



Erodibilidade em Latossolo e Argissolo em áreas manejadas mecanicamente de Eucalipto⁽¹⁾.

Piero Iori⁽²⁾; Reginaldo Barboza da Silva⁽³⁾; Ricardo Nakamura⁽⁴⁾; Rafael Bonchristiano Reis⁽⁵⁾; José Luiz Gava⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho vinculado ao projeto de pesquisa de bolsa de produtividade do 2º autor (Processo CNPq nº 302919/2011-2); ⁽²⁾ Professor do curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Registro, São Paulo; pieroiori@registro.unesp.br; ⁽³⁾ Professor do curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bolsista produtividade do CNPq; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; ⁽⁶⁾ Engenheiro Florestal, Setor de Manejo da Cia. Suzano de Papel e Celulose, Suzano, SP.

RESUMO: Quando submetido ao cultivo florestal, o solo pode sofrer alterações nas suas propriedades. Dentre estas, destaca-se a erodibilidade. Este trabalho teve por objetivo estimar a suscetibilidade do solo à erosão (erodibilidade) em um Latossolo Vermelho e um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado mecanicamente com a cultura do eucalipto. A erodibilidade foi calculada pelo método indireto para cada condição deste estudo através da expressão proposta por Wischmeier et al. (1971). O tráfego agrícola não afetou a erodibilidade em Latossolos. O Argissolo apresentou maior suscetibilidade à perda de solo por erosão em relação ao Latossolo. As camadas subsuperficiais apresentaram maior erodibilidade do que camadas superficiais.

Termos de indexação: conservação do solo, erosão do solo, suscetibilidade do solo.

INTRODUÇÃO

O solo quando submetido ao cultivo florestal, que vem ocupando lugar de destaque na economia, sofre alterações nas suas propriedades. Dentre estas propriedades, pode-se destacar a erodibilidade. A erodibilidade pode ser definida como a propriedade do solo que expressa a maior ou menor facilidade com que suas partículas são desprendidas por um agente erosivo (Bastos, 1999).

O fator erodibilidade deve ser obtido conforme as normas estabelecidas pela Equação Universal de Perda de Solo. Mannigel et al. (2002) destacam que a obtenção da erodibilidade, conforme estas normas, além de demandarem excessivos gastos também exigem muito tempo nas suas determinações, uma vez que trabalham com o processo direto da causa e efeito, que é o fenômeno da erosão do solo. Assim, estes autores destacam que tais motivos tornaram necessária a estimativa do fator K por outros meios mais fáceis, denominados métodos indiretos de determinação da erodibilidade.

Dessa forma, Albuquerque et al. (2000) informa que uma alternativa para obter o valor de erodibilidade é através de relações com propriedades do solo. É possível destacar vários métodos para estimar a erodibilidade. Dentre estes métodos indiretos, pode-se destacar o de Wischmeier et al. (1971), que desenvolveram uma equação para estimar a erodibilidade.

O conhecimento de algumas propriedades do solo, como erodibilidade por exemplo, podem auxiliar na seleção das áreas a serem utilizadas na exploração agrícola, bem como na determinação do tipo e do grau com que as práticas de preservação devem ser empregadas para reduzir a degradação pela erosão hídrica do solo (Albuquerque et al., 2000).

Geralmente, as áreas florestadas têm erosão mínima, exceto se perturbadas. As perturbações incluem o fogo, a colheita e a construção de estradas florestais (Machado et al., 2003). Para Chang et al. (1994) e Larney et al. (1995), atividades de exploração intensiva de recursos naturais, a exemplo de florestas de produção de madeira para indústrias de papel e celulose, são, correntemente, vistas como elementos de alto potencial de impacto ambiental e econômico. Castro & Valério Filho (1997) indicam que as formas de contornar tal tendência centram-se, de imediato, na adequação dos planos de manejo às condições previamente observadas no ambiente, em particular quanto ao grau de fragilidade ou suscetibilidade a determinadas classes de distúrbios.

Portanto, é imprescindível a realização de estudos relacionados à conservação do solo visando a sustentabilidade das áreas florestais manejadas mecanicamente. Assim, este trabalho teve por objetivo estimar a suscetibilidade do solo à erosão (erodibilidade) em um Latossolo Vermelho e um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado mecanicamente com a cultura do eucalipto.



MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Santana, UP 54C226, em áreas de Unidades Florestais da empresa Suzano Papel e Celulose, no município de Itararé – SP. O clima da região, de acordo com Köppen, é o Cfa, temperado úmido, sem estação seca definida, com temperatura média anual de 19,4°C e precipitação pluvial média anual de 1415 mm.

Definiu-se como área experimental, dois talhões produtores de eucalipto com manejos mecanizados. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas, nas camadas superficiais (0 a 10 cm) e subsuperficiais (20 a 30 cm), em um Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa, álico, relevo plano a suavemente ondulado (densidade de partícula de 2,43 Mg m⁻³, com 37% de argila, 28% de areia e 35% de silte), em um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, A moderado, textura argilosa, fase concrecionária, relevo ondulado (densidade de partícula de 2,50 Mg m⁻³, com 37% de argila, 31% de areia e 32% de silte) e em diferentes locais para avaliação das diferentes operações agrícolas. Os locais de amostragem para avaliação foram: linha de plantio e linha de tráfego.

As análises foram realizadas no Laboratório de Física e Mecânica do Solo da Universidade Estadual Paulista Campus de Registro. A análise granulométrica das classes de solo foi determinada pelo método da pipeta, de acordo com os procedimentos descritos em Day (1965). A densidade de partícula foi determinada pelo método do balão volumétrico (Embrapa, 2011). A suscetibilidade à erosão (erodibilidade) foi calculado pelo método indireto para cada condição deste estudo através da seguinte expressão (Wischmeier et al., 1971): $K = \{ [2,1 (10^{-4}) (12 - MO) M^{1,14} + 3,25 (E - 2) + 2,5 (P - 3)] / 100 \} 0,1317$.

Em que:

$$MO = 1,724 \times CO.$$

MO = teor de matéria orgânica do solo em %; CO = teor de carbono em %.

$$M = NS \times (NS + AG).$$

$$NS = S (\%) + AF (\%).$$

S = teor de silte (%); AF = teor de areia fina (%);

AG = teor de areia grossa (%).

E = coeficiente de estrutura

Muito pequena = 1; Pequena granular = 2; Média a grande granular = 3.

P = coeficiente de permeabilidade.

Muito rápida = 1; Rápida = 2; Moderada = 3; Lenta = 4; Muito lenta = 5; Imperfeitamente drenado = 6.

O teor de matéria orgânica do solo foi obtido seguindo os procedimentos descritos em Embrapa

(2011). As análises foram realizadas em três repetições.

Utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000), os dados foram inicialmente avaliados pela análise de variância e teste F, considerando as classes de solo, camadas de solo e locais de amostragem como fontes de variação. A comparação entre as médias, quando o valor de F foi significativo, foi feita pelo teste de Scott & Knott (1974), a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É apresentado na **tabela 1** o resumo da análise de variância para a suscetibilidade do solo à erosão (erodibilidade) para as diferentes fontes de variação do estudo (classe de solo, camada de solo e local de amostragem). É possível observar que a interação tripla dos fatores de variação foi a fonte de maior influência na variância dos valores de erodibilidade do solo. O fator classe de solo foi o segundo fator de maior influência na variância dos dados de suscetibilidade do solo à erosão. Esta influência se deve as grandes diferenças pedogenéticas entre as classes de Latossolos e Argissolo. Dentre as fontes de variação estudada, bem como, suas interações (duplas e tripla), apenas o fator local de amostragem, ou seja, linha de plantio e linha de tráfego, não foi significativo à 5% de probabilidade.

Na **tabela 2** são apresentados os valores médios de estimativa da erodibilidade para diferentes locais de amostragem, em duas classes de solo e duas camadas de solo. Para o Latossolo, independentemente da camada analisada, observou-se semelhança entre os locais linha de plantio e linha tráfego. Para o Argissolo, verificou-se comportamento distinto entre camadas. Isto é, quando a camada analisada foi a superficial, a linha de plantio apresentou valores mais elevados à linha de tráfego. Para a camada sub-superficial, o comportamento observado foi o oposto, com valores mais elevados na linha de tráfego em relação à linha de plantio.

O Argissolo apresentou valores de erodibilidade superiores ao Latossolo, na linha de tráfego, independentemente da camada analisada. Para a linha de plantio, verificou-se comportamento distinto para cada camada analisada. Para camadas mais superficiais, observou-se que o Argissolo apresentou valores mais elevados de erodibilidade em relação ao Latossolo. Por outro lado, na camada mais profunda, o Latossolo apresentou valores de erodibilidade mais elevado do que o Argissolo (**Tabela 2**).

As camadas de solo apresentaram comportamento distinto entre si para todas as

condições de estudo. Observou-se que para o Latossolo, independentemente do local de amostragem, a camada superficial apresentou menores suscetibilidade de perda de solo do que a camada sub-superficial. Estes resultados se devem aos maiores teores de matéria orgânica do solo nas camadas superficiais do solo, o que promoveu uma maior agregação do solo, além de melhorar a infiltração de água no solo. Para o Argissolo, verificou-se que na linha de tráfego as camadas superficiais apresentaram menores valores de erodibilidade em relação às camadas mais profundas. O efeito do tráfego agrícola foi maior nas camadas inferiores, principalmente, por se tratar de uma camada naturalmente mais argilosa, ou seja, apresentam menores valores de macroporosidade e infiltração de água. Assim o impacto do tráfego agrícola promoveu uma maior redução da macroporosidade e conseqüentemente da infiltração de água. Na linha de plantio, as camadas superficiais apresentaram maiores suscetibilidade de perda de solo por erosão, principalmente por se tratar de uma camada mais arenosa que as camadas mais profundas, o que revela num solo menos agregado e suscetível à perda (**Tabela 2**).

Quando a comparação foi realizada sem levar em consideração os demais fatores, observou-se que não houve diferença entre a linha de tráfego e a linha de plantio (**Tabela 3**). Na **tabela 4** é possível observar a comparação geral entre as camadas de solo, e verificou-se que as camadas mais superficiais apresentaram menores suscetibilidade à perda de solo por erosão do que as camadas mais profundas. Naturalmente, as camadas mais superficiais apresentam um maior teor de matéria orgânica do solo, o que promove uma maior agregação do solo e melhor estruturação do solo.

Sem levar em consideração os demais fatores, o Argissolo apresentou maior erodibilidade do que o Latossolo. Isto se deve às diferenças pedogenéticas entre estas duas classes de solos (**Tabela 5**). De acordo com Mannigel et al. (2002), os valores de erodibilidade encontrados neste estudo são classificados de muito baixo (valores menores que 0,0090 t ha h/ha Mj mm) a médio (valores entre 0,0150 e 0,0300 t ha h/ha Mj mm).

CONCLUSÕES

O tráfego agrícola não afetou a erodibilidade em Latossolos.

Argissolo apresentou maior suscetibilidade à perda de solo por erosão em relação ao Latossolo.

Camadas subsuperficiais apresentaram maior erodibilidade do que camadas superficiais.

AGRADECIMENTOS

À empresa Suzano Papel e Celulose pela disponibilidade das áreas experimentais e demais suportes à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; CASSOL, E.A. & REINERT, D.J. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:141-151, 2000.
- BASTOS, C. A. B. Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 336p. Tese Doutorado.
- CASTRO, A.G.; VALÉRIO FILHO, M. Simulação da expectativa de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21:419-26, 1997.
- CHANG, C.C.; ATWOOD, J.D.; ALT, K. & MCCARL, B.A. Economic impacts of erosion management measures in coastal drainage basins. *J. Soil Wat. Conserv.*, 49:606-611, 1994.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. *American Society of Agronomy*, Madison, 1:545-566, 1965.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Embrapa, 2011.
- FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2000.
- LARNEY, F.J.; IZAURRALDE, R.C.; JANZEN, H.H.; OLSON, B.M.; SOLBERG, E.D.; LINDWALL, C.W. & NYBORG, M. Soil erosion - crop productivity relationships for six Alberta soils. *J. Soil Wat. Conserv.*, 50:87-90, 1995.
- MACHADO, C. C.; GARCIA, A. R.; SILVA, E.; FONTES, A. M. Comparação de Taxas de Erosão em Estradas Florestais Estimadas pelo Modelo Wepp (Water Erosion Prediction Project) Modificado em Relação a Medições Experimentais. *Revista Árvore*, 27:295-300, 2003.
- MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. de P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. da R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum Maringá*, 24: 1335-1340, 2002.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Accounter analysis methods for grouping means in the analysis of variants. *Biometrics*, 30:507-512, 1974.
- WISCHMEIER, W. H.; JOHNNSO, C. B.; CROSS, B. W. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26:189-193, 1971.



Tabela 1. Resumo da análise de variância para a erodibilidade do solo para as diferentes fontes de variação do estudo.

Fontes de variação	Fc	Pr>Fc
Classe de solo (S)	36,419	0,0000
Camada de solo (C)	5,317	0,0348
Local de amostragem (L)	4,006	0,0626
S x C	23,500	0,0002
S x L	19,955	0,0004
C x L	35,325	0,0000
S x C x L	42,535	0,0000
Coeficiente de variação (%)		16,64

Tabela 2. Valores médios de estimativa da erodibilidade (t ha h/ha Mj mm) para diferentes locais de amostragem, em duas classes de solo e duas camadas de solo.

Operação agrícola	Argissolo		Latossolo	
	Superficial	Subsuperficial	Superficial	Subsuperficial
Linha de plantio	0,024100 Aa α	0,007667 Bb β	0,009933 Ab β	0,018400 Aa α
Linha de tráfego	0,017533 Ba β	0,028400 Aa α	0,007867 Ab β	0,015067 Ab α

Letras maiúsculas comparam locais de amostragem, letras minúsculas comparam classes de solo e letras gregas comparam camadas de solo, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios de estimativa da erodibilidade (t ha h/ha Mj mm) para diferentes locais de amostragem.

Local de amostragem	Erodibilidade (t ha h/ha Mj mm)
Linha de plantio	0,015025 A
Linha de tráfego	0,017217 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios de estimativa da erodibilidade (t ha h/ha Mj mm) para duas camadas de solo.

Camada de solo	Erodibilidade (t ha h/ha Mj mm)
Superficial	0,014858 B
Sub-superficial	0,017383 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Valores médios de estimativa da erodibilidade (t ha h/ha Mj mm) para duas classes de solo.

Classe de solo	Erodibilidade (t ha h/ha Mj mm)
Latossolo	0,012817 B
Argissolo	0,019425 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.