

# Avaliação de Diferentes Cargas de um Forwarder na Estrutura de um Latossolo Vermelho-Amarelo

**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** – A operação de baldeio florestal está relacionada ao uso de máquinas as quais trafegam numa mesma linha várias vezes, ou aleatoriamente o que pode causar a compactação do solo, alterando o meio onde o sistema radicular se desenvolve, com conseqüente quebra de produtividade. Além do número de passadas, a carga de madeira transportada também pode afetar a compactação do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nas propriedades físicas e mecânicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo devido a diferentes cargas 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 4 vezes com 1/3, 2/3 e 3/3 de sua carga. As amostras indeformadas foram utilizadas nos ensaios de compressão uniaxial. Determinaram-se também as características físicas dos solos. As cargas utilizadas pelo 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 operação de baldeio florestal está relacionada ao uso de máquinas as quais trafegam numa mesma linha várias vezes, ou aleatoriamente, o que pode causar a compactação do solo [2, 3, 4], alterando o meio onde o sistema radicular se desenvolve com conseqüente quebra de produtividade. Além do número de passadas,

a carga de madeira transportada também pode afetar a compactação do solo, quando as pressões aplicadas pelas máquinas excederem a capacidade suporte de carga desse solo [2].

Portanto, o tráfego em áreas cultivadas com eucalipto tem se tornado preocupante, devido à possibilidade de disseminação da compactação [2], principalmente quando este é realizado em condições inadequadas de umidade e por vários ciclos da exploração florestal [3, 4].

Diante destas considerações, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nas propriedades físicas e mecânicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, devido a diferentes cargas 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 a avaliação do efeito das diferentes cargas foi utilizado um Forwarder autocarregável (marca Valmet, modelo 636 S), pneus 600/55-26.5, onde este recebeu cargas correspondentes a: 1/3, 2/3 e 3/3 de sua carga que corresponde a 3, 6 e 9 m<sup>3</sup> de madeira, respectivamente, o qual trafegou quatro vezes na mesma entrelinha.

Para determinar o efeito das cargas 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 este ter trafegado quatro vezes com 1/3 (3 m<sup>3</sup>),

<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 Engenheiro Agrícola, Ph.D, 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).

2/3 (6 m<sup>3</sup>) e 3/3 (9m<sup>3</sup>) de sua carga 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 por Dias Junior [7] nas amostras indeformadas coletadas com a umidade na qual 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

A Densidade do solo (Ds), Umidade (U), e Volume total de poros (PT) não apresentaram diferenças significativas na profundidade de 0-3 cm, quando o tráfego do Forwarder foi realizado com diferentes cargas (Tabela 1). Na profundidade 10-13 cm, verificou-se que o tráfego do Forwarder com diferentes cargas elevou significativamente os valores da Ds e reduziu significativamente os valores de U e PT em relação aos valores da condição onde não houve tráfego do Forwarder, não havendo, entretanto, diferenças significativas entre os valores de Ds, U e PT com a utilização de diferentes cargas 1/3 (3 m<sup>3</sup>), 2/3 (6 m<sup>3</sup>) e 3/3 (9 m<sup>3</sup> da carga).

O tráfego do Forwarder com diferentes cargas não causou diferença entre os valores de U em profundidade, enquanto que os valores da Ds e da PT apresentaram diferenças significativas onde não houve o tráfego e quando o Forwarder trafegou com 2/3 de sua carga. Os valores de Ds foram maiores e os de PT foram menores na profundidade de 10-13 cm (Tabela 1), sugerindo ser esta a carga a crítica para o processo de compactação.

Os valores  $\sigma_p$  na profundidade de 0-3 aumentaram significativamente quando o Forwarder trafegou com as diferentes cargas em relação ao local onde não houve o tráfego (Tabela 1). Os valores de  $\sigma_p$  não diferiram entre si para as diferentes cargas do Forwarder. Na profundidade de 10-13 cm, os maiores valores de  $\sigma_p$  ocorreram para cargas de 2/3 (6 m<sup>3</sup>) e 3/3 (9 m<sup>3</sup>), sugerindo novamente, ser a carga 2/3 a crítica para o processo de compactação do solo. Estes resultados corroboram com os de Horn & Lebert [8], que observaram que a aplicação de cargas dinâmicas no solo pode causar compactação em diferentes profundidades do solo.

## Conclusões

As cargas utilizadas pelo forwarder causaram compactação do solo principalmente na profundidade de 10-13 cm.

O tráfego do Forwarder com a capacidade de 2/3 de sua carga foi considerada crítica para o processo de compactação do solo.

## 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] HORN, R.; LEBERT, M. 1994 Soil compactibility and compressibility. In: SOANE, B. D.; van OUWEKERK, C. (Ed). **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier., p. 45-69. Developments in Agricultural Engineering, v. 11.

TABELA 1. Efeito da carga de tráfego do 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)	Carga do Forwarder			
	0 carga <sup>+</sup> -	1/3 carga <sup>+</sup> 3 m <sup>3</sup>	2/3 carga <sup>+</sup> 6 m <sup>3</sup>	3/3 carga <sup>+</sup> 9 m <sup>3</sup>
U (kg kg <sup>-1</sup> )				
0 - 3	0,2638 a A	0,2490 a A	0,2475 a A	0,2485 a A
10 - 13	0,2613 a A	0,2263 b A	0,2309 b A	0,2327 b A
Ds (kg dm <sup>-3</sup> )				
0 - 3	0,98 a A	1,00 a A	1,01 a B	0,99 a A
10 - 13	0,94 b B	1,08 a A	1,13 a A	1,06 a A
PT (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )				
0 - 3	0,6101 a B	0,6006 a A	0,5971 a A	0,6055 a A
10 - 13	0,6335 a A	0,5772 b A	0,5590 b B	0,5850 b A
$\sigma_p$ (kPa)				
0 - 3	221 b A	312 a A	336 a A	349 a A
10 - 13	228 c A	296 b A	354 a A	335 a A

<sup>(1)</sup> U = Umidade; Ds = densidade do solo; PT = volume total de poros;  $\sigma_p$  = pressão de preconsolidação; Ds $\sigma_p$ = densidade do solo na pressão de preconsolidação. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, quanto à carga 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 na mesma carga do Forwarder, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) (+Médias de 10 repetições por profundidade).