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

D. Secco¹; D. J. Reinert²; J. M. Reichert²; F. P. Ferreira³

¹ Professor Assistente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, CEP: 85819-110, Cascavel, PR. e-mail: deonir@unioeste.br; ² Professor Titular do Departamento de Solos, UFSM. CEP: 97105-900 Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E-mails: dalvan@ccr.ufsm.br; reichert@smail.ufsm.br; ³ Engenheiro Agrônomo MSc. pelo PPGCS, UFSM. Email: perobelli@bol.com.br

Melhorar e preservar a qualidade estrutural do solo em áreas manejadas sob o sistema plantio direto, principalmente em solos de textura argilosa por serem mais susceptíveis à compactação, 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 capacidade suporte de cargas (pressão de pré-consolidação, σ_p) e a sua suscetibilidade à compactação (índice de compressão, Cc).

Silva et al. (2000), ao avaliarem a susceptibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob sistema plantio direto e convencional em diferentes graus de saturação inicial em água (Gsi), concluíram que quando o Gsi foi inferior a 30 %, a relação entre deformação e densidade inicial foi curvilínea, 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 $1,45 \text{ Mg m}^{-3}$, a maior suscetibilidade à compactação ocorreu quando o Gsi ficou próximo de 70%, e para níveis de Dsi menores que $1,30 \text{ Mg m}^{-3}$ a maior suscetibilidade à compactação ocorreu quando o Gsi ficou próximo de 50%.

Neste trabalho avaliou-se a σ_p e o Cc 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. 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

seqüência: 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.

Houve um incremento médio da σ_p à medida que o solo sofreu redução no Gsi e ocorreu aumento nos valores de densidade do solo, onde a σ_p aumentou nas três camadas analisadas quando o Gsi do solo passou de 91 para 58 % (Quadro 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.

Quadro 1. Valores médios de pressão de preconsolidação (kPa) de duas épocas, 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 C_c , 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 (Quadro 2). O valor geral médio do índice C_c 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.

Quadro 2. Valores médios do índice de compressão de duas épocas, 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 (Quadro 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.

Quadro 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
> 1,60	---	---	---	---	---	0,17

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.

Conclusão

De maneira geral, os parâmetros de compressibilidade foram influenciados pelos estados de compactação. Os 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. 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%.

Literatura citada

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.

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