

Avaliação da remoção de sedimentos pela  
operação de nivelamento de estradas florestaisEvaluation of the amount of sediment removed  
by the regrading operation in forests roadsCarolina Rodrigues Fontana<sup>1</sup>, Walter de Paula Lima<sup>2</sup> e Silvio Frosini de Barros Ferraz<sup>3</sup>

---

**Resumo**

A manutenção das estradas florestais pode favorecer diretamente os processos erosivos, porém na literatura são poucos os trabalhos que buscaram quantificar essa influência. Assim, o presente trabalho tem por objetivo conhecer a influência nos processos erosivos da atividade de nivelamento, utilizando a motoniveladora, por meio da quantificação do sedimento removido por esta operação. Para tanto, três estradas denominadas estrada 1, 2 e 3 foram divididas em trechos de 30 m, os quais foram demarcados com pares de estacas, devidamente nivelados. Para se determinar o perfil inicial da superfície da estrada formado entre os pares de estaca, um fio de nylon demarcado de 10 em 10 cm foi preso na parte superior das estacas e, utilizando-se uma régua, foram medidas as distâncias entre o fio de nylon e a superfície da estrada. Esse procedimento foi realizado entre todos os pares de estaca que compunham as estradas. Determinado o perfil inicial, as estradas 1, 2 e 3 foram submetidas à passagem da motoniveladora e uma nova medição foi realizada. A remoção média de sedimentos foi de 2,13 cm. Considerando-se a densidade aparente média do solo como sendo de 1,6 g cm<sup>-3</sup>, a remoção média de sedimentos foi de 341 t ha<sup>-1</sup> de estrada. Levando-se em consideração essa remoção média de sedimentos, uma estrada com largura média de 3,9 m e 150 m de comprimento, submetida ao nivelamento teria 19,9 t de sedimentos removidos em sua extensão. Os dados obtidos demonstraram o potencial que a operação de nivelamento possui em produzir sedimentos, assim esta operação deve ser planejada e analisada como qualquer outra atividade de manejo florestal para minimizar a extensão de seus possíveis impactos na paisagem.

**Palavras-chave:** Estradas florestais, Manutenção, Remoção de sedimentos

**Abstract**

The forest roads construction inevitably causes environmental impacts to adjacent ecosystems and streams. Also the routine activities of roads maintenance may similarly cause environmental impacts of about the same magnitude. The material scraped from the roadway by the motor grader is usually distributed along the roadsides, from where it may easily be washed out toward the streams. Therefore, quantifying the amount of sediments removed during road maintenance activities may provide important information of this stream sedimentation potential. For this purpose, three forest roads were divided in 30 m long segments, marked with leveled stakes. A nylon thread was then stretched across the leveled stakes and the distance from the nylon thread to the road surface was measured before and after the mechanical scraping of the road. The average removal of sediments was of 2,13 cm. Considering the mean density of soil 1,6 g cm<sup>-3</sup>, the average removal of sediments was of 341 t ha<sup>-1</sup> of road. Considering still a 3,9 m wide and 150 m long road as an example, the total amount of removed sediments would be around 19,9 t. Road maintenance, therefore, must be well planned in order to avoid or minimize stream sedimentation.

**Keywords:** Forest roads, Maintenance, Removed sediments

---

<sup>1</sup>Mestre em Recursos Florestais pelo Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo – Caixa Postal 9 - Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: [cabreuva@gmail.com](mailto:cabreuva@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo – Caixa Postal 9 - Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: [wplima@esalq.usp.br](mailto:wplima@esalq.usp.br)

<sup>3</sup>Professor Doutor do Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista - Avenida 24A, 1515 - Rio Claro, SP – 13506-900 – E-mail: [ferraz@rc.unesp.br](mailto:ferraz@rc.unesp.br)

## INTRODUÇÃO

No setor florestal o sistema viário permite o transporte da produção, facilita o acesso de turistas e administradores às áreas naturais e reflorestadas, e auxilia no combate aos incêndios (LUCE e WEMPLE, 2001; FAO, 1989).

Fredriksen (1970) e Versfeld (1981) verificaram que os aumentos da erosão e do escoamento superficial não resultam diretamente das atividades florestais em si, tais como o corte raso e o desbaste, mas sim são processos de ocorrência localizada, originados, principalmente, nas estradas, carregadores e em áreas compactadas. A erosão produzida pela rede de estradas florestais, eventualmente alcança e degrada a qualidade dos sistemas hídricos (GRACE III, 2000).

As estradas de terra (rurais e florestais), não pavimentadas, devem apresentar duas características técnicas essenciais: solos com boa capacidade de suporte; e boas condições da pista de rolamento e aderência. Devem possuir, também, um desenho adequado da plataforma, infraestrutura de drenagem e revestimento primário em toda a sua extensão, constituído com material de qualidade e espessura suficiente para suportar as altas cargas induzidas pelo tráfego (SANTOS *et al.*, 1985; BAESSO e GONÇALVES, 2003).

No Brasil o padrão de construção das estradas florestais é muito simples e comumente a superfície de rolamento em toda a sua extensão não apresenta nenhum tipo de revestimento primário, o que torna as estradas sensíveis às influências climáticas e requer conservação permanente. Dessa forma, a utilização da motoniveladora para manter a pista de rolamento trafegável depende fundamentalmente das condições climáticas, ou seja, sempre após o período chuvoso torna-se necessária a utilização deste equipamento o que onera os custos de manutenção (DIETZ, 1983; BAESSO e GONÇALVES, 2003)

A motoniveladora ou patrol é considerada o equipamento mais importante para a execução de serviços de construção e manutenção considerados básicos em estradas rurais e florestais. De uma maneira simplificada, são equipamentos constituídos basicamente, por uma lâmina montada sob um círculo para uma movimentação localizada entre a cabine do operador e o eixo dianteiro, podendo ser rígidas ou articuladas, sendo que as primeiras apresentam melhores resultados para os serviços de regularização ou de patrolagem, enquanto que as articuladas são dotadas de maior poder de mobi-

lidade (INSTITUTO FORESTAL, 1971; BAESSO e GONÇALVES, 2003).

Para Dietz (1983) existe uma relação direta entre os custos de construção e conservação de estradas, de tal forma que a melhoria do padrão construtivo eleva os custos de construção, porém os custos de conservação permanente diminuem.

Em estradas construídas fora de padrões técnicos adequados, as atividades de manutenção tendem a ser realizadas também sem critério e técnicas adequadas. A motoniveladora, por exemplo, quando empregada de forma sistemática e tecnicamente inadequada, pode contribuir para a deterioração da pista de rolamento, principalmente quando provoca um afundamento gradual da pista em relação ao perfil longitudinal, expondo perfis de solo que podem apresentar problemas de estabilidade e por conduzir a movimentação das águas superficiais de forma a potencializar os efeitos erosivos das águas nas áreas marginais (SANTOS *et al.*, 1985; GONÇALVES, 2002; BAESSO e GONÇALVES, 2003). Além disso, o corte da camada superficial da estrada para regularizar imperfeições gera um volume de solo removido, o qual é comumente depositado de forma contínua nas laterais, em toda a extensão da estrada, sem receber nenhum tipo de tratamento, o que os torna fontes potenciais de sedimentos.

Segundo a FAO (1989), a manutenção é frequentemente negligenciada ou é realizada imprópriamente, resultando em rápida deterioração da estrada. Esse fato pode justificar a afirmação de Lugo *et al.*, (2000) de que as atividades de manutenção das estradas podem se aproximar das atividades de construção na quantidade e extensão dos distúrbios e podem prolongar os efeitos ambientais para ecossistemas adjacentes.

No Brasil a motoniveladora é o equipamento mais importante para a execução de serviços de manutenção considerados básicos em estradas rurais e florestais (BAESSO e GONÇALVES, 2003). Associado a esse fato, muitas das informações sobre sedimentação em florestas vêm de observações subjetivas de rios turvos durante e seguidamente à construção de estradas e, somente em poucos casos, as pesquisas têm providenciado dados quantitativos da produção de sedimento por estradas florestais (PACKER e HAUPT, 1965). Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi quantificar o montante de sedimentos deslocado pela motoniveladora, como parte integrante de um estudo que visa avaliar a influência do nivelamento na produção de sedimentos por estradas florestais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Capão Bonito, Estado de São Paulo, numa área de reflorestamento com *Eucalyptus* sp, pertencente à Fazenda Campo de Pouso. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, subtropical de região serrana, úmido e sem estiagem. Apresenta precipitação média anual de 1200 mm e temperatura média anual de 18,5 °C, segundo Brassiolo (1988).

A Fazenda Campo de Pouso possui uma área de, aproximadamente, 1124 ha, e foi dividida manualmente em microbacias, observando-se o desenho das curvas de nível com o auxílio do software ESRI ArcView 3.3. Por esta divisão foram identificadas todas as microbacias que se encontravam totalmente inseridas dentro da propriedade e, dentre estas, uma foi escolhida de forma aleatória para a implantação do experimento.

A microbacia em estudo possui uma área aproximada de 79 ha, sendo 91 % desse total de efetivo plantio e 9 % ocupados com áreas de preservação permanente (APP). Os aceiros no entorno da APP e as estradas ocupam, aproxima-

damente 2,3 km e 2,8 km de extensão, respectivamente. Devido ao fato dos aceiros possuírem semelhanças com as estradas principalmente em termos de formato, manejo e utilização, estes foram estudados e contabilizados como se fossem estradas florestais.

Após a identificação de todos os trechos de estradas presentes na microbacia, foram selecionadas duas estradas secundárias, não cascalhadas, e uma estrada com a função de aceiro, também não cascalhada. Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais de cada estrada. Pela Figura 1 é possível observar que as estradas 1 e 2 estão em área de Latossolo Vermelho (LV) e a estrada 3 em área de Latossolo-Vermelho-Amarelo (LVA), de acordo com levantamento realizado por Rizzo (2001).

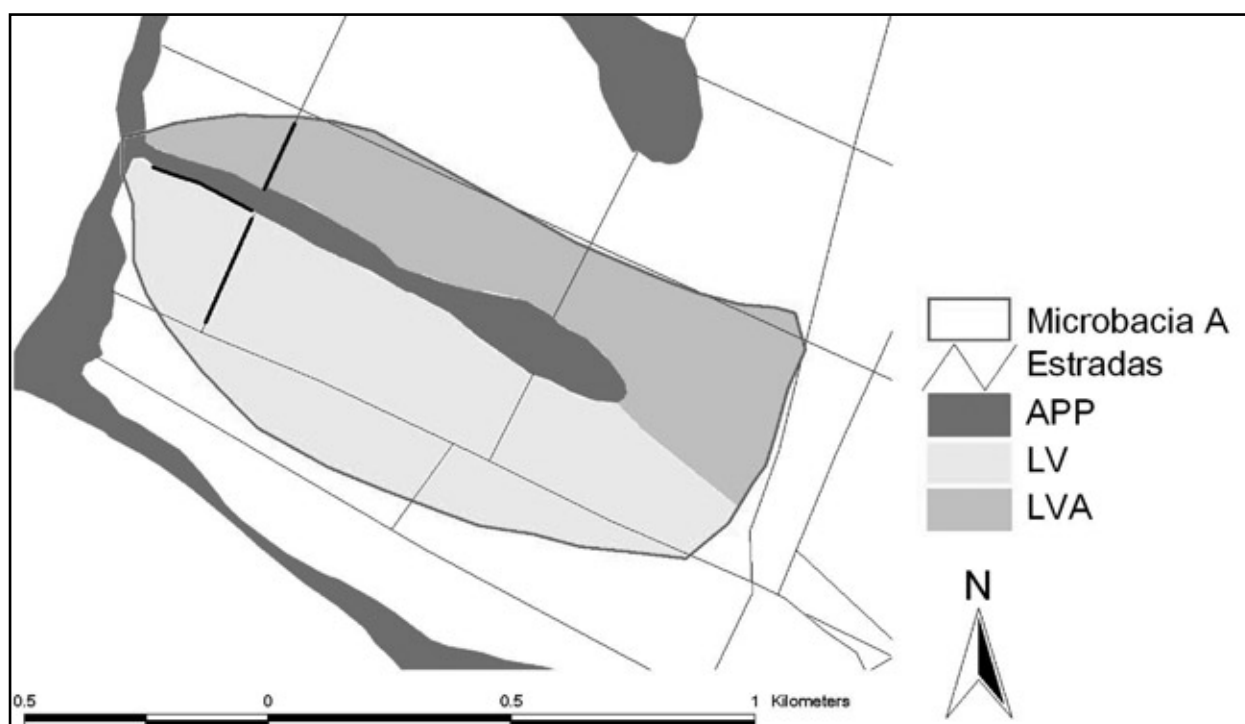
Cada estrada foi dividida em trechos de 30 metros, os quais foram demarcados com um par de estacas, sendo estas colocadas uma em cada lado da estrada e niveladas com um nível de precisão (Alkon AT-20D). Assim, foram demarcados no total 24 perfis (21 trechos) divididos da seguinte forma: Estrada 1 com 9 perfis (8 trechos), Estrada 2 com 9 perfis (8 trechos) e Estrada 3 com 6 perfis (5 trechos).

**Tabela 1.** Características gerais das estradas selecionadas.

**Table 1.** General characteristics of the studied roads.

Estrada	Tipo	Largura média (m)	Comprimento (m)	Declividade (%)	Tipo de Solo*
1	Estrada secundária	4,5	234	7,9	LV
2	Aceiro	2,8	232	4,0	LV
3	Estrada secundária	4,4	150	11,9	LVA

\*Fonte: Rizzo (2001), onde (LV) Latossolo Vermelho e (LVA) Latossolo-Vermelho-Amarelo



**Figura 1.** Localização das estradas e distribuição dos solos.

**Figure 1.** Location of the roads and the soils distribution.

Para quantificar a remoção de sedimentos primeiramente foi realizada uma medida inicial do formato de cada um dos 24 perfis. Para tanto, um fio de nylon, com marcações fixas de 0,1 em 0,1 m, foi preso na parte superior das estacas e esticado entre elas. Depois mediu-se a distância vertical formada entre o fio e a estrada com o auxílio de uma régua em todas as marcações fixas; soltou-se uma das extremidades do fio que foi enrolado em uma das estacas; realizou-se a operação de nivelamento com a motoniveladora Caterpillar modelo 120H; e, finalizada a operação de nivelamento, o fio de nylon foi desenrolado, preso novamente entre as estacas e feita uma nova medição do formato dos perfis.

Para saber a quantidade de sedimento removido durante esta operação, calculou-se a área removida em cada perfil por meio do "Método dos Trapézios" (equação 1).

$$S = \left( \frac{b_E + b_I}{2} \right) \times h \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

$S$  = área removida ( $\text{cm}^2$ )

$b_E$  = soma das bases externas;

$b_I$  = soma das bases internas; e

$h$  = distância entre as medições (0,1 cm).

Para calcular o volume de sedimento removido entre os perfis, ou seja, em cada trecho, utilizou-se a fórmula do "Tronco de Pirâmide" (equação 2).

$$V = \frac{H}{3} (S_n + S_{n+1} + \sqrt{S_n \times S_{n+1}}) \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

$V$  = Volume removido ( $\text{cm}^3$ )

$H$  = distância entre perfis (cm);

$S_n$  = área do perfil ( $\text{cm}^2$ );

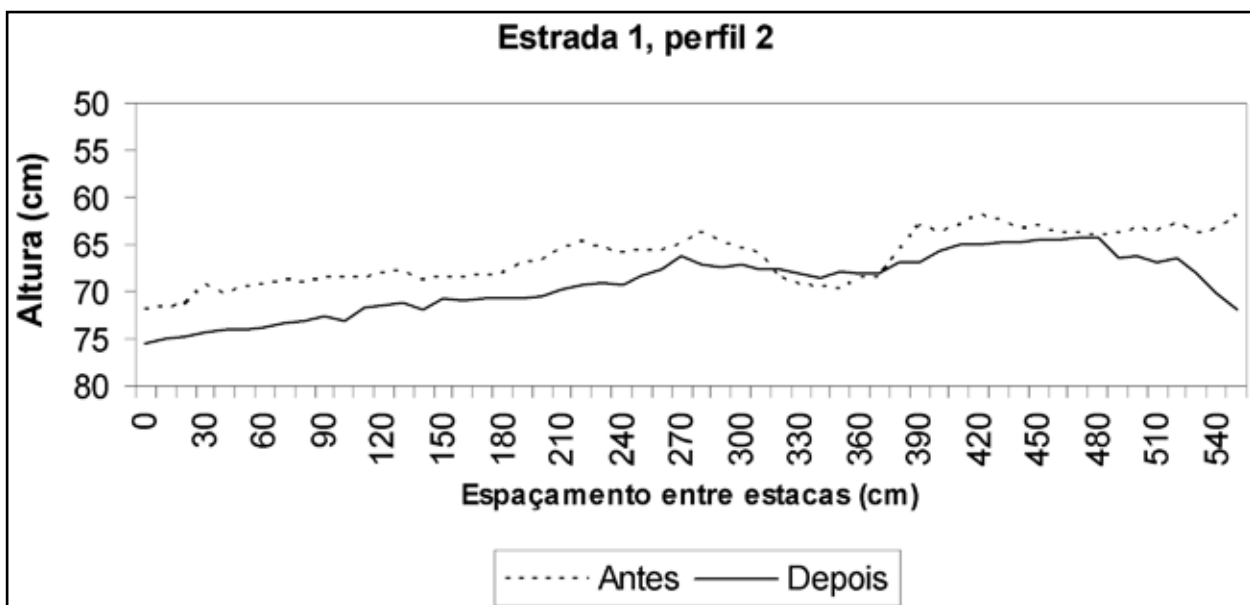
$S_{n+1}$  = área do perfil subsequente ( $\text{cm}^2$ ).

Para cada estrada foi determinada, também, a densidade aparente média do solo. Para tanto, foram coletadas três amostras por estrada: uma no primeiro trecho, uma no trecho central e a terceira no último trecho, por meio de um coletor de amostras com anel volumétrico (dimensões: 5 cm de altura e 4,85 de diâmetro). A densidade do solo foi obtida por meio da razão entre a massa de solo seco e a unidade de volume total do solo (BLAKE e HARTGE, 1986).

Para análise dos dados obtidos sobre a quantidade de sedimentos removida pela motoniveladora, foi utilizado o teste não paramétrico de análise de variâncias de Kruskal-Wallis. O teste de Dunn foi realizado para comparações múltiplas entre as estradas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos possíveis efeitos da operação de nivelamento é a raspagem da camada superficial do leito da estrada. Este efeito pode ser observado na Figura 2, na qual o espaço existente entre as duas linhas representa a área removida de solo neste perfil pelo nivelamento. Vale ressaltar, que para a realização desta operação o operador da máquina não teve qualquer tipo de orientação, ou seja, ele realizou a operação de maneira rotineira.



**Figura 2.** Alteração do perfil 2 da estrada 1, antes e após a passagem da motoniveladora.  
**Figure 2.** Area of soil removed after regrading (road 1, transversal line 2).

Para o cálculo da quantidade de sedimentos removida pela motoniveladora foram utilizadas as densidades de solo obtidas para cada estrada. Para a estrada 1 a densidade do solo foi de  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ , para a estrada 2 de  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$  e para a estrada 3 de  $1,7 \text{ g cm}^{-3}$ .

A equação 1 foi utilizada para calcular a área removida em cada perfil e a equação 2, para calcular o volume removido entre dois perfis, ou seja, nos trechos. Assim, foi possível chegar à quantidade de sedimento removida pela motoniveladora (em  $\text{t ha}^{-1}$ ) em cada trecho das estradas (Figura 3). O trecho com a menor remoção de sedimentos ( $50,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi o trecho 5, da estrada 2 e o trecho com a maior remoção ( $1129,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi o trecho 4, da estrada 3. Além do trecho 4 da estrada 3, o trecho 5 também da mesma estrada apresentou considerável remoção de sedimentos. Este fato ocorreu provavelmente devido à existência de uma erosão mais acentuada no terço final desta estrada, a qual o operador da motoniveladora tentou remover por meio do rebaixamento do leito da estrada.

Para análise dos resultados, após o teste de Kruskal-Wallis, foi aplicado o teste de Dunn (Tabela 2) para comparações múltiplas, cujos resul-

tados apontaram diferenças significativas com relação à remoção de sedimentos pela motoniveladora (em  $\text{t ha}^{-1}$ ) entre a estrada 3; e as demais e a não significância entre as estradas 1 e 2.

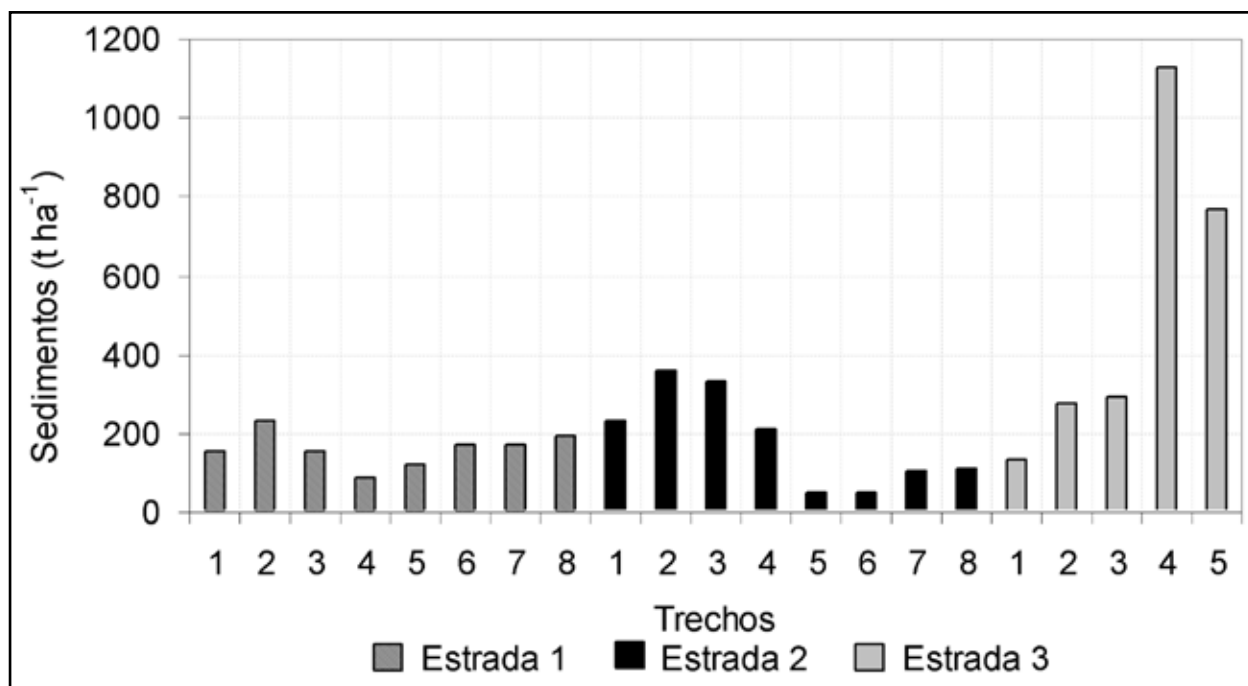
A remoção média de sedimentos, levando-se em consideração todos os trechos das estradas, foi de  $2,13 \text{ cm}$ . Considerando-se a densidade aparente média do solo como sendo de  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ , a remoção média de sedimentos foi de  $341 \text{ t ha}^{-1}$ .

A remoção de sedimentos pela motoniveladora, adotando-se como características uma estrada de  $3,9 \text{ m}$  de largura (média das estradas 1, 2 e 3) e  $150 \text{ m}$  de comprimento, e utilizando-se a média de remoção de sedimentos foi de  $19,9 \text{ t}$  de solo. Esse valor é superior aos valores obtidos em trabalhos que estimaram as perdas de solo por hectare em florestas plantadas com diferentes tipos de manejo e também em áreas com cobertura de floresta nativa e pastagem (LIMA, 1988; PIRES *et al.*, 2006; BRITO *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2003; WICHERT, 2005). O valor de sedimento removido pela motoniveladora nessa estrada, com área de  $0,058 \text{ ha}$ , é superior aos  $12,5 \text{ t ha}^{-1}$  admitido pela FAO (1967) como perda de solo aceitável para  $1 \text{ ha}$  de floresta plantada.

**Tabela 2.** Resultados dos testes de Kruskal-Wallis e de Dunn para as remoções médias de sedimentos ( $\text{t ha}^{-1}$ ).  
**Table 2.** Kruskal-Wallis test and Dunn test to average removals of sediments ( $\text{t ha}^{-1}$ ).

Estradas	Graus de liberdade	Soma dos postos	Remoções médias de sedimentos ( $\text{t ha}^{-1}$ ) dos postos*
1	8	74	9,25 a
2	8	76	9,50 a
3	5	81	16,20 b
	21	231	

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si;  $p > 0,05$



**Figura 3.** Remoção de sedimentos ( $\text{t ha}^{-1}$ ) nos trechos das estradas.  
**Figure 3.** Sediment removed ( $\text{t ha}^{-1}$ ) in stretch of the roads.

Como visto, o valor de 341 t ha<sup>-1</sup> parece alto se comparado às taxas de erosão esperadas para os plantios florestais. Da mesma forma, quando comparado aos valores obtidos em trabalhos que buscaram avaliar a influência das estradas florestais na produção de sedimentos, como os desenvolvidos por Antonangelo (2004), Ramos-Scharrón (2005), MacDonald *et al.*, (2001) e Fredriksen (1970), este valor foi, respectivamente, 2,6; 3,1; 4,6 (considerando o valor máximo encontrado em segmentos de estradas); e 11,1 vezes maior (considerando o tratamento em microbacias com estradas) do que o medido pelos autores. Contudo, em comparação aos trabalhos de Beschta (1978) e Heede (1987) este valor foi, respectivamente, 233 e 3831 vezes maior.

Assim, é notável a existência de uma grande variação de resultados nos trabalhos que estudaram as estradas florestais. Provavelmente, essas variações relacionam-se com as diferentes metodologias empregadas, o que demonstra uma necessidade de se estabelecer padrões que sirvam de referência para este tipo de estudo. Por outro lado, mesmo com essa grande variação, pode-se perceber que a operação de manutenção de estradas, utilizando a motoniveladora, sem uma estratégia da técnica a ser empregada para cada estrada, ou seja, apenas com o conhecimento do operador da máquina, cria um grande potencial de geração de impactos ambientais, devido à quantidade de sedimentos removida.

## CONCLUSÕES

A atividade de nivelamento de estradas florestais, utilizando a motoniveladora, representa uma fonte produtora de sedimentos no ecossistema. Esta atividade requer planejamento e análise como qualquer outra atividade florestal, devido à extensão de suas influências na paisagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONANGELO, A. *Avaliação do sistema de informações geográficas grass para predição dos riscos de erosão em estradas de uso florestal*. 2004. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2004.
- BAESSO, D.P.; GONÇALVES, F.L.R. *Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção*. Florianópolis: Departamento Estadual de Infra-Estrutura, 2003. 236p.
- BESCHTA, R.L. Long-term patterns of sediment production following road construction and logging in the Oregon Coast Range. *Water Resources Research*, Washington, v.14, n.6, p.1011-1016, 1978.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed). *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1986. p.363-375.
- BRASSIOLO, M.M. *Avaliação da regeneração natural de Pinus elliottii var. elliottii na floresta nacional de Capão Bonito, SP*. 1988. 127p. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- BRITO, L.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LEITE, M.M.; PIRES, L.S. Erosão hídrica de latossolo vermelho muito argiloso relevo ondulado em área de pós-plantio de eucalipto no Vale do Rio Doce, região Centro Leste do Estado de Minas Gerais. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.67, p.27-36, 2005.
- DIETZ, P. Utilização e conservação de estradas florestais. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1983, Curitiba. *Resumos*. Curitiba: UFPR, 1983. p.141-147.
- FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. *La erosión del suelo por el agua: algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo*. Roma, 1967. 207p.
- FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. *Watershed management field manual: road design and construction in sensitive Watersheds*. Rome, 1989. 218p.
- FREDRIKSEN, R.L. Erosion and sedimentation following road construction and timber harvest on unstable soils in three small western Oregon watersheds. *USDA. Forest Service. PNW Research Paper*, Portland, n.104, p.1-15, 1970.
- GONÇALVES, J.L.M. Conservação do solo. In: GONÇALVES, J. L.M.; STAPE, J.L. (Ed). *Conservação e cultivo de solos para plantações florestais*. Piracicaba: IPEF, 2002. cap.2, p.47-129.
- GRACE III, J.M. Forest road sideslopes and soil conservation techniques. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.55, p.1-9, 2000.

- HEEDE, B.H. Overland flow and sediment delivery five years after timber harvest in a mixed conifer forest, Arizona, U.S.A. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.91, p.205-216, 1987.
- INSTITUTO FORESTAL. **Manual de caminos forestales**. Santiago, 1971. 191p. (Manual, 8).
- LIMA, W.P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcelsas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, Piracicaba, n.38, p.5-16, 1988.
- LUCE, C.H.; WEMPLE, B.C. Introduction to special issue on hydrologic and geomorphic effects of forest roads. **Earth Surface Processes and Landforms**, Chichester, v.26, p.111-113, 2001.
- LUGO, A.E.; GUCINSKI, H. Function, effects, and management of forest roads. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.133, p.249-262, 2000.
- MACDONALD, L.H.; SAMPSON, R.W.; ANDERSON, D.M. Runoff and road erosion at the plot and road segment scales, St. John, US Virgin Islands. **Earth Surface Processes and Landforms**, Chichester, v.26, p.251-272, 2001.
- MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FONSECA, S.; MARQUES, J.J.G.S.M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.395-403, 2003.
- PACKER, P.E.; HAUPT, H.F. The influence of roads on water quality characteristics. **Society of American Foresters**, Detroit, v.63, n.3, p.111-114, 1965.
- PIRES, L.S.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Leite, F.P.; Brito, L.F. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.687-695, 2006.
- RAMOS-SCHARRÓN, C.E.; MACDONALD, L.H. Measurement and prediction of sediment production from unpaved roads, St John, US Virgin Islands. **Earth Surface Processes and Landforms**, Chichester, v.30, p.1283-1304, 2005.
- RIZZO, L.T.B. **Levantamento pedológico semide-talhado no distrito de Capão Bonito e regionais Boa Esperança, Santa Inês, Santa Helena e Santa Fé**. São Paulo: LRM-Projetos e Consultoria Agro Ambiental, 2001.
- SANTOS, A.R.; PASTORE, E.L.; AUGUSTO, F.; CUNHA, M.A. **Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação**. São Paulo: IPT, 1985. 140p.
- VERSFELD, D.B. Overland flow on small plots at the jonkershoek forestry research station. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n.119, p.35-40, 1981.
- WICHERT, M.C.P. **Erosão hídrica e desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* em um argissolo vermelho-amarelo submetido a diferentes métodos de preparo de solo no Vale do Paraíba, SP**. 2005. 83p. Tese (Mestrado em Silvicultura e Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

Recebido em 14/02/2007

Aceito para publicação em 22/01/2008