

# Avaliação das Propriedades Físicas e Mecânicas de um Latossolo Submetido a Diferentes Intensidades de Tráfego de um Forwarder

ARYSTIDES RESENDE SILVA<sup>(1)</sup>, MOACIR DE SOUZA DIAS JUNIOR<sup>(2)</sup>, FERNANDO PALHA LEITE<sup>(3)</sup>, EDUARDO JORGE MAKLOUF CARVALHO<sup>(4)</sup> & CARLOS ALBERTO COSTA VELOSO<sup>(4)</sup>

**RESUMO** - Com a intensa mecanização das operações florestais, a compactação do solo, causada pelo tráfego, pode ser limitante para a obtenção de maiores produtividades. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nas propriedades físicas e mecânicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo devido a diferentes intensidades de tráfego de um Forwarder na Região de Santa Maria de Itabira, MG. Foram coletadas, nas profundidades de 0-3 e 10-13 cm, 10 amostras indeformadas onde não houve tráfego e na linha de tráfego onde o Forwarder trafegou 2, 4 e 8 vezes. As amostras indeformadas foram utilizadas nos ensaios de compressão uniaxial. Determinaram-se também as características físicas dos solos. Todas as intensidades de tráfego do Forwarder na Região de Santa Maria de Itabira causaram compactação no solo principalmente na profundidade de 10-13 cm.

**Palavras-Chave:** Compactação do solo, densidade do solo, pressão de preconsolidação, mecanização florestal.

## Introdução

A necessidade de realizar a colheita florestal em grandes áreas tem levado a um aumento na utilização de máquinas. As pressões aplicadas por estas máquinas durante as operações de colheita florestal podem aplicar altas pressões sobre o solo [1], com conseqüentes alterações das propriedades físicas e mecânicas do solo, afetando a sua estrutura e resultando na sua compactação [2].

A compreensão e a quantificação dos impactos causados pela compactação têm sido uma constante preocupação dos pesquisadores quando se considera a crescente mecanização associada ao aumento nas capacidades operacionais das máquinas, a intensidade de tráfego nas áreas [3, 4] e, principalmente, quando essas operações são realizadas em condições inadequadas de umidades do solo [2, 3].

Diante destas considerações, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nas propriedades físicas

e mecânicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, devido a diferentes intensidades de tráfego de um Forwarder na Região de Santa Maria de Itabira, MG.

## Material e Métodos

Este estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), textura argilosa, cuja composição granulométrica determinada pelo método da pipeta [5] foi: argila 537 g Kg<sup>-1</sup>, areia 407 g Kg<sup>-1</sup> e silte 56 g Kg<sup>-1</sup> na profundidade de 0 – 3 cm e argila 570 g Kg<sup>-1</sup>, areia 367 g Kg<sup>-1</sup> e silte 63 g Kg<sup>-1</sup> para a profundidade de 10 – 13 cm, localizado no município de Santa Maria de Itabira, MG, com coordenadas 19°23'11,63"S e 42°54'16,11"W de Greenwich e altitude de 850 metros.

O preparo da área para a realização do estudo consistiu em derrubar as árvores de eucalipto com o uso de motosserra e a retirada da madeira foi feita manualmente. Em seguida, foram demarcadas parcelas de quatro linhas de árvores, com 26 árvores na linha com espaçamento de 3 x 2 m apresentando uma área total de 624 m<sup>2</sup>. Para avaliação do efeito da intensidade de tráfego, foi utilizado um Forwarder autocarregável (marca Valmet, modelo 636 S), pneus 600/55-26.5 com tara de 11,9 t, carregado com 9 m<sup>3</sup> de madeira (densidade de 480 kg m<sup>-3</sup>) que trafegou sobre a mesma entrelinha 2, 4 e 8 vezes com uma carga de 3/3 de sua capacidade, o que corresponde a 9 m<sup>3</sup> de madeira.

Para determinar o efeito da intensidade de tráfego de um Forwarder nas propriedades físicas e mecânicas do solo, coletou-se na linha de tráfego do Forwarder, nas profundidades 0-3 e 10-13 cm após 2, 4 e 8 passadas do Forwarder carregado com 9 m<sup>3</sup> de madeira e em uma entrelinha onde não houve tráfego, 10 amostras indeformadas em cada situação. As amostras indeformadas foram coletadas usando um amostrador tipo Uhland com anel volumétrico de 6,40 cm de diâmetro e 2,54 cm de altura. Estas amostras foram parafinadas no campo, para evitar alterações na umidade a partir do momento da coleta até a realização do ensaio de compressão uniaxial no laboratório.

No laboratório, os ensaios de compressão uniaxial foram realizados de acordo com Bowles [6], modificado

<sup>1</sup> Primeiro Autor é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Bairro Marco, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 Belém (PA). E-mail: [arystides@cpatu.embrapa.br](mailto:arystides@cpatu.embrapa.br).

<sup>2</sup> Segundo Autor é Professor do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras – UFLA. Caixa Postal, 3037, CEP 37.200-000 Lavras (MG). Bolsistas CNPq. E-mail: [msouzadj@ufla.br](mailto:msouzadj@ufla.br).

<sup>3</sup> Terceiro Autor é Pesquisador Cenibra, E-mail: [fernando.leite@cenibra.com.br](mailto:fernando.leite@cenibra.com.br)

<sup>4</sup> Quarto e Quinto Autor é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Bairro Marco, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 Belém (PA). E-mail: [maklouf@cpatu.embrapa.br](mailto:maklouf@cpatu.embrapa.br); [veloso@cpatu.embrapa.br](mailto:veloso@cpatu.embrapa.br).

por Dias Junior [7] nas amostras indeformadas coletadas com a umidade na quais as operações com o Forwarder foram realizadas.

Nas amostras indeformadas utilizadas para determinar da  $\sigma_p$ , determinou-se também a umidade, a densidade do solo, o volume total de poros de acordo com EMBRAPA [5].

## Resultados e Discussão

Na profundidade de 0-3 cm, não foi constatado efeito da intensidade de tráfego na umidade (U), densidade do solo (Ds) e no volume total de poros (PT). Já na camada de 10-13 cm, estas propriedades sofreram alterações quando o solo foi submetido ao tráfego do Forwarder, não sendo, entretanto, diferentes para as diferentes passadas (Tabela 1).

Avaliando o efeito da intensidade de tráfego em profundidade, nota-se (Tabela 1) que não houve diferença na U entre as profundidades estudadas. A profundidade de 10-13 cm, apresentou os maiores valores de Ds, exceto onde não houve o tráfego e os menores de PT, indicando que o tráfego alterou a estrutura do solo em profundidade. Estes resultados concordam com os obtidos por Castro Neto [8], que observou o efeito da compactação causado pelo tráfego de um trator agrícola na profundidade 10 a 20 cm e com os obtidos por Silva [9] segundo o qual a camada compactada localizou-se na profundidade de 5 a 25cm em um Latossolo Amarelo.

As pressões de preconsolidação ( $\sigma_p$ ), da profundidade de 0-3 cm foram diferentes estatisticamente nas diferentes intensidade de tráfego. Observa-se que, para 4 passadas do Forwarder ocorreu o maior valor  $\sigma_p$ , seguidas das condições de 2 e 8 passadas, as quais não diferiram entre si. O menor valor de  $\sigma_p$  ocorreu onde não houve o tráfego, evidenciando que o solo suportou menores pressões no passado do que as aplicadas pelo Forwarder. Já na profundidade de 10-13 cm, não houve diferenças estatísticas entre as condições de intensidade de tráfego, entretanto, estas foram diferentes estatisticamente das  $\sigma_p$  do local onde não houve tráfego (Tabela 1). Como as  $\sigma_p$  induzidas na profundidade 10-13 cm foram independente do número de passadas e o número de passadas igual a 4 foi o que causou maior compactação na profundidade de 0-3 cm, identificou-se, o número de passadas igual a 4 como a que mais danos causou à estrutura do solo.

Em profundidade, observou-se diferença estatística na  $\sigma_p$  somente quando o tráfego foi realizado 2 vezes na mesma entrelinha (Tabela 1), sendo a profundidade

de 10-13 cm a que apresentou o maior valor de  $\sigma_p$ , indicando um efeito mais pronunciado da compactação do solo em profundidade nas primeiras passadas do Forwarder. Estes resultados corroboram com os obtidos por Fenner [10] que verificou em um estudo de tráfego controlado, que as maiores deformações no solo ocorrem logo após a primeira passagem de um trator florestal, e também corroboram com os de Wood et al. [11], os quais relataram que as repetidas passadas dos rodados aumentam a degradação da estrutura em profundidade.

## Conclusões

O tráfego do Forwarder causou compactação do solo.

A compactação do solo aumentou com o aumento da intensidade de tráfego.

## Referências

- [1] HORN, R.; VOSSBRINK, J.; BECKER, S. 2004. Modern forestry vehicles and their impacts on soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, 79:207-219.
- [2] DIAS JUNIOR, M. S.; LEITE, F. P.; LASMAR JUNIOR, E.; ARAÚJO JUNIOR, C. F. 2005. Traffic effects on the soil preconsolidation pressure due to eucalyptus harvest operations. **Scientia Agricola**, 62: 248-255.
- [3] RAPER, R. L. 2005 Agricultural traffic impacts on soil. **Journal of Terramechanics**, 42: 259-280.
- [4] HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. 2005. Soil compaction in cropping systems a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil & Tillage Research**, 82:121-145.
- [5] EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 212 p.
- [6] BOWLES, J. E. 1986. **Engineering properties of soils and their measurements**. 3. ed. Auckland: McGraw-Hill, 218 p.
- [7] DIAS JUNIOR, M. S. 1994. **Compression of three soils under long-term tillage and wheel traffic**. 114 p. Tese (Doutorado) - Michigan State University, East Lansing.
- [8] CASTRO NETO, P. 2001. **Desenvolvimento e avaliação de equipamentos e metodologia para determinação de parâmetros físicos do solo relacionados a dias trabalháveis com máquinas agrícolas**. 155 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- [9] SILVA, S. R. 2005. **Efeitos da compactação sobre características físicas, químicas e microbiológicas de dois Latossolos e no crescimento de eucalipto**. 97p. Doutorado (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- [10] FENNER, P. T. 1999. **Relações entre tráfego, solo e desenvolvimento florestal na colheita da madeira**. 135 p. Tese (Livro Docência) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.
- [11] WOOD, R. K.; REEDER, R. C.; MORGAN, M. T.; HOLMES, R. G. 1993. Soil physics properties as affected grain cart traffic. **Transactions ASAE**, 36:, 11-14.

TABELA 1. Efeito da intensidade do tráfego de um Forwarder nas propriedades físicas e mecânicas do Latossolo Vermelho Amarelo na Região de Santa Maria de Itabira, nas profundidades de 0-3 e 10-13 cm.

Camada (cm)	Número de passadas do Forwarder <sup>1</sup>			
	0 passadas <sup>+</sup>	2 passadas <sup>+</sup>	4 passadas <sup>+</sup>	8 passadas <sup>+</sup>
U (kg kg <sup>-1</sup> )				
0 - 3	0,2638 a A	0,2268 a A	0,2373 a A	0,2399 a A
10 - 13	0,2613 a A	0,2308 b A	0,2237 b A	0,2207 b A
Ds (kg dm <sup>-3</sup> )				
0 - 3	0,98 a A	1,00 a B	0,99 a B	1,00 a B
10 - 13	0,94 b B	1,08 a A	1,14 a A	1,11 a A
PT (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )				
0 - 3	0,6101 a B	0,5982 a A	0,6003 a A	0,5995 a A
10 - 13	0,6335 a A	0,5788 b B	0,5539 b B	0,5680 b A
σ <sub>p</sub> (kPa)				
0 - 3	221 c A	295 b B	340 a A	303 b A
10 - 13	228 b A	360 a A	346 a A	334 a A

<sup>(1)</sup> U = Umidade; Ds = densidade do solo; PT = volume total de poros; σ<sub>p</sub> = pressão de preconsolidação. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, quanto ao número de passadas do Forwarder na mesma profundidade, pelo teste de Scott-Knott (p<0,05). Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, quanto à profundidade no mesmo número de passadas do Forwarder, pelo teste de Scott-Knott (p<0,05) (+ Média de 10 repetições por profundidade).