

Efeito da Intensidade de Tráfego de um Forwarder sobre a Compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo

**Arystides Resende Silva⁽¹⁾, Moacir de Souza Dias Junior⁽²⁾, Fernando Palha Leite⁽³⁾,
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho⁽⁴⁾ & Carlos Alberto Costa Veloso⁽⁴⁾**

(1) 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; (2) 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; (3) Pesquisador Cenibra, E-mail: fernando.leite@cenibra.com.br; (4) Pesquisadores 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; veloso@cpatu.embrapa.br.

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 compactação do solo, alterando o meio onde o sistema radicular se desenvolve e reduzindo a produtividade. O objetivo deste estudo foi de determinar, com o uso do modelo de capacidade de suporte de carga para Latossolo Vermelho-Amarelo no Município de Santa Maria de Itabira – MG, o efeito da intensidade de tráfego de um Forwarder sobre a compactação do solo durante o transporte da madeira de eucalipto dentro do talhão. Foram coletadas 10 amostras indeformadas em cada profundidade onde o Forwarder trafegou 2, 4 e 8 vezes. As amostras indeformadas foram utilizadas nos ensaios de compressão uniaxial. Determinou-se também a textura, o teor de matéria orgânica, densidade de partículas e densidade dos solos. Todas as intensidades de tráfego causaram compactação no solo nas duas profundidades estudadas sendo, quatro passadas a que causou maior compactação do solo.

Palavras-chave: Compactação do solo, pressão de preconsolidação, mecanização florestal.

INTRODUÇÃO

O tráfego intensivo de máquinas tem sido o principal responsável pelo aumento da densidade e resistência mecânica do solo, diminuição da porosidade e condutividade hidráulica (Hanza e Anderson, 2005), resultando na compactação do solo e alterando o meio onde o sistema radicular se desenvolve, o que dificulta a penetração das raízes, a extração de água e o crescimento das plantas, afetando seu potencial produtivo (Dedecek e Gava, 2005), e a qualidade ambiental devido ao aumento do processo erosivo, culminando com redução na produtividade (Reichert et al., 2009).

A compactação em solos florestais está relacionada ao uso de máquinas nas operações de colheita e baldeio da madeira (Dias Junior e Pierce, 1996; Dedecek e Gava, 2005; Silva et al., 2007) que trafegam várias vezes em uma mesma linha de tráfego ou aleatoriamente na área (Raper, 2005; Hanza e Anderson, 2005; Silva et al., 2007; Schaffer et al., 2008) podendo aplicar pressões aos solos maiores do que a sua capacidade de suporte de carga (Dias Junior et al., 2005), resultando em compactação.

Portanto, o tráfego em áreas cultivadas com eucalipto torna-se preocupante devido à possibilidade de disseminação da compactação (Dias Junior et al., 2005; Silva et al., 2007), principalmente quando é realizado em condições inadequadas de umidade. (Raper, 2005; Hanza e Anderson, 2005; Silva et al., 2007; Silva et al., 2009).

O objetivo deste estudo foi de determinar, com o uso do modelo de capacidade de suporte de carga para Latossolo Vermelho-Amarelo no Município de Santa Maria de Itabira – MG, o efeito da intensidade de tráfego de um Forwarder sobre a compactação do solo durante o transporte da madeira de eucalipto dentro do talhão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), textura argilosa, 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 solo na área é um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, relevo declivoso.

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 m², onde avaliou-se o efeito da intensidade de tráfego, no qual foi utilizado um Forwarder autocarregável (marca Valmet, modelo 636 S), pneus 600/55-26.5 com tara de 11,9 t, carregado com 9 m³ de madeira (densidade de 480 kg m⁻³) trafegando sobre a mesma entrelinha 2, 4 e 8 vezes com uma carga de 3/3 de sua capacidade, o que corresponde a 9 m³ de madeira.

Para determinar o efeito da intensidade de tráfego 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 m³ de madeira, 10 amostras indeformadas em cada situação de tráfego. 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 nessas amostras com a umidade na qual as operações com o forwarder foram realizadas usando um consolidômetro da marca Boart Longyear, por meio do qual as pressões foram aplicadas utilizando-se ar comprimido. As pressões aplicadas a cada amostra obedeceram à seguinte ordem: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 kPa. Cada pressão foi aplicada até que 90% da deformação máxima fosse atingida (Taylor, 1948) e, após essa condição ser atingida, aplicou-se uma nova pressão. Para cada umidade de operação do forwarder as pressões de preconsolidação foram obtidas de acordo com Dias Junior & Pierce (1995) e plotadas nos modelos de capacidade de suporte de carga de cada região obtidos por Silva et al., (2011), determinando assim o efeito da intensidade de tráfego do Forwarder sobre a estrutura do solo..

As amostras deformadas foram obtidas pela coleta de solo das porções superiores e inferiores dos anéis de amostragem, nas quais foram determinados os teores de matéria orgânica, textura e a densidade de partículas (Embrapa, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de textura, matéria orgânica, densidade de partículas e densidade do solo são apresentados na Tabela 1.

Para analisar os efeitos das diferentes condições de intensidade de tráfego do forwarder foi utilizado o modelo de capacidade de suporte de carga obtidos por Silva et al., (2011) para a região onde este estudo foi conduzido (Figura 1).

Para avaliar a intensidade de tráfego do Forwarder sobre a estrutura do LVA foram inseridos no modelo de capacidade de suporte de carga (Figura 1), os valores das pressões de preconsolidação com suas respectivas umidades, obtendo-se os Tabela 2 de acordo com os critérios usados por Dias Junior et al., (2005), assim dividindo a Figura 1 em três regiões.

As regiões consideradas são: a) região onde os valores da pressão de preconsolidação determinados após o tráfego forem maiores que o limite superior do intervalo de confiança, sendo considerada a região com compactação do solo adicional; b) região onde os valores da pressão de preconsolidação determinados após o tráfego estão entre os limites de confiança inferior e superior, considerada como região sem compactação, mas com tendência em compactar; e c) região onde os valores da pressão de preconsolidação determinada após o tráfego são menores que o limite inferior do intervalo de confiança, considerada a região sem compactação.

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que todas as intensidades de tráfego na área do estudo causaram compactação. O número de duas passadas na mesma entrelinha pelo Forwarder promoveu maior compactação na profundidade de 10-13 cm que quatro e oito na mesma entrelinha, devido, provavelmente ao maior teor de argila e menor teor de matéria orgânica nesta profundidade. Estes resultados corroboram com os obtidos por Hanza e Anderson (2005) e Seixas e Souza (2007) o qual observaram que a maior parte da compactação do solo ocorre na primeira passada de uma roda e que esta pode aumentar com o aumento do número de passadas. O número de passadas igual a quatro foi a que causou maior compactação na profundidade de 0-3 cm, identificando que com o aumento do número de passadas os teores de argila e matéria orgânica do solo em estudo não influenciaram a compactação do solo em profundidade. Já o número de passadas igual a oito causou menor compactação do que o número de passadas igual a quatro na profundidade de 0-3 cm, e do que o número de passadas igual a duas na profundidade de 10-13 cm. Estes resultados são



justificados pelo fato de que para estas situações, os níveis de pressões aplicadas pelo Forwarder, foram maiores do que a capacidade de suporte de carga do solo, o que promoveu destruição de sua estrutura, com conseqüente redução nas pressões de preconsolidação. Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva et al., (2006), Lopes et al., (2006), Dedecek e Gava, (2005) que observaram camadas compactadas em profundidade e observaram ainda, que à medida que a intensidade de tráfego aumentava, a compactação do solo era mais evidenciada na profundidade de 0-3 cm, desde que essa intensidade não ultrapassasse a capacidade de suporte de carga do solo.

CONCLUSÕES

A intensidade de tráfego de quatro passadas na mesma entrelinha a que causou maior compactação do solo.

REFERÊNCIAS

- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curves. **Soil Technology**, Amsterdam, v. 8, n. 2, p. 139-151, Nov. 1995.
- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. Revisão de Literatura. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 175-182, maio/ago. 1996.
- DIAS JUNIOR, M.S.; LEITE, F.P.; LASMAR JUNIOR, E.; ARAÚJO JUNIOR, C.F. Traffic effects on the soil preconsolidation pressure due to eucalyptus harvest operations. **Scientia Agricola**, Piracicaba, V.62, n. 3, p.248-255, Mai./jun. 2005.
- DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. Influência da compactação do solo na profundidade da rebrota de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, p.383-390, 2005
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ministério da agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 121-145, June 2005.
- LOPES, S. E.; FERNANDES, H. C.; VIEIRA, L. B.; MACHADO, C. C.; RINALDI, P. C. N. Compactação de um solo de uso florestal submetido ao tráfego de arraste de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30 p.369-376, 2007.
- REICHERT, J.M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D.J.; HORN, R.; HAKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, n.2, p. 242-254, mar. 2009
- RAPER, R. L. Agricultural traffic impacts on soil. **Journal of Terramechanics**, Oxford, v. 42, n. 3/4, p. 259-280, July/Oct. 2005.
- SEIXAS, F.; SOUZA, C. R. Avaliação e efeito da compactação do solo, devido à frequência de tráfego, na produção de madeira de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 31, p. 1047-1052, 2007.
- SILVA, A. R.; DIAS JUNIOR, M.S.; GUIMARÃES, P. T. C.; ARAUJO JUNIOR, C. F. Modelagem da Capacidade suporte de carga e quantificação dos efeitos das operações mecanizadas em um Latossolo amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa –MG, v.31,p. 207-216, 2006.
- SILVA, S. R.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M.; MENDONÇA, E.S.; LEITE, F.P. Alterações do solo influenciadas pelo tráfego e carga de um forwarder nas entrelinhas de uma floresta de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa -MG. v.31, p. 371-377, 2007.
- SILVA, A. R.; DIAS JUNIOR, M. S.; LEITE, F.P. Camadas de resíduos florestais e pressão de preconsolidação de dois latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.1, p.89-93, jan. 2007.
- SILVA, R. B.; LANÇAS, K. P.; MIRANDA, E. E. V.; SILVA, F. A. M.; BAIO, F. H. R. Estimation and evaluation of dynamic properties as indicators of changes on soil structure in surgarcane fields of São Paulo state – Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 2, p. 265-270, May 2009.
- SILVA, A. R.; DIAS JUNIOR, M. S.; LEITE, F.P. Avaliação da Intensidade de tráfego e carga de um Forwarder sobre a compactação de um Latossolo Vermelho-amarelo. **Revista árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.547-554, 2011.
- TAYLOR, D. W. **Fundamentals of soil mechanics**. New York: John Wiley & Sons, 1948. 700 p.

Tabela 1. Caracterização física e teor de Materia orgânica de material de Latossolo Vermelho-Amarelo, coletado nas profundidades de 0-3 e 10-13 cm.

Camadas	Argila	Areia	Silte	MO ¹	DP ¹	Ds ¹
---cm---	-----g kg ⁻¹ -----			-----g cm ⁻³ -----		
0 - 3	537b	407a	56a	40a	2,50b	0,98a
10 - 13	570a	367b	63a	25b	2,56a	0,94a

¹: MO = matéria orgânica; Dp = densidade de partículas; Ds densidade do solo. Médias nas colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

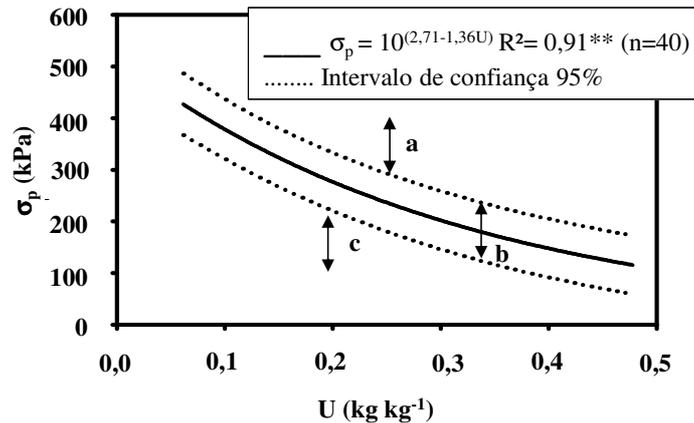


Figura 1. Modelo da capacidade de suporte de carga para o Latossolo Vermelho-Amarelo para as profundidades de 0-3 e 10-13 cm. Fonte: (Silva et al., 2011). As regiões indicadas pelas letras “a”, “b” e “c” foram estipuladas de acordo com Dias Junior et al., (2005).

Tabela 2. Valores médios de umidade e pressão de preconsolidação e classificação das amostras de solo em porcentagem, de acordo com cada região “a”, “b” e “c” da figura 2, usando os valores de pressão de preconsolidação determinadas após as operações do Forwarder para material de solo de Latossolo Vermelho-Amarelo nas profundidades de 0-3 e 10-13 cm utilizando os critérios de Dias Junior et al., (2005).

Efeito da Intensidade de Tráfego Forwarder						
Profundidade de 0-3 cm						
Região	2 Passadas (9m ³)		4 Passadas (9m ³)		8 Passadas (9m ³)	
	U kg kg ⁻¹	σ _p kPa	U kg kg ⁻¹	σ _p kPa	U kg kg ⁻¹	σ _p kPa
	0,22 ⁽¹⁾	295 ⁽¹⁾	0,23 ⁽¹⁾	340 ⁽¹⁾	0,23 ⁽¹⁾	303 ⁽¹⁾
	----- % -----					
a - Compactação	30		100		60	
b - Sem compactação, mas com risco de compactar	70		0		40	
c - Sem compactação	0		0		0	
Profundidade de 10-13 cm						
Região	2 Passadas (9m ³)		4 Passadas (9m ³)		8 Passadas (9m ³)	
	U kg kg ⁻¹	σ _p kPa	U kg kg ⁻¹	σ _p kPa	U kg kg ⁻¹	σ _p kPa
	0,23 ⁽¹⁾	360 ⁽¹⁾	0,22 ⁽¹⁾	346 ⁽¹⁾	0,22 ⁽¹⁾	334 ⁽¹⁾
	----- % -----					
a - Compactação	100		80		80	
b - Sem compactação, mas com risco de compactar	0		20		20	
c - Sem compactação	0		0		0	

⁽¹⁾Médias de 10 repetições.