

COMPRESSIBILIDADE E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DO SEMIÁRIDO NORDESTINO SOB MANEJO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO

ELIVÂNIA MARIA SOUSA NASCIMENTO¹; MARCELO QUEIROZ AMORIM²; JEAN LUCAS PEREIRA OLIVEIRA^{*3}; CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI⁴

¹ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, elivania_sousa@yahoo.com.br

² Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, mqueirozamorim@yahoo.com.br

³ Graduando em Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica, UFC, Fortaleza-CE, jean07lucasp@hotmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Mecanização Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, ca.chioderoli@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: A utilização inadequada de máquinas e implementos na agricultura são fatores responsáveis pela causa da compactação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a compressibilidade e a resistência ao cisalhamento em Argissolo Vermelho-Amarelo do semiárido nordestino sob manejo convencional e plantio direto. As amostras de solo foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial onde cargas estáticas de 25, 50, 100, 200, 400 e 800 foram aplicadas durante 30 minutos. Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados aplicando-se cargas de 50, 100, 150 e 200 kPa. Os resultados mostraram que a deformação máxima do solo, independente do sistema de manejo, ocorreu nos primeiros minutos em que o mesmo foi submetido à carga. A tensão de cisalhamento aumentou à medida que a tensão normal era aplicada ao solo. O manejo convencional foi mais susceptível a pressões aplicadas no solo quando comparado ao plantio direto.

PALAVRAS-CHAVE: Pré-consolidação, coesão, compactação.

COMPRESSIBILITY AND SHEAR STRENGTH OF THE ALFISOL UNDER NO TILLAGE AND CONVENTIONAL TILLAGE MANAGEMENT

ABSTRACT: The utilized inadequate of the agricultural machinery and implement was factors responsible for soil compaction. The aim of this study was to evaluate the compressibility and shear strength of the Alfisol under conventional tillage and no tillage management. Undisturbed soil a sample was submitted at uniaxial compression tests where statics loads of the 25, 50, 100, 200, 400 and 800 kPa was applied during 30 minute. The tests shear strength was realized applied loads of the 50, 100, 150 and 200 kPa. The results showed what soil maxim deformation, occurred in the first minutes in what was submitted the loads. The shear tension to increase as the measurement normal tension applied in soil. The management conventional tillage was more susceptible loads applied soil where compared no tillage.

KEYWORDS: Preconsolidation pressure, coesion, compaction.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o que mais limita a produtividade agrícola e a qualidade do ambiente das áreas mecanizadas é a compactação (Gontijo et al., 2007). A compactação do solo consiste no processo de densificação que ocorre quando uma pressão externa é aplicada sobre o mesmo (Soane & Van Ooverkerk, 1994). As principais causas da compactação do solo são o uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas e o pisoteio animal resultando no aumento da densidade do solo e redução da porosidade total e da macroporosidade do solo (Stone et al., 2002) assim aumentando a resistência ao crescimento das raízes, diminuindo o potencial de água e aumentando a falta de oxigênio no solo.

O sistema de manejo pode exercer grande influência nos parâmetros de compactação e compressibilidade do solo (Silva & Cabeda, 2006) refletindo em alterações na sua capacidade de

suporte de carga. Os solos agrícolas bem manejados são suficientemente porosos, com o espaço estrutural contendo macroporos não saturados e com distribuição heterogênea de diâmetro nominal de partículas. No manejo convencional, a camada superficial do solo é revolvida através de arações e gradagens, o que incrementa a porosidade do solo nessa camada (Bortoluzzi et al., 2008). No plantio direto, é mais difícil remover a compactação do solo, visto que a mobilização mecânica não é prática recomendada, a não ser na linha de semeadura.

A partir de testes como ensaios de compressão uniaxial é possível derivar, por exemplo, a compressibilidade, a pressão de pré-consolidação, índice de compressão, e a partir do ensaio de cisalhamento, deriva-se a coesão e ângulo de atrito interno do solo e resistência ao cisalhamento (Arvidsson & Keller, 2004). Neste estudo testou-se a hipótese que o sistema de manejo influencia nos valores de compressibilidade e resistência ao cisalhamento do solo. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a compressibilidade e a resistência ao cisalhamento em Argissolo Vermelho-Amarelo do semiárido nordestino sob manejo convencional e plantio direto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza (CE), situada nas coordenadas geográficas de 3° 44'45" S e 38° 34'55" W e com 19,5 m acima do nível médio do mar. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 2006). A área com manejo convencional encontrava-se cultivada com plantas herbáceas e a área de plantio direto estava em pousio para implantada da cultura do gergelim.

Para a determinação das propriedades físicas do solo (Tabela 1) foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada, aleatoriamente na profundidade de 0,00-0,15 m com o auxílio de um amostrador do tipo Uhland, em seguida, as amostras foram levadas para o Laboratório de Análise do Solo para determinar a densidade das partículas (D_p), densidade do solo (D_s) e granulometria conforme metodologia da Embrapa (1999). A densidade das partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico. A densidade do solo pelo método do anel volumétrico e a análise granulométrica pelo método da pipeta.

Tabela 1. Propriedades químicas e físicas do solo das áreas de estudo

Área	D_p^1 (Mg m ⁻³)	D_s^2 (Mg m ⁻³)	α^3 %	Argila %	Areia %	Silte %	Classe Textural ⁴
Convencional	2,7	1,7	35,2	10,6	82,9	6,4	Areia Franca
Plantio direto	2,6	1,6	36,2	11,0	82,4	6,5	Areia Franca

¹ D_p : densidade das partículas ² D_s : densidade de solo, ³ α : umidade do solo, ⁴granulometria.

Para os ensaios de compressão uniaxial e cisalhamento direto foram coletados aleatoriamente, três amostras em caixa de 0,50 x 0,50 x 0,50 m onde foram abertos trincheiras para a realização das coletas na profundidade de 0,00-0,15 m, em seguida, as amostras eram devidamente impermeabilizadas utilizando-se de papel filme e parafina, objetivando manter a umidade e a história de tensão tal como se encontravam no campo. A determinação destes atributos permitiu fazer uma avaliação atual do efeito do manejo sobre a estrutura do solo. Para determinar os valores dos atributos do solo, os corpos-de-prova foram submetidos a ensaios de compressibilidade, utilizando-se de um odômetro.

As amostras de solo foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial seguindo a norma NBR-12007/90 (ABNT, 1990), em uma prensa de adensamento da Solotest1, onde cargas estáticas de 25, 50, 100, 200, 400 e 800 kPa foram aplicadas durante 30 min. Do ensaio uniaxial foi obtida a curva de compressão do solo, a qual representa graficamente a relação entre o logaritmo da pressão aplicada e o índice de vazios (Casagrande, 1936). Para a determinação da tensão de pré-consolidação (σ_p) e do coeficiente de compressibilidade (C_c) utilizou-se o método proposto por Pacheco & Silva, descrito NBR-12007/90 (ABNT, 1990). O C_c corresponde à tangente do ângulo de inclinação da reta de compressão virgem, sendo determinado de acordo com a mesma norma.

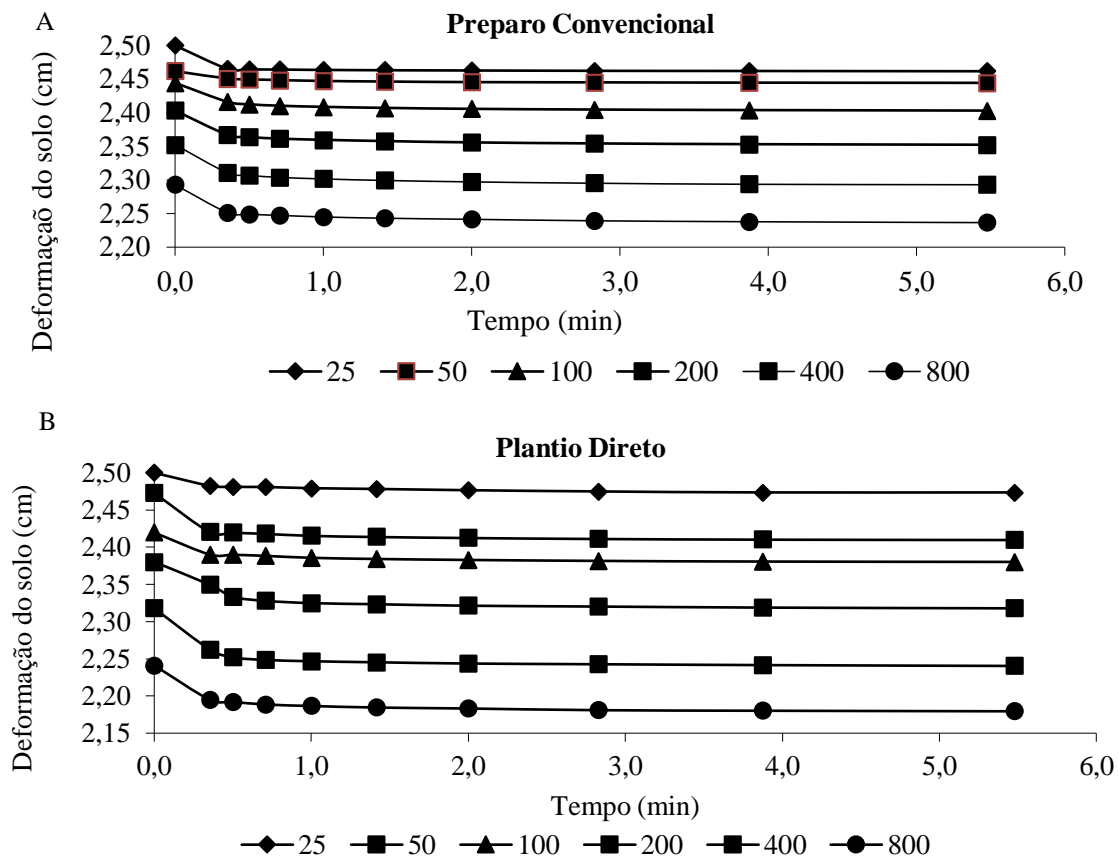
Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados aplicando-se cargas de 50, 100, 150 e 200 kPa. Em cada carregamento teve um tempo de assentamento de 10 min antes de iniciar as leituras. Após a execução dos testes, plotou-se os valores de tensão normal versus tensão cisalhamento,

obtendo-se uma linha cuja inclinação representa o ângulo de atrito interno, e o ponto de intersecção dessa linha com eixo da ordenada definem a coesão do solo. A velocidade executada no teste foi $1,25 \text{ m.s}^{-1}$ realizado em mesa de cisalhamento direto da Pavitest (L-1073) com célula de carga tipo “Z” e capacidade para 500 kgf .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

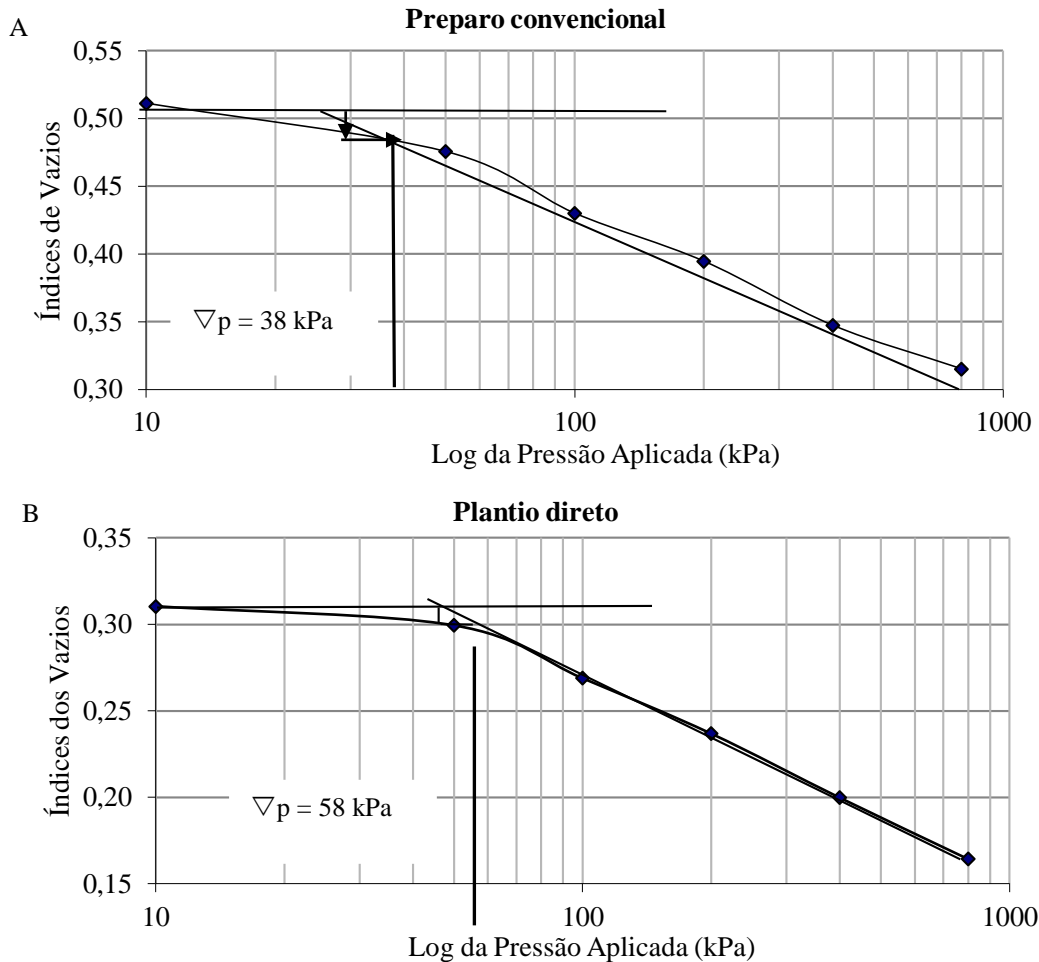
Observou-se que as maiores deformações ocorreram nos primeiros minutos de leituras (Figura 1A e 1B), e a partir de 2 min houve um decréscimo vindo a estabilizar-se a partir de 5 min. A curva de compressão tem sido determinada com carregamentos que duram 5 min (Silva et al., 2000), 7 min (Silva & Cabeda, 2006), 30 min (Veiga et al., 2007). Os mesmos ainda argumentam que referidos tempos de aplicação de cada pressão foram necessários para que o solo atingisse cerca de 98% da deformação máxima, no entanto, poucos trabalhos têm determinado a curva de compressão do solo aplicando tempos curtos (0,5 a 1,0 min) de carregamentos no teste de compressão uniaxial, simulando o tempo de compressão do solo imposta por máquinas agrícolas nas atividades de cultivo.

Figura 1. Deformação do solo versus tempo de aplicação das cargas para o manejo convencional (A) e plantio direto (B)



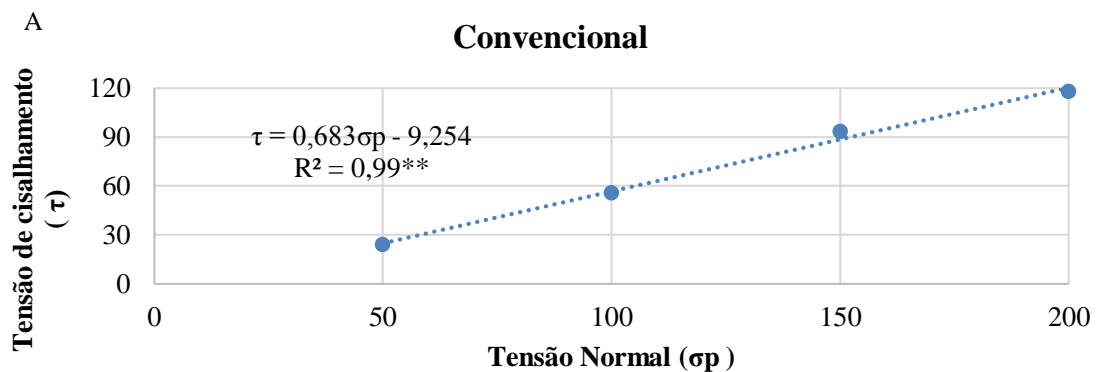
Com o aumento da pressão aplicada, houve uma redução no índice de vazios, principalmente no sistema de plantio direto, onde o índice de vazios variou de 0,31 a 0,16, enquanto que, no manejo convencional essa variação foi de 0,53 a 0,31 (Figuras 2A e 2B). A pressão de pré-consolidação foi de 38 e 58 kPa, respectivamente, no manejo convencional e plantio direto. Percebe-se que a compressibilidade do solo acentua-se quando a pressão excede a carga de pré-consolidação. O índice de compressão foi de 0,020 para o manejo convencional e de 0,015 para o plantio direto e reflete o decréscimo no índice de vazios por acréscimo unitário no logaritmo da pressão de compressão. Quanto menor o índice de compressão do solo maior a agregação desse solo. Trabalhando com Argissolo no sistema convencional e direto, Silva et al. (2002) encontraram coeficiente de compressibilidade na camada de 0,00-0,02 m de 0,30 e 0,19, e na camada de 0,10-0,12 de 0,09 e 0,08, respectivamente.

Figura 2. Índice de vazios com o logaritmo decimal da pressão aplicada no preparo convencional (A) e plantio direto (B)

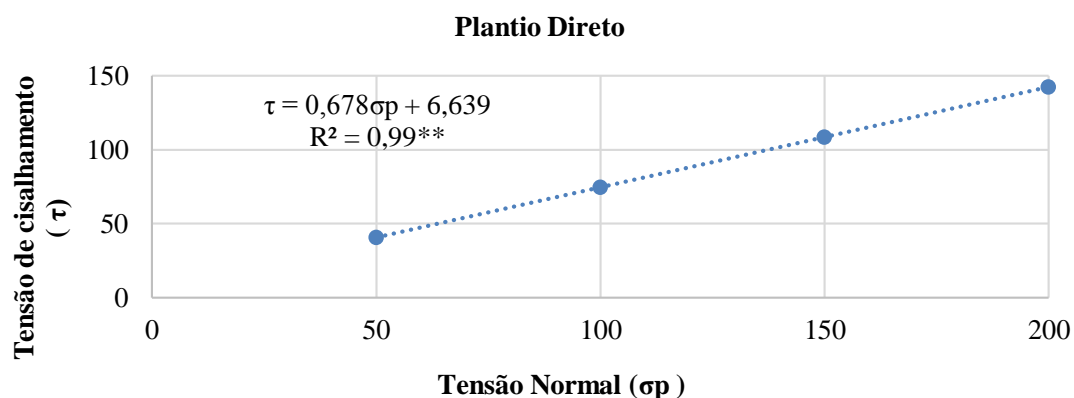


A tensão de cisalhamento aumentou à medida que a tensão normal foi aplicada ao solo (Figura 3A e 3B). O rompimento do solo da área no manejo convencional ocorreu com uma tensão de cisalhamento de 118,71 kPa. O solo da área de plantio direto rompeu-se com uma tensão de cisalhamento de 142,35 kPa, enquanto que a tensão normal se apresentava a 200 kPa. O ângulo de atrito interno foi de 30,68° e 35,44°, respectivamente, manejo convencional e plantio direto. Os solos não apresentaram coesão entre as partículas. Com o aumento do carregamento ocorreu o decréscimo do índice de vazios, conseqüentemente, o aumento do ângulo de atrito interno.

Figura 3. Tensão de cisalhamento *versus* tensão normal do solo no preparo convencional (A) e no plantio direto (B)



B



CONCLUSÃO

A deformação máxima do solo, independente do sistema de manejo, ocorreu nos primeiros minutos em que o mesmo foi submetido à carga, não havendo a necessidade de aplicação de cargas por um tempo maior. A tensão de cisalhamento aumentou à medida que a tensão normal era aplicada ao solo.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR. 12007: Ensaio de adensamento unidimensional. Rio de Janeiro, 13p. 1990.
- Arvidsson, J.; Keller, T. Soil precompression stress: I. A survey of Swedish arable soils. *Soil and Tillage Research*, n.1, v.77, p.85-95, 2004.
- Casagrande, A. The determination of the pre-consolidation load and its practical significance. In: Casagrande, A., Rutledge, P.C., and Watson, J.D. (Eds.) *Proceedings of the International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Harvard University, Cambridge, MA, USA, 1936. p.60-64.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ, Brazil. 2006. 306p.
- Gontijo, I.; Dias Júnior, M. S.; Oliveira, M. S.; Araújo Júnior, C. F.; Pires, B. S.; Oliveira, C. A. Planejamento amostral da pressão de preconsolidação de um latossolo vermelho distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.6, p.1245-1254, 2007.
- Kutýleka, M.; Jendeleb, L.; Panayiotopoulos, K. P. The influence of uniaxial compression upon pore size distribution in bi-modal soils. *Soil & Tillage Research*, v.86, n.1, p.27-37, 2006.
- Silva, V. R.; Reinert, D. J.; Reichert, J. M. Susceptibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro e de um Podzólico Vermelho-Amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.2, p.239-249, 2000.
- Silva, V. R.; Reinert, D. J.; Reichert, J. M. Fatores controladores da compressibilidade de um Argissolo Vermelho amarelo distrófico arênico e de um Latossolo Vermelho distrófico típico. II- Grau de saturação em água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, n.1, p.9-16. 2002.
- Silva, A. J. N.; Cabeda, M. S. V. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si e Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.3, p.447-457, 2006.
- Soane, B. D.; Van-Ouwerkerk, C. Soil compaction problems in world agriculture. In: Soane, B. D.; Ouwerkerk, V.C. Editors: *Soil compaction in crop production*. Amsterdam, Elsevier, 1994.
- 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*, v.6, n.2, p.213-218, 2002.
- Veiga, M.; Horn, R.; Reinert, D.J.; Reichert, J. M. Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems. *Soil & Tillage Research*, v.92, n.1, p.104-113, 2007.