

O efeito da compactação da colheita florestal mecanizada sobre atributos físico do solo em Otacílio Costa – SC ⁽¹⁾

Adriano da Costa ⁽²⁾; Jackson Adriano Albuquerque ⁽³⁾; Bruno Afonso Magro ⁽⁴⁾; Oieler Felipe Vargas ⁽⁵⁾; Maria Tereza Warmling ⁽⁶⁾; Diego Bortolini ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com apoio da Klabin S/A, do CNPq e da CAPES.

⁽²⁾ Mestrando do curso de Manejo do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC); Lages; Santa Catarina; adrianojacosta23@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Professor da UDESC – pesquisador do CNPq. ⁽⁴⁾ Pesquisador da empresa Klabin S/A. ⁽⁵⁾ Aluno da graduação de Engenharia Florestal da UDESC. ⁽⁶⁾ Doutorando (a) em Ciência do Solo da UDESC.

RESUMO: O setor da colheita florestal teve grande modernização, utilizando máquinas com maior potência e peso, o que causa compactação ao solo. O objetivo de trabalho foi analisar a parte física do solo após a colheita florestal. O experimento foi realizado em um reflorestamento de *Pinus taeda*, em 3 rotações, em Otacílio Costa-SC. Os tratamentos foram: área antes da colheita (testemunha); áreas com médio tráfego; áreas com alto tráfego; área com resíduo florestal (galhos e copas das árvores); e o Estaleiro, onde a toras são depositadas. Foram selecionadas e abertas quatro trincheiras até 60 cm de profundidade, demarcadas as camadas de 0 -10; 10 -20; 20 - 30; 30 - 40 e 40 -60 cm, para coleta de dois anéis metálicos com volume de 70,7 cm³ em cada camada. Estes foram saturados e colocados em mesa de areia, na tensão de 0 e 60 kPa, e seco na estufa. Após isso foi calculada a densidade do solo, micro, macro e porosidade total. Os efeitos da colheita mecanizada foram observados principalmente na camada de 0 a 30 cm. Nesta a compactação do solo é evidenciada pela redução da macroporosidade e da porosidade total e aumento da densidade e da microporosidade. Entretanto, a macroporosidade está acima do mínimo recomendado para a maioria das culturas cultivadas.

Termos de indexação: Densidade do solo, Macroporosidade e Porosidade Total.

INTRODUÇÃO

Em 2010, as áreas com florestas cultivadas no Brasil totalizaram 6.510.693 ha, sendo 73 % correspondente à área de plantios de *Eucalipto* e 27 % de plantios com *Pinus*. No Estado Santa Catarina existe uma área plantada de 647.992 ha, que corresponde a 10 % da área plantada no país, distribuídas em 102.399 ha de *Eucalipto* e 545.592 ha de *Pinus* (ABRAF, 2011).

Com a modernização do setor florestal, a mecanização das operações florestais vem sendo

adotada pela maioria das empresas. Na busca de maior rendimento máquinas cada vez mais potentes e pesadas estão sendo utilizadas com prejuízos a qualidade física do solo. O tráfego de máquinas altera os atributos físicos do solo, causando sua compactação (Machado, 2008).

Os objetivos desse trabalho foram analisar os efeitos da colheita florestal mecanizada sobre atributos físicos de um solo de altitude da região sul do Brasil

MATÉRIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma fazenda da empresa Klabin S/A, localizada no município de Otacílio Costa-SC, plantada com *Pinus taeda sp.*, com 18 anos de idade, na terceira rotação, com latitude de 27°33'36" (S) e longitude 49°53'59" (W) e altitude de 876 metros.

O município possui clima mesotérmico úmido com verão ameno (Cfb), segundo a classificação de Köppen. As chuvas são bem distribuídas durante o ano, com precipitação média anual de 1.600 mm e temperatura média anual de 16 °C (Santa Catarina, 2011). A classe de solo predominante é Cambissolo Húmico. Os teores de argila, silte e areia são respectivamente de 310, 460 e 240 g kg⁻¹, e os teores de matéria orgânica de 92 g kg⁻¹ na camada 0-10 cm e 38 g kg⁻¹ na camada de 50-60 cm.

O sistema de colheita usado pela empresa é de árvores inteiras (full-tree), onde os Feller buncher, realizam a derrubada e o agrupamento das árvores em feixes, preparando-as para que o Skidder efetue a operação de arraste das árvores até próximo da estrada, onde as árvores ficam armazenadas até serem desgalhadas, traçadas e organizadas em pilhas de toras, que posteriormente serão carregadas nos caminhões de transporte de madeira.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram: área testemunha (controle); médio tráfego; alto tráfego; resíduo e estaleiro.

A testemunha foi considerada como a área anterior a colheita mecanizada; o médio tráfego foi considerado como áreas onde não se percebia um revolvimento do solo pela passagem dos pneus das máquinas (**Figura 1**); o alto tráfego como áreas com um revolvimento do solo perceptível ocasionado pela passagem dos pneus das máquinas; o resíduo foi considerado como áreas com grande quantidade de resíduos florestais provenientes do desgalhamento e traçamento das árvores cortadas; e o estaleiro foi considerado como áreas onde as toras após serem desgalhadas e traçadas foram organizadas em pilhas até a etapa de carregamento para o transporte até a empresa.

Em cada tratamento foram abertas quatro trincheiras até 60 cm de profundidade, para coleta de amostras de solo com estrutura preservada utilizando cilindros metálicos com volume de 70,7 cm³, para determinação de alguns atributos físicos do solo, nas camadas de: 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; e 40-60 cm.

As amostras foram saturadas, equilibradas na tensão de 6 kPa em coluna de areia (Reinert & Reichert, 2006), e posteriormente secas em estufa a 105 °C. Com estes dados foi calculada a porosidade total (PT, θ_{0kPa}), a microporosidade (Micro, θ_{6kPa}), a macroporosidade (Macro, $\theta_{0kPa} - \theta_{6kPa}$) e a densidade do solo (Ds), conforme Embrapa (1997).

Análise estatística

Quando a Anova foi significativa, as médias foram comparadas pelo teste de diferença mínima significativa de Fisher (DMS) a 5 % probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de colheita mecanizada do reflorestamento de *Pinus* aumentou a densidade do solo na camada 0 a 10 cm em relação à área testemunha o qual reflete as condições do solo anterior a entrada da máquina para o corte e transporte das árvores. Nas demais camadas, a densidade do solo foi maior no estaleiro, na camada de 10-20 cm, e nas áreas com médio e alto tráfego, na camada de 20 a 40 cm, em comparação a área testemunha. É importante destacar que a densidade do solo foi baixa na área testemunha (**Tabela 1**), principalmente na camada mais superficial, atribuído a alguns fatores, como a grande quantidade de serapilheira cobrindo o solo (aporte de matéria orgânica), presença abundante de raízes e ausência de interferência antrópica durante vários anos.

Embora a densidade do solo tenha aumentado após a colheita do *Pinus*, nas camadas superficiais

permaneceu abaixo de 1,0 g cm⁻³, o que indica que este solo possuía boa estruturação. Resultados semelhantes foram constatados por Fernandes & Souza (2003). Abaixo de 30 cm de profundidade não houve uma diferenciação significativa da testemunha em relação aos demais tratamentos.

A menor densidade do solo na área testemunha resultou em uma maior macroporosidade, em comparação as áreas após a colheita, principalmente nas camadas mais superficiais do solo, efeito semelhante ao relatado por Cechin (2007). Os fatores que melhoram a estrutura do solo citados anteriormente, também favorecem uma maior atividade da macrofauna, responsável pela criação de poros de maior diâmetro, melhorando sua drenagem e aeração. O efeito da colheita florestal sobre a macroporosidade foi observada até 60 cm de profundidade, entretanto em nenhum dos tratamentos e camadas este atributo foi menor do que o limite crítico de 0,10 cm³ cm⁻³, e em comparação a área testemunha, sua redução foi mais expressiva somente até os 30 cm de profundidade.

A colheita florestal aumentou a microporosidade em relação à área testemunha, até os 30 cm de profundidade, sendo que, na área com resíduos observaram-se as maiores microporosidades.

Para a porosidade total, na área testemunha sempre foi observado valores superiores em relação às áreas de pós-colheita até os 60 cm de profundidade. Nas áreas com resíduos, a presença de material orgânico amenizou o impacto das máquinas utilizadas na colheita florestal, pois, esta área não diferiu da área testemunha para a maioria das camadas avaliadas, enquanto que as menores porosidades totais foram observadas nas áreas de estaleiro.

O solo antes da colheita do reflorestamento (área testemunha) tinha uma densidade de solo baixa, obtendo assim uma elevada porosidade total e macroporosidade. Com a entrada das máquinas para retirada das árvores, provocou-se uma compactação, observada pelo aumento da densidade do solo, diminuição da porosidade total e da macroporosidade e leve aumento da microporosidade. Na área com resíduos não houve uma diminuição da porosidade total, todavia houve mudança na relação de macro e microporos, observada nas camadas mais superficiais, principalmente até 30 cm de profundidade.

CONCLUSÕES

O tráfego de máquina da colheita florestal compactou o solo até 30 cm de profundidade.

A macroporosidade foi o atributo físico do solo mais sensível à mudança na estrutura, podendo ser utilizada como indicador de qualidade física do solo para comparar o efeito do tráfego de máquinas na colheita florestal.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, CNPq e a empresa Klabin S/A pelo apoio para o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ABRAF. Anuário estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas 2011, ano base 2010. Brasília, DF, 2011. 130p.

CECHIN, N.F. Compactação de dois Argissolos na colheita florestal de *Pinus taeda* L. Santa Maria, RS, tese, 2007. p.136.

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.

FERNADES, H.C & SOUZA, A.P. Compactação de um Latossolo Vermelho causada pelo tráfego do "Forwarder". R. Árvore, 27: 279-284, 2003.

MACHADO, C.C. Colheita Florestal. 2 ed. Viçosa, MG. Ed.UFV; 2008. 501p.

REINERT, D.J & REICHERT, J.M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. Ciência Rural, 36: 1931-1935, 2006.

SANTA CATARINA. Governo do Estado de Santa Catarina: Municípios de Santa Catarina, Otacilio Costa. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/portalturismo/Default.asp?CodMunicipio=285&Pag=1>>. Acesso em 19 out. 2011.

SEIXAS, F. & SILVA, C.R. Avaliação e efeito da compactação do solo, devido à frequência de tráfego, na produção de madeira de Eucalipto. R. Árvore, 31: 1047-1052, 2007.



Figura 1 – Fotos dos tratamentos após a colheita florestal: A - Alto tráfego; B - Médio tráfego; C - Resíduo e D - Estaleiro.

Tabela 1 – Atributos físicos de um Cambissolo Húmico com reflorestamento de *Pinus taeda* após colheita mecanizada ⁽¹⁾.

Camada (cm)	Testemunha			Médio tráfego			Alto tráfego			Estaleiro			Resíduo		
Densidade do solo (g cm ⁻³)															
0 a 10	0,74	B	d	0,98	A	c	0,96	A	c	0,97	A	ab	0,92	A	c
10 a 20	0,90	B	c	0,94	B	c	0,98	AB	bc	1,03	A	a	0,94	B	bc
20 a 30	0,93	B	c	0,99	A	bc	0,99	A	bc	0,95	AB	b	0,95	AB	bc
30 a 40	1,01	AB	b	1,04	A	b	1,03	A	b	0,94	B	b	0,99	AB	b
40 a 60	1,08	AB	a	1,09	AB	a	1,13	A	a	0,98	C	ab	1,05	BC	a
Macroporosidade (cm ³ cm ⁻³)															
0 a 10	0,24	A	a	0,10	B	a	0,10	B	a	0,11	B	ab	0,11	B	a
10 a 20	0,18	A	bc	0,11	B	a	0,11	B	a	0,11	B	b	0,11	B	a
20 a 30	0,20	A	ab	0,12	B	a	0,11	B	a	0,13	B	ab	0,15	B	a
30 a 40	0,17	A	bc	0,13	AB	a	0,12	AB	a	0,15	AB	a	0,12	B	a
40 a 60	0,16	A	c	0,13	AB	a	0,13	B	a	0,13	AB	ab	0,13	AB	a
Microporosidade (cm ³ cm ⁻³)															
0 a 10	0,45	C	b	0,53	B	a	0,54	B	a	0,51	B	a	0,56	A	a
10 a 20	0,51	BC	a	0,51	BC	b	0,52	AB	ab	0,48	C	a	0,55	A	a
20 a 30	0,48	B	b	0,48	AB	bc	0,51	AB	bc	0,51	AB	a	0,51	A	b
30 a 40	0,49	A	ab	0,46	A	c	0,49	A	cd	0,49	A	a	0,49	A	bc
40 a 60	0,48	A	a	0,47	A	c	0,48	A	d	0,49	A	a	0,48	A	c
Porosidade Total (cm ³ cm ⁻³)															
0 a 10	0,69	A	a	0,63	C	a	0,64	BC	a	0,62	C	ab	0,68	AB	a
10 a 20	0,69	A	ab	0,62	BC	ab	0,64	BC	a	0,59	C	b	0,65	AB	a
20 a 30	0,68	A	ab	0,60	C	ab	0,63	BC	a	0,64	ABC	a	0,66	AB	a
30 a 40	0,66	A	bc	0,59	C	b	0,62	ABC	ab	0,64	AB	a	0,61	BC	b
40 a 60	0,63	A	c	0,59	AB	b	0,59	B	b	0,62	AB	ab	0,61	AB	b

(1) Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Fisher (DMS) a nível de 5% de probabilidade.