



Resistência à penetração de um Neossolo Quartzarênico órtico latossólico submetido a diferentes sistemas de cultivo ⁽¹⁾

Hebert Camilo Nunes Silva⁽²⁾; Geraldo Rodrigues Dos Santos Neto Oliveira⁽²⁾; Ivan Carlos Carreiro Almeida⁽³⁾; Raphael Bragança Alves Fernandes⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do IFNMG – Campus Januária e do Departamento de Solos da UFV.

⁽²⁾ Acadêmico de Agronomia; Instituto Federal do Norte de Minas Gerais- Campus Januária; Januária- MG; Bolsista IC da Fapemig, hcnsilva@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Teófilo Otoni; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: As práticas de manejo podem causar alterações nas estruturas do solo, assim reduzindo a produtividade das culturas. A compreensão e quantificação desses impactos são de fundamental importância, um dos parâmetros utilizados para determinação da qualidade do solo é a resistência do solo à penetração (RP). Portanto, objetivou-se verificar o uso da RP como indicador de compactação em um Neossolo submetido a quatro diferentes sistemas de cultivos, mata nativa (T1), fruticultura (T2), culturas anuais (T3) e pastagem (T4). A área de estudo localiza-se na Fazenda São Geraldo km 6, s/n, Januária- MG. Para a avaliação da RP foi usado um penetrômetro de impacto, determinando a resistência em duas épocas diferentes, em condição de baixa e alta umidade no solo. Em cada unidade experimental obteve-se 10 pontos de medida de RP, com profundidade de 0 a 60 cm. Foi também determinada a umidade gravimétrica do solo. Sob condições de solo úmido a área que apresentou maiores valores de RP foi a área sob culturas anuais, com 3,34 MPa, na profundidade entre 10 a 15 cm e umidade de 9,21dag/kg. Já em solo seco, a área sob fruticultura apresentou o maior valor de RP, 36,21 MPa, na profundidade de 05 a 10 cm e para umidade de 0,66 dag/kg, valor este muito elevado. Nessa área pode haver restrição de crescimentos para as plantas.

Termos de indexação: densidade do solo; porosidade total; umidade do solo.

INTRODUÇÃO

Qualidade física do solo é a capacidade que o solo tem de prover ao sistema radicular condições físicas adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas. As práticas de manejo podem causar alteração na estrutura do solo, influenciando a produtividade das culturas por meio de modificações na disponibilidade de água, na difusão de oxigênio e na resistência do solo à penetração (RP). A compreensão e a quantificação do impacto dessas práticas sobre a qualidade física do solo são fundamentais no desenvolvimento de

sistemas agrícolas sustentáveis (Dexter & Youngs, 1992).

A RP e a densidade do solo (DS) são atributos físicos que influenciam diretamente o crescimento das raízes e, conseqüentemente, a parte aérea das plantas. Incrementos na RP aumentam a energia requerida e diminuem a elongação e o crescimento radicular (Lipiec & Hatano, 2003). Valores de RP acima de 2,0 MPa têm sido considerados fortemente restritivos ao crescimento das raízes e das plantas (Tardieu, 1994).

O efeito da resistência mecânica no desenvolvimento radicular tem uma dependência das características pedológicas e das práticas de manejo que o solo é submetido. Trabalhos como o de Genro Jr. et al. (2004) destacam a importância da RP na identificação de camadas compactadas pelo uso do solo.

As modificações que ocorrem na estrutura do solo afetam sua RP, a porosidade total, a distribuição do diâmetro dos poros e sua porosidade de aeração, a armazenagem e disponibilidade de água às plantas, além da consistência e da máxima compactação do solo (Klein et al., 1998).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a resistência do solo à penetração como indicativo de compactação de Neossolo submetidos a diferentes sistemas de cultivos na região Norte de Minas Gerais, no bioma Semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no ano de 2014, no município de Januária-MG, na Fazenda São Geraldo, km 6, s/n, pertencente ao IFNMG-Campus Januária. A fazenda localiza-se nas coordenadas 15° 29' 44" S e 44° 21' 45" O', clima classificado como estação seca (Aw), (Köppen). O solo da área experimental é o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico de textura franco-arenosa, com (argila: 13%, silte: 7% e areia: 80%).

Os tratamentos avaliados foram quatro diferentes sistemas de cultivos: mata nativa (T1)/ fruticultura, com a cultura da acerola (T2)/ culturas anuais, com



sorgo para silagem (T3) e pastagem no sistema não contínuo (T4). Todas as áreas apresentavam, no mínimo, 10 anos no mesmo sistema de cultivo.

Amostras de solo indeformada foram coletadas para a determinação da densidade do solo e da porosidade, segundo Embrapa (2011) (Tabela 1).

Para avaliação da resistência do solo à penetração (RP) foi usado um penetrômetro de impacto, modelo STOLF com cone fino (1,29 cm²). Os dados foram obtidos considerando 10 repetições por tratamento, e em duas épocas do ano, uma na estação seca (maio a outubro) e outra na estação chuvosa (novembro a abril). A RP foi avaliada até 60 cm de profundidade ou até se atingir o máximo de 100 impactos com a penetrômetro. A metodologia e os cálculos da RP foram efetuados segundo STOLF et al. (1983).

Concomitantemente à mensuração da RP foi avaliada a umidade do solo pelo método gravimétrico, próximos aos pontos de amostragem da RP, foram coletados nas duas épocas e foi realizado 3 repetições por tratamento, nas profundidades equivalente a RP.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, na sequência, comparados pelo teste de Tukey considerando 10 % de probabilidade (FUNARBE, 2007).

Tabela 1 – Densidade de solo (Ds), densidade de partículas (Dp), porosidade total (Pt), macro porosidade (Ma), micro porosidade (Mi), nos tratamentos estudados na camada de 0-5 cm.

Tratamentos	---g.cm ⁻³ ---		-----cm ³ .cm ⁻³ -----		
	Dp	Ds	Pt	Ma	Mi
T1	2,61	1,39	0,47	0,20	0,27
T2	2,57	1,61	0,37	0,23	0,14
T3	2,53	1,59	0,37	0,25	0,12
T4	2,58	1,57	0,39	0,22	0,17

T1= mata nativa, T2= fruticultura, T3= culturas anuais, T4= pastagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de resistência do solo à penetração (RP) mensurados a campo com o penetrômetro de impacto em diferentes condições de umidade (época úmida e seca) mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, (P<0,1) (Tabela 2). No solo em condições úmidas o maior valor de RP encontrado foi na área sob culturas anuais e o menor para a área com mata nativa, 3,34 e 0,87 MPa, respectivamente, nas profundidades de 10-15 e 0-5 cm. Em solo seco o maior valor de RP foi para área sob fruticultura e o menor na área de pastagem, 36,21 e 3,45 MPa,

respectivamente, nas profundidade de 5-10 e 0-5 cm. Os resultados obtidos estão de acordo com os outros trabalhos (Souza, et al., 2005; Freitas, et al., 2012; Silveira, et al., 2010)

A figura 1 ilustra os resultados das avaliações de RP de todos os tratamentos e situações.

Observa-se claramente como a umidade do solo influencia a RP; comportamento este corroborado por outros trabalhos (Tormena et al., 2007; Silva et al., 2011).

O maior valor de resistência à penetração encontrado, em período de solo úmido, na profundidade entre 10 a 20 cm no T3 deve estar associado, provavelmente, à mobilização do solo empregado nesse tipo de preparo convencional, bem como o monocultivo do sorgo para silagem, o que reduz bastante a quantidade de resíduo aportado ao solo ao fim da colheita. Para Borges et al. (2004), esta prática acarreta na destruição dos agregados maiores e menores, originando assim solos de baixa estabilidade de agregados, o que favorece a formação de camadas compactadas.

Os valores de RP encontrados no T4, segundo Trimble & Mendel (1995), pode estar relacionado à força aplicada pelos cascos dos animais. Normalmente tal força é subestimada por ser concebida como estática; entretanto, ao se movimentar, o animal transfere a massa do corpo para uma ou duas patas, o que gera um efeito de sobrepressão.

Na análise de solo seco a RP foi muito elevada impossibilitando o estudo de todo o perfil solo (risco de quebra do equipamento) em alguns tratamentos. Considerando o limite pré-estabelecido de 100 batidas, no T2 somente pode-se alcançar até 20 cm de profundidade assim sendo possível a comparação estatística somente até esta profundidade.

A RP aumenta exponencialmente com a diminuição da umidade, em função do aumento das forças de coesão entre as partículas do solo, resultante da concentração dos agentes cimentantes (sesquióxidos de ferro e alumínio associados a materiais húmicos degradados, exsudação dos microrganismos do solo, etc.) e da redução do efeito lubrificante da água (SILVA et al., 2002).

Segundo Silveira et al. (2010), quando o solo está seco ou apresenta baixo conteúdo de água, suas partículas apresentam-se mais próximas e difíceis de serem separadas por qualquer força externa. Os autores citados acima encontraram para o Argissolo Amarelo cultivado com Citrus maiores valores de RP nos menores valores de umidade do solo, que aconteceu no mês de novembro, sendo os valores máximos de RP de 33,18 MPa na camada de 0,20-0,40 m. Os resultados também corroboram com Souza, et al., (2014), que encontro em solo de



textura arenosa, área que cultiva sorgo e com baixos valores de umidade, 46,8 MPa na profundidade de 30 a 40 cm.

Os valores de RP encontrados em T2, em época de solo com baixa umidade, mostram maior compactação na camada de 0 a 10 cm, ficando as raízes abaixo da camada compactada, o que oferece condições razoáveis para o crescimento e desenvolvimento das mesmas, mas possivelmente pode proporcionar uma redução na infiltração de água.

CONCLUSÕES

As estações do ano e suas respectivas umidades do solo determinam a resistência do solo à penetração.

Na época úmida do ano as áreas com culturas anuais e pastagem apresentaram restrições ao desenvolvimento das raízes, nas profundidades de 5-25 cm e 10-25 cm, respectivamente.

Na época seca do ano todas as áreas apresentaram restrições ao desenvolvimento radicular.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMIG pela concessão da bolsa de Iniciação Científica; ao IFNMG - Campus Januária pela oportunidade da execução da pesquisa e aos colaboradores.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B. & CROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A. eds. *Methods for assessing soil quality*. Madison, Soil Science Society of America, 1996. P. 123-141.

BORGES, J. R.; PAULETTO, E. A.; SOUZA, R. O.; PINTO, L. F. S.; LEITZKE, V. W. Resistência à penetração de um Gleissolo submetido a sistemas de cultivo e culturas. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 83-86, 2004.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v. 30, n.4, p.605-614, 2006.

DEXTER, A. R. & YOUNGS, I. M. Soil physic toward 2000. *Soil Till. Res.*, 24: 101-106, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Manual de métodos de análises do solo. 2. Ed Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011. 230 p.

FEITAS, I. C.; SANTOS, F. C. V.; FILHO, R. DE O. C.; SILVA, N. R.; CORRECHEL, V. Resistência à penetração em Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes

formas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 1275-1281, 2012.

FUNARBE- SAEG- Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes. Viçosa: UVF, 2007. P. 301.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p. 477- 484, 2004.

KLEIN, V. A.; LAIBARDI, P. L.; SILVA, A. P. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes condições de densidade e teor de água. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 45-54, 1998.

LIPIEC, J.; HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. *Geoderma*, v. 116, p. 107-136, 2003.

SEMEL, H.; HORN, R.; HELL, U. DEXTER, A. R.;SCHULZE, E. D. The dynamics of soil aggregate formation and the effect on soil physical properties. *Soil Technology*, v.3, p.113-129, 1990.

SILVA, D. C. DA.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; OLIVEIRA, A. H. SOUZA, F. S. DE; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 13, p. 77-86, 2011.

SILVEIRA, D. C.; FILHO, J. F. M.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 34, n. 3, pp. 659-667, 2010.

SOUZA, E. D., M. A. C. CARNEIRO & H. B. PAULINO. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 1135-1139, 2005.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Penetrômetro de impacto IAA/Planalsucar- STOLF (Recomendações para seu uso). STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v.3, p. 18-23, 1983.

SUZUKI, L. E. A. S.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedade físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.42, n.8, p. 1159-1167, 2007.

TARDIEU, F. Growth and functioning of roots and to root systems subjected to soil compaction. Towards a system with multiple signaling. *Soil Till. Res.*, 30:217-243, 1994.

TORMENA, C. A.; FILDALSKI, J. M. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 211-219, 2007.

TRIMBLE, S. W. & MENDEL, A. C. The cow as a geomorph agente- A critical review. *Gemorphology*, v. 13, p.233-253, 1995.

SOUZA, E. B.; FILHO, A. P. P.; PIMENTA, W. A.; NAGAHAMA, H. J.; CORTEZ, J. W. Resistência mecânica do solo à penetração em função da sua umidade e do tipo de penetrômetro. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa- MG. V. 22, N.1, P. 67-76, 2014.

Tabela 1- Valores médios da resistência do solo a penetração (RP) em MPa de acordo com as profundidades em solo úmido e seco

Resistência do solo a penetração (MPa)												
Solo úmido												
Profundidade (cm)												
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60
T1	0,87b	1,31b	1,87b	2,25b	1,79a	1,57a	1,31b	1,29a	1,18a	0,99b	0,92b	0,92a
T2	1,49a	2,36a	2,41b	2,17b	2,01a	1,87a	1,69ab	1,49a	1,39a	1,32ab	1,27ab	1,25a
T3	1,76a	2,60a	3,34a	3,16a	2,83a	2,30a	2,06a	1,76a	1,55a	1,30ab	1,24ab	1,22a
T4	1,29ab	1,93ab	2,57b	2,92ab	2,62a	2,28a	2,24a	1,78a	1,59a	1,48a	1,39a	1,37a
dag.kg ⁻¹	9,67		9,21		9,69		9,49		9,82		9,32	

Solo seco										
Profundidade (cm)										
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
T1	4,60b	12,14bc	15,97c	17,35c	17,30	17,81	18,72	17,28	8,24	3,11
T2	28,56a	36,21a	35,76a	28,22a						
T3	8,77b	18,51b	23,02b	27,73ab	30,70	17,61				
T4	3,45b	10,04c	20,94b	19,04cb	25,85	22,00	19,44			
dag.kg ⁻¹	0,53	0,66	1,07	1,96	1,54	1,68	1,70	2,21	2,33	2,04

As letras deferentes na vertical indicam que as medias dos tratamentos são diferentes (Tukey, P< 0,01). T1= mata nativa, T2= fruticultura, T3= culturas anuais, T4= pastagem.

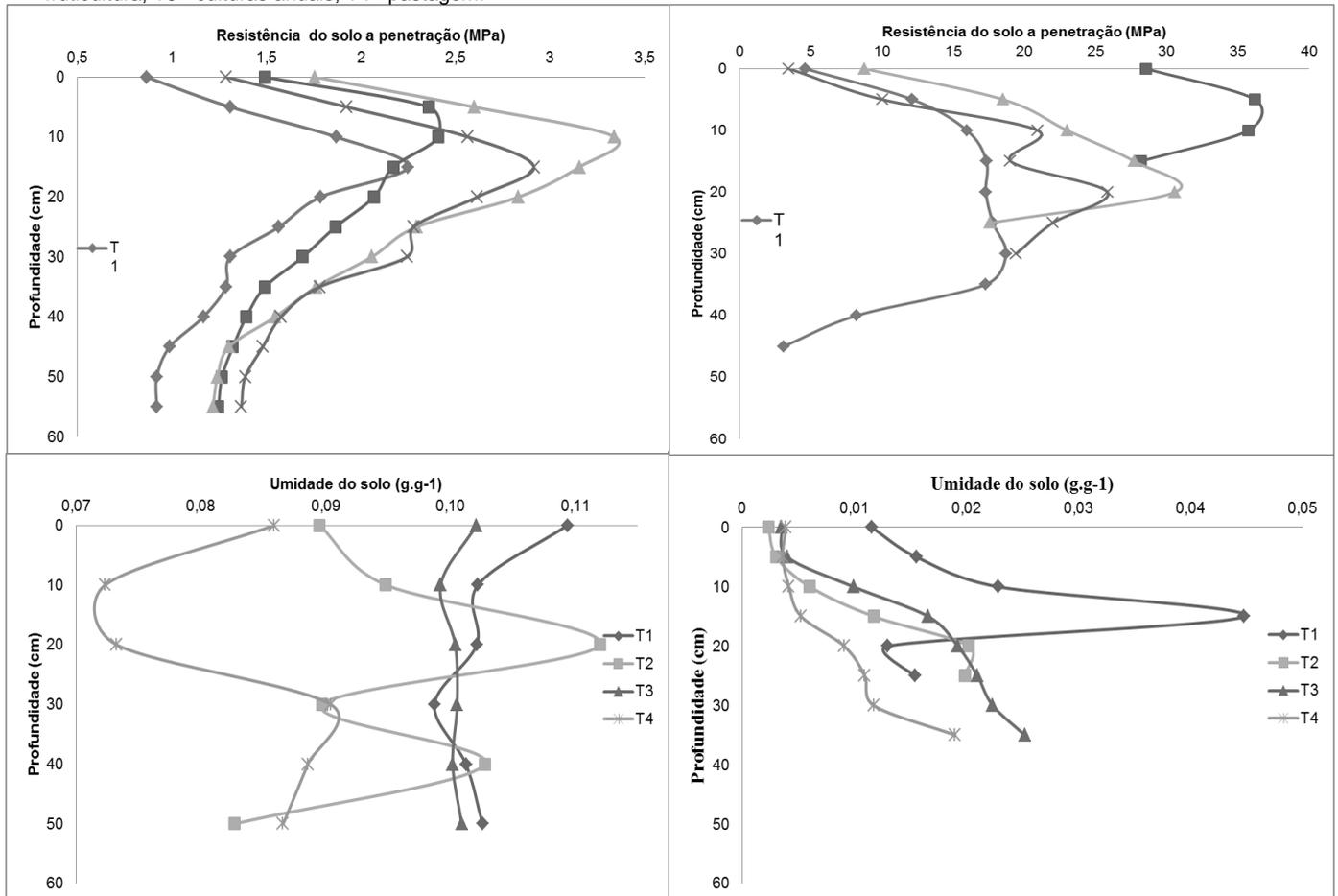


Figura 1- Valores médios da resistência do solo a penetração (MPa) pela profundidade em cm, nas condições de solo úmido (cima) e seco (baixo) a esquerda. Valores médios de umidade do solo (g.g-1) pela profundidade em cm, nas condições de solo úmido (cima) e seco (baixo) a direita. T1= mata nativa, T2= fruticultura, T3= culturas anuais, T4= pastagem.