

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NATURAL DE EROSIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MONJOLO GRANDE (IPEÚNA-SP)

Edvania A. Correa
Universidade Estadual Paulista
edvaniacorrea@ig.com.br

Sanjos Pinto, S. A. F.²
¹ Universidade Estadual Paulista
sanjos@rc.unesp.br

EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

Resumo

O presente artigo tem como objetivo avaliar o potencial natural de erosão hídrica do solo da bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP) tendo em vista que a mesma encontra-se em uma área de relevo predominantemente ondulado e forte ondulado e está sendo submetida à intensa ocupação antrópica, particularmente resultante da expansão do cultivo da cana-de-açúcar e de áreas de pastagens. Visando a utilização da equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), foram obtidas, através de técnicas estatísticas, cartográficas e de Geoprocessamento, as cartas referentes a erosividade (fator R), erodibilidade (fator K) e fator topográfico (comprimento e grau de declive). Para a obtenção da carta de potencial natural de erosão, foram cruzadas, em ambiente SIG e conforme a formulação da EUPS, as cartas acima descritas, obtendo como resultado a espacialização de áreas potencialmente susceptíveis aos processos erosivos. A carta de potencial natural de erosão demonstrou ser um importante instrumento no planejamento agrícola em nível de bacias hidrográficas.

Palavras Chaves: Erosão hídrica, EUPS, Geoprocessamento.

Abstract

This article aims to evaluate the natural potential of soil erosion of the watershed of the Great Stream Monjolo (Ipeúna-SP) with a view that it is in an area of emphasis and predominantly Wavy Wavy Forte and is being submitted the intense human occupation, particularly resulting from the expansion of the cultivation of sugar cane and pasture areas. Aiming to use the equation Universal Soil Loss (USLE), were obtained through statistical techniques, cartographic and GIS, the letters referring to erosivity (R factor), Erodibility (K Factor) and Topographic Factor (length and degree of slope). To obtain the letter of the erosion potential, were crossed in a GIS environment and according to the formulation of the USLE, the letters described above, as result, the spatial distribution of areas potentially susceptible to erosion. The letter of Potential Natural erosion may be an important instrument of agricultural planning at the level of hydrographic basins

Keywords: Water erosion, USLE, GIS

1. INTRODUÇÃO

O contato do homem com o meio ambiente, principalmente com o meio agrícola, causa impactos que muitas vezes são difíceis de serem solucionados ou mesmo contornados. Dentre estes impactos, a erosão do solo pela ação do escoamento superficial das áreas pluviais apresenta uma importante contribuição devido à magnitude dos prejuízos que causa, direta ou indiretamente ao meio ambiente. (VEIGA FILHO et al, 1992).

A erosão hídrica, que em geral está associada ao manejo do solo não adequado, atinge não somente o solo e os recursos hídricos, mas também interfere na produção agrícola, reduzindo a produtividade e a qualidade da produção. Desta forma, tem-se que o impacto da erosão no solo pode comprometer a sustentabilidade do sistema agrícola, exigindo a aplicação de altas tecnologias e investimentos para manter a produtividade das culturas, no âmbito do agronegócio globalizado.

Visando quantificar as perdas de solo, muitos modelos predictivos tem sido elaborados, destacando-se a Equação Universal de Perda de Solo – EUPS (Universal Soil Loss Equation - USLE - Wischmeier e Smith, 1978) a qual foi particularmente difundida no Brasil por Bertoni e Lombardi Neto (1985) e Donzelli et al (1992). O modelo EUPS tem como objetivo fazer estimativa da erosão do solo a médio e longo prazos, podendo dar subsídios gerais ao planejamento de práticas conservacionistas visando minimizar a perda de solos em níveis aceitáveis. A EUPS envolve os seguintes parâmetros:

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

onde:

A – é a perda de solo por ano ($\text{ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); **R** – fator R, é função da erosividade da chuva, isto é do poder erosivo das chuvas, obtido a partir de formulação que inclui energia cinética das chuvas e sua intensidade ($\text{MJ.mm. ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); **K** – fator K ou erodibilidade do solo, obtido através de formulação, considerando dados referentes à características de um solo, que determinam sua susceptibilidade à erosão ($\text{t.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$); **L** e **S** - fator LS, função do relevo, envolvendo, respectivamente, a extensão da vertente (em metros) e a declividade (em %); **C** – fator C, função da cobertura vegetal e seu manejo, obtido a partir de dados (índice), considerando diferentes condições de cobertura do solo proporcionadas pela vegetação natural ou usos agrícolas, que neste caso inclui o manejo. (adimensional); **P** – fator P, que se refere às práticas de suporte ou de conservação do solo em áreas agrícolas, constituindo também um índice (adimensional).

Com o suporte das técnicas de Geoprocessamento, o presente artigo tem como objetivo avaliar o Potencial Natural de erosão hídrica do solo da bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP) tendo em vista que a mesma encontra-se em uma área de relevo predominantemente Ondulado e Forte Ondulado e está sendo submetida à intensa ocupação antrópica, particularmente resultante da expansão do cultivo da cana-de-açúcar e de áreas de pastagens.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande, tributário do rio Passa Cinco, sub-bacia do rio Corumbataí, no baixo curso do Rio Piracicaba (SP). Situada no município de Ipeúna, centro leste do Estado de São Paulo, esta bacia compreende área aproximada de 2800 ha (28

Km²) e perímetro de 25,5 Km, com localização entre as latitudes de 22° 18' e 22° 23' sul e longitudes 47° 48' e 47° 42' a oeste de Greenwich (fuso 23). A figura 1 ilustra a localização da área de estudo.

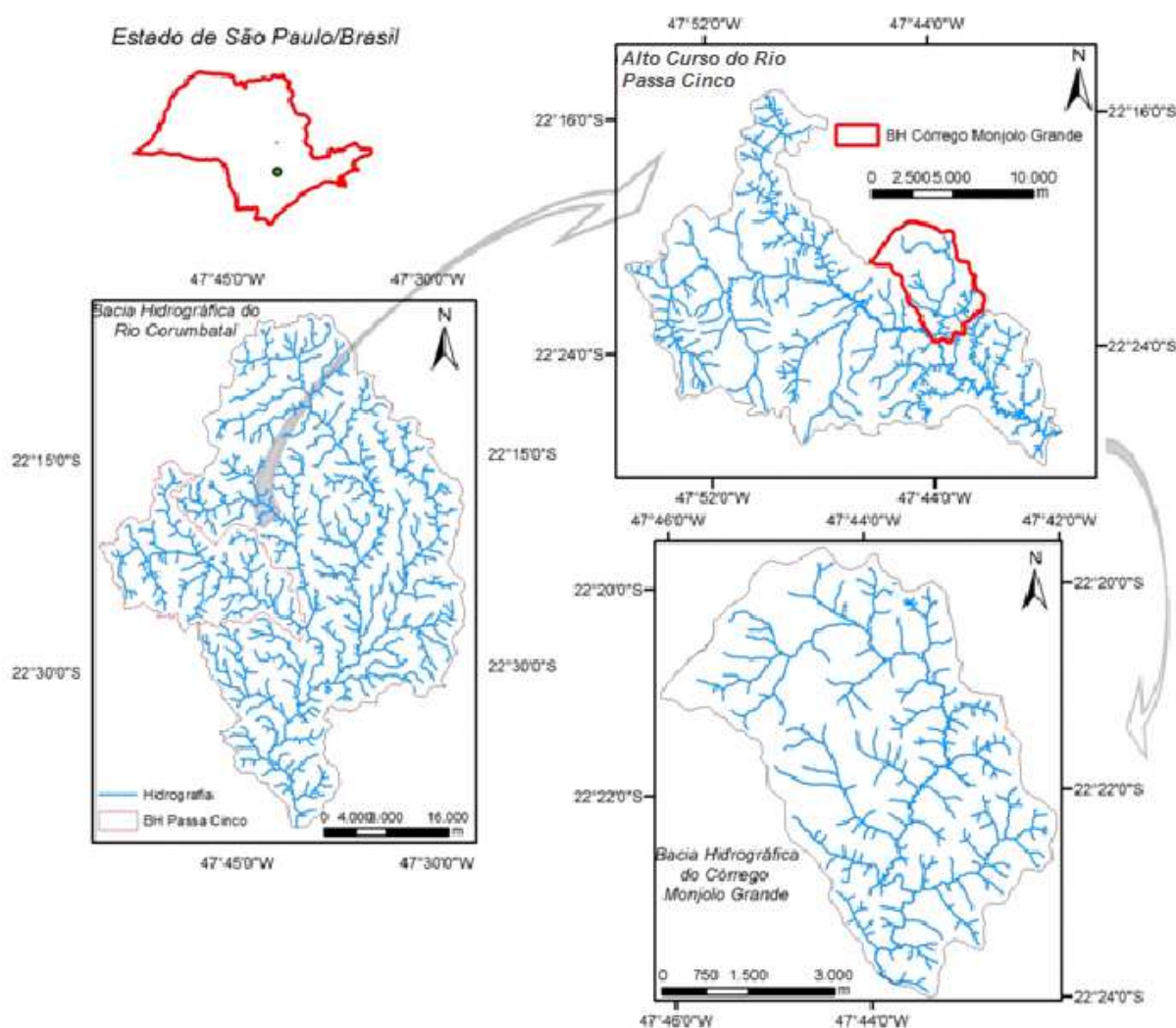


Figura 1. Localização da área de estudo – Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)

Considerando a distribuição das chuvas e as variações de temperatura ao longo do ano, a área da Bacia é enquadrada no tipo CWa, conforme a classificação zonal de Köppen, podendo ser associado ao Clima sub-tropical, com inverno seco e verão chuvoso. A média anual da precipitação para a região da cuesta, no alto curso, está em torno de 1450 mm e as temperaturas anuais com média de 18,7 °C. Já para as regiões do médio e baixo curso com menores altitudes, a precipitação média anual não ultrapassa 1250 mm e a temperatura média anual é de 20,5 °C. O mês mais seco do ano é julho com média de 14,8 mm e o mês mais chuvoso é janeiro, cuja média é de 242,65 mm. O total de precipitação no ano apresenta a média de 1454,3 mm.

A bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande é composta pelas Formações Pirambóia, Corumbataí, Botucatu, Serra Geral e Itaqueri. Dentre os solos presentes na área de estudo, tem-se

Argissolo Vermelho Amarelo, Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho Amarelo e Neossolo Quartzarênico.

2.2 Elaboração da Base Cartográfica

A obtenção da base cartográfica da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP) foi realizada a partir da digitalização e vetorização das cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, na escala de 1:10.000. Com base nas curvas de nível, hidrografia e pontos cotados digitalizados e vetorizados no Auto Cad Map 2004 e exportados para Ambiente SIG (ArcGis 9.3), foram delimitados os limites da bacia hidrográfica em estudo. O modelo digital de elevação do terreno (MDET), para o presente trabalho, foi gerado na resolução de 3 metros através dos PIs de curvas de nível, pontos cotados e hidrografia. Como método de interpolação, foi utilizado a função topogrid do ArcGis 9.3. A partir do MDET, foram obtidos os fatores declividade (fator S) e comprimento de vertentes (fator L).

2.3 Fatores EUPS

2.3.1 Erosividade (Fator R)

Para a obtenção do fator erosividade, foi utilizado o índice de erosão proposto por Lombardi e Moldenhauer (1992), onde R é a somatória das médias mensais do índice de Erosão (IE_{30}):

$$EI_{30} = 67,35 \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,85} \quad (2)$$

Onde:

EI = média mensal do índice de erosividade, em MJ.mm/(ha.h);

r = média dos totais mensais de precipitação, em mm;

P = média dos totais anuais de precipitação, em mm

Devido à ausência de registradores de chuva localizados no interior da bacia e considerando a necessidade de um número mínimo de amostras para a realização da interpolação dos dados, foram selecionados 45 postos pluviométricos localizados nas cidades próximas a área de estudo. Os dados pluviométricos utilizados foram obtidos a partir do banco de dados do DAEE/SP. No conjunto dos dados disponíveis, verificou-se em alguns postos pluviométricos a ausência de dados em alguns meses e em determinados anos. Para contornar esse problema, foi aplicado o método de ponderação regional indicado em Tucci (2000, pág. 183). Este método é utilizado para o preenchimento de séries mensais visando a homogeneização do período de informação e a análise estatística dos dados. Utiliza, no mínimo, três postos circunvizinhos com observações de pelo menos 10 anos. Para cada posto Y que apresenta falhas de dados, as mesmas são preenchidas conforme a equação:

$$Y = \frac{1}{3} \left[\frac{X1}{Xm1} + \frac{X2}{Xm2} + \frac{X3}{Xm3} \right] \times Ym \quad (3)$$

Onde:

Y = precipitação do posto Y a ser estimada;

X1, X2 e X3 = precipitações correspondentes ao mês que se deseja preencher, observadas em três estações vizinhas;

Xm1, Xm2 e Xm3 = precipitações médias das três estações circunvizinhas;

Ym = precipitação média do posto Y.

Com a eliminação das falhas de dados presentes nos postos selecionados, foi obtido, para cada posto, o valor da erosividade (R) por meio da equação 2. Utilizando o software Variowin 2.1.1 e com os quatro programas que o compõem (Prevar 2D, Vario 2D, Model e Gdisplay), foi obtido o variograma experimental e, a partir do método de Krigagem Ordinária, foi gerado o modelo de continuidade espacial do fator erosividade.

2.3.2 Erodibilidade (Fator K)

A Erodibilidade dos solos é tida como a maior ou menor susceptibilidade que um solo tem, em condições iguais de chuvas, vegetação, manejo e declividade, de sofrer erosão. Como o mapa pedológico existente da área de estudo apresenta escala de publicação de 1:100.000 (OLIVEIRA e PRADO, 1981), realizou-se um refinamento dos limites das classes pedológicas a partir da elaboração de um esboço fotopedológico e coleta de amostras em campo visando obter maior precisão e variabilidade de informações acerca dos tipos de solo encontrados na bacia. Para a presente pesquisa, o fator K foi obtido a partir da identificação dos tipos de solo que ocorrem na área de estudo e posterior associação do fator K de cada tipo de solo conforme tabelas disponíveis em Bertoni e Lombardi Neto (2010).

2.3.3 Comprimento e Grau de Declividade(Fator LS)

Os fatores L e S correspondem, na Equação Universal de Perdas de Solo, ao comprimento e grau de declive respectivamente, os quais são considerados conjuntamente como fator topográfico. O comprimento do declive (fator L) possui elevada importância na perda de solo, uma vez que quanto maior for a sua extensão maior tenderá ser a velocidade do escoamento superficial. Da mesma forma, o volume e a velocidade das enxurradas estão diretamente relacionadas ao grau de declividade do terreno (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2010).

Para a obtenção do fator L foi utilizado o algoritmo proposto por Desmet e Govers (1996), o qual emprega o conceito de área de contribuição para o cálculo automático do comprimento de vertente. Para tanto, torna-se necessária a obtenção do cálculo da declividade, da direção de fluxo e a quantidade de fluxo acumulado à montante (SILVA, 2003). Utilizando o MDET e o SIG ArcGis 9.3 (conjunto de ferramentas Spatial Analyst Tools), primeiramente foi obtido o mapa de Direção de Fluxo, sendo este composto por oito direções distintas: 1 (Leste), 2 (Sudeste), 4(Sul), 8 (Sudoeste), 16

(Oeste), 32 (Noroeste), 64 (Norte) e 128 (Nordeste). Posteriormente, com base no mapa de Direção de Fluxo, foi obtido o Mapa de Fluxo Acumulado, o qual define o número de células a montante que contribuem para uma determinada célula à jusante. Esse mapa é um dos componentes do parâmetro de “Área de contribuição” ($A_{i,j-in}$) utilizado para gerar o mapa de extensão de vertentes proposto por Desmet e Govers (1996).

Para a obtenção do parâmetro “Direção de Fluxo” ($X_{i,j}$) tornou-se necessária a reclassificação do Mapa de Direção de Fluxo: os valores 1, 4, 16 e 64, representantes dos pontos cardeais – L, S, O, N, reclassificados para o valor de 0,5; e os valores de 2, 8, 32, e 128, representantes dos pontos colaterais – SE, SO, NO e NE -, reclassificados para 0,354.

Também com base no MDET, foi obtido mapa de declividade (em %) e o mesmo reclassificado conforme os valores para a obtenção do parâmetro m : 0,5 se $s \geq 5\%$ (s é o grau de declividade); 0,4 se $3\% \leq s < 5\%$; 0,3 se $1\% \leq s < 3\%$; 0,2 se $s < 1\%$.

Com a definição dos parâmetros provenientes da declividade, da direção de fluxo e da área de contribuição representada pelo fluxo acumulado para cada célula, e, utilizando o SIG ArcGis 9.3, foi obtido o fator L da EUPS, conforme Desmet e Govers (1996) através da equação 4:

$$L_{i,j} = \frac{[(A_{i,j-in} + D^2)^{m+1} - (A_{i,j-in})^{m+1}]}{(D^{m+2}) * (X_{i,j}^m) * (22,13)^{m+1}} \quad (4)$$

Onde:

$L_{i,j}$ = fator de comprimento de vertente de uma célula com coordenadas (i, j);

$A_{i,j-in}$ = área de contribuição de uma célula com coordenadas (i, j);

D: tamanho da grade de células (m);

$X_{i,j}$: valor da direção do fluxo;

m : coeficiente que assume os valores: 0,5 se $s \geq 5\%$ (s é o grau de declividade); 0,4 se $3\% \leq s < 5\%$; 0,3 se $1\% \leq s < 3\%$, 0,2 se $s < 1\%$.

É válido ressaltar que após a obtenção do fator L através da aplicação da equação 13, procedeu-se à exclusão das áreas de deposição que apresentavam valores superiores à hipotenusa da grade de células (células de 3 metros, sendo a hipotenusa de 4,2426406 metros). Para tais células, correspondentes a área de deposição, foi associado o valor de 0, pois a EUPS estima somente a erosão na vertente e não a deposição nas áreas de fluxo acumulado de água.

Os dados de declividade foram obtidos com o apoio do Modelo Numérico do Terreno gerando o MDET, que no software ArcGis 9.3 corresponde a função Spatial Analyst Tools/Surface Analysis/Slope. Com a os dados de declividade (%) e juntamente com os dados do fator L obtidos pela equação 4, foi gerado o mapa de fator topográfico (ft) tomando como base a formulação apresentada por Bertoni e Lombardi Neto (2010), a qual utiliza os fatores L e S conforme indicado a seguir:

$$ft = 0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18} \quad (5)$$

Onde:

ft = Fator topográfico (adimensional);

L = Comprimento de vertente (metros);

S = Fator declividade (%).

2.3.4 Potencial Natural de Erosão (PNE)

Através do cruzamento das cartas de erosividade (R), erodibilidade (K) e fator topográfico (LS) foi obtida a carta do Potencial Natural de Erosão a qual foi elaborada utilizando-se parte da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS):

$$PNE = R.K.(0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18}) \quad (6)$$

Onde:

PNE = Potencial Natural de Erosão ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

R = Fator Erosividade da chuva ($MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

K = Fator Erodibilidade do solo ($t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$);

L = Fator comprimento de vertente (adimensional);

S = Fator grau de declive (%).

Os dados de PNE foram transformados em classes qualitativas, ordenadas em seis categorias, adaptadas de Bertoni e Lombardi Neto (1999); Scopel, (1988) e Nascimento (1998), sendo: muito baixo (0 - 50 $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); baixo (50 - 100 $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); médio (100-200 $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); alto (200 - 600 $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); muito alto (600 - 1000 $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e extremamente alto (> 1000 $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Erosividade

No que tange os valores de erosividade obtidos para a bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande, foram obtidas, através da krigagem ordinária dos dados de erosividades, valores de erosividade variando de 70000 a 80000 $MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (figura 2b). O potencial erosivo concentrou-se na estação chuvosa, entre os meses de novembro a março os quais apresentaram valores de erosividade variando de 689 a 1549 $MJ.mm/ha.h.mês$ (figura 3).

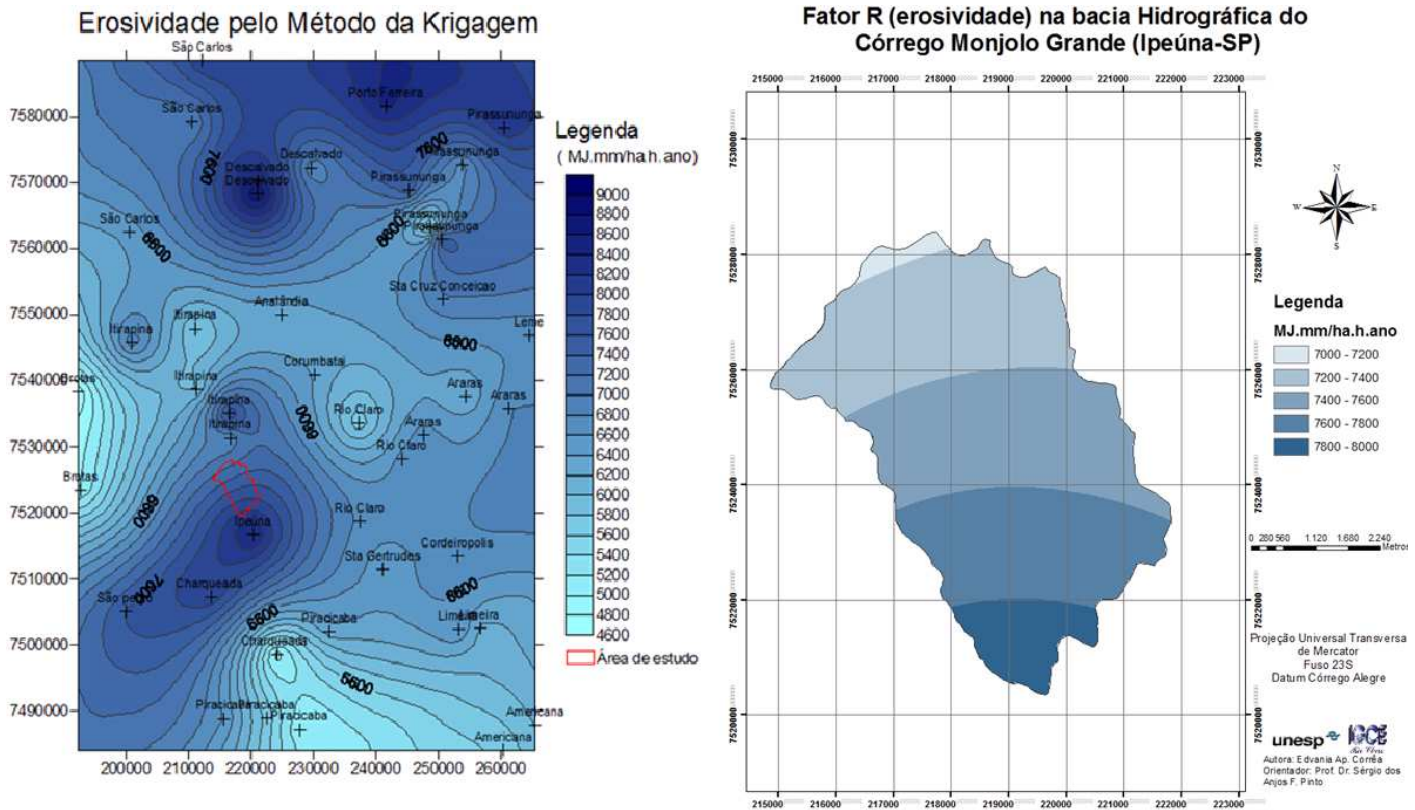


Figura 2a e 2b. Espacialização dos isovalores de erosividade para toda a área interpolada e para a Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP).

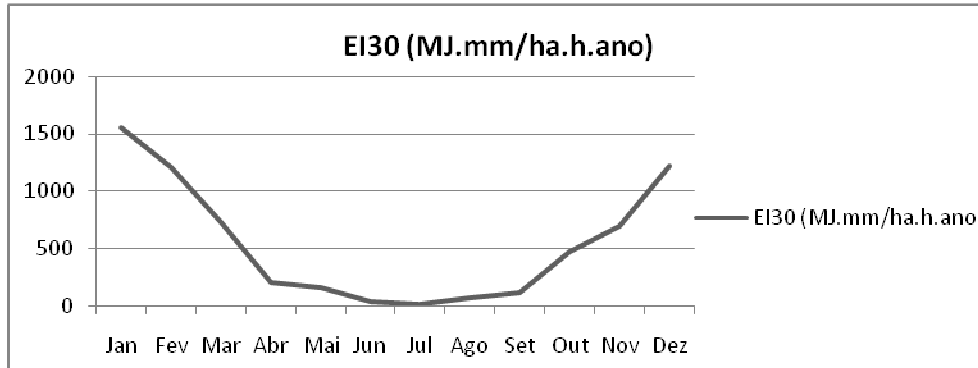


Figura 3. Distribuição Mensal da Erosividade (EI₃₀) na área de estudo

3.2 Erodibilidade

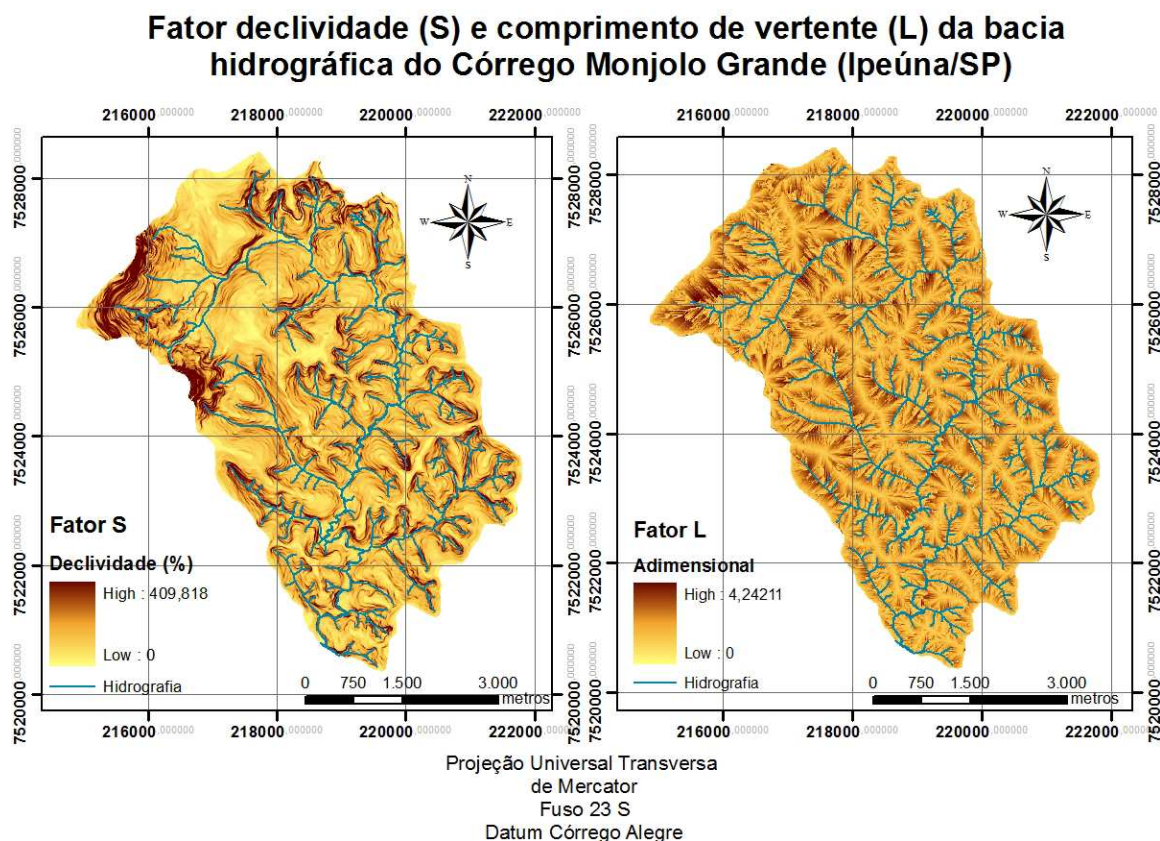
Do esboço foto pedológico, foi possível verificar a predominância de tipos de solos como Cambissolo e Argissolo Vermelho Amarelo, os quais totalizam 67,56% do total da área de estudo. Também foram identificados solos como Latossolo Vermelho amarelo em 12,35% da área de estudo, os quais ocorrem em áreas de menor declividade correspondentes aos divisores de água. Da mesma maneira, foram identificados solos como Neossolo Litólico ocorrentes em áreas de maior declividade (acima de 40%) e nas áreas da formação Itaqueri e Serra Geral. Por último também foi identificada a classe de Neossolo Quartzarênico, ocorrente em áreas de menor declividade (<20%) e vertentes longas onde há a ocorrência da formação Pirambóia.

Tipos de Solos	Valor K	Área (%)
Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média, relevo ondulado	0,034	43,49
Cambissolo distrófico, textura média argilosa, relevo ondulado e forte ondulado	0,033	24,07
Latossolo Vermelho Amarelo, distrófico, A moderado, textura média, relevo suave ondulado	0,017	12,35
Neossolo Litólico, eutrófico e distrófico, textura indiscriminada, relevo ondulado e forte ondulado	0,053	8,5
Neossolo quartzarênico, órtico, textura média, distrófico, A moderado, relevo suave ondulado	0,017	11,58

Tabela 1. Solos obtidos do esboço foto pedológico da bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP).

3.3 Fator Topográfico

Na área de estudo, quanto ao fator S, foram obtidos a partir do MNT, declividades variando de 0 a 409,8%. O fator L (comprimento de vertente), obtido através do modelo proposto por Desmet e Govers (1996), apresentou, para a bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande, valores variando de 0,520697 a 4,24211 (valores adimensionais). As regiões localizadas nos interflúvios (topos de morros e divisores d'água), as quais representam os setores de infiltração das águas pluviais, apresentaram, conforme a figura 4b, os menores valores de comprimento de rampa, enquanto que as áreas de vertente (regiões com convergência d'água) apresentaram os maiores valores, demonstrando a aplicabilidade do método para a região de estudo.



Figuras 4a e 4b. Fator declividade (S) e comprimento de vertente (L) da bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (Ipeúna/SP).

3.4 Potencial Natural de Erosão (PNE)

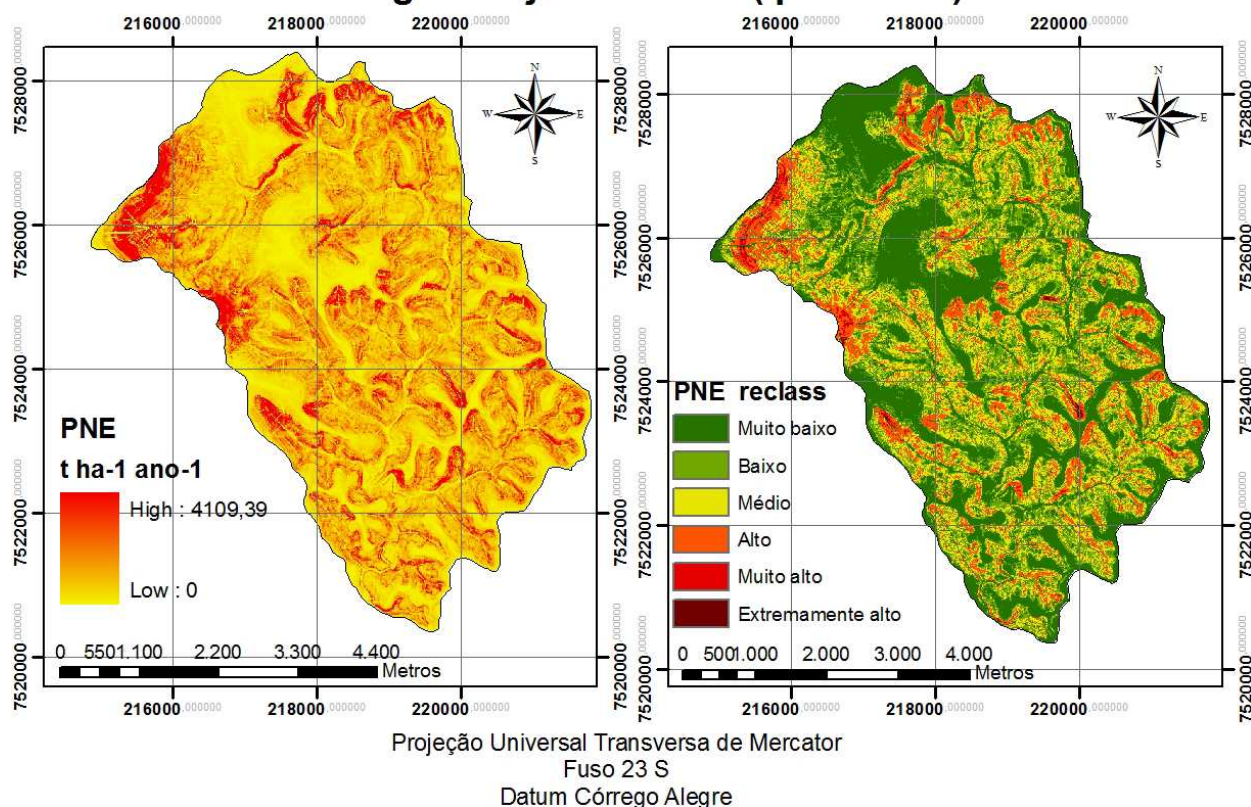
Com a integração dos fatores naturais do meio físico representados pela erosividade, erodibilidade e fator topográfico, correspondente ao comprimento de declive e declividade, foi obtido o mapa de Potencial Natural de Erosão da bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (figuras 5a e 5b). Na área de estudo tem-se o predomínio de PNE muito baixo, baixo e médio em toda a área de estudo. Tais classes predominam em 35,16%, 24,76% e 24,34% da área de estudo, correspondendo a um total de 84,26% de ocorrência em toda extensão da área de estudo. Em menor ocorrência têm-se as classes denominadas como alto (200-600 t ha⁻¹ ano⁻¹), muito alto (600-1000 t ha⁻¹ ano⁻¹) e extremamente alto (>1000 t ha⁻¹ ano⁻¹) as quais correspondem, respectivamente a 14,30%, 1,24% e 0,19% do total da área de estudo. Como observado nessas figuras, as classes de PNE com valores superiores a 100 t ha⁻¹ ano⁻¹ ocorrem em setores de maior declividade e na presença de solos mais vulneráveis como Neossolo Litólico e Cambissolos.

Classes do potencial natural de erosão para a Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande		
	PNE (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Área total (%)
Muito baixo	0- 50	35,16
Baixo	50 - 100	24,76
Médio	100 - 200	24,34
Alto	200 - 600	14,30
Muito alto	600 - 1000	1,24
Extremamente alto	> 1000	0,19

Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (1999); SCOPEL (1988) e NASCIMENTO (1998)

Tabela 2. Classes de Potencial Natural de Erosão (PNE) na bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande.

Potencial Natural de Erosão (PNE) na bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)



Figuras 5a e 5b. Potencial Natural de Erosão (PNE) na bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande, Ipeúna/SP

4. CONCLUSÃO

Dentre as principais conclusões obtidas com o presente estudo tem-se:

- Através da aplicação de técnicas geostatísticas, foi possível a obtenção da carta de erosividade da área de estudo;
- Da mesma forma, através das técnicas de Geoprocessamento e cartográficas, foi possível a obtenção do MDET e consequentemente dos fatores S e L, além do cruzamento dos fatores da EUPS para a obtenção da Carta de Potencial natural de Erosão;
- Quanto ao indicador potencial natural de erosão, predomina na área a classe PNE muito baixo e baixo, demonstrando que as características físicas da bacia, no geral, influenciam conjuntamente para poucas taxas de perdas potencial de solo por erosão hídrica. Os maiores valores de potencial natural de erosão se associam às áreas de maiores declividades (correspondentes as encostas de morros e áreas com declividade superior a 30%) correspondentes as vertentes com vales encaixados.
- Por fim, a utilização do SIG foi eficiente para a obtenção dos objetivos propostos nesta pesquisa.

5. AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo: Editora Ícone, 2010.
- CEAPLA/UNESP **Atlas ambiental da bacia do rio Corumbataí**. Rio Claro, CEAPLA/IGCE/Unesp, 2001. [Acessado em 01 03 2009]. Disponível na internet:<http://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlas.swf>.
- DESMET, P. J. J. & G. GOVERS. 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.
- DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L.; LOMBARDI NETO, F. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para o planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas**. Campinas, Documentos IAC, 29:91-119,1992.
- FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de Geoprocessamento**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 2002.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. **Erosividade da Chuva: Sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP)**. *Bragantia*, Campinas, 51(2):189-196, 1992.
- OLIVEIRA, J. B., PRADO, H. **Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos**. II Memorial Descritivo, Campinas: Instituto Agrônomo, 1984. 118p.
- PINTO, S.A.F. **Sensoriamento Remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão de solos**. Tese (Doutoramento). FFLCH-USP, São Paulo, 1991.
- SACHS, I. **Gestão negociada e contratual da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2000.
- SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Of. de Textos, 2004.
- SILVA, V. C. da. **Cálculo automático do fator topográfico (LS) da EUPS, na bacia do rio Paracatu**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 33, n. 1, p.29-34, 2003.
- TUCCI, C. M. I. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp/ABRH, 2000.
- VEIGA FILHO, A. A.; SOUZA, M. V. M.; MARTIN B, N. B.; YANAGUISH, C. T.; MATSUNAGA, M. **Análise de investimentos em adoção de tecnologias e conservação do solo no estado de São Paulo**. *Agricultura em São Paulo*, SP, 39 (1):133-154, 1992.
- WEILL, M.A.M.; ROCHA, J.V., LAMPARELLI, R.A. **Potencial natural de erosão e riscos de degradação na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçú (SP)**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO, 7., 2001, Goiânia. Anais... CD-ROM.