

PARÂMETROS DE COMPRESSIBILIDADE DE UM LATOSSOLO INFLUENCIADOS PELO ESTADO INICIAL DE COMPACTAÇÃO E GRAU DE SATURAÇÃO EM ÁGUA

DEONIR SECCO¹, DALVAN J. REINERT², JOSÉ M. REICHERT², FERNANDO P. FERREIRA³

¹ Eng^o Agrônomo, Professor Adjunto, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, Fone: (0XX45)3220.3155, deonir@unioeste.br;

² Eng^o Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Solos, UFSM, Santa Maria-RS, dalvan@ccr.ufsm.br; reichert@smail.ufsm.br;

³ Eng^o Agrônomo MSc., PPGCS, UFSM-RS, perobelli@bol.com.br

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de três níveis/estados de compactação e graus de saturação inicial de água (Gsi) do solo na pressão de pré-consolidação (σ_p : capacidade suporte) e no índice de compressão (Cc: Sucetibilidade à compactação) de um Latossolo sob sistema plantio direto. A medida que houve incremento do estado de compactação, houve acréscimos na σ_p e reduções na Cc. Quando o Gsi foi inferior a 60% a densidade inicial do solo explicou melhor a σ_p e Cc, e quando Gsi foi superior a 60%, o próprio Gsi explicou melhor o comportamento compressivo do Latossolo. A maior Cc ocorreu quando o Gsi foi de 58 % e a maior σ_p ocorreu quando o Gsi foi semelhante ou inferior a 40 %.

PALAVRAS-CHAVE: pressão de pré-consolidação, índice de compressão, sistema plantio direto.

PARAMETERS OF COMPRESSIBILIDADE OF A OXISOL INFLUENCED BY THE INITIAL STATE OF COMPACTING AND DEGREE OF SATURATION IN WATER

ABSTRACT: This work had as objective evaluates the influence of three compacting state and degrees of initial saturation of water (Gsi) of the soil in the pré-consolidation pressure (σ_p : capacity supports) and in the compression index (Cc: Sucetibilidade to the compacting) of a oxisol under system no tillage. The measure that there was increment of the compacting state, there were increments in the σ_p and reductions in Cc. When Gsi was inferior to 60% the initial density of the soil explained to the σ_p and Cc better, and when Gsi was superior to 60%, own Gsi better explicou the behavior compressivo of oxisol. Largest Cc happened when Gsi was of 58% and the largest σ_p happened when Gsi was similar or inferior to 40%.

KEYWORDS: pré-consolidation pressure, compression index, no tillage.

INTRODUÇÃO: Melhorar e preservar a qualidade estrutural do solo em áreas manejadas sob o sistema plantio direto é de fundamental importância quando almejamos maiores produtividades e preservação ambiental. Através da compressibilidade pode-se estudar a relação tensão/deformação dos solos para que se possa estabelecer a σ_p e a sua Cc. KONDO & DIAS JUNIOR (1999), ao avaliarem parâmetros de compressibilidade em três Latossolos na região de Lavras-MG, concluíram que com o incremento do conteúdo de água, ocorreu redução na capacidade suporte desses. REINERT(1990), estudando o comportamento compressivo de solos sob sistema plantio direto e convencional através de amostras indeformadas, encontrou relação significativa entre a densidade do solo e o grau de saturação inicial de água. SILVA et al. (2000), ao avaliarem a susceptibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob sistema plantio direto e convencional em diferentes Gsi, concluíram que quando o Gsi foi inferior a 30 %, a relação entre deformação e densidade inicial foi curvilínia, enquanto, para Gsi mais elevados, foi praticamente linear. O Cc relacionou-se negativamente com a densidade inicial do solo (Dsi). Para níveis de Dsi maiores que 1,45 Mg m⁻³, a maior suscetibilidade à compactação ocorreu quando o Gsi

ficou próximo de 70%, e para níveis de D_{si} menores que $1,30 \text{ Mg m}^{-3}$ a maior suscetibilidade à compactação ocorreu quando o G_{si} ficou próximo de 50%.

MATERIAL E MÉTODOS: Neste trabalho avaliou-se a σ_p e o C_c em um Latossolo Vermelho distrófico típico (555 g kg^{-1} de argila), na região do planalto médio do Rio Grande do Sul, sob três estados de compactação e graus de saturação inicial em água. Para mapear os diferentes estados de compactação, foram determinadas isolinhas de resistência à penetração do solo da profundidade de 0,07 a 0,12 m, por esta camada apresentar os maiores valores de resistência. O ensaio de compressão uniaxial foi realizado segundo a norma brasileira de adensamento-NBR 12007/90 (ABNT, 1990) para condições de solo não saturado. Para realização dos ensaios de compressão foi utilizada uma prensa de adensamento uniaxial modelo S 450 Terraload. O tempo final de carregamento foi determinado em pré-testes, verificando-se que mais de 99 % da deformação máxima foi alcançada até cinco minutos após aplicação de cada pressão. Assim, em cada carregamento teve um intervalo de tempo de 5 minutos para realizar a leitura no defletômetro. O dispositivo de modificação de altura da amostra possui exatidão de $0,0025 \text{ mm/divisão}$. As pressões estáticas e sucessivas foram aplicadas na seguinte sequência: 12,5; 25; 50; 100; 200; 400; 800 e 1600 kPa. Com as leituras foi calculada a densidade do solo, o índice de vazios e o grau de saturação de cada amostra antes do teste, após aplicação de cada carga e após cada ensaio de compressão uniaxial, usando-se programa de computador especialmente escrito para esse fim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Houve um incremento médio da σ_p à medida que o solo sofreu redução no G_{si} e ocorreu aumento nos valores de densidade do solo, onde a σ_p aumentou nas três camadas analisadas quando o G_{si} do solo passou de 91 para 58 % (Tabela 1). Isso sugere que, quanto mais seco e compactado estiver o solo, maior será a capacidade suporte do mesmo em função das partículas e/ou agregados estarem mais coesos. A redução na capacidade suporte dos solos quando mais úmidos era esperada, em virtude da água atuar como lubrificante entre as partículas, deixando o solo mais macio, alterando o estado de consistência do mesmo.

TABELA 1. Valores médios de pressão de preconsolidação (kPa), sob três graus de saturação inicial de água, estados de compactação e profundidades

Estados de Compactação	Graus de saturação inicial (%)*			Média
	91	63	58	
Profundidade 0,0- 0,05 m				
EC1	20 b	49 b	180 b	83 a
EC2	32 a	65 a	141 b	79 a
EC3	36 a	123 a	214 a	124 a
Média	29 C	79 B	178 A	95 b
Profundidade 0,07- 0,12 m				
EC1	290 a	360 a	426 ab	359 a
EC2	178 b	305 a	328 b	270 a
EC3	143 b	352 a	501 a	332 a
Média	204 B	339 AB	418 A	320 a
Profundidade 0,20- 0,25 m				
EC1	149 a	248 b	339 a	245 a
EC2	167 a	383 a	368 a	306 a
EC3	126 a	271 b	359 a	252 a
Média	147 B	301 A	355 A	268 a

Médias de tratamento seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada grau de saturação inicial de água, não diferem significativamente pelo teste t de student ($P < 0,05$). * As tensões de 1; 33 e 300 kPa, correspondem aos graus de saturação inicial de água de 91, 63 e 58 %, respectivamente.

Para o Cc, somente na profundidade de 0,07-0,12 m, os valores apresentaram diferença significativa entre os estados de compactação do solo, onde o EC1 e EC2 apresentaram valores inferiores ao EC3 (Tabela 2). O valor geral médio do índice Cc nesta condição foi de 0,39 e os valores médios das camadas de 0,0-0,05, 0,07-0,12 e 0,2-0,25 m foram, respectivamente, de 0,54, 0,27 e 0,36, onde a profundidade 0,0-0,05 apresentou valor superior e significativo em relação às demais. O menor valor na camada de 0,07-0,12 em relação às demais camadas está associado ao acúmulo de tensões compactantes imposta pelas máquinas agrícolas e das deformações já ocorridas no solo, o que resultou em incremento nos valores da σ_p e redução nos valores do índice de Cc.

TABELA 2. Valores médios do índice de compressão, sob três graus de saturação inicial de água, estados de compactação e profundidades

Estados de Compactação	Graus de saturação inicial (%)			Média
	91	63	58	
Profundidade 0,0- 0,05 m				
EC1	0,48 a	0,62 a	0,59 a	0,56 a
EC2	0,39 b	0,44 b	0,59 a	0,47 a
EC3	0,46 a	0,65 a	0,66 a	0,59 a
Média	0,44 B	0,57 AB	0,61 A	0,54 a
Profundidade 0,07- 0,12 m				
EC1	0,18 b	0,21 b	0,22 c	0,20 b
EC2	0,22 a	0,27 a	0,28 b	0,26 b
EC3	0,29 a	0,30 a	0,45 a	0,35 a
Média	0,23 A	0,26 A	0,32 A	0,27 b
Profundidade 0,20- 0,25 m				
EC1	0,26 b	0,30 b	0,33 b	0,30 a
EC2	0,30 a	0,45 a	0,41 a	0,39 a
EC3	0,32 a	0,44 a	0,42 a	0,39 a
Média	0,29 B	0,40 A	0,39 A	0,36 b

Médias de tratamento seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada grau de saturação inicial de água, não diferem significativamente pelo teste t de student ($P < 0,05$).

Quando o Gsi foi inferior a 45-60 %, a σ_p parece ser pouco influenciada pela água do solo e pela Dsi (Tabela 3). Quando o solo apresentou Gsi > 45-60 %, a Dsi passou a ter maior associação com a σ_p do que a própria condição inicial de água do solo. Para o índice Cc, de maneira geral houve redução dos valores de Cc à medida que o solo se tornou mais denso. Isso ocorre em função de que o solo após ter sofrido deformação, torna-se mais resistente a novas deformações, ou, para que ocorra novas deformações, maior deverá ser a pressão ou carga aplicada sobre o solo. Estes resultados concordam parcialmente com os encontrados por SILVA et al. (2000).

TABELA 3. Pressão de preconsolidação e índice de compressão por classes de densidade e graus de saturação inicial de água

Classes de densidade	Classes de graus de saturação inicial (%)					
	< 15	15 – 30	30 – 45	45 – 60	60 - 75	> 75
Pressão de Preconsolidação						
< 1,15	---	448 (10)	205 (23)	70 (3)	25 (12)	60 (7)
1,15 – 1,30	---	451 (2)	537 (21)	311 (19)	120 (3)	146 (19)
1,30 – 1,45	621 (2)	535 (1)	509 (17)	378 (17)	339 (28)	269 (23)
1,45 – 1,60	---	---	520 (7)	479 (8)	374 (9)	345 (9)
> 1,60	---	---	---	389 (1)	---	98 (1)
Índice de Compressão						
< 1,15	---	0,58	0,66	0,50	0,49	0,35
1,15 – 1,30	---	0,45	0,34	0,26	0,35	0,29
1,30 – 1,45	0,23	0,24	0,16	0,14	0,37	0,23
1,45 – 1,60	---	---	0,11	0,06	0,29	0,19

Dados obtidos a partir de amostras equilibradas nas tensões de 33 e 300 kPa, totalizando 242 ensaios de compressibilidade. Os valores entre parênteses representam o número de amostras que se enquadraram nas diferentes classes de Dsi ou Gsi.

CONCLUSÕES:

- Os maiores níveis de compactação proporcionaram incrementos da σ_p e redução do índice Cc;
- Quando o Gsi foi inferior a 60%, a Dsi apresentou maior relação com a compressibilidade e, quando o Gsi foi superior a 60 %, o próprio parâmetro explicou melhor o comportamento compressivo do solo;
- A maior susceptibilidade à compactação ocorreu quando o Gsi foi de 58%.
- A maior capacidade de suporte ocorreu quando o grau de saturação em água no início dos testes foi semelhante ou inferior a 40%.

REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ensaio de adensamento unidimensional:** NBR 12007. Rio de Janeiro: ABNT, 1990. 13 p.

KONDO, M.K., DIAS JUNIOR, M. de S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. *R. Bras.Ci. Solo*, Campinas, V.23, p.211-18,1999.

REINERT, D. J. Soil structural form and stability induced by tillage in a typic Hapludalf. Michigan State University. 129p. 1990 (Ph.D. in Agronomy).

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Suscetibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro e de um Podzólico Vermelho-Amarelo. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, V.24, p. 239-49, 2000.