

## GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA – SP, BRASIL

**Gildriano Soares de Oliveira<sup>1\*</sup>, Beatriz de Oliveira Costa<sup>2</sup>, Thyago Augusto Medeiros Lira<sup>3</sup>,  
Rouverson Pereira dos Santos<sup>4</sup>, Luiz Sergio Vanzela<sup>5</sup>,**

<sup>1\*</sup> Mestrando em Ciências do Solo - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Departamento de Engenharia Rural, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n 14884-900, Jaboticabal – SP, Brasil, 016 98217-4495, [gilsoaresoliveira@yahoo.com.br](mailto:gilsoaresoliveira@yahoo.com.br) (Autor de Correspondência).

<sup>2</sup> Pós Doutorado - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônomicas – Departamento de Energia na Agricultura, Fazenda Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, 18610-307 – Botucatu, SP, Brasil. [beatriz.oliveira.costa@hotmail.com](mailto:beatriz.oliveira.costa@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doutorado em Ciências do Solo - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Departamento de Engenharia Rural, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n 14884-900, Jaboticabal – SP, Brasil.

<sup>4</sup> Professor Adjunto III e Coordenador do Mestrado em Agronomia Produção Vegetal - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Departamento de Engenharia Rural, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n 14884-900, Jaboticabal – SP, Brasil.

<sup>5</sup> Professor Doutor e Coordenador do Mestrado em Ciências Ambientais – Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO – Est. Projetada F-1, Fazenda Santa Rita s/n 156000-000, Fernandópolis – SP, Brasil. [lsvanzela@yahoo.com.br](mailto:lsvanzela@yahoo.com.br)

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estimar espacialmente o potencial natural de erosão. O estudo foi realizado na microbacia do Rio do Peixe com biomas de Mata Atlântica em transição para o Cerrado, na região central do Estado de São Paulo. A base cartográfica foi a partir da carta planialtimétrica, articulação SF-22-Z-B-III-4 da quadrícula de na escala de 1:50.000. Aquisição dos dados cartográficos do TOPODATA no formato TIFF, estruturados em quadrículas com articulação 1:250.000. A erodibilidade foi maior nos solos Neossolos e Argissolos. A erosividade variou entre 6.998 a 7.833 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, classificada como moderada a alta. As classes de susceptibilidade natural à erosão foram definidas por meio de tabulação cruzada quantitativas, sendo os valores transformados em classes qualitativas, ordenadas em cinco níveis. Os maiores valores de PNE ocorreram nas regiões com maior declividade, evidenciando a forte relação existente entre este e o relevo. A classe de ocorrência do PNE ao longo da microbacia é menor que 200 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, demonstrando que a bacia possui um potencial natural de erosão relativamente baixo, embora as demais classes que representam um quadro mais sensível ao processo erosivo ocorrem numa proporção considerável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Álgebra de Mapas, Manejo e Conservação do Solo, Geoprocessamento

### GEOTECNOLOGIAS APPLIED TO THE NATURAL EROSION POTENTIAL IN WATERSHED – SP, BRASIL

**ABSTRACT:** The aim of this study was to estimate the spatially Natural Erosion Potential (NEP) in watershed. The study was conducted in the Rio do Peixe's watershed inserted in the transition area of the Atlantic Forest biomes for the Cerrado, in the central region of Sao Paulo's state. The cartographic base was from the planialtimetric letter, articulation Z-SF-22-III-B-4 from Brotas city's grid, of the scale 1:50,000. Acquisition of cartographical data from TOPODATA in TIFF format, structured grids in conjunction with 1:250,000. Erodibility was higher in soils Neossolos and Ultisols. The erosivity varied between 6998 – 7833 MJ mm ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, classified as moderate to high. Classes of natural erosion susceptibility were defined by quantitative cross-tabulation, and the values transformed in qualitative classes, sorted into five levels. The highest values of NEP occurred in areas with slopes greater, showing a strong relation between the NEP and relief. The predominant NEP class occurrence along the watershed is less than 200 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, indicating that the watershed has a natural erosion potential relatively low, although the other classes that represent more sensitive framework process erosion occur in a considerable extent.

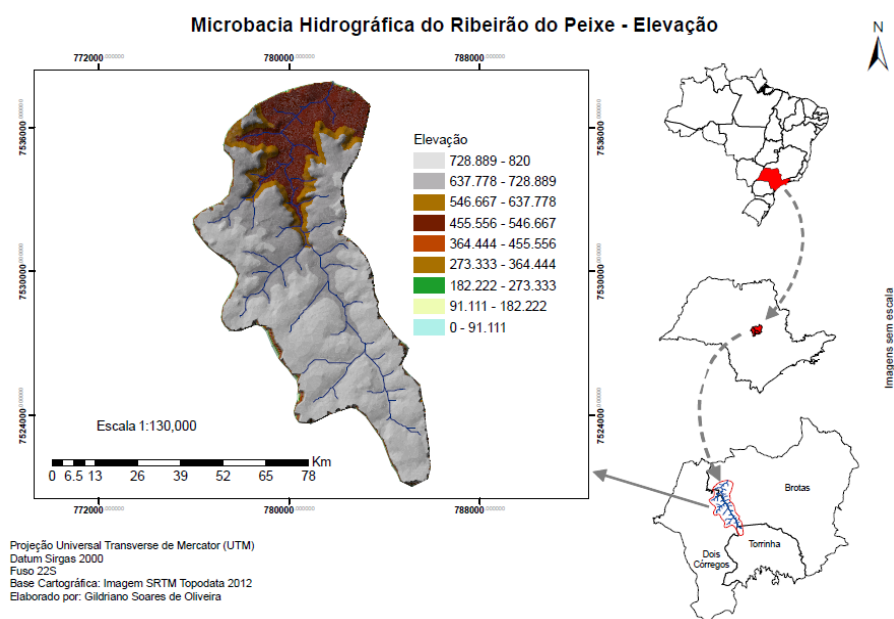
**KEYWORDS:** Map Algebra, Management and Soil Conservation, Geoprocessing

**INTRODUÇÃO:** A estimativa das perdas de solo por meio do processo erosivo é importante para quantificar os sedimentos retirados de uma vertente, revelando o potencial de assoreamento de um manancial e ou reservatório (VALLE JÚNIOR, 2008).

O potencial natural de erosão laminar é composto por fatores pluviométricos (emotividade das chuvas), fatores pedológicos (erodibilidade dos solos) e por fatores topográficos (comprimento de rampa e declive) e do potencial antrópico composto pela interação entre as variáveis quanto ao uso e manejo do solo, aliados às práticas conservacionistas praticadas (VALLE JÚNIOR, 2008). A partir da quantificação dos potenciais natural e antrópico de erosão laminar chegou-se a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) proposta por WISCHMEIER & SMITH (1978).

Sendo assim o objetivo deste trabalho é estimar espacialmente o potencial natural de erosão na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Peixe, São Paulo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A microbacia do Rio do Peixe está localizada entre 22°16'30" e 22°23'25" de latitude S e 48°02'14" e 48°12'53" de longitude W com área de drenagem de 89,15 Km<sup>2</sup> entre os municípios de Brotas, Torrinha e Dois Córregos (Figura 1). O clima de Koppen é do tipo CWA com precipitação média anual de 1580 mm.



**Figura 1.** Localização da microbacia hidrográfica do Ribeirão do Peixe no estado de São Paulo, Brasil.

Os solos encontrados na região supramencionados e tiveram como ponto de partida o elaborado por ALMEIDA et al. (1981), que predominam os AQ: Areia Quartizosa; LE2: Latossolo Vermelho Escuro; LE3 + LRd + TE2: Latossolo Vermelho Escuro; LRd + TE2: Latossolo Roxo; LRe: Latossolo Roxo; LV2 + LV3: Latossolo Vermelho Amarelo; LV4: Latossolo Vermelho Amarelo; Li1 + Li2: Solos Litólicos; PV1 + LV1: Argisolo Vermelho Amarelo; PV2 + PV3: Argisolo Vermelho Amarelo; TE2 + LRe: Terra Roxa Estruturada

Por meio das cotas hipsométricas foi digitalizado o divisor de águas, demonstrando a área de contribuição da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Peixe e vetorizados os tipos de solos existentes na região e estes exportados para o ArcGIS. Neste programa foi criada uma "field" na tabela de atributos do mapa de solos onde os valores de erodibilidade foram atribuídos a cada polígono de solo, e posteriormente exportou-se para shapefile criando o mapa de erodibilidade vetorial que em seguida foi realizada a conversão para o formato raster. As classes de erodibilidade foram definidas de acordo com Aquino et al. (2012). Os valores de erosividade (fator R) foram calculados no programa netErosividade (MOREIRA, et al. 2006), onde foram locados cinco pontos no mapa no shape tipo de solos e cruzados com o MDE para obter respectivamente a latitude, longitude e altitude, onde calculou-se a média de erosividade para cada polígono de solo.

O potencial natural de erosão é uma simplificação da Equação Universal de Perdas de Solo, onde apenas são considerados os fatores: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento do declive (L) e grau de declive (S), conforme Equação 1.

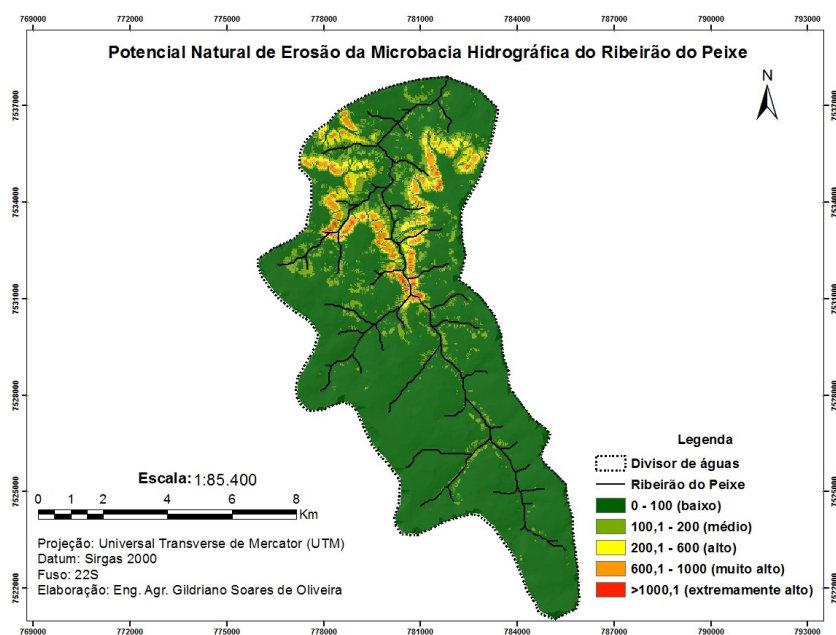
$$PNE = R K L S \dots \dots \dots (1)$$

O PNE foi calculado a partir da combinação dos *layers* (Mapas) de erosividade da chuva (fator R), erodibilidade dos solos (fator K), e do fator topográfico (LS) de acordo com a Figura 4. A multiplicação destes fatores foi efetuada por álgebra de mapa no ArcMap 10.1 (Ferramenta – *RASTER CALCULATOR*), do que resultou no produto digital PNE. Deste modo, atribui-se para cada pixel um valor associado de PNE em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ .

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A dimensão em área das classes de susceptibilidade natural à erosão foi definida por meio de tabulação cruzada das classes quantitativas geradas, sendo os valores transformados em classes qualitativas, ordenadas em cinco níveis (Tabela 1), adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (1999)

**Tabela 1.** Classes de potencial natural de erosão para microbacia do Ribeirão do Peixe adaptada de Bertoni e Lombardi Neto (1999).

Classes	PNE ( $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ )	Área	
		(ha)	(%)
Baixo	0 – 100	6.679,62	83,47
Médio	100,1 – 200	758,88	9,48
Alto	200,1 – 600	330,12	4,13
Muito Alto	600,1 – 1.000	207,54	2,59
Extremamente Alto	>1.000,1	26,37	0,33
<b>TOTAL</b>		<b>8.002,53</b>	<b>100,00</b>



**Figura 9.** Potencial natural de erosão na microbacia do Ribeirão do Peixe.

Observou-se que as áreas mais sujeitas à erosão natural na microbacia Ribeirão do Peixe, englobaram 7,05 % da sua totalidade, enquanto as menos susceptíveis representaram a sua maior parte (92,95%). De forma geral, a microbacia apresentou poucos problemas com relação à erosão natural, pelo fato de o PNE encontrar-se na faixa de baixo a médio (Tabela 5), desconsiderando a possível ação antrópica e falta de práticas de conservação do solo.

Os maiores valores de PNE ocorreram nas regiões com maior declividade, evidenciando a forte relação existente entre o PNE e o relevo. Tal fato ressalta a importância do conhecimento sobre a erodibilidade (K) e fator topográfico (LS). Os altos potenciais naturais as erosões associaram-se aos solos Litólicos e aos relevos mais acentuados, enquanto os baixos refletiram formas de topos planos a levemente convexos e vales mais abertos predominando Latossolos.

A distribuição espacial da susceptibilidade à erosão está associada à geomorfologia e ao relevo da região. As áreas com estimativas superiores a  $200\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  estão localizadas em regiões de maior declive, nos divisores da microbacia hidrográfica, encostas e cume de morros, totalizando 564,03 ha. Entretanto, as

áreas onde ocorreram menores perdas de solos estão localizadas em terrenos mais planos, onde há predomínio de Latossolos. Resultados semelhantes foram encontrados por Correa e Pinto (2012) para a Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna – SP), onde houve o predomínio de PNE muito baixo, baixo e médio em toda a área de estudo. Tais classes predominaram 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<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 estudada.

## CONCLUSÕES

O uso da Equação Universal de perdas de solo possibilitou a estimativa qualitativa do potencial de natural de erosão ocasionado por erosão laminar na microbacia do Ribeirão do Peixe.

A classe predominante de ocorrência do PNE ao longo da microbacia é menor que 200 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, demonstrando que a mesma possui, de forma geral, um potencial natural de erosão relativamente baixo, embora as demais classes que representam um quadro mais sensível ao processo erosivo ocorrem numa proporção considerável.

O uso de técnicas de geoprocessamento aliadas ao sistema de informações geográficas (SIG) comprovaram ser extremamente viáveis para determinar o potencial natural de erosão (PNE), permitindo a visualização espacial e a adoção de práticas conservacionistas para manejar corretamente a perda de solo, contribuindo com a agricultura sustentável.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.L.F. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Brotas: SF-22-Z-B-III-4. Campinas: **Instituto Agrônomo**. Mapa, color, Escala 1:100.000, 1981.

AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B.; ALMEIDA, J.A.P. Análise da desertificação do núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí. *Revista Brasileira de Cartografia* n.64, p.287-299, ISSN: 1808-0936, 2012.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 4. ed. Campinas: **Ícone**, p.355, 1999.

CORREA, E.A.; PINTO, S.A. F.S. Avaliação do potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP). **Revista Geonorte**, Amazonas, v.2, n.4, p1356-1367, 2012. [www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009\\_pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_pdf) Acesso em: 09 jun. 2014.

MOREIRA, M.C.; CECÍLIO, R.A.; PINTO, F.A.C.; LOMBARDI NETO, F. & PRUSKI, F.F. Programa computacional para estimativa da erosividade da chuva no Estado de São Paulo utilizando redes neurais artificiais. **R. Eng. Agric.**, v.14, p.88-92, (netErosividade SP) 2006a.

VALLE JUNIOR, R.F. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. 2008. **Tese** (Doutorado) – Curso de Agronomia (produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2807.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington: Department of Agriculture, **Agriculture Handbook**. n.537, 1978. Disponível em: [http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH\\_537.pdf](http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH_537.pdf) Acesso em: 10 jun. 2014.