



Compactação de um Neossolo submetido a diferentes intensidades de tráfego de máquinas de colheita florestal

Jean Alberto Sampietro⁽¹⁾; Miriam Fernanda Rodrigues⁽²⁾; Eduardo da Silva Lopes⁽³⁾ & José Miguel Reichert⁽⁴⁾

(1) Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Bolsista CAPES - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, engsampietro@hotmail.com (apresentador do trabalho); (2) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Bolsista CAPES - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, miriamf_rodrigues@yahoo.com.br; (3) Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste. PR 153, Km 7, Riozinho, Campus de Irati, PR CEP. 84500-000, eslopes@pq.cnpq.br; (4) Professor Titular, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, CEP 97105-900 reichert@smail.ufsm.br.

RESUMO: O tráfego das máquinas, durante as operações de colheita florestal, pode causar compactação do solo. Objetivou-se avaliar os efeitos da intensidade de tráfego de máquinas de colheita da madeira na compactação de um Neossolo Litólico em povoamentos de *Pinus taeda* L. O estudo foi realizado em Rio Negrinho-SC. Os tratamentos foram: sem tráfego das máquinas (ST); 1 passada do Feller-buncher (FB); 1 passada do Feller-buncher + 1 passada do Skidder (FB+1SD); 1 passada do Feller-buncher + 3 passadas do Skidder (FB+3SD); 1 passada do Feller-buncher + 5 passadas do Skidder (FB+5SD); 1 passada do Feller-buncher + 10 passadas do Skidder (FB+10SD); 1 passada do Feller-buncher + 15 passadas do Skidder (FB+15SD). Avaliaram-se a densidade do solo (Ds) e a resistência do solo à penetração (RP). Os resultados mostraram que grande parte da compactação já ocorre durante as primeiras passadas das máquinas de colheita da madeira, sendo que os maiores efeitos foram observados na camada de 0,0 a 0,15 m de solo, indicando maior susceptibilidade nessa profundidade.

Palavras-chave: densidade do solo, resistência do solo à penetração, colheita de madeira.

INTRODUÇÃO

O tráfego das máquinas durante as operações de colheita florestal, várias vezes sobre a mesma trilha, pode causar compactação do solo.

A compactação pode aumentar a densidade e a resistência mecânica do solo ao crescimento radicular. Esse comportamento resulta em menor volume de solo explorado, menor absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, menor desenvolvimento das plantas.

O número de passadas das máquinas, durante a colheita da madeira, é um dos condicionantes da compactação do solo. O efeito das passadas é mais relevante que o efeito do tipo dos pneus (AUST et al., 1993) e das cargas empregadas durante a extração florestal (SILVA et al., 2007).

O efeito do tráfego dos tratores florestais sobre o solo é maior nas primeiras passadas (SEIXAS, 2000), podendo resultar em aumento proporcional dos distúrbios ao solo com o aumento do nível de tráfego (AUST et al., 1993). Entretanto, o aumento da densidade do solo nas trilhas de tráfego é influenciado pelo número de passadas, teor de matéria orgânica e tipo de máquinas e rodados utilizados.

Neste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da intensidade de tráfego de máquinas de colheita da madeira na compactação de um Neossolo Litólico em povoamentos de *Pinus taeda* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas particulares de uma empresa de colheita de madeira, em Rio Negrinho-SC. O clima da região, segundo Köppen, é mesotérmico úmido (Cfb). O solo foi classificado como Neossolo Litólico Húmido típico (RLh) de textura areno-argilosa, com

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

horizonte A húmico e relevo de plano a suave ondulado, havendo contato com a rocha a partir de 50 cm de profundidade. A granulometria, o teor de carbono orgânico e a umidade gravimétrica média encontram-se na Tabela 1.

A área de estudo vinha sendo utilizada com pastagens para produção agropecuária, antes de ser incorporada ao sistema de produção florestal. O povoamento implantado no local, com *Pinus taeda* L., apresentava aproximadamente 24 anos de idade na ocasião da colheita, com 340 árvores.ha⁻¹, área basal de 34,65 m².ha⁻¹, volume médio de 453,43 m³.ha⁻¹ e 0,80 t de peso médio individual de cada árvore.

O sistema de colheita estudado foi o de Árvores Inteiras (“Full-tree”), onde a derrubada e o empilhamento das árvores em feixes era realizado por um trator florestal Feller-buncher, marca “Caterpillar” e modelo 522, com 30,4 t e rodados de esteiras, prosseguindo com a extração das árvores até beira da estrada por um trator florestal Skidder, marca “Caterpillar” e modelo 545, com 18,2 t, tração 4 x 4 e rodados de pneus (pressão de 290 kPa) recobertos com semi-esteiras na parte dianteira.

Para o estudo, primeiramente, foi retirada toda a madeira da área amostral sem haver interferência de tráfego de máquinas, sendo que em seguida foi feita a distribuição de dois blocos, nos quais foram realizadas instalações de parcelas amostrais de 5,0 x 40,0 m. Cada parcela amostral representou um tratamento, sendo que estes foram feitos em função da simulação de diferentes intensidades de tráfego das máquinas. Os tratamentos foram: sem tráfego das máquinas (ST); 1 passada do Feller-buncher (FB); 1 passada do Feller-buncher + 1 passada do Skidder (FB+1SD); 1 passada do Feller-buncher + 3 passadas do Skidder (FB+3SD); 1 passada do Feller-buncher + 5 passadas do Skidder (FB+5SD); 1 passada do Feller-buncher + 10 passadas do Skidder (FB+10SD); 1 passada do Feller-buncher + 15 passadas do Skidder (FB+15SD). Salienta-se que foi utilizada nas simulações, uma carga média de arraste do Skidder foi de 3,2 t, sendo que este trafegou com a mesma carga na trilha de passagem de cada parcela.

Nas parcelas foram coletadas amostras indeformadas de solo, nas faixas de tráfego das máquinas, em cinco pontos equidistantes 4,0 m entre si, nas camadas de 0,0 a 0,15, 0,15 a 0,30 e

0,30 a 0,50 m, sendo que todas as coletas de solo foram realizadas em novembro de 2009.

A densidade do solo (Ds) foi determinada segundo EMBRAPA (1997), em amostras com estrutura preservada, utilizando-se anéis de 100 cm³, que foram coletados nas camadas avaliadas. Após a coleta, as amostras foram pesadas e secas em estufa a 105 °C até atingirem peso constante.

A resistência do solo à penetração (RP) foi determinada com um penetrógrafo eletrônico digital, marca “Eijkelkamp” e modelo 06.15.SA, sendo a velocidade de penetração controlada automaticamente em 2 cm.s⁻¹. As leituras foram realizadas até 0,50 m, nos mesmos pontos da amostragem do solo.

As análises estatísticas seguiram o padrão de experimento em blocos casualizados. Para a densidade do solo (Ds), a análise foi realizada para as camadas de 0,0 a 0,15, 0,15 a 0,30 e 0,30 a 0,50 m, enquanto para a resistência à penetração (RP), embora as medições tenham sido feitas em intervalos de 1 cm, a análise foi realizada a cada 0,10 m até a profundidade de 0,50 m. Todos os resultados dos tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Figura 1, pode-se observar que o maior aumento da Ds, de 0,0 a 0,15 m, ocorreu no tratamento FB+3SD, sendo 12,2 % superior em relação à condição ao local sem tráfego (ST). Contudo, diferenças estatísticas já foram verificadas após uma passada do Feller-buncher (FB). Na camada seguinte (0,15 a 0,30 m), percebe-se que os efeitos foram menores e única diferença significativa em relação à condição ST, ocorreu após uma passada do Feller-buncher mais cinco passadas do Skidder (FB+5SD), aumentando a densidade em 5,3 %. Já na camada de 0,30 a 0,50 m de profundidade, diferenças significativas foram observadas a partir da condição FB+3SD, sendo que o maior aumento em densidade ocorreu após uma passada do Feller-buncher mais dez passadas do Skidder (FB+10SD), com 5,4 %.

Comparando os aumentos de densidade entre as camadas, percebe-se que o incremento máximo nas camadas mais profundas (0,15 a 0,30 e 0,30 a 0,50 m) foi em média 56 % menor do que na camada superficial (0 a 15 m), indicando maior susceptibilidade nesta profundidade.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Outro fato observado, foi de que 83 % do aumento total da densidade sofrida após a maior intensidade de tráfego, já ocorreu após uma passada do Feller-buncher mais uma passada do Skidder (FB+1SD), indicando que as primeiras passadas foram de fato, as que causaram maior parte da compactação em termos de densidade. Isso concorda com Jorajuria e Draghi (2000), ao relatarem que 90 % do incremento máximo de Ds, até 0,30 m, ocorreu na primeira passada de um trator de porte leve.

Em relação à RP (Figura 2), verificou-se que na condição sem tráfego (ST) a RP foi de 0,79 MPa na camada superficial, chegando a 2,26 MPa na camada mais profunda (Figura 2). Este valor é superior ao considerado restritivo ao crescimento radicular. Contudo, esse comportamento pode ser atribuído às características do solo e ao baixo teor de umidade, e não somente ao tráfego das máquinas.

O maior aumento da RP na camada de 0,0 a 0,10 m ocorreu para FB+15SD, no entanto, diferenças significativas em relação à condição ST, já ocorreram na condição FB+1SD. Na camada de 0,10 a 0,20 m, o maior incremento de RP foi para FB+10SD, com diferença estatística significativa a partir do FB+5SD. Já na camada seguinte (0,20 a 0,30 cm), a única condição que resultou em diferença em relação ao local sem tráfego (ST), foi FB+15SD. Nas camadas posteriores não houve significância entre as diferenças dos valores das intensidades de tráfego, podendo isto ser devido à alta variabilidade do solo e fatores que podem ter afetado as medições à campo.

De modo geral, a condição FB+10SD foi a que resultou em maior aumento da RP em todas as camadas, aumentando em média a RP em 24,8 %. Contudo, se percebe que quanto mais próximo da superfície do solo, menos passadas das máquinas são necessárias para causar diferenças significativas em relação à condição sem tráfego (ST), e também maior será o aumento da RP. Além disso, valores de RP acima de 2 MPa ocorreram para todas as condições de tráfego, e 68 % do aumento total da RP ocorreu após uma passada do Feller-buncher mais uma passada do Skidder (FB+1SD). Os resultados concordam com

Oliveira Júnior et al. (2004), ao destacarem que a compactação inicia-se com o impacto das árvores por ocasião de sua queda, tendo continuidade nas atividades subsequentes, principalmente na etapa de arraste, durante a colheita da madeira.

CONCLUSÕES

A intensificação do tráfego das máquinas de colheita da madeira proporcionou aumento na densidade do solo e na resistência à penetração. As primeiras passadas das máquinas de colheita já resultaram em alterações significativas nos atributos avaliados, sendo que os maiores efeitos devido o tráfego das máquinas ocorreram na camada mais superficial de solo.

REFERÊNCIAS

- AUST, W. M.; REISINGER, T. W.; STOKES, B. J. Soil physical and hydrological changes associated with logging a wet pine flats with wide-tired skidders. *Southern Journal of Applied Forestry*, 17:22-25, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- JORAJURIA, D.; DRAGHI, L. Sobrecompactación del suelo agrícola. Parte I: Influencia diferencial del peso y del número de pasadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Amb., 4:445-452, 2000.
- OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; DIAS JUNIOR, M. S.; GOMES, A. N.; ANDRADE, S. C. & AZEVEDO, M. R. Estudos prévios previnem compactação do solo. *REMADE*, nº 82. 2004.
- SEIXAS, F. Compactação do solo devido à colheita de madeira. Tese (Livre-docência), Piracicaba-SP: ESALQ/USP, 2000. 75 p.
- SILVA, S. R.; 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 florestal de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:371-377, 2007.

Tabela 1. Granulometria, teor de carbono orgânico (C-org) e umidade gravimétrica (Ug) para as profundidades avaliadas.

Profundidades (m)	Areia	Silte	Argila	C-org	Ug
-------------------	-------	-------	--------	-------	----

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

		(g.kg ⁻¹)		(dag.kg ⁻¹)	(kg.kg ⁻¹)
0,00-0,15	455,4	112,6	432,0	25,69	0,258
0,15-0,30	478,2	91,8	430,0	21,01	0,239
0,30-0,50	486,0	34,0	480,0	22,32	0,235

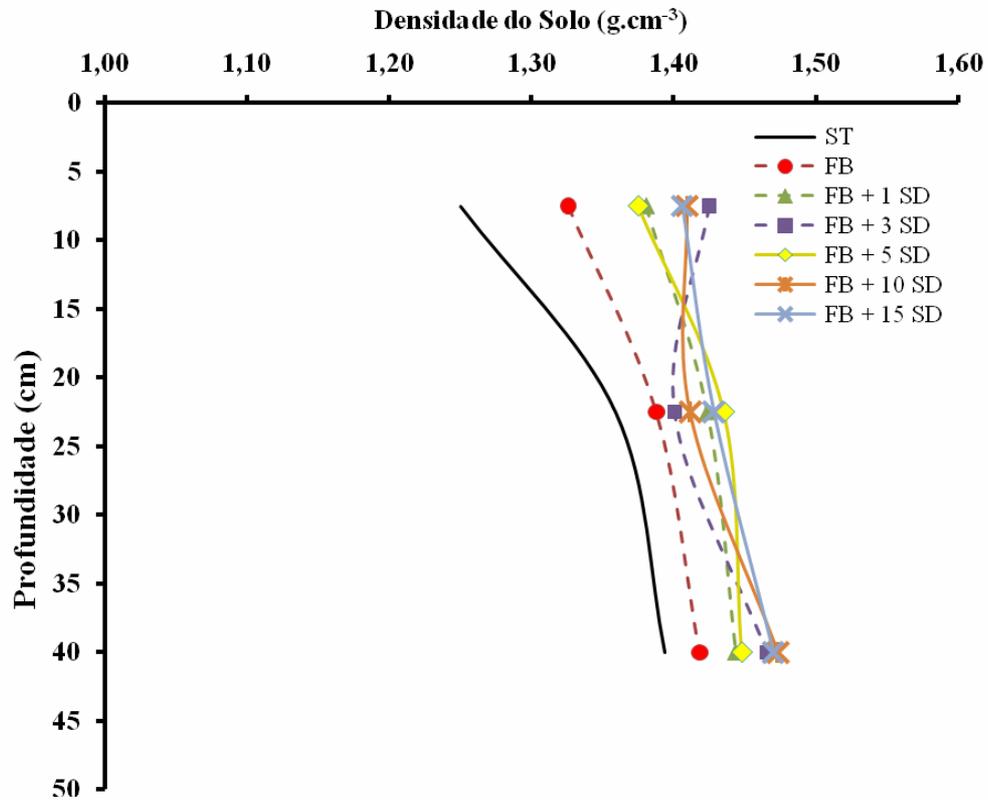


Figura 1. Valores médios de densidade do solo para as diferentes intensidades de tráfego.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

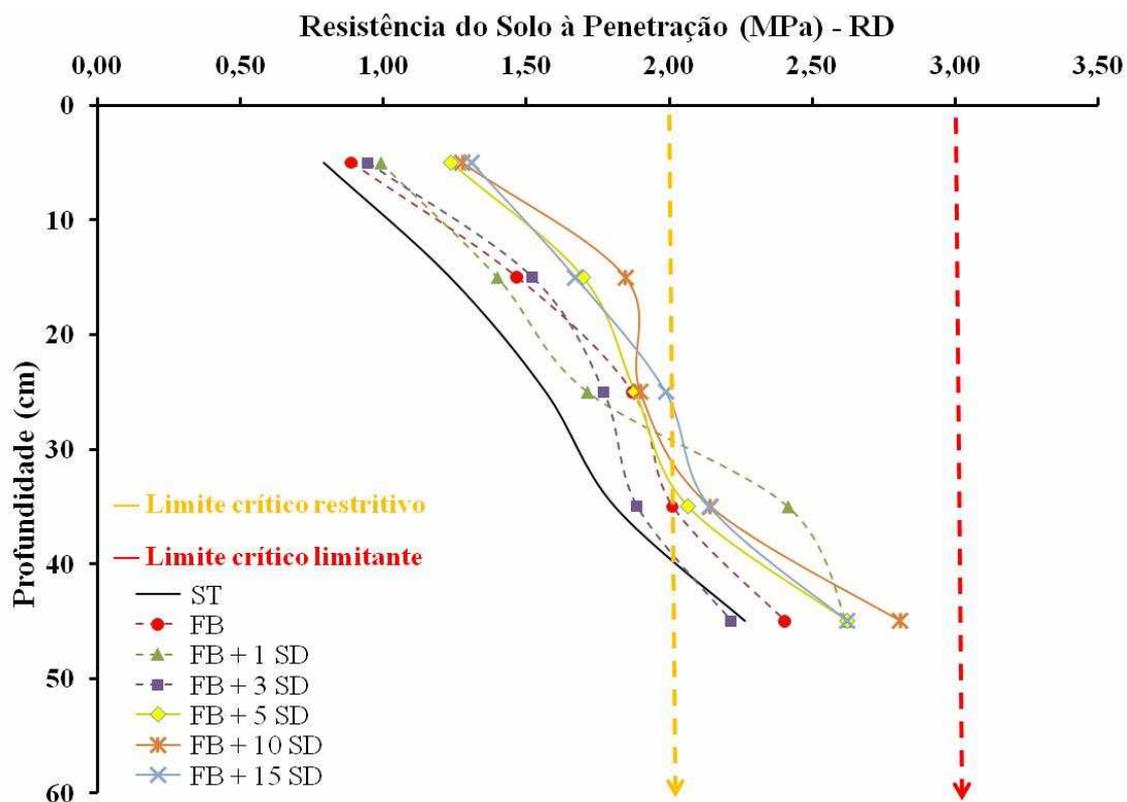


Figura 2. Valores médios de resistência do solo à penetração para as diferentes intensidades de tráfego.