

## ESTIMATIVA DA ERODIBILIDADE DO SOLO PARA FINS CONSERVACIONISTAS NA MICROBACIA CÓRREGO DO TIJUCO, SP.

### *SOIL ERODIBILITY ESTIMATION FOR CONSERVATION PLANNING IN THE CÓRREGO DO TIJUCO WATERSHED, SÃO PAULO, BRAZIL*

**Christiano Luna ARRAES<sup>1</sup>; Célia Regina Paes BUENO<sup>2</sup>; Teresa Cristina Tarlé PISSARRA<sup>3</sup>**

1. Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil. [christianoarraes@yahoo.com.br](mailto:christianoarraes@yahoo.com.br). 2. Professora, Doutora, Departamento de Solos e Adubos, FCAV - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil. 3. Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Rural, FCAV - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil.

**RESUMO:** A erodibilidade do solo é representada por fatores de efeito integrado dos processos que regulam a infiltração de água, a resistência do solo à desagregação e o transporte de partículas do solo. Com isso, o presente estudo objetivou estimar a erodibilidade dos solos na microbacia Córrego do Tijuco, SP tendo como finalidade nortear produtores rurais na tomada de decisão para a aplicação de técnicas de conservação do solo. Para tanto foram coletadas amostras de solo com espaçamento regular de 500 m, obtendo no total 310 pontos, na profundidade de 0 – 0,20 m, numa área de aproximadamente 8000 ha. Para estimar a erodibilidade do solo (K) foi utilizado um modelo matemático no qual leva em consideração o teor de matéria orgânica, as frações areia e silte, a permeabilidade do solo e o diâmetro médio das partículas para cada ponto de amostragem de solo. Valores estimados maiores que  $0,040 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ , foram encontrados para a erodibilidade do solo, sendo estes considerados muito alto para este fator. Nas áreas com valores altos de erodibilidade ocorre o predomínio de Argissolos que apresentam alta susceptibilidade ao desenvolvimento de erosão laminar devido a seu comportamento em relação ao gradiente textural, entretanto a erosão laminar pode ser muito intensa devido à rápida saturação do horizonte superior, incrementando assim a erosão. Já nas áreas onde ocorrem os Latossolos observou também altos valores de erodibilidade, que em condições de ocupação inadequada do solo, conduzem ao escoamento superficial da água de chuva, levando ao favorecimento de voçorocas profundas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia hidrográfica. Gradiente Textural. Erosão.

## INTRODUÇÃO

Uma bacia deve ser entendida como sistema geomorfológico drenado por cursos de água ou por um sistema de canais conectados que convergem, direta ou indiretamente, para um rio principal ou para um espelho de água, constituindo-se, assim, em uma unidade sistêmica ideal para o planejamento do manejo integrado dos recursos naturais (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Entende-se por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos de rocha, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo ou organismos. Os processos erosivos são condicionados basicamente por alterações do meio ambiente, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e a agricultura, até obras urbanas e viárias, que, de alguma forma, propiciam a concentração das águas de escoamento superficial. A erosão acelerada (ação antrópica) pode ser laminar, quando causada por escoamento difuso das águas das chuvas resultante na remoção progressiva dos horizontes superficiais do solo; e erosão linear, quando causada por concentração das linhas de

fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em incisões na superfície do terreno na forma de sulcos, ravinas e voçorocas (LORANDI et al., 2001).

Quando as voçorocas não são controladas ou estabilizadas, além de inutilizar áreas aptas à agricultura, podem ameaçar obras viárias, áreas urbanas, assorear rios, lagos e reservatórios, comprometendo de forma substancial o abastecimento das cidades, projetos de irrigação e até a geração de energia elétrica. Torna-se, portanto, importante a identificação das áreas cujos solos sejam suscetíveis a esse tipo de erosão, sobretudo, em regiões onde não existem planejamentos de conservação do solo, bem como o estudo dos fatores e processos que possam agravar este fenômeno, visando a obtenção de uma metodologia de controle do mesmo.

A erodibilidade é o efeito integrado de processos que regulam a chuva no momento que encontra o solo e a sua respectiva resistência no que tange a desagregação de partículas e consequentemente movimentos destas, indicando o grau de susceptibilidade a erosão em relação às propriedades inerentes ao solo. A estimativa do

valor da erodibilidade do solo (K), conforme a norma estabelecida pela equação desenvolvida por Denardin (1990), possibilita inferir dados do processo direto da causa e efeito, que é o fenômeno da erosão do solo.

O cálculo da erodibilidade do solo constitui-se no fator de maior custo e morosidade, principalmente no Brasil, devido sua diversidade edáfica (DENARDIN, 1990). Diante deste fato, vários autores desenvolveram modelos visando a estimativa da erodibilidade do solo de maneira indireta como Wischmeier et al (1971), que não mostrou adequado quando aplicados aos solos tropicais, Denardin (1990) e Lima et al (1990), desenvolveram e adaptaram um modelo para região tropical, o qual não tem-se mostrado adequados devido a heterogeneidade do comportamento dos solos tropicais em face do processo erosivo (SILVA et al, 1999).

Os métodos mais utilizados para a determinação da erodibilidade do solo são basicamente três maneiras diferentes. A primeira é a determinação do fator K em condições de campo, sob chuva natural. O segundo baseia-se na quantificação do fator K em razão das perdas de solo e do fator erosividade sob condições de chuva simulada. O terceiro baseia-se em regressões múltiplas que contenham como variáveis independentes atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do solo.

Esses métodos para a estimativa do fator K tem sido testados por Denardin, (1990); Lima et al (1990), Marques et al (1997), Silva et al (2000), Bertol et al (2007), mas ainda necessitam de revalidação dos resultados. Ressaltando que a erodibilidade estimada por modelos preditivos pode gerar erros e não representar o valor real da erodibilidade do solo, portanto esses métodos desenvolvidos e adaptados as condições brasileiras não podem ser empregados sem restrições.

Bertoni e Lombardi Neto (1999) relacionaram, para o grupo dos Argissolos do Estado de São Paulo, valores médios do fator erodibilidade na ordem de 0,0356 e 0,0235 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectivamente para os horizontes A e B. Por outro lado, para o grupo de Latossolos tais valores foram de 0,0149 e 0,0088 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. Estudos realizados por Marques et al (1997) encontraram para Argissolos valores variando de 0,004 a 0,045 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, valores relativamente semelhantes encontrados por Mannigel et al. (2002) e Ribeiro e Alves (2007), variando de 0,0100 a 0,0466 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e para os Latossolos os valores encontrados por

Dernadin (1990), Marques et al (1997), Silva et al (1997), Hernani et al (1997) variaram de 0,004 a 0,010 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, valores relativamente maiores dos encontrados por Mannigel et al. (2002) e Ribeiro e Alves (2007) que variaram de 0,0038 a 0,0061 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

O uso de técnicas de geostatística para reproduzir mudanças de espaço permite uma progressiva expressão de variação das características do solo. Este método especialmente reflete a realidade, no caso da erodibilidade do solo (PARYSOW et al., 2001; WANG et al., 2001).

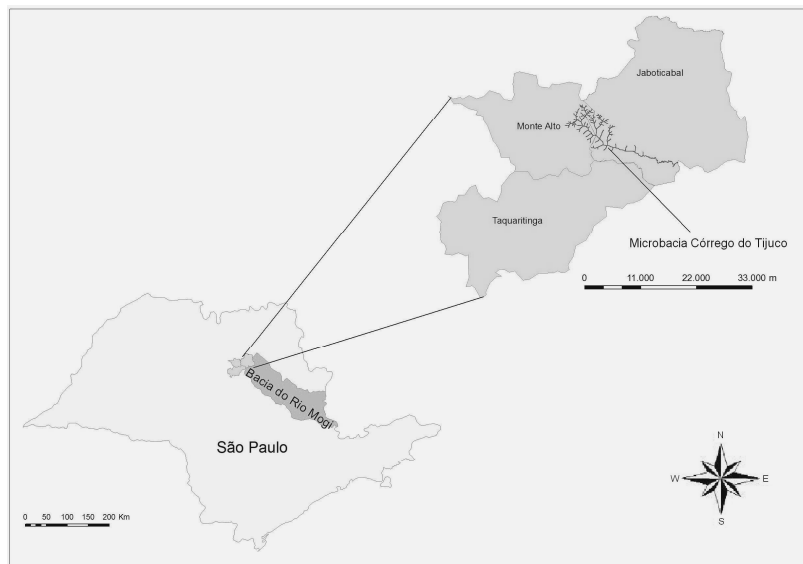
Isto é muito apropriado em situações onde os dados disponíveis consistem em variáveis relacionadas, porque as informações provem de uma variável com suporte da outra, reduzindo a margem de erro, podendo predizer tudo das variáveis, sendo útil na estimativa da erodibilidade do solo, pois esta depende de muitas variáveis, como o conteúdo do carbono orgânico, textura do solo e permeabilidade.

O presente estudo foi desenvolvido em obediência a essas considerações, procurando fornecer os subsídios necessários ao planejamento territorial, tendo como objetivo estimar a erodibilidade do solo para fins de práticas que minimize os processos erosivos na microbacia Córrego do Tijuco no Estado de São Paulo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a microbacia Córrego do Tijuco, pertencente à bacia hidrográfica do Córrego Rico na Unidade de Gerenciamento do Rio Mogi Guaçu, pertencente aos Municípios de Jaboticabal e Monte Alto, Estado de São Paulo. Esta área localiza-se entre as coordenadas geográficas, longitude 45°19'50" e 48°27'26" W Gr, e latitudes 21°18'10" e 21°12'53"S (Figura 1).

Observa-se um predomínio litológico dos arenitos da Formação Adamantina e Marília do Grupo Bauru. O relevo local é predominantemente suave ondulado, com cotas variando entre 500 e 720 m. O clima, pela classificação de Köppen, é mesotérmico de inverno seco (Cwa), com temperatura média anual de 18 e 22 °C e precipitação média anual de 1.400 mm. A erosividade da chuva média calculada é de 7874 Mj mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A cultura da cana-de-açúcar é o principal uso do solo, ocorrendo em aproximadamente 83% da área de estudo seguindo-se por usos menos intensivos como pastagens (8%), mata (0,5%) vegetação ciliar (8%) e culturas anuais que é aproximadamente 0,5% da área de estudo.



**Figura 1.** Localização da Microbacia Córrego do Tijuco, SP.

Na área ocorrem duas classes de solo, as quais são classificadas como: Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, A moderado, álico, relevo plano e suave ondulado com 2700 ha e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe), latossólico, textura arenosa/média, A moderado, relevo suave ondulado com 5300 ha da área de estudo, adaptado de Pissarra (2002) (Figura 2).

O solo da área de estudo foi amostrado em 310 pontos em um “grid” regular de 500 m por meio de tradagens, com coleta de amostras de 0,0 – 0,20 m de profundidade. O georreferenciamento dos pontos de amostragem foi realizado com receptores GPS de navegação modelo TrecVista (Figura 3).

Foram efetuadas análises físicas e químicas das amostras de solo, visando à obtenção de dados

$$K = 7,48 \times 10^{-6} M + 4,48059 \times 10^{-3} P - 6,31175 \times 10^{-2} DPM + 1,039567 \times 10^{-2} R \quad (1)$$

sendo:

$M$  (%) = (areia fina + silte) x [(areia fina + silte) + areia grossa];

$P$  = valor da permeabilidade, será estimada analisando de forma integrada os dados de todo perfil do solo, até o topo do horizonte C, adotando

$$DPM = [(0,65 \times \text{areia grossa}) + (0,15 \times \text{areia fina}) + (0,0117 \times \text{silte}) + (0,00024 \times \text{argila})]/100 \quad (2)$$

$R$  = [areia grossa x (teor de matéria orgânica/100)].

Os valores de erodibilidade do solo estimada de cada ponto amostrado foram analisados

para estimar a erodibilidade do solo, utilizando o método desenvolvido por Denardin (1990) para solos do Brasil e dos Estados Unidos. A análise granulométrica foi realizada, empregando o método da pipeta seguindo recomendações da Embrapa (1997), a fração areia (2,0 a 0,053 mm) foi subdividida em cinco classes: areia muito grossa (2,0 a 1,0 mm), areia grossa (1,0 a 0,5 mm), areia média (0,5 a 0,25 mm), areia fina (0,24 a 0,105 mm) e areia muito fina (0,105 a 0,053 mm) e o teor de matéria orgânica (MO) segundo método descrito por Rajj et al. (1987).

O fator erodibilidade expresso em  $Mg \text{ ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ , foi obtido utilizando o modelo matemático proposto por Denardin (1990), equação (1).

esses valores: 1 = muito baixa, 2 = baixa, 3 = baixa a moderada, 4 = moderada, 5 = moderada a rápida, 6 = rápida;

$DPM$  = diâmetro médio ponderado das partículas de solo (mm), foi calculado pela equação 2:

pela estatística descritiva no programa Minitab 14, com a finalidade de interpretar o conjunto de dados e compreender esta variável.

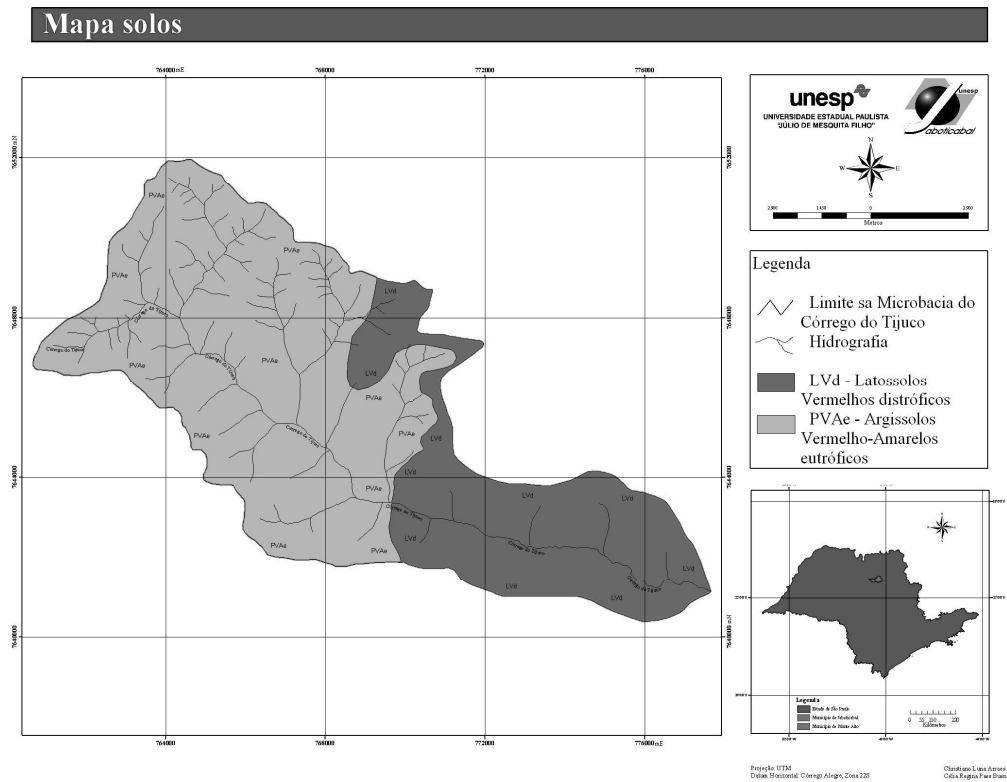


Figura 2. Mapa de solo da Microbacia Córrego do Tijuco, SP.

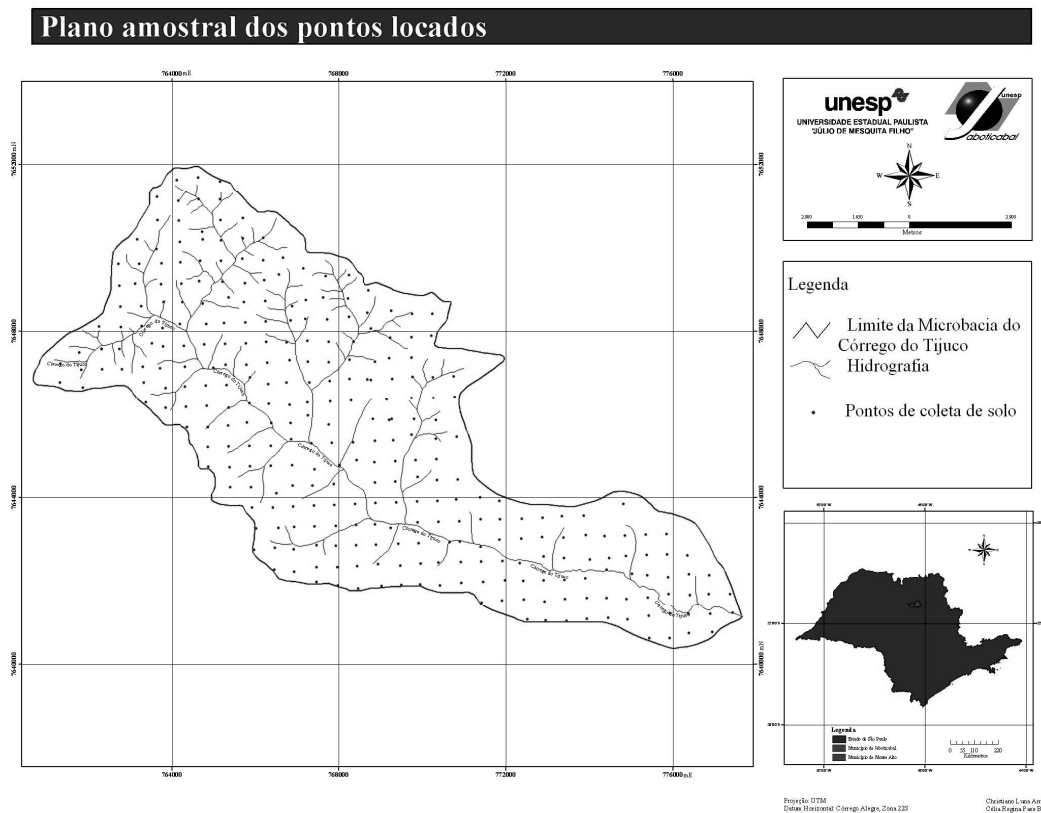


Figura 3. Locais de amostragem do solo na Microbacia Córrego do Tijuco, SP.

A espacialização dos valores de erodibilidade estimada foi efetuada por interpolação pelo método geoestatístico referido por krigagem ordinária, utilizando os parâmetros do semivariograma. Vieira (1997), considera este método de interpolação bom por não subestimar nem superestimar valores e pelo fato dos desvios em relação aos valores serem mínimos.

A interpolação dos dados foi efetuada utilizando o programa GS+, para obter o comportamento da distribuição espacial desta variável. O arquivo gerado foi então exportado para o Arcview 9.0 para compor o mapa do fator K do modelo de erosão, adotando-se a classificação: muito baixa (<0,010 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), baixa (0,010 a 0,020 Mg

ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), moderada (0,020 a 0,030 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), alto (0,030 a 0,040 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), muito alto (>0,040 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para o fator erodibilidade do solo (K), são apresentados na Tabela 1. A aplicação do teste Kolmogorov-Smirnov indica tendência à normalidade. Souza et al. (2005), estudando a erodibilidade em um Latossolo também verificaram normalidade para esta variável.

**Tabela 1.** Estatística descritiva para a variável erodibilidade do solo (K, Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>)

Variável	Valores		Média	Mediana	*DP	Coeficiente		**CV%
	Mín	Máx				Assimetria	Curtose	
K	0,0232	0,0626	0,0430	0,0433	0,006	-0,40	-0,57	15,9

\* Desvio Padrão \*\* Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação (15,9%) foi baixo, por ser uma variável intrínseca do solo, que de acordo com Cambardella et al. (1994), os fatores intrínsecos do solo apresentam baixos coeficientes de variação. Os valores próximos da média (0,043 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) e mediana (0,0433 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) para a variável indica uma tendência a distribuição normal. Valores médios foram próximos aos encontrados para Argissolos por Mannigel et al. (2002), 0,0466 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, Bueno e Stein (2004), 0,0438 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e Silva (2004), 0,0425 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

Os resultados referentes a análise geoestatística mostraram que a variável analisada apresentou dependência espacial. O modelo Gaussiano ajustou-se à semivariância estimada da variável K (Figura 4).

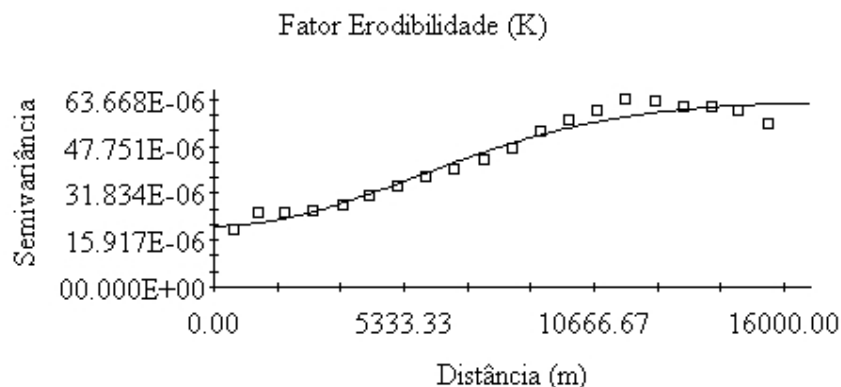
A relação entre o efeito pepita (C<sub>0</sub>), que é a variabilidade não explicada, e o patamar do semivariograma (C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>) pode indicar o grau da dependência espacial das variáveis em estudo (TRANGMAR et al., 1985), observa-se assim que esta variável apresenta dependência espacial moderada, resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al., 2005 e por Weill e Sparovek (2008).

A distribuição espacial dos valores calculados do fator erodibilidade do solo estimada

da área de estudo são observados (Figura 5), com o predomínio de valores maiores que 0,040 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, sendo estes considerados muito alto de acordo com a classificação de Bertoni e Lombardi Neto (1999).

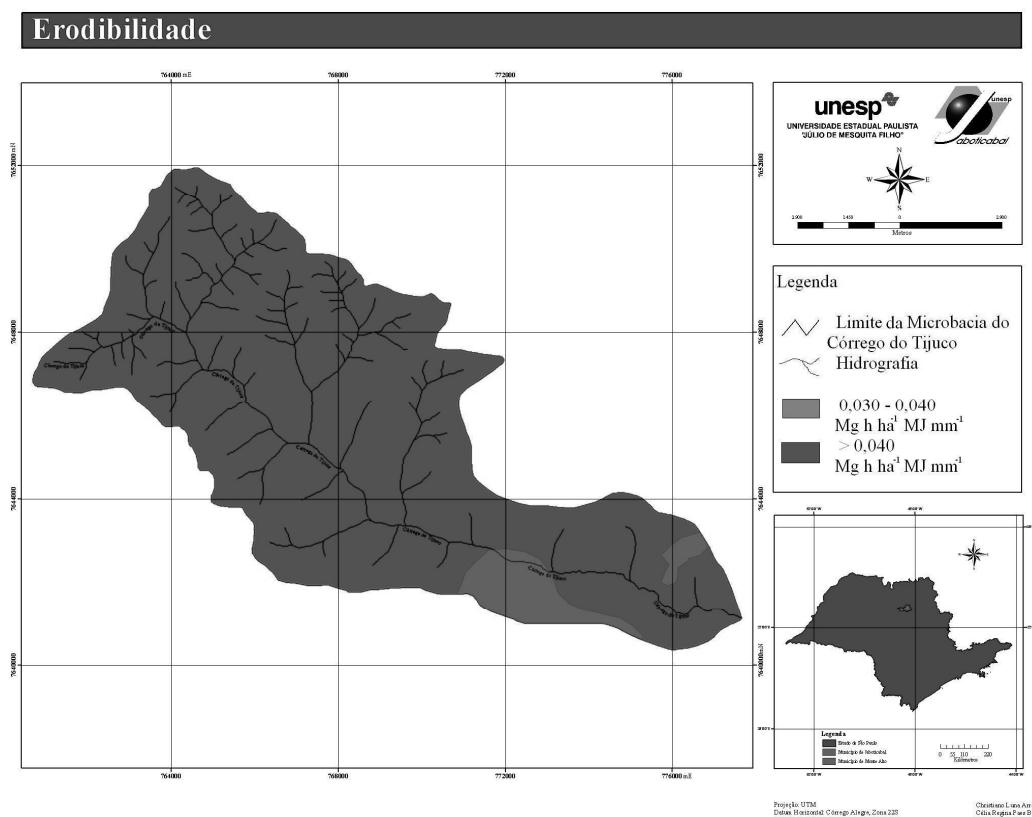
Considerando o predomínio de valores muito alto, é possível observar que a área de estudo esta localizada em áreas com a predominância de Argissolos Vermelhos Amarelos eutróficos latossólico, textura arenosa/media que apresentam alta susceptibilidade ao desenvolvimento de erosão laminar devido a seu comportamento marcante em relação ao gradiente textural, essa mudança textural muitas vezes abrupta nestes solos facilita uma rápida saturação dos horizontes superiores favorecendo o fluxo paralelo ao caimento das encostas, portanto, incrementando a erosão.

Entretanto, essas áreas de Argissolos sobre arenitos das Formações Adamantina e Marília, apresentam baixo gradiente textural com transição entre os horizontes, plana e gradual, estrutura em blocos com grau média moderada a fraca, friável a muito friável e comportamento muito similar a Latossolos de textura média, obtendo condições favoráveis ao ravinamento.



Modelo Gaussiano ( $C_0 = 0,00002$ ;  $C_0+C_1 = 0,00006$ ;  $A = 8020,00$ ;  $R^2 = 0,963$ ;  $RSS = 1,662E^{-10}$ )

**Figura 4.** Semivariograma ajustado ao resíduo do fator erodibilidade do solo ( $K$ ,  $Mg\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ), modelo Gaussiano ( $C_0$ ;  $C_0+C_1$ ;  $A$ ,  $R^2$ ,  $RSS$ );  $C_0$  = efeito pepita;  $C_0+C_1$  = patamar;  $A$  = alcance;  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $RSS$  = soma de quadrados de resíduos.



**Figura 5.** Mapa da erodibilidade do solo para a microbacia Córrego do Tijuco, SP.

Já nas áreas onde ocorrem o Latossolo Vermelho distrófico, textura média, altos valores de erodibilidade foram observados. Estes solos apresentam-se tendência à rápida infiltração das águas de chuva devido a alta permeabilidade e a homogeneidade textural, desta forma condições

pouco favoráveis à concentração de água por escoamento superficial. Entretanto, em condições de ocupação inadequada do solo, que conduzam ao escoamento superficial concentrado, de água de chuva, observam-se condições favoráveis ao ravinamento, e rápido aprofundamento erosivo,

podendo levar ao desenvolvimento de voçorocas de grande porte por constituírem-se em solos bastante profundos. Nestas condições o ravinamento é observado provavelmente pela fragilidade estrutural

observada entre as frações finas (argila e silte) e as frações mais grosseiras (areia) desses solos. As áreas correspondentes a cada classe encontrada no mapa estão apresentadas (Tabela 2).

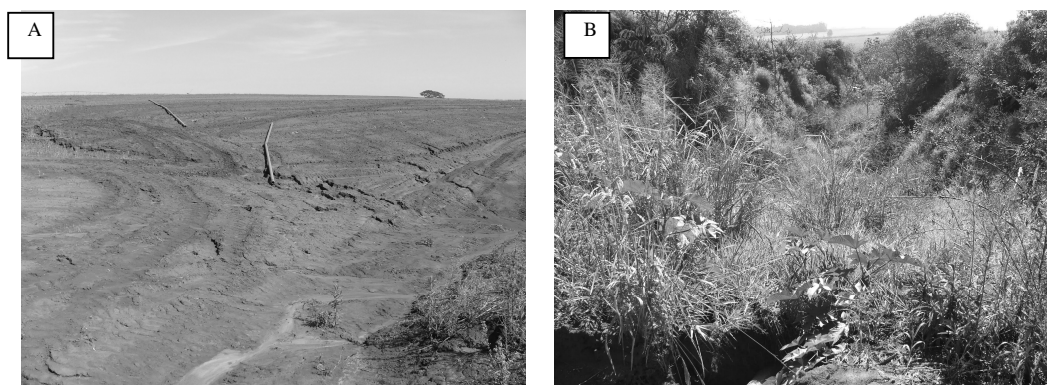
**Tabela 2.** Áreas correspondentes a cada classe da erodibilidade do solo para a Microbacia Córrego do Tijuco, SP.

Classificação	Classe definida Mg ha h ha <sup>-1</sup> MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup>	Área (ha)	Área (%)
Alto	0,030 a 0,040	432,9	5,4
Muito Alto	> 0,040	7575,1	94,6

Vários autores utilizam esse fator para avaliar a suscetibilidade a erosão, como medida de desagregação ou de resistência à desagregação do solo (BERTOL et al., (2007), Albuquerque et al., (2005)).

A classificação da erodibilidade do solo em dois níveis foi de acordo com as condições reais das análises das amostras de solo obtidas em campo. A análise numérica e cartográfica dos resultados permite inferir que nas áreas onde os valores da erodibilidade são maiores, houve um incremento do teor de silte (de 5 para 12 g dm<sup>-3</sup>) e areia muito fina (de 7 para 17 g dm<sup>-3</sup>), estando de acordo com trabalhos desenvolvidos por Wischmeier et al.

(1971). No que tange a matéria orgânica, Denardin (1990) e Pérez-Rodríguez et al., (2007) expressam a alta correlação da erodibilidade com o teor de matéria orgânica. A jusante da microbacia encontram-se maiores teores de matéria orgânica (25 a 54 g dm<sup>-3</sup>) diminuindo os teores da erodibilidade. Esses teores elevados de matéria orgânica podem estar relacionados a camada de palha deixada na superfície, devido ser uma região onde se faz a colheita crua da cana-de-açúcar. Nas áreas de maiores valores da erodibilidade observam-se inúmeros problemas ambientais devido ao desmoronamento do solo (Figura 6).



**Figura 6.** Erosão laminar e em sulcos (A) e voçoroca (B) em área de plantio de cebola na microbacia do Córrego do Tijuco, SP.

## CONCLUSÕES

O fator erodibilidade estimada do solo teve o predomínio de valores maiores que 0,040 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, sendo estes considerados muito alto.

Ambas as classes de solo estudadas apresentaram altos valores de erodibilidade.

O Argissolo apresenta gradiente textural, facilitando o fluxo paralelo ao caimento das encostas, e incrementando a erosão laminar.

O Latossolo apresenta textura média, em condições de ocupação inadequada, podem conduzir escoamento superficial concentrado da água da chuva, provocando condições favoráveis ao ravinamento e rápido aprofundamento erosivo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FUNDUNESP pelo apoio financeiro e a CAPES pela bolsa concedida.

**ABSTRACT:** The soil erodibility factor is represented by the integrated effect of processes that regulate the water infiltration, soil resistance and the transport of soil particles. Therefore, this study had as objective to estimate the soil erodibility in the Córrego do Tijuco watershed, São Paulo State, Brazil, for guiding farmers in decision making for application of techniques for soil conservation. The soil samples were collected in a regular spacing of 500 m, resulting in a total of 310 points in a 0-20.0 m depth in an area of approximately 8,000 ha. For the estimation of soil erodibility (K) was applied a mathematical model which takes into account the soil organic matter content, the sand and silt size fractions, the soil permeability, and the particle mean diameter for each point of soil sampling. Estimated values greater than 0.040 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> were considered very high for this factor. In areas with greater degree of erodibility occurs the Argisols order predominance, that shows high susceptibility to the development of interrill erosion due to its remarkable performance in relation to textural gradient, thereby, the interrill erosion rates can be very intensive due to rapid saturation of upper horizon, increasing the erosion process. At the Latosols (Oxisols) areas were also observed high soil erodibility values that under inappropriate conditions of soil occupation, concentrating runoff of rain water, leading to appear deep gullies.

**KEYWORDS:** Watershed. Textural Gradient. Erosion.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. W. de; MARTINS FILHO, G.; SANTOS, J. R.; COSTA, J. P.V.; SOUZA, J. L. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 153-160, 2005.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; ENGEL, F. L.; COGO, N. P.; GONZÁLES, A. P. Erodibilidade de um Nitossolo Háplico Alumínico determinada em condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 541-549, 2007.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4. ed. Campinas: Ícone, 1999. 355 p.
- 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, p. 1-5, 2004.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, p. 1501-1511, 1994.
- DENARDIN, J. E. **Erodibilidade de solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Serviço nacional de levantamento e conservação de solos**: manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 112 p.
- HERNANI, I. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 4, p. 667-676, 1997.
- LIMA, J. M.; CURTI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D. P. D. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade em Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85-90, 1990.
- LORANDI, R.; TAKEMOTO, F.; SALVADOR, N. N. B.; TORRESAN, F. E. Carta do potencial à erosão laminar da parte superior da Bacia do Córrego do Monjolinho (São Carlos, SP). **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 53, p. 111-117, 2001.



MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N.; SÁ, M. A. C. DE. Adequação de métodos indiretos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 447-456, 1997.

PARYSOW, P.; WANG, G.; GERTHER, G. Z.; ANDERSON, A. Assessing uncertainty of erodibility factor in national cooperative soil surveys, a case study at Fort Hood, Texas. **Journal Soil Water Conservation**, Ankeny, v. 56, n. 3, p. 207-211, 2001.

PERES-RODRIGUEZ, R.; MARQUES, M. J.; BIENES, R. Spatial variability of the soil erodibility parameters and their relation with the soil map at subgroup level. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 378, p. 166-173, 2007.

PISSARRA, T. C. T. **Análise da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico na subregião de Jaboticabal, SP:** comparação entre imagens TM-LANDSAT 5 e fotografias aéreas verticais. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. A. **Análise química do solo para fins de fertilidade.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

RIBEIRO, L. S.; ALVES, M. 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, 12. 2007, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 3039-3046.

SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; LIMA, J. M. de; FERREIRA, M. M. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de Latossolos Brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1207-1220, 2000.

SILVA, V. C. da. Estimativa da erosão atual da Bacia do Rio Paracatu (MG/GO/DF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 147-159, 2004.

SOUZA, Z. M. de; MARTINS FILHO, M. V.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de fatores de erosão em Latossolo Vermelho eutroférrico sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 1, p. 105-114, 2005.

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, New York, v. 38, n. 1, p. 45-93, 1985.

VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em parcela experimental de um Latossolo Roxo de Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 181-190, 1997.

WEILL, M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). I – Estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 801-814, 2008.

WANG, G.; GERTNER, G. Z.; LIU, X.; ANDERSON, A. B. Uncertainty assessment of soil erodibility factor for revised universal soil loss equation. **Catena**, Amsterdam, v. 46, p. 1-14, 2001.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 26, n. 5, p. 189-193, 1971.