

RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM TRÊS ESPÉCIES CULTIVADAS

Camila Daronco¹; Everton Chequeto Navarro²; Valdemir Antonio Rodrigues³, José Luiz de
Carvalho⁴

RESUMO – A compactação do solo pode ser um empecilho ao desenvolvimento das raízes das plantas, portanto é de extrema importância sua avaliação para um melhor desenvolvimento das espécies. Com essa visão, o estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a resistência do solo à penetração em três diferentes culturas em uma microbacia do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, onde foram realizadas cinco medições de resistência mecânica do solo à penetração nas camadas de 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm e 60 cm de profundidade, com auxílio de um penetrógrafo, em três lisímetros, cada um com uma diferente espécie plantada (*Eucaliptus* sp, *Pinus* sp e gramínea invasora). Os valores médios de resistência do solo à penetração encontrados nos três tratamentos não se diferenciaram entre si e se encontram abaixo do valor crítico para desenvolvimento das raízes. Sendo assim, o solo sob o plantio de *Eucaliptus* sp, *Pinus* sp e gramínea invasora se apresenta conservado, com boa capacidade de infiltração e percolação da água, evitando o excessivo escoamento superficial e, conseqüentemente, o avanço de processos erosivos, além de ser favorável ao desenvolvimento de plantas.

ABSTRACT – The soil compactation can be an obstacle to the development of the plants root, so is very important its evaluation for better development of the species. With this view, the study was development with the objective to evaluation the soil resistance to penetration in three different cultivations in a watershed of the Parque Estadual da Serra do Mar – Nucleo Cunha, where were realized five measurement of mechanical soil resistance of penetration at the layers of 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm e 60 cm of depth, with aid of a penetrometer, in three lysimeters, each with a different specie planted (*Eucaliptus* sp, *Pinus* sp and invasive grass). The mean values of soil resistance of penetration found in the three treatments didn't differ among them and them below the critical value for development of the roots. So, the soil under the plantation of *Eucaliptus* sp, *Pinus* sp and invasive grass presents conserved, with good capacity of infiltration and percolation of water, avoiding the excessive runoff and, consequently, the advance of the erosive process, besides being friendly to plant growth.

Palavras-chave: compactação do solo, resistência do solo à penetração.

INTRODUÇÃO

¹Bióloga, mestranda em Ciências Florestais, UNESP. Rua Santa Cruz, nº700, 13650-000, Santa Cruz das Palmeiras – SP.

²Engenheiro florestal, mestrando em Ciências Florestais, UNESP. Rua José Monari, nº 55, 17210-450, Jaú – SP.

³ Professor doutor da FCA/UNESP, Fazenda Lageado/UNESP, Departamento de Ciência Florestal, Rua José Barbosa de Barros, nº1780, Caixa Postal 237, 18610-307, Botucatu – SP.

⁴ Engenheiro Florestal do Instituto Florestal de São Paulo, Rua do Horto, nº 931, 02377-000, São Paulo – SP.

O volume total de um solo é formado pelo volume de partículas minerais e pelos poros entre elas e, o solo é considerado compactado quando a proporção de macroporos em relação à porosidade total é inadequada para o eficiente desenvolvimento das plantas (CHANCELLOR, 1981). Prado *et al.* (2002) afirmam que a compactação do solo é um processo que leva ao aumento de sua resistência, à redução da porosidade, da redução da continuidade dos poros, da permeabilidade e da disponibilidade de nutrientes e água.

A compactação subsuperficial do solo é uma forma de degradação das suas características físicas, que leva a uma redução proporcional de volume de solo explorável pelas raízes das plantas, dificultando a movimentação de água no perfil, reduz a atividade biológica e expõe o solo ao processo de erosão (TAVARES FILHO *et al.*, 2002). Um dos métodos de avaliação da camada compactada é a utilização de penetrômetros ou penetrógrafos e, segundo Bengough e Mullins (1990), citados por Klein (2008), a penetrometria é considerado um método apropriado para avaliar a resistência à penetração de raízes no solo. Para Bianchini *et al.* (2002), a automação da coleta de dados de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) é a opção mais adequada para o levantamento de informações a respeito da compactação de solos.

A resistência mecânica do solo à penetração é uma das propriedades físicas do solo que influenciam diretamente o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas (LETEY, 1985; Weaich *et al.*, 1992 *apud* Klein, 2008). Assim sendo, a compactação do solo constitui um tema de crescente importância referente às propriedades físicas do solo e, conseqüentemente, ao desenvolvimento das plantas (CARBONERA, 2007). Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento da resistência mecânica do solo à penetração em diferentes profundidades e em três espécies cultivadas, sendo o *Eucaliptus* sp, *Pinus* sp e gramínea invasora.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, SP, a margem do Rio XXXX, na “Microbacia D”, entre as coordenadas UTM de 7.430.370,050 N e 497.953,858 E. O clima da região é do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen e a precipitação é considerada elevada, sendo a média anual de 2241 mm em 12 anos de observação e a temperatura média anual é de 16,5°C. A vegetação nativa do local é Floresta Ombrófila Densa e o solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (RANZINI *et al.*, 2004).

O estudo foi desenvolvido em três lisímetros, de 20 m x 20 m e 2m de profundidade, com as culturas do *Eucaliptus* sp, *Pinus* sp e gramínea invasora. Foram realizadas cinco medições de resistência mecânica do solo à penetração nas camadas de 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm e 60 cm de profundidade, em cada lisímetro, com auxílio de um penetrógrafo modelo DIK-

5520, serial nº0456, com capacidade de 25 kgf.cm⁻², em cada tratamento. Os valores obtidos em kgf.cm⁻² foram multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (FERREIRA *et al.*, 2009).

A variação da intensidade da RMSP, de acordo com a profundidade do solo, foi avaliada e a RMSP média de cada tratamento foi comparada por análise de variância ($\alpha=5\%$), através do programa BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência média do solo à penetração variou de 0 a 0,78 MPa no solo com eucalipto, sendo mais intensa nas camadas mais profundas. No solo com Pinus, a resistência média variou de 0 a 0,37 MPa, sendo mais intensa a 60 cm de profundidade, enquanto que no solo com gramíneas a resistência média variou de 0 a 0,16 MPa, sendo mais intensa a 30 cm de profundidade. Não houve diferença significativa entre os três tratamentos ($F = 1.9084$; $p = 0.1759$).

Os valores encontrados se mantêm abaixo do valor crítico para o desenvolvimento das raízes. Segundo Tormena e Roloff (1996), valores de resistência média do solo maiores que 2 MPa são considerados limitantes ao crescimento das raízes no solo. Os baixos valores encontrados podem ser atribuídos ao fato de que as áreas analisadas se mantêm sem mobilização do solo, como encontrado por Araujo *et al.* (2007) em área de Cerrado nativo e reflorestamento de *Pinus elliotti*. Morales *et al.* (2010), analisando sítios com produtividade alta e baixa de *Pinus taeda* observou que sítios menos produtivos apresentavam maior densidade do solo e maior resistência á penetração.

A compactação reduz o fluxo de água e de gás no solo, podendo reduzir o desenvolvimento das raízes e crescimento das plantas (REICHERT *et al.*, 2010). Valores elevados de resistência do solo à penetração indicam maior densidade do solo e conseqüentemente menor porosidade, o que pode resultar em menor capacidade de infiltração da água (FERREIRA *et al.*, 2009; ARAUJO *et al.*, 2007), diminuição da aeração (REICHERT *et al.*, 2007), menor taxa de armazenamento de água e maior escoamento superficial (FERREIRA *et al.*, 2009), que em áreas degradadas ou perturbadas pode acarretar avanços de processos erosivos. Os baixos valores de resistência do solo encontrados nesse estudo traduzem uma área preservada propícia ao desenvolvimento de plantas.

Estudos sobre a qualidade do solo sob plantio de *Pinus ssp* e *Eucaliptus ssp* apontam que a compactação ocorre, principalmente, nas camadas superficiais devido ao tráfego de máquinas (DEDECEK; GAVA, 2005; ARAUJO *et al.*, 2007; MORALES *et al.*, 2010). Entretanto, estudos apresentam maiores valores de resistência do solo à penetração nas camadas mais profundas dos plantios florestais, comparado com o plantio de gramínea, esta compactação pode estar relacionada ao tamanho das raízes. Reichert *et al.* (2007), descreve que a compactação também pode ocorrer

devido ao crescimento das raízes que aproximam as partículas do solo. Já em áreas cobertas por gramíneas invasoras, geralmente utilizadas para pastagens, os altos valores encontrados estão relacionados ao pisoteio do gado, que devido ao seu peso e pela ausência de revolvimento do solo acabam causando a compactação nas camadas superficiais (REICHERT *et al.* 2007). Entretanto, Blainski *et al.* (2008) comparando a resistência do solo em áreas de pastagem, mata nativa, pomar de laranja e culturas anuais observaram que o uso do solo como pastagem, mesmo não estabelecendo a qualidade estrutural do solo como a mata nativa, proporcionou melhor qualidade física que o cultivo de citros e culturas anuais.

A resistência do solo à penetração é dependente da umidade e da densidade do solo (REICHERT *et al.*, 2007). Morales *et al.* (2010), afirmam que a compactação, quando não é excessiva, pode ser benéfica, pois aumenta o armazenamento de água no solo. Blainski *et al.* (2008), conclui que em solos sem degradação, ou seja, bem estruturados são capazes de suportar secas mais intensas sem que a resistência à penetração alcance valores críticos ao desenvolvimento das raízes das plantas. Áreas florestais podem concentrar mais umidade no solo devido ao sombreamento e acúmulo de matéria orgânica na serrapilheira proveniente das árvores (REICHERT *et al.*, 2007).

CONCLUSÃO

O solo sob plantio de *Eucaliptus* sp, *Pinus* sp e gramínea invasora se apresenta conservado, com boa capacidade de infiltração e percolação da água, evitando o excessivo escoamento superficial e, conseqüentemente, o avanço de processos erosivos, além de ser favorável ao desenvolvimento de plantas.

BIBLIOGRAFIA

AYRES, M. et al. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364 p.

ARAUJO, R. et al. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p. 1099-1108, 2007.

BIANCHINI, A. et al. Penetrógrafo eletrônico automático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.332-336, 2002.

BLAINSKI, E. et al. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 975-983, 2008.

CARBONERA, L. Comparação entre diferentes penetrômetros para diagnóstico de compactação de solo. ESALQ/USP. 2007. Disponível em:

<<http://www.ler.esalq.usp.br/download/gmap/iniciacao/Lucelha.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2011.

CHANCELLOR, W.J. Compaction of soil by agricultural equipment. **Davis**: University of California, 1977. 53p. (Bulletin, 1981).

DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de eucalipto. **Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 383-390, 2005.

FERREIRA, W.C. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo d área degradada revegetada à margem do Rio Grande, Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 177-185, 2007.

FERREIRA, M.J. et al. Avaliação da regeneração natural em nascentes perturbadas no município de Lavras, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 109-129, 2009.

KLEIN, V.A.; CÂMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 221-227, 2007.

KLEIN, V.A.F. Resistência mecânica do solo a penetração. In: ____. **Física do solo**. Passo Fundo: Editora UPF, 2008. cap. 4, p. 65-75.

MORALES, C.A. Qualidade do solo e produtividade de *Pinus taeda* no planalto catarinense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 629-640, 2010.

RANZINI, M. et al. Processos hidrológicos de uma microbacia com Mata Atlântica, na região da Serra do Mar, SP. **Scientia Forestalis**, n. 66, p.108-119, 2004.

REICHERT J.M. et al. Compactação de solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de ciência do solo, 2007. v. 5, p. 49-134.

TAVARES FILHO, J; RALISCH, R. GUIMARÃES, M.F. O perfil cultural na avaliação do manejo do solo e da Compactação. In: _____. **Qualidade física do solo**. Jaboticabal: Editora ABDR, 2002. p. 74-85.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 333-339, 1996.