



AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO NA MICROBACIA “D” NÚCLEO CUNHA – SP

RODRIGUES, Valdemir Antonio¹; MASIERO, Fabrício Campos²;
DARONCO, Camila³; NAVARRO, Everton Chequeto³; CARVALHO, José Luiz de⁴

RESUMO – (AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO NA MICROBACIA “D” NÚCLEO CUNHA – SP). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a resistência mecânica do solo à penetração com um penetrógrafo, em Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, fase rasa, na toposequência do relevo do divisor de águas à zona ripária da microbacia. O ambiente fica localizado no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, Estado de São Paulo, Brasil. Foram realizadas medições em cinco diferentes distâncias do curso d’água, sendo na zona ripária: 15 e 30 m do rio, na meia encosta: 50 e 100 m, e, na encosta próximo do divisor de águas a 150 m do rio. Nestes locais foram realizadas cinco medições da resistência mecânica do solo à penetração, nas camadas de: (0,0 a 0,1), (0,1 a 0,2), (0,2 a 0,3), (0,3 a 0,4), (0,4 a 0,5) e (0,5 a 0,6) m de profundidade, com penetrógrafo manual, modelo DIK-5520, serial nº0456, com capacidade de 25 kgf.cm⁻². Através dos resultados concluiu-se que nas parcelas da zona ripária a força média de resistência do solo à penetração variou de 0 a 0,96 MPa, enquanto que na meia encosta e na encosta houve uma variação de 0 a 1,94 MPa e de 0 a 1,35 MPa, respectivamente. Na zona ripária a 30 m de distância do rio, as forças mais intensas foram observadas nas camadas mais profundas a 0,60 m; enquanto na meia encosta a 50 e 100m de distância, as maiores forças foram observadas nas camadas de 0,30, 0,50 e 0,60 m de profundidade. Na faixa de 0,10 m de profundidade não houve diferença significativa da resistência a penetração no solo, nas cinco distâncias do rio, onde não há compactação superficial do solo desde o divisor até a zona ripária, o que facilita a infiltração da água no solo e, conseqüentemente diminui o escoamento superficial da água das precipitações, resultando em maior conservação da microbacia.

Palavras-chave: resistência mecânica , penetrógrafo, microbacia.

ABSTRACT – (RESISTANCE EVALUATION OF SOIL PENETRATION OF THE DIVISION OF WATERS TO RIPARIAN ZONE THE WATERSHED OF). This study aimed to evaluate the mechanical resistance of soil penetration with a penetrometer in Red Yellow dystrophic Latosol, in following relief watershed riparian zone of the watershed. The environment is located in the State Park

¹ Docente - Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA/UNESP – São Paulo – Brasil;

² Doutorando em Agronomia - Energia na Agricultura - FCA/UNESP - Botucatu – SP;

³ Mestrando em Ciências Florestais - FCA/UNESP – Botucatu - São Paulo;

⁴ Pesquisador do Instituto Florestal de São Paulo / Secretaria de Meio Ambiente.

of Serra do Mar - Center Cunha, Sao Paulo State, Brazil. Measurements were taken at five different distances from the watercourse, and the riparian zone: 15 and 30 m from the river, in the hillside: 50 and 100 m, and on the slope near the watershed at 150 m from the river. These sites were five measurements of the mechanical resistance to penetration, in the layers: (0,0 a 0,1), (0,1 a 0,2), (0,2 a 0,3), (0,3 a 0,4), (0,4 a 0,5) e (0,5 a 0,6) meters deep, with manual penetrometer, model DIK -5520, serial No. 0456, with a capacity of 25 kgf.cm⁻². Through the results it was concluded that the riparian zone the average strength of soil penetration resistance ranged from 00 to 0,96 MPa, while the hillside and the slope was a variation from 00 to 1,94 MPa and 00 to 1,35 Mpa, respectively. In the riparian zone to 30 m away from the river, the forces were observed more intense in the deeper layers to 0,60 m, while the hillside to 50 and 100 meters away, the larger forces were observed in layers 0,30, 0,50 and 0,60 meters in depth. In the range of 0,10 m depth there was no significant difference in soil penetration resistance in the five distances from the river, which indicates that there is no compaction of the soil surface from the splitter to the riparian zone, which facilitates water infiltration into the soil and consequently reduce the runoff of rainfall, resulting in greater conservation of the watershed.

Keywords: mechanical resistance, penetrometer, watershed.

1 INTRODUÇÃO

A resistência mecânica do solo à penetração é um parâmetro importante para a caracterização do perfil e manejo do solo utilizado em pesquisas agrícolas. A caracterização e identificação da camada compactada no perfil do solo fornece informações importantes sobre o estado físico do solo. Este diagnóstico utilizado no manejo visa minimizar a degradação do solo, diminuição da erosão e escoamento superficial, com benefícios no aumento da produtividade agroflorestal.

Em ensaios com penetrômetro hidráulico eletrônico, LANÇAS et al (2011) avaliaram a resistência à penetração do solo em forma de transecto em áreas com o cultivo da cana-de-açúcar, concluindo que na

camada de solo de 10 a 20 cm de profundidade houve aumento significativo da resistência à penetração do solo, quando comparado com as outras camadas do solo.

A capacidade de retenção de água de um solo é bastante variada dependendo do tipo e quantidade de porosidade do mesmo. Já a drenagem é função da porosidade e altura do lençol freático (MAULE et al., 2001).

Estudos sobre as características físicas do solo, tal como a compactação, são frequentes (MOLIN e SILVA JÚNIOR, 2003; ASSIS e LANÇAS, 2005; LAIA et al., 2006;). A compactação ocorre quando o solo está sujeito a pressões mecânicas e pode ser caracterizada pela resistência que este oferece a uma determinada força exercida sobre o mesmo. Esta resistência é um índice

integrado, ou seja, uma consequência da compactação, da umidade, da textura, do tipo mineral das argilas, da quantidade e tipo do agregado e da porosidade do solo (FOLEGATTI *et al.*, 1990). Prado *et al.* (2001), considera a ocorrência de compactação do solo quando há um aumento da sua resistência, redução da porosidade, da continuidade dos poros, da permeabilidade e da disponibilidade de nutrientes na água. Assim a compactação pode ser definida como aumento da concentração de massa por deslocamento indiscriminado das partículas a partir de processo mecânico externo, ou seja, não originário do próprio solo (OLIVEIRA JR e BALASTREIRE, 1998). As propriedades do solo tidas como responsáveis primárias pelo controle da produtividade são a porosidade e o teor de matéria orgânica (PONDER e MIKKELSON, 1995, apud DEDECEK *et al.*, 2000).

Um dos métodos de avaliação da camada compactada é a utilização de penetrógrafos e segundo 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. De acordo com

ARAUJO *et al.* (2004), a resistência à penetração das raízes é uma das propriedades que avaliam a qualidade física do solo para caracterizar os impactos do uso e manejo deste. Para o mesmo autor, em um solo degradado, a resistência do solo à penetração, junto com a quantidade de água disponível e a taxa de difusão de oxigênio, pode limitar o crescimento das plantas pela dificuldade de absorção de água.

Os maiores valores de resistência do solo à penetração é um indicativo de maior densidade do solo e conseqüentemente menor porosidade, o que pode resultar em menor capacidade de infiltração da água, menor taxa de armazenamento de água e maior escoamento superficial (FERREIRA *et al.*, 2009), que em áreas alteradas, perturbadas ou degradadas pode acarretar avanços nos processos erosivos.

A compactação do solo constitui uma importante característica, frente a sua interferência no desenvolvimento das plantas. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a resistência mecânica do solo à penetração em um Latossolo Vermelho-Amarelo na toposequência da microbacia; nas distâncias de 15, 30, 50, 100, e 150 m do curso d'água, fazer inferências sobre a resistência

mecânica do solo com a infiltração, conservação de solo e regularidade na produção de água da microbacia, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, Estado de São Paulo, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado em uma microbacia hidrográfica, denominada “Microbacia D”, localizada no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, SP, 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 2.241 mm em 12 anos de observação. 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), que consiste em um solo mineral, não hidromórfico, profundo com horizonte B muito espesso (maior que 50 cm) (EMBRAPA, 2006). Devido à floclulação da argila, esse tipo de solo pode formar crostas superficiais e se tornar arenosos, entretanto

isso pode ser evitado com a manutenção da cobertura vegetal.

A microbacia se encontra dentro do parque e está preservada. Entretanto, a área em estudo está localizada na área de visitação e experimentação do parque, portanto, é uma área ocupada principalmente por gramíneas exóticas invasoras, caracterizada como vegetação secundária em estágio pioneira de regeneração, de acordo com o parágrafo 4º do artigo 2º da Resolução CONAMA 01/94 e, também apresenta algumas árvores isoladas.

2.2 Coleta de dados

Foram realizadas medições em cinco diferentes distâncias do curso d’água, sendo na zona ripária à 15 e 30 m do rio, meia encosta à 50 m e 100m, e, na encosta próximo do divisor de águas à 150 m do rio. Nestes locais foi feita uma média de leituras em 5 pontos de medições da resistência mecânica do solo à penetração, através do uso de um penetrógrafo manual, nas camadas de: : (0,0 a 0,1), (0,1 a 0,2), (0,2 a 0,3), (0,3 a 0,4), (0,4 a 0,5) e (0,5 a 0,6) metros de profundidade. O instrumento utilizado foi um penetrógrafo modelo DIK-5520, serial n°0456, com capacidade de 25 kgf.cm⁻². O penetrógrafo possui uma haste

de 0,60 meters, com ponta cônica, que é introduzido no solo através de uma força manual. De acordo com a resistência à penetração do solo, o aparelho registra um gráfico com os valores de resistência em kgf.cm^{-2} e a respectiva profundidade do solo em centímetros. Os valores obtidos em kgf.cm^{-2} foram multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (FERREIRA *et al.*, 2009).

2.3 Análise dos dados

A variação da intensidade a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP), de acordo com a profundidade do solo, foi avaliada a cada profundidade e comparada entre as distâncias do rio a 15, 30, 50, 100 e 150 m por análise de variância, através do programa BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007). A comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para dados com distribuição normal e Krusal-Wallis para dados com distribuição não-normal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ensaio a 15m de distância do rio, a força média de resistência do solo à penetração variou de 0 a 0,96 MPa,

enquanto que na distância de 30m do rio, houve uma variação de 0 a 1,94 MPa, e a maior resistência a penetração encontrada foi a 60 cm de profundidade do solo. Já nas distâncias de (50 – 100 e 150) metros, as resistências mecânicas do solo variaram de zero a 1,35; 1,27; 1,02 MPa respectivamente (Figura 1). Para TAYLOR *et al.*, (1966) citado por Beutler, *et al.*, (2007) e, Tormena e Roloff (1996), os valores de resistência média do solo menores que 2 MPa são considerados favoráveis para o crescimento das raízes no solo.

As maiores intensidades média de resistência mecânica do solo à penetração foram registradas nas distâncias: 30, 50 e 100m respectivamente a 0,60; (0,30 e 0,50) e 0,60 m de profundidade. As menores forças em dados médios de resistência mecânica foram observadas nas camadas superficiais (0,0 m e 0,10 m), nas cinco distâncias do rio; provavelmente devido a presença de matéria orgânica nessa camada, em todos os locais amostrados e, também aos poros deixados pelas raízes da vegetação. Ferreira *et al.* (2007), analisando o estabelecimento e crescimento de plantas arbóreas em área de mata ciliar, observaram que em solos com maior resistência à penetração houve menor densidade, menores alturas médias e menor

crescimento em diâmetro à altura do peito (1,3 m acima do solo) das plantas.

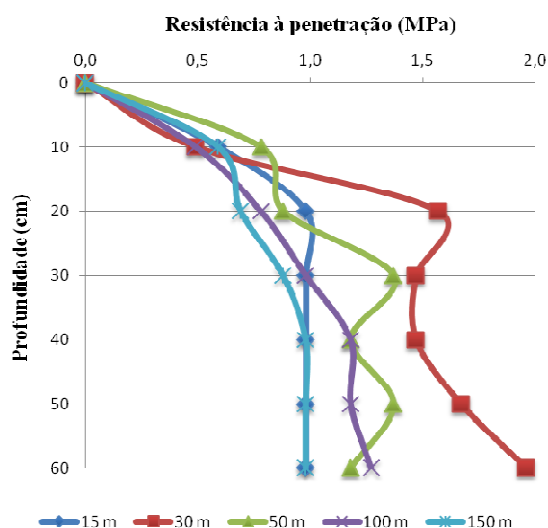


Figura 1 - Variação da resistência média a penetração do solo em diferentes profundidades do solo e distâncias do rio.

Na faixa de 0,10 m de profundidade não houve diferença significativa da resistência a penetração no solo, nas cinco diferentes distâncias do rio (Tabela 1).

Tomando com base o valor limite de 2,0 MPa, isto significa nenhuma camada do solo pode ser considerada compactada em excesso, desde o divisor até a zona ripária, o que facilita a infiltração da água das chuvas e, portanto, melhor conservação de solo e água na microbacia.

Existe diferença significativa nas profundidades de: 0,40, 0,50 e 0,60 m à 30 metros do rio. Já nas distâncias de 100 e 150 m do rio houve resistência mecânica a 0,20 e 0,30 m de profundidade do solo, diferindo estatisticamente dos demais pontos. Nas três distâncias a 50, 100 e 150 m, houve resistência mecânica a 0,60 m de profundidade diferindo estatisticamente das demais profundidades e distâncias do rio (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação entre média±desvio padrão da resistência mecânica do solo à penetração (MPa) entre cinco diferentes pontos e profundidades da microbacia

Pontos	Profundidades (m)						
	0,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
15 m	0±0 a	0,59 a	0,96 ab	0,96 ab	0,94 a	0,96 a	0,96 a
30 m	0±0 a	0,47 a	1,55 ab	1,49 a	1,45 b	1,68 b	1,94 b
50 m	0±0 a	0,74 a	0,86 a	1,35 ab	1,14 a	1,35 ab	1,18 ac
100 m	0±0 a	0,49 a	0,74 b	0,94 ab	1,18 a	1,21 a	1,27 c
150 m	0±0 a	0,59 a	0,72 b	0,86 b	1,0 a	1,02 a	1,0 ac

Médias seguidas de mesma letra indicam semelhança estatística e letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ferreira et al (2007) diagnosticaram maiores valores de resistência mecânica nas profundidades de 0,30 a 0,60 m em uma área de mata ciliar de uma hidrelétrica, variando de 1,6 a 13,6 MPa. Ferreira et al (2009) observaram que nas camadas de 0,10 a 0,40 m de profundidade, em duas nascentes alteradas com pastagem e presença constante de gado, os valores de RMSP média foram maiores que 2 MPa.

4 CONCLUSÃO

As maiores intensidades de resistência mecânica do solo à penetração foram registradas na distância de 30 m do rio, onde o solo provavelmente contém mais argila no horizonte B do que no A e com isso apresenta maior valor de RMPS.

Nas distâncias de: 50, 100 e 150 m do rio, houve maior resistência mecânica a 0,60 m de profundidade, quando comparada com as outras camadas.

Na faixa de 0,10 m de profundidade não houve diferença significativa da resistência a penetração no solo, nas cinco distâncias do rio, provavelmente devido a presença de matéria orgânica, desde o divisor até a zona ripária, o que facilita a

infiltração da água no solo e, conseqüentemente diminui o escoamento superficial da água das precipitações, resultando em maior conservação da microbacia.

5 REFERÊNCIAS

- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um nitossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n. 1, p. 515-522, 2005.
- ARAUJO, M. A; TORMENA, C. A; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.
- AYRES, M. et al. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364p.
- BEUTLER, A. N.; JOSÉ F. CENTURION, J. F.; ALVARO P. SILVA, A. P. **Comparação de penetrômetros na avaliação da compactação de latossolos**. Eng. Agrícola. Jaboticabal, v.27, n.1, 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.

DEDECEK, R. A.; MENEGOL, O.; BELLOTE, A. F. J. **Avaliação da compactação do solo em plantios jo de *Pinus taeda*, com diferentes sistemas de preparo do solo.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 40, 2000, p. 5-21.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2006, 306p.

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.

FOLEGATTI, M. V.; SILVA, A. P.; MARIA, I. C. **Avaliação da resistência do solo utilizando penetrômetro e penetrógrafo.** In XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, p.525. Piracicaba: 1990.

LAIA, A. M.; MAIA, J. C. S.; KIM, M. E. Uso do penetrômetro eletrônico na avaliação da resistência do solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v.10, n.2, p.523-530, 2006.

LANÇAS, K. P.; MARASCA, I.; MASIERO, F. C.; GUERRA, S. P. S.; GARCIA, E. A. Avaliação da resistência à penetração do solo em forma de transepto

em áreas de cana de açúcar. XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2011. Cuiabá, 2011.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JUNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, abr-jun, 2001.

MOLIN, J. P.; SILVA JÚNIOR, R. L. da. Variabilidade espacial do índice de cone, correlacionada com textura e produtividade. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.14, n. único, p. 49-58, 2003.

OLIVEIRA JR., E. D., BALASTREIRE, L. A. **Compactação do solo devido ao tráfego de carretas florestais com dois tipos de pneus inflados a diferentes pressões.** 1998. 73 f. Dissertação (Mestrado) - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PRADO, R. M.; TORRES, J. L.; ROQUE, C. G.; COAN, O. **Semente de milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: influência no índice de velocidade de emergência.** *Scientia Agrária*, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 45-49, 2001.

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.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER Jr., J.J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, Baltimore, v.102, n.1, p.18-22, 1966.

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.