

## **Análise dos riscos e expectativa de erosão do solo em uma bacia hidrográfica com suporte de geotecnologias**

Corrêa, E.A. (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP/RIO CLARO) ; Pinto, S.A.F. (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP/RIO CLARO)

### **RESUMO**

O objetivo foi o de avaliar os riscos e a expectativa de erosão do solo em uma bacia hidrográfica. Para a obtenção do mapa de riscos de erosão foi utilizado os valores do PNE, perdas toleráveis de solo e práticas conservacionistas o qual foi integrado aos valores de uso/manejo, originando o mapa de expectativa de erosão. As cartas obtidas possibilitaram a identificação das áreas mais suscetíveis aos riscos de erosão assim como o SIG demonstrou ser importante instrumento no planejamento agrícola.

### **PALAVRAS CHAVES**

*erosão hídrica do solo; modelagem ambiental; geoprocessamento*

### **ABSTRACT**

The objective was to estimate the risks and the expected soil erosion in a watershed. To obtain a map of erosion risk, was used the values of the natural potential erosion, tolerable loss of soil and conservation practices and which was integrated with values of use/management, resulting in the map of expected erosion. The maps obtained allowed the identification of areas most susceptible to the risks of erosion and the GIS demonstrated to be important tools in agricultural planning.

### **KEYWORDS**

*soil erosion; environmental modeling; geoprocessing*

### **INTRODUÇÃO**

A erosão é definida como sendo a desagregação, transporte e deposição do solo, subsolo e rochas em decomposição pelas águas, ventos ou geleiras (GALETI, 1973). A erosão hídrica, que em geral está associada ao manejo inadequado do solo, atinge não somente o solo e os recursos hídricos, mas também interfere na redução da qualidade e quantidade da produção. Visando quantificar as perdas de solo, destaca-se a Equação Universal de Perda de Solo/EUPS (Wischmeier e Smith, 1978) a qual foi difundida no Brasil por Bertoni e Lombardi Neto (1985) e Donzelli et al (1992):  $A = R.K.L.S.C.P$  (1) onde: A- perda de solo por ano (ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>); R-fator R, é função da erosividade da chuva (MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>); K-fator K ou erodibilidade do solo (t.h.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>); L e S-fator LS, função do relevo, envolvendo a extensão da vertente (metros) e a declividade (%); C-fator C, função da cobertura vegetal e seu manejo (adimensional); P-fator P, função das práticas de conservação do solo (adimensional). O potencial natural de erosão (PNE) é gerado utilizando-se os fatores que representam os parâmetros do meio físico (R, K, L e S), os quais correspondem às estimativas de perda de terras em áreas sem cobertura vegetal e intervenção antrópica (DONZELLI, et al., 1992). Donzelli et al (1992) utilizaram o índice risco de erosão para determinar as classes de uso/manejo permissível, relacionando os valores do PNE e fator P com os valores de perdas permissíveis de solo. Posteriormente obtiveram a expectativa de erosão integrando os valores dos fatores CP do cenário estudado com os valores de risco de erosão, obtendo os valores de expectativa de erosão. Com suporte de geotecnologias, o presente artigo teve como objetivo avaliar os riscos e a expectativa de erosão hídrica do solo em uma bacia hidrográfica tendo em vista que a mesma encontra-se em uma área de relevo predominantemente Ondulado/Forte Ondulado e está sendo submetida à intensa ocupação antrópica (expansão cultivo da cana-de-açúcar e pastagem)

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (Ipeúna/SP) é composta pelas Formações Pirambóia,

Corumbataí, Botucatu, Serra Geral e Itaqueri e pelos solos Argissolo Vermelho Amarelo, Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho Amarelo e Neossolo Quartzarênico. A área está enquadrada no clima sub-tropical, com inverno seco e verão chuvoso e encontra-se inserida na transição entre a província geomorfológica Depressão Periférica e as áreas de relevo de Cuestas arenito-basáltica, correspondendo a um relevo muito diversificado, erodido e com estruturas resistentes em claros ressaltos topográficos. O fator R foi obtido através do índice proposto por Lombardi e Moldenhauer (1992). O fator K foi obtido a partir da elaboração de um esboço ftopedológico e posterior associação dos tipos de solos com os os valores presentes em Bertoni e Lombardi Neto (2010). Os valores de perdas permissíveis de solo (valor T) foram definidos conforme Bertoni e Lombardi Neto (2010). O fator L foi obtido a partir da aplicação do algoritmo proposto por Desmet e Govers (1996). O fator S foi obtido a partir do modelo digital de elevação do terreno (MDET). Os valores do fator C foram obtidos a partir da segmentação e classificação das classes de uso da terra e posterior associação com os valores disponíveis em Bertoni e Lombardi Neto (2010). O fator P foi obtido com base na declividade. A carta de potencial natural de erosão foi obtida a partir da integração dos fatores R, K, L e S. A carta de riscos de erosão foi obtida a partir do cruzamento dos valores do PNE, dos valores de perdas toleráveis para cada unidade de solo e dos valores do fator P, sendo posteriormente reclassificada conforme Nogueira (2000). Com os valores de riscos de erosão, procedeu-se na obtenção da carta de expectativa de erosão a partir da subtração dos valores de riscos de erosão pelos valores do uso/manejo e práticas conservacionistas do cenário de 2006, sendo os valores obtidos reclassificados conforme Donzelli et. al (1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de estudo tem-se o predomínio de classes de PNE muito baixo, baixo e médio, as quais ocorrem respectivamente em 35,16%, 24,76% e 24,34% da área de estudo. Em menor ocorrência têm-se as classes denominadas como alto (200-600 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), muito alto (600-1000 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e extremamente alto (>1000 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) as quais correspondem, respectivamente a 14,30%, 1,24% e 0,19% do total da área de estudo. As classes de PNE com valores superiores a 100 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> ocorrem em setores de maior declividade e com solos mais vulneráveis como Neossolo Litólico e Cambissolos (figura 1a). O mapa de risco de erosão permissível é um indicador do provável ajuste da ocupação agrícola dos solos, em referência às características de elementos do meio físico, intervenientes no processo de erosão (STEIN et.al., 1987). Para a área de estudo foram obtidas 8 grupos de risco de erosão permissível (tabela 1 e figura 1b). A classe não especificada correspondente às áreas planas, com excesso de água e limitações por deficiência de drenagem, correspondendo a 3,30% da área de estudo (DONZELI et al, 1992). A classe com grau extremamente alto de erosão tem como recomendação de uso a manutenção da cobertura vegetal. Essa classe ocorre em 0,0003% da área de estudo, sendo observada nas áreas com elevada declividade. Já as classes Muito alto e Alto correspondem as áreas caracterizadas por problemas de declive muito acentuado, as quais apresentam elevado potencial de erodibilidade. Os usos mais adequados são a silvicultura, para a classe Muito alto e a pastagem com manejo ou silvicultura, para a classe Alto. Na área de estudo tem-se que 2,29% correspondem a áreas com risco de erosão classificado como muito alto e 5,28% as áreas com risco de erosão classificado como alto. Quanto às praticas conservacionistas para a classe com risco de erosão Alto, tem-se como indicação pastagens em declives mais acentuados, práticas de calagem e adubação fosfatada no plantio, consorciação, manejo de pastoreio, etc. (DONZELI et al., 1992). As classes classificadas com risco de erosão “Médio” e “Baixo” ocorrem em áreas com declive de até 20% ou com médio-alto potencial de erodibilidade, onde as práticas conservacionistas são complexas, sendo que os usos recomendados são o de pastagem com manejo, para a classe “Médio” e pastagem sem manejo, para a classe “Baixo”. Na área de estudo, tais classes de risco de erosão ocorrem, respectivamente, em 21,80% e em 16,88%. Já as classes com risco de erosão “Muito baixo” e “Extremamente baixo” ocorrem, geralmente, em áreas com declividade de até 12% em terras classificadas como produtivas e com limitações moderadas devido às características do solo ou erosão, sendo próprias para culturas perenes ou semi-perenes sem manejo (classe “muito baixa”) e para culturas anuais com práticas intensivas para conservação do solo contra a erosão (“extremamente baixa”). 18,22% da área de estudo foi classificada com risco de erosão muito baixo e 32,19% foi classificada com risco de erosão extremamente baixo. Dentre as práticas de manejo indicadas, tem-se: plantio em nível, alternância

de capinas, culturas em faixas e fertilizações para a manutenção da produtividade (DONZELI, et al., 1992). No que tange a expectativa de erosão para o cenário de 2006, 94% da área foi classificada como ausente, demonstrando que o uso não está provocando perdas de solo acima do limite tolerável. As demais classes, as quais correspondem a 5,9% da área verifica-se que há expectativa de erosão acima dos limites toleráveis, as quais correspondem as áreas com ocorrência de culturas anuais como cana-de-açúcar. Considerando a expansão da cultura da cana-de-açúcar na área estudada assim como os resultados obtidos, a implantação de culturas anuais deve ser realizada com um adequado planejamento agrícola, visando não ultrapassar os limites de perdas toleráveis estabelecidos.

Figuras 1a e 1b. Potencial natural de erosão (PNE) e risco de erosão

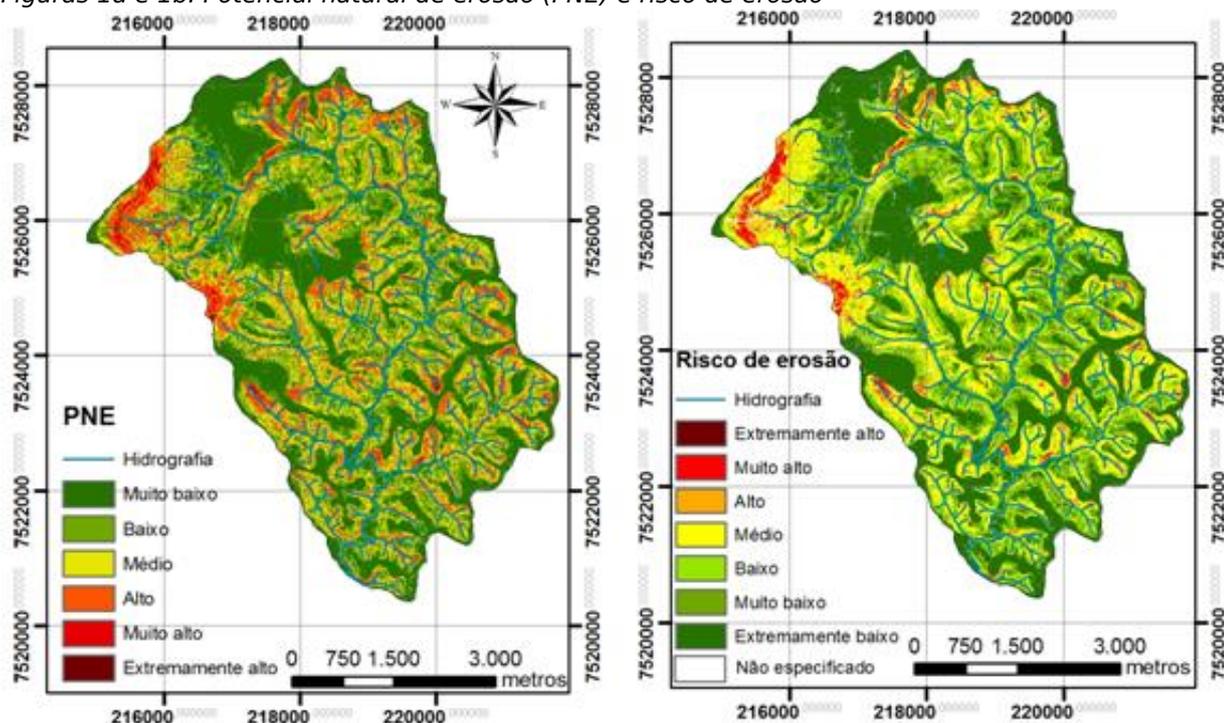


Tabela 1. Classes de uso e manejo permissível (UMP) e risco de erosão

<b>Classes de risco de erosão</b>	<b>Grau de risco de erosão</b>	<b>Área (%)</b>
Não especificado		3,3079
< 0,001	Extremamente alto	0,0003
0,001  —— 0,010	Muito alto	2,2913
0,010  —— 0,017	Alto	5,2832
0,017  —— 0,048	Médio	21,8075
0,048  —— 0,088	Baixo	16,8850
0,088  —— 0,200	Muito baixo	18,2291
> 0,200	Extremamente baixo	32,1928

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através da utilização das geotecnologias, foi possível a obtenção dos valores de potencial natural de erosão, riscos de erosão e expectativa de erosão. Predomina a classe PNE muito baixo e baixo, demonstrando que as características físicas da bacia influenciam conjuntamente para poucas taxas de perdas potencial de solo por erosão hídrica. Os maiores valores de PNE se associam às áreas de maiores declividades correspondentes as encostas de morros e áreas com declividade superior a 30%. Quanto a carta de risco de erosão, tem-se que a área de estudo apresenta elevada porcentagem de áreas aptas às atividades agrícolas e pastoris, as quais devem ser realizadas com as devidas práticas conservacionistas visando a conservação do solo e da água. 94% da área estudada não estavam sofrendo, em 2006, perdas acima dos limites de tolerância, demonstrando que os usos da terra implantados estavam adequados no que tange ao planejamento conservacionista.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA**

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 7. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1986 - 2010.
- 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*, v. 29, p.91-119, 1992.
- GALETI, P. A., Práticas de controle á erosão. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, São Paulo, 1973.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1981
- 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.
- NOGUEIRA, F. P. Uso agrícola sustentado das terras do município de Vera Cruz, SP: proposta metodológica. 2000. 84f. Tese (Doutorado em Geociência e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2000.
- PRADO, H.; OLIVEIRA, J.B, ALMEIDA, C.L.A.. Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos. Campinas. Instituto Agrônomo, 1981. Escala 1:100.000.
- STEIN, D.P.; DONZELI, P.L.; GUIMENEZ, A.F.; PONÇANO, W.L.; LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão natural e antrópico na bacia do Peixe- Paranapanema. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 4, 1987, Marília. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 1987, p. 105-135.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: Agriculture Handbook, n 537, 1978.