

Densidade, resistência à penetração e porosidade sob sistemas de manejo em Latossolo do Cerrado piauiense ⁽¹⁾

Diane Cristina Stefanoski⁽²⁾; Thiago Rodrigo Schossler de Souza⁽³⁾; Isis Lima dos Santos⁽⁴⁾; Valdir Sousa de Alencar⁽⁵⁾; Glenio Guimarães Santos⁽⁶⁾; Robélio Leandro Marchão⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Piauí.

⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Piauí; Bom Jesus, Piauí; diane_stefanoski@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Ciência do Solo); Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia; Universidade de Brasília; ⁽⁵⁾ Bolsista de Iniciação Científica do curso de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal do Piauí; ⁽⁶⁾ Professor Doutor em Solo e Água; Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Piauí; ⁽⁷⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados.

RESUMO: Os atributos de natureza física refletem a qualidade do solo, sendo sensíveis às alterações ocasionadas pelo manejo. Objetivou-se avaliar a densidade do solo, resistência a penetração e porosidade total em Latossolo do Cerrado piauiense cultivado sob os sistemas de manejo do solo plantio convencional e plantio direto, considerando-se o cerrado nativo como área de referência. Conduziu-se o estudo na propriedade Chapada do Céu, em Sebastião Leal – PI, região Sudoeste do Piauí. Consideraram-se os diferentes sistemas de manejo do solo como tratamentos, arranjos conforme o delineamento inteiramente casualizado, cujas médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Verificou-se diferença estatística para a densidade e a porosidade entre o sistema plantio direto e o cerrado nativo na camada de 10-20 cm; enquanto resistência à penetração apresentou diferença entre sistemas de manejo, e entre o sistema plantio direto e o cerrado nativo. O sistema de manejo do solo plantio convencional, com dois anos de uso, e sistema plantio direto, com 15 anos de implantação, não apresentam diferença estatística entre si para densidade do solo e porosidade total. Os sistemas de manejo exibem diferença entre si para a variável resistência à penetração na camada arável até 20 cm, com o sistema plantio convencional apresentando os menores valores.

Termos de indexação: atributos físicos, sistema plantio direto, qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

Os indicadores físicos, químicos e biológicos de qualidade do solo são interdependentes e interagem, estando pautados em atributos do solo

sensíveis às mudanças nas propriedades resultantes do manejo (Blanco & Lal, 2008).

Neste contexto, Araújo et al. (2007) avaliando a qualidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes usos e sob cerrado nativo através tanto de indicadores físicos como químicos e biológicos, comprovaram que os indicadores de natureza física foram os que melhor refletiram as diferenças de qualidade do solo entre as áreas avaliadas.

Além de sua relação direta com os demais atributos químicos e biológicos do solo, o estudo da qualidade do solo através do uso de atributos físicos possui como vantagens o baixo custo, metodologias simples e rápidas (Mendes et al., 2006).

Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a densidade do solo, resistência a penetração e porosidade total em Latossolo do Cerrado piauiense cultivado sob dois sistemas de manejo do solo, a saber, plantio convencional (SPC) e plantio direto (SPD), considerando-se o cerrado nativo (CN) como área de referência.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o estudo na Fazenda Chapada do Céu, localizada em Sebastião Leal – PI, região Sudoeste do Piauí, sob coordenadas geográficas 07°39'14" S e 44°02'37" W, e altitude de 450 m. Os diferentes sistemas de manejo do solo, sistema de plantio direto (área com 15 anos) e sistema de plantio convencional (área com dois anos), foram os tratamentos e o cerrado nativo a área de referência, arranjos conforme o delineamento inteiramente casualizado.

O clima da região é Aw, conforme classificação de Köppen, com temperatura local média mínima de 22°C e máxima de 36°C, e precipitação média anual de 1024 mm, conforme média referente a 30 anos do site "Climatempo".

O solo da área foi descrito como Latossolo Amarelo, segundo Jacomine et al. (1986). A caracterização granulométrica das camadas avaliadas encontra-se descrita na **tabela 1**.

Tabela 1 – Valores médios da distribuição granulométrica nas diferentes camadas de solo.

Camada (cm)	Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)
0-10	598,1	139,4	262,5
10-20	596,4	63,6	340,0
20-30	582,3	57,7	360,0
40-60	571,8	38,2	390,0

Realizaram-se as coletas de solo no ano agrícola 2011/2012. Para definição dos pontos demarcou-se com GPS, nas áreas sob sistemas de manejo, um hectare contendo malha de 25 pontos equidistantes, sorteando-se três pontos entre os vinte e cinco originais, para compor três repetições. Na área de cerrado nativo, adentrou-se quinze metros a partir da margem, coletando-se em três pontos distanciados vinte e cinco metros entre si.

Na sequência, em cada área, abriram-se três trincheiras de 50 x 50 x 60 cm de profundidade, nas quais foram coletadas quatro amostras indeformadas em cilindros de aço inoxidável com aproximadamente 95 cm³ de diâmetro, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, para determinação da densidade e porosidade total do solo.

A densidade do solo (Ds) foi calculada pelo método do anel volumétrico, conforme equação 1 (Donagema et al., 2011):

$$D_s = \frac{M}{V} \quad 1$$

em que: Ds é a densidade do solo (g cm⁻³); M é a massa da amostra seca a 105°C (g); e V é o volume do cilindro (cm³).

A porosidade total (PT) foi obtida mediante a equação 2 (Santos et al., 2011):

$$PT = \left(1 - \frac{D_s}{D_p}\right) \quad 2$$

onde: PT é a porosidade total do solo (g g⁻¹) Ds é a densidade do solo, e Dp é a densidade de partículas do solo.

Para avaliação da resistência à penetração (RP), realizaram-se medidas aleatórias em seis pontos ao redor das trincheiras, obtendo-se dados nas profundidades de 0-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm, com concomitante coleta de amostras para determinação da umidade do solo. Em cada ponto efetuaram-se seis leituras, totalizando 18 repetições, conforme descrito por Marchão et al. (2007).

Determinou-se a resistência do solo com penetrômetro de impacto com êmbolo de 4 kg, com a transformação da penetração da haste do

aparelho no solo (cm impacto⁻¹) em resistência à penetração por meio da expressão dos “holandeses”, simplificada por Stolf (1991), cujos valores foram multiplicados pelo fator 0,098 para obtenção da RP em MPa, conforme equação 3:

$$RP = \frac{Mg + mg + \left[\frac{M}{M+m} * \left(\frac{Mg * h}{x} \right) \right]}{A} \quad 3$$

onde: RP é a resistência à penetração (kgf cm⁻²); M é a massa do êmbolo (Mg = 4 kgf); m é a massa do aparelho sem êmbolo (mg = 3,2 kgf); h é a altura de queda do êmbolo (40 cm); x é a penetração da haste do aparelho (cm impacto⁻¹); e A é a área do cone (1,29 cm²).

Avaliou-se o efeito dos sistemas de manejo do solo, em cada profundidade, utilizando-se o teste F (anava com um fator) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Transformou-se a variável RP em raiz quadrada de Y+0,5-SQRT (Y+0,5), visando o melhor ajuste dos dados. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011) para análise de dados, e o Microsoft Excel 2010 para elaborar os gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que, em um primeiro momento, o SPC ofereceu condições físicas menos restritivas ao cultivo que o SPD. Tanto para a variável Ds como para a PT, houve diferença estatística apenas entre SPD e o CN, na camada de 10-20 cm (P < 0,05). Os valores médios de Ds do solo e PT nos sistemas e camadas avaliadas estão ilustrados na **figura 1** e **2**, respectivamente.

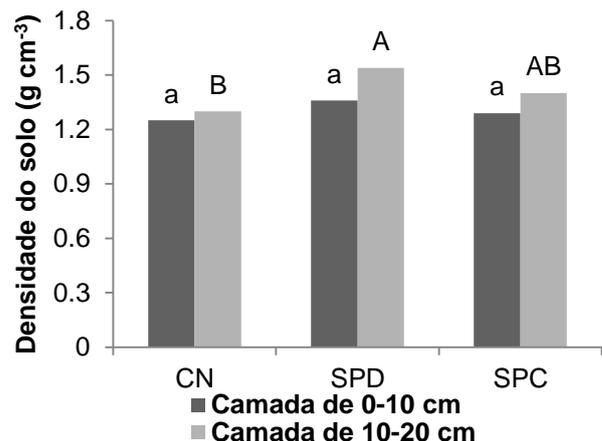


Figura 1 - Valores médios de densidade do solo nos sistemas avaliados e camadas amostradas. As letras minúsculas (0-10 cm) e maiúsculas (10-20 cm) distintas indicam que as médias dos tratamentos são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CN = cerrado nativo; SPD = sistema plantio direto; SPC = sistema preparo convencional.

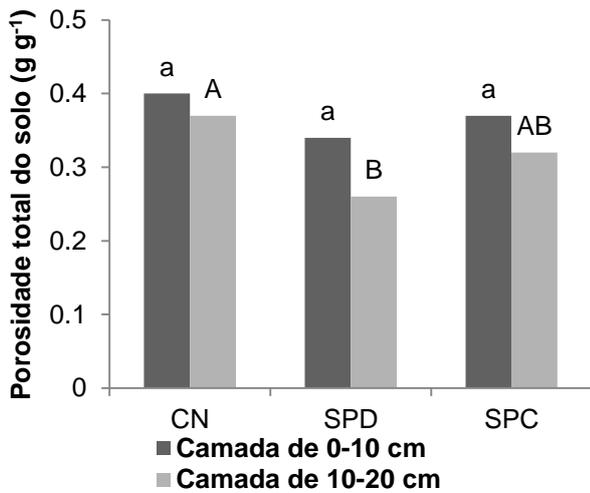


Figura 2 - Valores médios de porosidade total do solo nos sistemas avaliados e camadas amostradas. As letras minúsculas (0-10 cm) e maiúsculas (10-20 cm) distintas indicam que as médias dos tratamentos são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CN = cerrado nativo; SPD = sistema plantio direto; SPC = sistema preparo convencional.

A densidade do solo tende a aumentar com a profundidade, em função da redução do teor de matéria orgânica, além da consequente menor agregação. O maior valor de Ds e menor de PT no SPD na camada de 10-20 cm ao ser comparado à área de referência, provavelmente se devem ao efeito cumulativo do tráfego de máquinas e ausência de mobilização mecânica do solo durante 15 anos consecutivos. Tormena et al. (2002) avaliando densidade do solo de um Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo de solo, constataram na profundidade de 10-20 cm maior valor de densidade obtido no SPD. Ainda, os maiores valores de PT e menores de Ds no SPC podem ser associados a utilização de grade recentemente, uma vez que a mobilização do solo resulta em fraturamento dos agregados e o desenvolvimento de poros (Tormena et al., 2002).

Reinert et al. (2006) afirmam que em lavouras sob sistema plantio direto tem se verificado o aumento da densidade do solo, contudo, nem sempre a produtividade é afetada, o que pode ser considerado uma consequência normal, possivelmente relacionada à maior estabilidade e continuidade dos poros, além da presença de poros biológicos.

Os efeitos negativos ocasionados pelo uso de maquinário sob os atributos físicos do solo ainda não são muito expressivos no SPC pelo fato deste ter apenas dois anos de implementação e

pela recente gradagem.

A resistência do solo à penetração, por sua vez, é um importante atributo indicador da qualidade física do solo que apresenta relação direta com a densidade do solo (Blainski et al., 2008), sendo tanto maior quanto mais elevada a densidade para o mesmo teor de água (Reinert et al., 2006). Logo, o maior conteúdo de água exercerá influência negativa a essa resistência (Blainski et al., 2008).

Os valores médios da RP e umidade do solo nos sistemas avaliados e camadas amostradas são apresentados na **figura 3** e **4**, respectivamente.

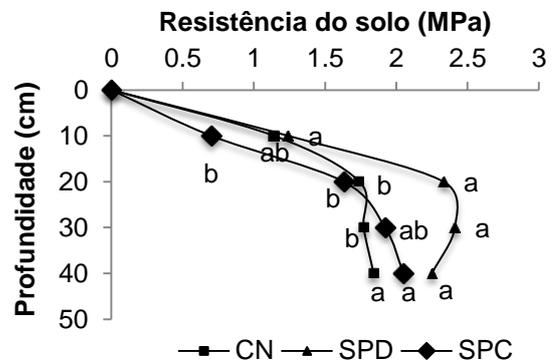


Figura 3 - Valores médios de resistência do solo à penetração nos sistemas avaliados e camadas amostradas. Letras distintas indicam que as médias dos tratamentos são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CN = cerrado nativo; SPD = sistema plantio direto; SPC = sistema preparo convencional.

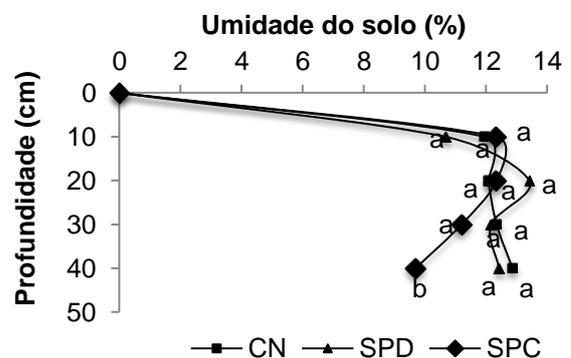


Figura 4 - Valores médios de umidade solo nos sistemas avaliados e camadas amostradas. Letras distintas indicam que as médias dos tratamentos são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CN = cerrado nativo; SPD = sistema plantio direto; SPC = sistema preparo convencional.

Observa-se que o fator umidade diferiu entre os sistemas apenas na camada 30-40 cm, com menor valor no SPC. Assim, nas demais profundidades não houve influência do fator umidade do solo.

Os sistemas de manejo apresentaram diferença significativa entre si para RP nas camadas 0-10 e 10-20 cm (camada arável), com o SPC apresentando os menores valores. Silva et al. (2005) corroboram que isto é possível nas camadas superficiais nos sistemas convencionais em função da mobilização do solo. Os valores do SPD se distinguem da área de referência nas camadas 10-20 e 20-30 cm, possivelmente em função do natural maior conteúdo de matéria orgânica no sistema na camada 0-10 cm.

Estes resultados são provavelmente oriundos do uso do equipamento grade aradora recente no SPC e pouco tempo de implantação deste sistema, além do efeito cumulativo do tráfego de máquinas e ausência de mobilização mecânica do solo por 15 anos consecutivos no SPD. Todavia, é possível que, ao longo do tempo, a intensificação do uso de maquinário no SPC e do efeito combinado do acúmulo de matéria orgânica e redução no tráfego de máquinas no SPD contribuam para menores valores de Ds e RP e maiores de PT nesse sistema e, conseqüentemente, maior diferenciação entre as práticas de uso e manejo do solo.

CONCLUSÕES

O sistema de manejo do solo plantio convencional, com dois anos de uso, e sistema plantio direto, com 15 anos de implantação, não apresentam diferença estatística entre si para densidade do solo e porosidade total.

Os sistemas de manejo exibem diferença entre si para a variável resistência à penetração na camada arável até 20 cm, com o sistema plantio convencional apresentando os menores valores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Piauí como instituição de ensino, pesquisa e extensão, à Embrapa Cerrados (Planaltina – DF) pela análise laboratorial de amostras, à CAPES e ao CNPq/UFPI pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J. & LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1099-1108, 2007.

BLANCO, H. & LAL, R. Principles of soil conservation and management. Springer, 2008. 617p.

BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J. et al. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:975-983, 2008.

Climatologia – características climáticas Sebastião Leal – PI. Disponível em <<http://www.climatempo.com.br/climatologia/5036/sebastiao-leal-pi>> Acesso em 25 mar. 2013.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B. et al. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro. 2011. 225p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A. C.; PESSOA, S. C. P. et al. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do estado do Piauí. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLC/SUDENE-DRN, 1986. 782p.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M. et al. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:873-882, 2007.

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P. & MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá – MG. *Cerne*, 12:211-220, 2006.

REINERT, D. J.; REICHERT, D. J.; VEIGA, M. & SUZUKI, L. E. A. S. Qualidade física dos solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 16, 2006. Resumos. Aracaju, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. CD-ROM.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M. et al. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1339-1348, 2011.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N. & FERREIRA, M. M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistema de manejo na Bacia do Alto do Rio Grande – MG. *Ciência Agrotécnica*, 29:719-730, 2005.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15:229-235, 1991.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. et al. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Scientia Agricola*, 59:795-801, 2002