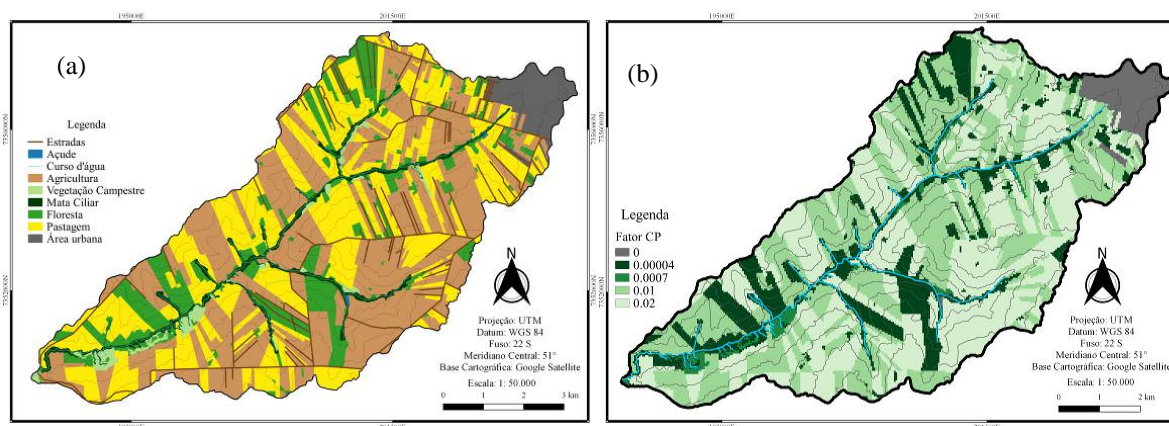


Figura 5: Uso e ocupação da terra na bacia do Ribeirão do Prado (a) e Fator CP - Uso e manejo da terra e aplicação de práticas conservacionistas (b).

Pode-se notar que as regiões com menores valores para CP coincidem com áreas de floresta que representa 19% dos usos e que contribui para a conservação do solo, bem como para área urbana.

Os usos ligados à agricultura e pecuária, são considerados facilitadores dos processos erosivos por haver menor cobertura vegetal ao longo do ciclo anual, necessitando de práticas conservacionistas para proteger o solo e por estar mais susceptível a processos erosivos é o que recebe os valores mais altos de CP.

A Figura 6 apresenta o mapa de perda de solo por erosão laminar como resultado da aplicação da EUPS. Em termos quantitativos, pode-se constatar que 68,4% da área total da bacia apresenta um potencial muito baixo à erosão, com perda de solo de até 5 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Esse valor somado aos 15,4% de área que apresenta uma perda de solo no intervalo de 5 a 10 t.ha⁻¹.ano⁻¹, tem-se que 83,8% da área total da bacia com perda de solo menor que 10 t.ha⁻¹.ano⁻¹, considerado baixo potencial a erosão.

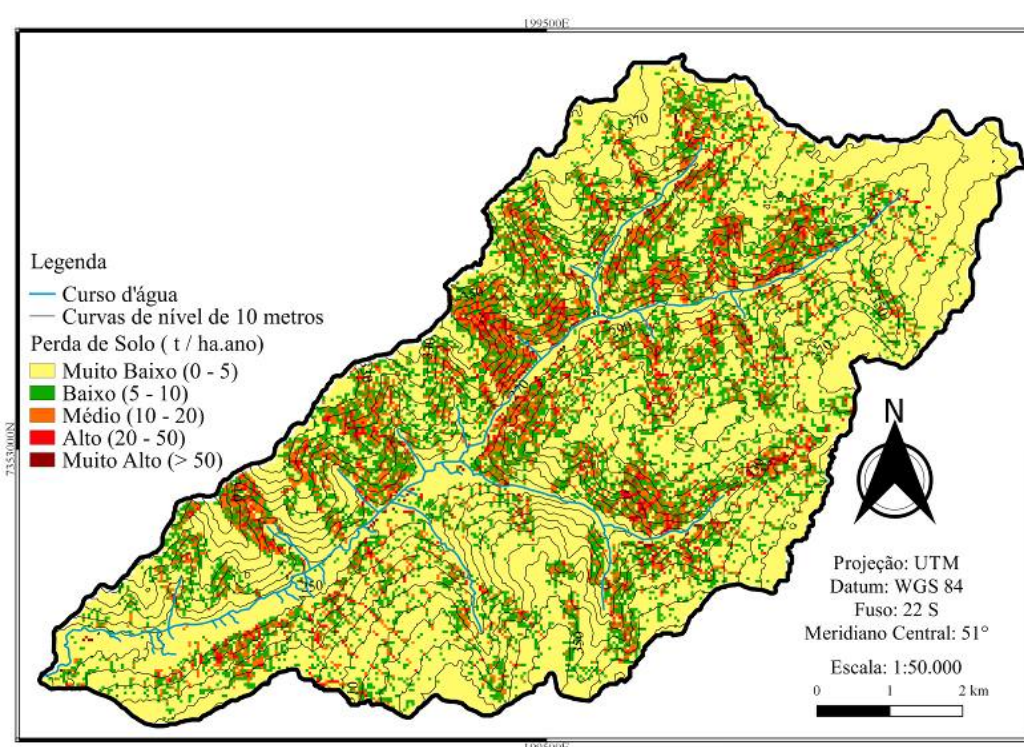


Figura 6: Mapa de Perda de Solo por Erosão Laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado.

Comparando o mapa de perda de solo (Figura 5), o fator “LS” (Figura 3) e as curvas de nível, nota-se que as áreas de baixo potencial a erosão coincidem com regiões de menor declividade, composto por relevo mais suave e menor variações de altitude, majoritariamente sobre os argisolos vermelhos.

Em relação ao uso do solo, as regiões com intervalos de baixo a muito baixo expressas em amarelo e verde, tratam-se de áreas com valor do fator “CP” também baixos, pelas formas de uso auxiliar na conservação do solo, como as classes de mata ciliar, floresta nativa e reflorestamento, em comparação as pastagens e a agricultura que apresentam valores mais elevados.

Excluindo-se a área com valores de perda de solo inferiores a 10 t.ha⁻¹.ano⁻¹, sobram 16,2% da área total da bacia estudada que foram classificadas de “médio” a “muito alto”. As áreas classificadas como “média” apresentam perda de solo que correspondem a valores de 10 a 20 t.ha⁻¹.ano⁻¹, e abrange cerca de 7% do total. A classe “alta”, variando de 20 a 50 t.ha⁻¹.ano⁻¹, atinge a menor parcela da bacia, tendo uma representatividade de aproximadamente 4%.

O nível “muito alta” equivale a perdas maiores que $50 \text{ t.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$, compreende 5,2% da área total estudada. Estas regiões apresentam uma declividade mais acentuada, coincidindo também com área de agricultura e pastagem, com um valor do Fator CP maior. Estes três últimos níveis são os mais significativos em termos de produção erosão laminar.

Segundo Ferreira et al., (2012), as classes perda de solo “Baixa” e Muito Baixa” podem ser considerados valores de perdas mínimas em relação ao agravamento de processos erosivos, sendo estes os intervalos desejáveis para garantia de uma boa conservação do solo.

Para que estes valores sejam alcançados, e assim diminuir a suscetibilidade a perda de solo por erosão laminar, deve-se buscar a alteração do valor do Fator CP nas áreas que apresentam maior perda de solo, pois este fator estar diretamente relacionado à ação antrópica.

A mudança de usos da terra da agricultura e pastagem, para sistemas mais conservacionistas como sistemas agroflorestais e silvopastoris, bem como reconstituir e aumentar as áreas de matas ciliares e reservas legais poderia melhorar a conservação do solo e consequentemente dos recursos hídricos na bacia estudada.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso de geoprocessamento em *software* livre (QGIS) para aplicação da EUPS proporcionou uma boa compreensão dos fatores correspondentes a bacia, bem como facilitou a análise espacial e suas interações com a dinâmica ambiental e antrópica. Além disso, permitiu a produção de dados que subsidia a identificação de regiões com maior perda de solo por erosão laminar, servindo de base para um planejamento territorial e ambiental sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUENO, C. R. P. ; STEIN, D. P. *Potencial natural e antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo. Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 26, n. 1, p.1-5, out. 2004.
2. CAVALCANTI, I. F. A.; Ferreira, N. J.; Justi da Silva, M. G. A.; Silva Dias, M. A. F. ed. *Tempo e Clima no Brasil*. 1ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.
3. CONSTANTINO, K. C. ; SILVA, B. O. ; TARTARI, R. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado, Altônia (PR)*. In: XVIII SBSR - Congresso Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. XVIII SBSR - Congresso Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Galoá: Santos, 2017. v. 1. p. 7762-7769.
4. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA SOLOS. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2º ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006.
5. FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. *O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 24, n. 3, p.164-176, set. 1994.
6. FERREIRA, S. L. da S. ; OKA-FIORI, C. ; KOZCIAK, S. *Análise multitemporal da erosão nas bacias hidrográficas dos rios São João, Iporã e do Prado, Altônia - PR, decorrente da dinâmica agropastoril. Revista Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 13, n. 44, p.15-34, dez. 2012.
7. IBGE. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
8. ICMbio/MMA. *Plano de manejo para o Parque Nacional de Ilha Grande*. Curitiba:ICMbio/ MMA, 2008.
9. IPARDES. *Caderno estatístico: município de Altônia*. IPARDES: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017.
10. MINEROPAR. *Mapa Geológico do Paraná*. Curitiba: MINEROPAR. 2006.
11. MOORE, I.; WILSON, J. P. *Length Slope factor for the revised universal soil loss quation: simplified method of estimation. Journal of Soil and Water Conservation*, n. 47, p. 423 – 428, 1992.
12. PRADO, J. P. B. de ; NÓBREGA, M. T. de. *Determinação de perdas de solo na bacia hidrográfica do Córrego Ipiranga em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, com aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS)*. *Acta Sci. Technol.*, Maringá, v. 27, n. 1, p. 33-42, jan./jun. 2005.
13. RIBEIRO, L. S. ; ALVES, M. da G. *Quantificação de Perda de Solo por Erosão no município de Campos dos Goytacazes/RJ através de Técnicas de Geoprocessamento*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007. p. 3039 - 3046.



14. RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.C.M.; MERTEN, G.H. *Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná através da pluviometria: terceira aproximação*. Rev. Bras. de Cien. do Solo, 17:439-444, 1993.
15. SILVA, B. O. ; CONSTANTINO, K. C. ; TARTARI, R. . *Estudo de uso e ocupação a terra na bacia hidrográfica do Ribeirão do Prado, Altônia (PR)*. In: XVIII SBSR - Congresso Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. XVIII SBSR - Congresso Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Galoá: Santos, 2017. v. 1. p. 7646-7653.
16. WISCHMEIER, W. H. ; SMITH, D. D. *Soil loss estimation as a tool in soil and water management planning*. Inst. Ass. Sci. Hidrology Common Land Erosion. Pub. 1962.