



Densidade do solo e resistência à penetração em um Cambissolo sob diferentes usos agrícolas ⁽¹⁾

Joseane Dunga da Costa⁽²⁾; Jeane Cruz Portela⁽³⁾; Eulene Franciso da Silva⁽³⁾; Ana Cecília C. Sinclair Marinho⁽⁴⁾; Francisco Souto de Sousa Júnior⁽⁵⁾; Daianni Ariane da Costa Ferreira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do PROEXT/UFERSA.

⁽²⁾ Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-árido, DCAT/UFERSA. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN, CEP: 59.625-900. E-mail: joseany_costa@hotmail.com.

⁽³⁾ Professoras da Universidade Federal Rural do Semi-árido, DCAT/UFERSA.

⁽⁴⁾ Mestre do Curso de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-árido, DCAT/UFERSA.

⁽⁵⁾ Doutorando do Curso de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CCET/UFRN.

⁽⁶⁾ Mestranda do Curso de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-árido, DCAT/UFERSA.

RESUMO: A densidade do solo e a resistência mecânica à penetração exercem grande influência sobre o desenvolvimento vegetal, uma vez que o crescimento das raízes e a produtividade das culturas variam de forma inversamente proporcional ao seu valor. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a densidade do solo e a resistência à penetração em um Cambissolo com diferentes usos agrícolas, no semiárido Potiguar. A pesquisa foi desenvolvida no município de Governador Dix-Sept Rosado, no Projeto de Assentamento Terra de Esperança localizado na Microrregião da Chapada do Apodi-RN, em um Cambissolo Háptico eutrófico. As áreas estudadas foram: AAG - área Agroecológica, AMN - área de Mata Nativa (Caatinga), AP - área de Pomar de Cajaraneiras, APC - área coletiva com preparo do solo convencional em cultivos consorciados e ACOL - área de Colúvio. As amostras foram coletadas nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, e analisadas a densidade do solo e a resistência mecânica à penetração de raízes. Diante do exposto, conclui-se que o uso agrícola com preparo do solo convencional (APC) foi o que apresentou maior degradação física do solo, na condição de longo período efetuado.

Termos de indexação: compacidade, manejo do solo, semiárido.

INTRODUÇÃO

Em áreas de exploração agrícola da região semiárida potiguar, a compactação do solo é um dos problemas sérios enfrentado pelos produtores rurais. Dentre alguns problemas ocasionados pela compactação, têm-se: diminuição da infiltração, o que reduz o armazenamento de água no solo; déficit

no crescimento radicular, afetando consideravelmente a capacidade de absorção de água e, conseqüentemente de nutrientes; aumento da densidade e da resistência mecânica do solo (Silva et al., 2006) e redução da porosidade total, além do tamanho e da continuidade dos poros (Dexter, 2004).

A resistência do solo à penetração tem sido um dos atributos físicos mais adotados como indicativo da compactação do solo (Stone et al., 2002), por estar relacionado diretamente com o crescimento das plantas (Hoad et al., 2001), além de ser mais eficaz na identificação de estados de compactação comparada à densidade do solo (Streck et al., 2004), mas este último ainda é muito utilizado pelos pesquisadores.

Diversos estudos relatam que entre 2 a 4 MPa de resistência à penetração é restritivo para o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas (Azooz, et al., 1996).

O processo de compactação do solo também está associado aos usos agrícolas. Assim, em áreas manejadas sob preparo convencional do solo, geralmente, observa-se a desagregação excessiva da camada arável, e posteriormente o encrostamento superficial e a formação de camadas compactadas em superfície, ou em camadas mais profundas denominadas pé-de-grade ou pé-de-arado (Gabriel Filho et al., 2000), fato que pode aumentar a densidade e a resistência à penetração.

Sabendo que a densidade do solo e a resistência mecânica do solo à penetração exercem influência sobre o desenvolvimento vegetal, principalmente no crescimento das raízes e a produtividade das culturas, objetivou-se com esse trabalho avaliar a densidade do solo e da resistência mecânica à penetração em um Cambissolo com diferentes usos agrícolas no semiárido Potiguar.



MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Governador Dix-Sept Rosado, no Projeto de Assentamento Terra de Esperança localizado na Microrregião da Chapada do Apodi-RN, em um Cambissolo Háptico eutrófico, com classificação textural franco argilo arenosa. Apresenta classificação climática segundo Köpper, de semiárido quente com precipitação pluvial média anual de 712 mm, temperatura média anual de 27°C e umidade relativa média do ar é de 68,9 %. A vegetação natural é a Caatinga hiperxerófila.

Foram estudadas cinco (05) áreas: AAG - área Agroecológica - o sistema agroecológico tem como objetivo principal a produção de alimentos (frutíferas) e (forrageiras) para atender as necessidades das famílias e dos animais. Na implantação em 2005 do sistema a área foi cercada e feito somente um raleamento das plantas da Caatinga para o plantio de frutíferas e criação de animais. Os resíduos das plantas raleadas foram picotados às partes finas, e espalhadas na superfície do solo, tendo como finalidade o controle do processo erosivo. AMN - área de Mata Nativa (de referência) - predominância espécies vegetais da Caatinga hiperxerófila, com exemplares das espécies: mofumbo (*Combretum leprosum* L.), aroeira (*Schinustere binthifolius*), marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill) e jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth). AP - área de Pomar de Cajaraneiras, onde os animais tem acesso livre para o pastejo de caprinos e ovinos. APC - área coletiva com preparo do solo convencional em cultivos consorciados, que teve uma aração e duas gradagens para o plantio consorciado de milho e feijão-de-corda. ACOL - área de Colúvio segue os mesmos manejos de preparo do solo, todavia no momento da coleta estava sem cultura implantada devido a seca prolongada.

A resistência mecânica do solo à penetração de raízes (RP) foi determinada nas condições de campo, utilizando um penetrômetro de impacto da VDO® (modelo SS316), com ponteira de 1,386 cm de diâmetro, área de seção transversal de 1,509 cm² e ponta cônica com ângulo de penetração de 30°. Foram realizadas trinta (30) leituras em cada camada (0 - 10 e 10 - 20 cm), de forma aleatória, para obtenção dos valores médios. Os resultados foram expressos em MPa, conforme descrito por Forsythe (1975). Na mesma ocasião, realizou-se coleta de amostras deformadas nas respectivas camadas para realização da umidade gravimétrica, pesando-se as amostras de solo (constituída antes e após secagem em estufa a 105°C, por 48 horas, conforme descrito por Forsythe (1975), e os

resultados foram expressos em kg kg⁻¹.

Foram coletadas dez (10) amostras indeformadas de solo, dentro de cada área de estudo, nas camadas de solo de 0-10 e 10- 20 cm para a determinação da densidade do solo (Ds) pelo método do anel volumétrico com dimensões de 5,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro, e tomando-se a média dos valores obtidos, sendo representada pelo quociente da massa das partículas sólidas do solo pelo volume total do solo, conforme descrito por Forsythe (1975) e expressa em kg dm⁻³.

Obtido pela expressão: $Ds = ms/vs$, Onde:

Ds = Densidade do solo (kg.dmm⁻³)

ms = Massa seca das partículas a 105° (kg)

vs = volume total do solo (dm³)

Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias analisadas por meio do Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional SAEG 9.1 (Ribeiro Júnior & Melo, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** são apresentados os dados de Densidade do solo (Kg.dm⁻³) **(a)** e resistência à penetração de raízes (MPa) **(b)** de um Cambissolo háptico em diferentes usos agrícolas e manejo do solo, nas camadas 0-10 e 10-20 cm, no Projeto de Assentamento Terra de Esperança na Chapada do Apodi-RN.

Analisando a densidade do solo (Ds) **(Figura 1 a)**, observou-se que o solo sob Mata Nativa (AMN) não diferiu estatisticamente nas duas camadas estudadas, sendo inferior que os usos agrícolas, todavia, quando o solo foi submetido ao sistema agroecológico este não diferiu da mata na camada de 0-10 cm (1,24 kg dm⁻³).

Ao ser submetido o sistema de manejo do solo com preparo convencional em um longo espaço da movimentação mecânica para a coleta das amostras indeformadas, verificou-se uma maior compactação em relação aos demais tratamentos, tanto em superfície, quanto em subsuperfície (1,58 e 1,49 kg dm⁻³), seguido do pomar (1,41 e 1,45 kg dm⁻³) e áreas de colúvio (1,32 e 1,42 kg dm⁻³) 0-10 e 10-20 cm, respectivamente.

Isso demonstra que o uso do solo para fins agrícolas, independentemente do sistema de utilizado promoveu alterações nas propriedades físicas do solo em estudo

Segundo Mazurana et al. (2011) o preparo do solo e o tráfego de máquinas em condições de umidade inadequada (consistência no estado plástico) provocam deformações e podem formar zonas de compactação ao longo do seu perfil, reduzindo sua qualidade física determinada em



razão da redução da macroporosidade. Isso dificulta as trocas gasosas do solo com a atmosfera externa e provoca o confinamento do sistema radicular.

No que se refere à resistência do solo (RP) à penetração de raízes (**Figura 1 b**), observou-se modificações pelos usos agrícolas. Solos sob pomar (AP) e da área coletiva com preparo do solo convencional em cultivos consorciados (APC) tiveram os maiores valores de RP (1,37 e 1,24 MPa), na camada de 0-10 cm. Todavia na camada de 10-20 cm, além da APC (1,88 MPa) sobressaiu a ACOL (1,83 MPa).

Na camada superficial a maior RP no pomar provavelmente tenha ocorrido pelo pisoteio animal no sistema extensivo de criação. Essa resistência à penetração por ação animal é muito comum ocorrer em solos sob pastagem, onde o pisoteio animal provoca o aumento da RP (Conte et al., 2011; Schiavo & Colodro, 2012; Ortigara et al., 2014). Assim, como na DS, a APC também proporcionou maior RP, provavelmente pelo efeito do acúmulo das cargas dos implementos de preparo de solo utilizados.

Valores de resistência à penetração na faixa de 2,0 a 4,0 MPa restringem o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas (Azooz, et al., 1996), e nesses solos o PC de 10-20 cm, está quase atingindo essa faixa de restrição, o que serve de alerta aos produtores.

No momento das avaliações o solo encontrava-se relativamente seco, com valores médios de umidade gravimétrica em torno de 0,10 kg.kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e 0,11 kg.kg⁻¹ (10-20 cm).

Em Latossolo Vermelho distroférrico de textura média de Botucatu (SP), FOLONI et al. (2003) mediram a resistência à penetração usando camada compactada em amostras indeformadas e densidades de 1,28, 1,42, 1,56 e 1,69 g cm⁻³, e concluíram que uma camada compactada com densidade 1,69 g cm⁻³ apresenta resistência à penetração de 1,4 MPa impeditiva ao desenvolvimento de raízes de milho. Em Limoeiro do Norte-CE na Chapada do Apodi, em um Cambissolo háplico em diferentes camadas do solo associadas ao microrrelevo (raso e profundo), MIOTTI et al. (2013) verificaram densidades do solo e de partículas maiores nos solos rasos que foram de 1,41 e 2,82 gcm⁻³, respectivamente). Em relação a resistência à penetração (RP), esta foi mais compactada nas camadas de 0-5; 5-10 e 10-15 cm em solo raso (1,35; 1,84 e 1,77 MPa, respectivamente), do que comparado às mesmas camadas do solo profundo (0,96; 1,44 e 1,48 MPa), sendo que, a partir da camada de solo 30 cm, a resistência à penetração aumentou ainda mais no solo raso, obtendo valores máximos (5,1 MPa) na camada de 50 cm.

CONCLUSÕES

Independentemente dos usos agrícolas, a área coletiva com preparo do solo convencional em cultivos consorciados (APC) na condição de longo período efetuado, induziu na degradação estrutural do solo para os atributos densidade do solo e resistência à penetração de raízes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Extensão Universitária – PROEXT 2014, ao CNPq e ao Programa de Pós- Graduação em Manejo Solo e Água - PPGMSA/UFERSA/DCAT.

REFERÊNCIAS

AZOOZ, R.H.; ARSHAD, M.A.; FRANZLÜEBBERS, A.J. Pore size distribution and hydraulic conductivity affected by tillage in northwestern Canada. *Soil Science Society American Journal*, v. 60, p.1197–1201, 1996.

CONTE, O.; FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C. et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura/pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.46, n.10, p.1301-1309, 2011.

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, Amstredam, n.120, p.201-214, 2004.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. Efeito da compactação no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38, n.8, p.947-953, 2003.

FORSYTHE, W. Física de suelos: manual de laboratorio San José, Costa Rica: IICA, 1975. 212p.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A.C. S.; STROHHAecker, L. et al. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. *Ci. Rural*, 30:953-957, 2000.

MAZURANA, M.; LEVIEN R.; MÜLLER, J. et al. Sistemas de preparo de solo: Alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:1197-1206, 2011.

MIOTTI, A.A.; COSTA, M.C.G. FERREIRA, T.O. et al. Profundidade e atributos físicos do solo e seus impactos nas raízes de bananeiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 536-545, 2013.

ORTIGARA, C.; KOPPE, E.; LUZ, F.B. et al. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38. p. 619-626, 2014.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. & MELO, A.L.P. Guia prático para utilização do SAEG. Viçosa-MG: UFV, 2008. 288p.

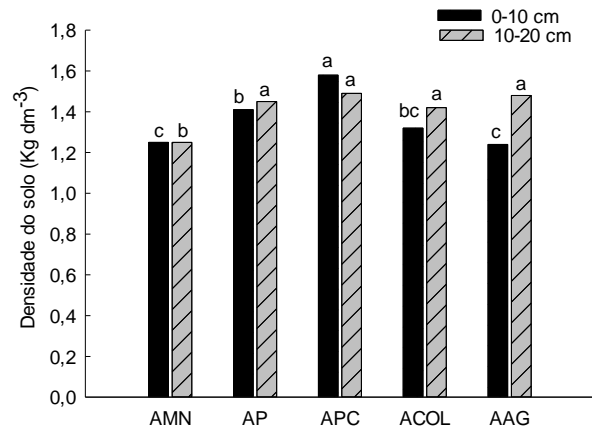
SCHIAVO, J.A. & COLODRO, G. Agregação e resistência à penetração de um Latossolo Vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Bragantia*, v. 71, n. 3, p.406-412, 2012.

SILVA, G. J.; SOUZA, J. C de; BIANCHINI, A. Crescimento da parte aérea de plantas cultivadas em vaso, submetidas à irrigação subsuperficial e a diferentes graus de compactação de um Latossolo Vermelho-escuro distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, n.30, p.31-40, 2006.

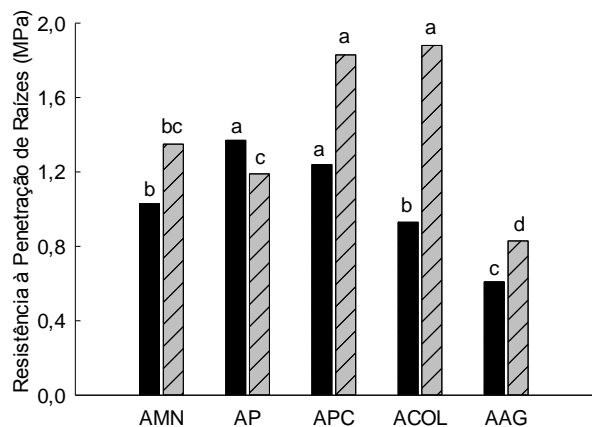
SOANE, B.D. & OUWERKERK, C. Soil compaction in crop production. Amsterdam: Elsevier, 1994. 660 p.

STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro - 1: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.2, p.207-12, 2002.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.3, p.755-60, 2004.



a



b

Figura 1. Densidade do solo ($\text{Kg}\cdot\text{dm}^{-3}$) (a) e resistência à penetração de raízes (MPa) (b) em um Cambissolo háplico submetido a diferentes usos agrícolas. AMN - área de Mata Nativa; AP - área de Pomar de Cajaraneiras; APC - área de preparo do solo convencional; ACOL - área de Colúvio e AAG - área Agroecológica.