



Influência da umidade na compactação de um Neossolo causada tráfego de máquinas de colheita florestal

Jean Alberto Sampietro⁽¹⁾; Eduardo da Silva Lopes⁽²⁾; Kátia Cyrene Lombardi⁽²⁾ & José Miguel Reichert⁽³⁾

(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) 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, kclombardi@hotmail.com; (3) Professor Titular, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, CEP 97105-900 reichert@smail.ufsm.br.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da umidade na compactação de um Neossolo Regolítico devido ao tráfego de máquinas de colheita florestal em povoamentos de *Pinus taeda* L. O estudo foi conduzido em áreas de colheita de madeira de uma empresa localizada na região Norte do Estado de Santa Catarina. Os dados foram coletados em diferentes períodos, durante condições secas e chuvosas, visando contemplar distintas umidades no solo. Em seguida os dados foram classificados em função de classes de umidade de gravimétrica, sendo: Ug1 ($Ug < 0,30 \text{ kg.kg}^{-1}$); Ug2 ($0,30 \leq Ug < 0,40 \text{ kg.kg}^{-1}$); Ug3 ($Ug \geq 0,40 \text{ kg.kg}^{-1}$). Foi comparada a diferença após tráfego das máquinas (AT) e sem o tráfego (ST), por meio da determinação da densidade do solo (Ds) e resistência à penetração (RP). Os resultados mostraram que as maiores alterações nas propriedades do solo devido ao tráfego das máquinas de colheita da madeira, ocorreram na condição maior umidade gravimétrica do solo Ug3 ($Ug \geq 0,40 \text{ kg.kg}^{-1}$), sendo que os maiores efeitos, de forma geral, se localizaram nas camadas mais superficiais de solo.

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

INTRODUÇÃO

As florestas sempre foram importantes fontes de matéria-prima para o homem, sendo a madeira proveniente destas, usada para diversos fins, inclusive, como fonte de energia.

A mecanização intensiva das atividades de colheita da madeira e o uso de máquinas robustas e de grande porte vêm causando alterações significativas nas características físicas, químicas e biológicas do solo, afetando o seu potencial produtivo.

A compactação é o processo onde ocorre aumento na densidade aparente do solo, com incremento da resistência à penetração, além de haver redução na porosidade total e permeabilidade. Como consequência desse processo, o crescimento e desenvolvimento das plantas são restringidos (SOANE & OUWERKERK, 1994). Segundo Seixas e Oliveira Jr. (2001), existem diversos fatores que afetam a compactação do solo, como número de passadas, tipo de rodados, teor de matéria orgânica, dentre outros. O teor de água do solo é outro importante fator de influência no momento da compactação, pois com o aumento desse teor ocorre maior lubrificação das partículas até que se atinjam os limites plásticos inferiores e o conteúdo de água de aração ótimo, tornando a compactação mais crítica.

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da umidade na compactação de um Neossolo Regolítico devido ao tráfego de máquinas de colheita florestal, subsidiando o planejamento das operações florestais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em áreas de colheita da madeira de uma empresa florestal no município de Dr. Pedrinho, SC, entre os paralelos 26° 42' 52" S e 49° 29' 00" W. O clima da região é classificado como mesotérmico úmido (Cfb), com média anual de 19,7°C, precipitação média anual entre 1.600 a 1.700

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

mm e altitude de 530 m (GAPLAN, 1968). O solo da área de estudo foi classificado como um Neossolo Regolítico Húmico típico (RRh) de textura franco-argilo-arenosa, com horizonte A húmico e relevo de plano a suave ondulado, com 227, 135 e 638 g.kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente, e teor de C orgânico de 21,03 dag.kg⁻¹, 20,25 dag.kg⁻¹ e 18,31 dag.kg⁻¹, nas camadas de 0 a 15, 15 a 30 e 30 a 50 cm de profundidades, respectivamente.

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

A coleta de dados foi realizada no período de abril a setembro de 2009, sendo realizada em diferentes períodos, durante condições secas e chuvosas, de acordo com a precipitação pluviométrica, procurando contemplar distintas umidades no solo. Após a coleta dos dados, foi realizada uma classificação destes, em função de analisar diferentes classes de umidade de gravimétrica do solo, sendo: Ug1 (Ug < 0,30 kg.kg⁻¹); Ug2 (0,30 ≤ Ug < 0,40 kg.kg⁻¹); Ug3 (Ug ≥ 0,40 kg.kg⁻¹).

A amostragem do solo foi feita por meio da instalação de parcelas amostrais de 10 x 25 m, alocadas em relação às linhas de tráfego das máquinas de colheita, sendo localizadas ao acaso com distribuição de modo a representar áreas próximas às estradas, no meio do talhão e mais distantes, procurando abranger diferentes intensidades de tráfego, contudo sem haver controle, mantendo-se também as mesmas condições de relevo, com a finalidade de diminuir a variabilidade natural do solo.

Em cada parcela foram coletadas amostras indeformadas de solo com o uso de anéis volumétricos de 100 cm³, buscando-se concentrar nos sulcos formados pela passagem dos rodados da máquina de extração (após tráfego), e em locais próximos, distante 2 m da linha de tráfego, em solo não perturbado (sem tráfego). As amostras foram coletadas em cada parcela em

cinco pontos equidistantes 4 m entre si, nas profundidades de 0 a 15, 15 a 30 e 30 a 50 cm, totalizando em média 140 amostras de solo por classe de umidade gravimétrica.

A determinação da densidade do solo (Ds) e da umidade gravimétrica (Ug) foi feita conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997).

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 80 cm, nos mesmos pontos da amostragem do solo.

O delineamento estatístico utilizado foi o de experimento inteiramente casualizado. Para a densidade do solo (Ds), a análise foi realizada para as profundidades de 0 a 15, 15 a 30 e 30 a 50 cm, enquanto para a resistência à penetração (RP), embora as medições tenham sido feitas em intervalos de 1 cm, a análise foi realizada a cada 10 cm até a profundidade de 80 cm.

Os valores de todas as variáveis foram avaliados pela diferença entre a situação sem tráfego (ST) e após tráfego (AT), pareados por local de amostragem dentro da parcela, sendo submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser visto na Figura 1, o efeito mais acentuado na densidade do solo devido ao tráfego das máquinas de colheita florestal ocorreu na camada de solo mais superficial. Foi nesta camada que se observaram as maiores diferenças entre a condição sem tráfego (ST) e pós-colheita da madeira (AT) para todas as classes de umidade gravimétrica. Estudando a compactação causada por máquinas florestais, Froehlich et al. (1980) também constataram tal ocorrência, relatando ainda, que os efeitos nocivos do tráfego sobre o solo decresceram com a profundidade.

Dentre as classes de umidade, foi na classe Ug3, que ocorreram os maiores incrementos na densidade do solo (Ds) em todas as camadas estudadas. Na camada de 0 a 15 cm, o aumento foi na ordem de 16,45 %. Esse valor, de acordo com Geist et al. (1989), encontra-se acima do que é considerado crítico ao crescimento radicular das plantas. Já nas camadas de 15 a 30 e 30 a 50 cm de profundidade, o aumento foi de 3,26 % e 5,74 %, respectivamente. O

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

Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

fato que ocorreram maiores alterações ocasionadas pelo tráfego de máquinas de colheita em condição úmidas, também foi observado por Seixas e Oliveira Jr. (2001) em estudo realizado com um solo arenoso.

Em relação à resistência do solo à penetração (RP), foi possível verificar que essa propriedade é inversamente proporcional à condição de umidade do solo, sendo que os valores decresceram com o aumento da umidade gravimétrica no solo (Figura 2). De acordo com Beltrame et al. (1981), para uma variação da umidade do solo, ocorre variação no sentido contrário na resistência do solo à penetração, pois o teor de água intervém nesse processo, modificando a coesão entre as partículas do solo.

Em todas as classes de umidade, foi possível notar que o tráfego das máquinas de colheita da madeira causou alterações na resistência à penetração até as maiores profundidade de solo, da mesma maneira como relatado por Ampoorter et al. (2007), que detectou alterações na resistência à penetração causadas pelo tráfego de máquinas florestais, até a profundidade de 80 cm em solos arenosos. Warkotsch et al. (1994) também observou isso ao trabalhar com solos de textura arenosa, constatando efeitos da compactação em profundidades de até 60 a 80 cm, causados pelo tráfego de máquinas de extração florestal.

Foi possível observar com a RP, efeito semelhante ao já visto com a Ds, pois as maiores alterações da RP, comparando os valores da condição sem tráfego (ST) com os valores da condição após tráfego (AT), foram observadas com o aumento da umidade gravimétrica, ou seja, na classe de maior umidade (Ug3). Nessa classe de umidade (Ug3), o maior aumento da RP ocorreu na camada de 0 a 10 cm, sendo que o aumento foi na ordem de 40,4 %. Entre 10 a 50 cm de profundidade, o aumento médio foi de 24,3 %, e entre 50 a 80 cm, o aumento médio foi de 17,79 cm.

CONCLUSÕES

A compactação tendeu a ser maior em condições com maior umidade de gravimétrica do solo, sendo que o efeito mais pronunciado nas propriedades estudadas ocorreu nas camadas mais superficiais do solo. No entanto,

ressalta-se que houve efeitos ocasionados pelo tráfego das máquinas de colheita florestal, até a profundidade de 80 cm, mesmo em condições mais secas.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos e à empresa florestal pela concessão da área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AMPOORTER, A.; GORIS, R.; CORNELIS, W.M.; VERHEYEN, K. Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. *For. Ecol. Manag.*, 241:162-174, 2007.
- BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P.; TAYLOR, J.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 5:145-149, 1981.
- 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.
- FROEHLICH, H.A. et al. Predicting soil compaction on forested land. (Final Project Report, Coop. Agreement n.228). Forest Service, equip. Dev. Center, Missoula; 1980, 1210 p.
- GAPLAN. Atlas de Santa Catarina. Aerofoto Cruzeiro, 1986.
- GEIST, J.M.; HAZARD, J. W.; SEIDEL, K. W. Assessing physical conditions of some Pacific Northwest Volcanic ash soils after forest harvest. *Soil Science Society of America Journal*, v.53, p. 946-50, 1989.
- SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. Soil compaction in crop production, p.1-21, 1994.
- SEIXAS, F.; OLIVEIRA JR., E. D. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas de colheita de madeira. *Scientia Forestalis*, 60:73-87, 2001.
- SEIXAS, F.; OLIVEIRA JR., E. D.; SOUZA, R. C. Efeito da camada de resíduos florestais na compactação do solo causada pelo transporte primário de madeira. *Scientia Forestalis*, v.54, 1998.
- WARKOTSCH, W. The impact of harvesting operation on timber quality: causes and remedies. *South African Forestry Journal*, n. 169, jun 1994.

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

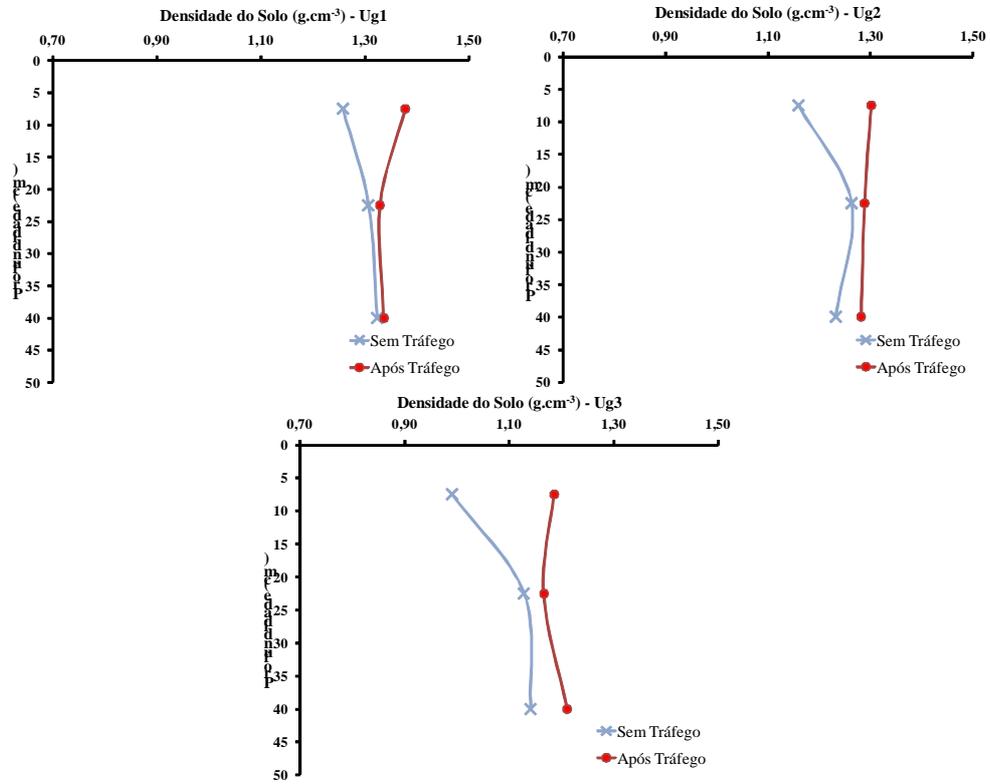


Figura 1. Valores médios de densidade do solo para as diferentes classes de umidade gravimétrica.

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

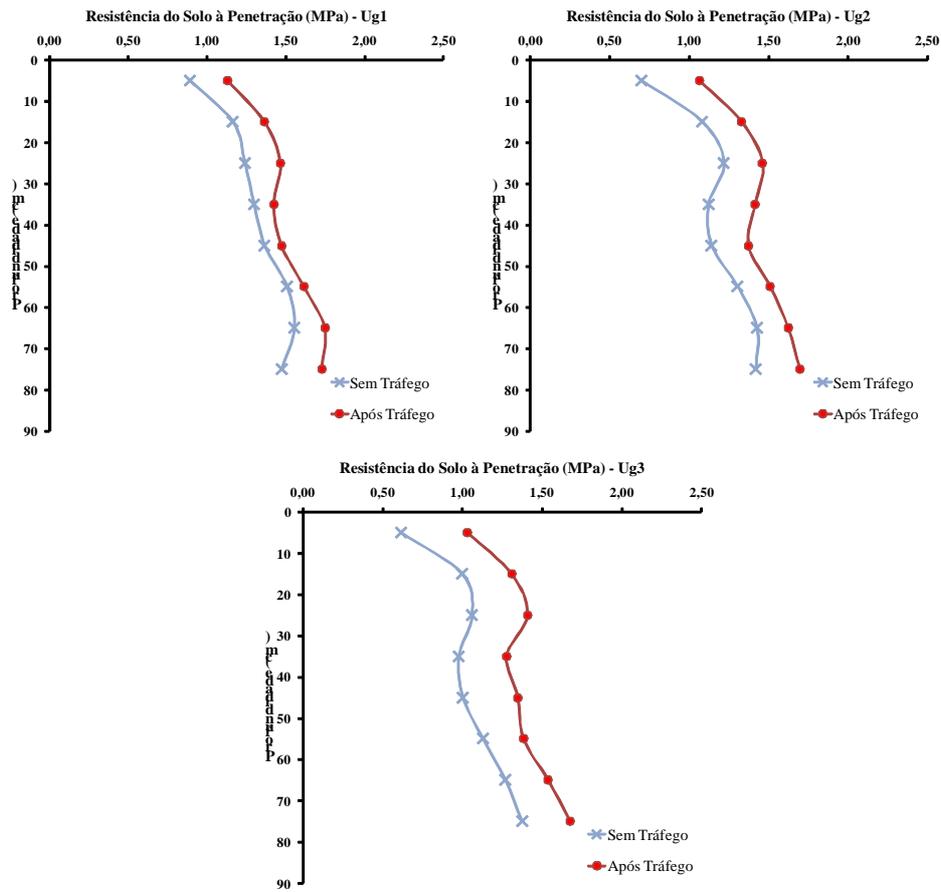


Figura 2. Valores médios de resistência à penetração para as diferentes classes de umidade gravimétrica.