

COMPRESSIBILIDADE DE TRÊS LATOSSOLOS SOB DISTINTAS CONDIÇÕES DE MANEJO

SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R.; KUNZ, M.

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Centro de Ciências Rurais (CCR); Departamento de Solos; Faixa de Camobi, Km 9, Câmpus Universitário, 97105-900, Santa Maria-RS. E-mail: suzuki@mail.ufsm.br; dalvan@ccr.ufsm.br; reichert@smail.ufsm.br; kaiser@mail.ufsm.br; mauriciokunz@mail.ufsm.br

INTRODUÇÃO

A compactação do solo como grande problema para a agricultura, pode reduzir produtividades e também gerar problemas ambientais. É importante se fazer boas recomendações aos agricultores de como evitar a compactação, podendo tais recomendações serem baseadas em estudos empíricos ou predições feitas por modelos mecânicos de compactação (Arvidsson & Keller, 2004). Kondo & Dias Junior (1999) sugerem que a pressão de preconsolidação seja considerada como um indicador quantitativo da sustentabilidade estrutural dos solos. O objetivo deste trabalho foi estudar os impactos de diferentes sistemas de manejo do solo em alguns parâmetros relacionados à compressibilidade de três Latossolos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados três solos do Rio Grande do Sul da classe Latossolo, estando estes submetidos a diferentes condições de manejo.

A classificação dos solos estudados, de acordo com EMBRAPA (1999) e a classificação regional segundo Brasil (1973) e Streck et al. (2002), e seus respectivos manejos foram os seguintes:

Latossolo Vermelho distrófico (Unidade Cruz Alta):

- ✓ escarificação no inverno de 2002 e plantio direto nos anos seguintes (PD 1);
- ✓ cabeceira/viradouro da área sob plantio direto há dois anos (PDC 1);
- ✓ escarificação no inverno de 2000 e plantio direto nos anos seguintes (PD 2);
- ✓ cabeceira/viradouro da área há quatro anos sob plantio direto (PDC 2).

Latossolo Vermelho aluminoférrico (Unidade Erechim):

- ✓ plantio direto há 10-12 anos (PD 1);
- ✓ escarificação no inverno de 2003 e posterior semeadura de aveia (Escarif);
- ✓ pasto cultivado no inverno (Pasto);
- ✓ plantio direto há 10 anos (PD 2);
- ✓ plantio direto há 10-12 anos (PD 3);
- ✓ cabeceira/viradouro da área sob plantio direto há 10-12 anos (PDC).

Latossolo Vermelho distroférico típico (Unidade Santo Ângelo):

- ✓ plantio direto há seis anos + 4 passadas de máquina de 10 toneladas para compactar o solo, no ano agrícola 2003/2004 (PDC);
- ✓ plantio direto há seis anos (PD);
- ✓ plantio direto há seis anos e escarificação no ano agrícola 2003/2004 (Escarif).

A análise granulométrica dos solos em estudo para as profundidades de 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m são apresentados na **Tabela 1**.

A coleta destes solos foi realizada no primeiro semestre de 2004. As amostras com estrutura preservada foram coletadas em cilindros com altura de 2,50 cm e diâmetro de 6,10 cm. A amostragem foi realizada na profundidade de 0,08-0,13 m, pois se tem observado na

profundidade de 0,10 m camada compactada devido ao tráfego de máquinas. As amostras foram equilibradas a tensão de 0,33 bar e submetidas ao teste de compressão uniaxial, com aplicação de cargas sucessivas e estáticas de 12,5, 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 kPa, utilizando dentro de cada carregamento intervalo de tempo de 5 minutos, pois de acordo com Silva (1999), mais de 99 % da compactação é alcançada em 5 minutos de aplicação de carga.

Com base no deslocamento vertical, medido no consolidômetro após a aplicação de cada carga, foram calculados a densidade, deformação, umidade volumétrica e grau de saturação da amostra de solo após cada aplicação de carga, e a pressão de pré-consolidação (σ_p) e o índice de compressão (C_c) do solo foram determinados pelo método de Casagrande (Holtz & Kovacs, 1981). Todos estes parâmetros foram obtidos utilizando os programas computacionais Compress (Reinert et al., 2003) e Excel.

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa computacional SAS (1990), utilizando o delineamento inteiramente casualizado.

Tabela 1. Granulometria nas profundidades de 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m para os solos em estudo. Média de 3 repetições.

Profundidade (m)	Areia			Silte	Argila
	Total	Grossa	Fina		
			Cruz Alta		
0,05-0,10	335	116	219	225	440
0,10-0,15	338	112	226	210	452
			Erechim		
0,05-0,10	120	10	109	352	528
0,10-0,15	121	11	109	340	539
			Santo Ângelo		
0,05-0,10	88	23	65	256	656
0,10-0,15	84	23	62	257	658

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade inicial para o solo Cruz Alta (**Tabela 2**) foi maior no manejo há quatro anos sob plantio direto (PD 2 e PDC 2), possivelmente pelo maior tempo de acúmulo de pressões neste manejo em relação ao plantio direto há apenas 2 anos (PD 1 e PDC 1). A densidade final também foi maior no plantio direto há 4 anos (PD 2 e PDC 2), mas a deformação do solo foi menor no PDC 2, diferindo dos demais manejos. A menor deformação no PDC 2 pode estar associada a sua maior compactação inicial, mensurada pela sua densidade inicial.

A umidade volumétrica e a pressão de preconsolidação não diferiram entre os manejos (**Tabela 2**). O PDC 2 apresentou um maior grau de saturação inicial, fato que pode estar relacionado à sua maior densidade inicial. A suscetibilidade do solo à compactação, medida pelo índice de compressão, aumentou entre os manejos de acordo com decréscimo da densidade inicial. Sistemas de manejo com histórico de acúmulo de pressões há mais tempo (PD 2 e PDC 2) foram menos suscetíveis à compactação.

No solo Erechim (**Tabela 3**), a maior e menor densidade inicial foram obtidas no PD 1 e PD 3, respectivamente, e a maior densidade final obtida no Pasto. A deformação do solo não diferiu entre os manejos, embora suas densidades inicial e final tenham diferido.

Tabela 2. Valores médios de Dsi, Dsf, Def, θ_v , Gsi, σ_p e Cc para o solo Cruz Alta. Média de 6 repetições.

Manejo	Dsi (Mg m ⁻³)	Dsf (Mg m ⁻³)	Def (cm)	θ_v (m ³ m ⁻³)	Gsi (%)	σ'_p (kPa)	Cc
PD 1	1,39 C	1,71 B	0,479 A	0,32 A	71,71 B	106,7 A	0,29 A
PDC 1	1,42 C	1,72 B	0,441 A	0,33 A	75,88 B	125,2 A	0,27 AB
PD 2	1,50 B	1,81 A	0,437 A	0,32 A	75,31 B	99,4 A	0,23 B
PDC 2	1,60 A	1,82 A	0,307 B	0,32 A	84,41 A	114,0 A	0,16 C

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste DMS a 5% de significância. Dsi = densidade do solo antes à aplicação das cargas no teste de compressão; Dsf = densidade do solo ao final do teste de compressão; Def = deformação do solo ao final do teste de compressão; θ_v = umidade volumétrica antes do teste de compressão; Gsi = grau de saturação antes do teste de compressão; σ_p = pressão de preconsolidação; Cc = índice de compressão.

A umidade volumétrica e grau de saturação foi maior no PDC e Escarif (**Tabela 3**). A maior pressão de preconsolidação foi obtida no PD 2, e a menor pressão de preconsolidação e maior índice de compressão no PD 3.

Embora os sistemas de manejo PD 1, PD 2, PD 3 e PDC tenham quase o mesmo tempo sob plantio direto, o número de vezes em que o solo foi trafegado, o peso das máquinas e implementos, manejo dado às culturas, número de cultivos e espécies utilizadas podem diferir entre estes manejos, fato que explica estas diferenças em alguns parâmetros físicos do solo.

Tabela 3. Valores médios de Dsi, Dsf, Def, θ_v , Gsi, σ_p e Cc para o solo Erechim. Média de 6 repetições.

Manejo	Dsi (Mg m ⁻³)	Dsf (Mg m ⁻³)	Def (cm)	θ_v (m ³ m ⁻³)	Gsi (%)	σ'_p (kPa)	Cc
PD 1	1,50 A	1,84 AB	0,453 A	0,38 AB	80,23 A	93,0 B	0,27 B
Escarif	1,43 ABC	1,73 C	0,438 A	0,39 A	80,86 A	121,5 AB	0,28 B
PD 2	1,41 ABC	1,70 C	0,426 A	0,33 BC	68,09 B	140,9 A	0,28 B
Pasto	1,46 AB	1,86 A	0,396 A	0,31 C	64,60 B	124,8 AB	0,35 AB
PD 3	1,33 C	1,77 BC	0,429 A	0,33 BC	64,55 B	92,2 B	0,40 A
PDC	1,38 BC	1,72 C	0,485 A	0,43 A	82,80 A	123,6 AB	0,33 AB

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste DMS a 5% de significância. Dsi = densidade do solo antes à aplicação das cargas no teste de compressão; Dsf = densidade do solo ao final do teste de compressão; Def = deformação do solo ao final do teste de compressão; θ_v = umidade volumétrica antes do teste de compressão; Gsi = grau de saturação antes do teste de compressão; σ_p = pressão de preconsolidação; Cc = índice de compressão.

No solo Santo Ângelo a densidade inicial foi menor no escarificado (**Tabela 4**), devido ao revolvimento do solo, e sua densidade final foi maior, resultando em deformação mais elevada, 0,323 cm e 0,431 cm, em relação ao PD e PDC, respectivamente.

A umidade volumétrica e grau de saturação foi menor no manejo escarificado (**Tabela 4**), diferindo estatisticamente dos demais manejos, resultado atribuído à menor estruturação e agregação do solo, não sendo capaz de manter umidade a altas tensões.

A menor pressão de preconsolidação e maior suscetibilidade à compactação foi obtida no manejo escarificado (**Tabela 4**), mostrando a baixa capacidade de suporte de carga e a fragilidade deste manejo à compactação. A menor suscetibilidade à compactação foi obtida no PDC, pela maior pressão já acumulada por este manejo devido à passada de máquina de 10 toneladas para compactá-lo.

Tabela 4. Valores médios de Dsi, Dsf, Def, θ_v , Gsi, σ'_p e Cc para o solo Santo Ângelo. Média de 6 repetições.

Manejo	Dsi (Mg m ⁻³)	Dsf (Mg m ⁻³)	Def (cm)	θ_v (m ³ m ⁻³)	Gsi (%)	σ'_p (kPa)	Cc
PDC	1,49 A	1,67 AB	0,272 B	0,38 A	86,08 A	121,1 AB	0,17 C
PD	1,40 A	1,65 B	0,380 B	0,37 A	77,84 A	167,1 A	0,28 B
Escarif	1,21 B	1,69 A	0,703 A	0,32 B	58,34 B	101,2 B	0,49 A

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste DMS a 5% de significância. Dsi = densidade do solo antes à aplicação das cargas no teste de compressão; Dsf = densidade do solo ao final do teste de compressão; Def = deformação do solo ao final do teste de compressão; θ_v = umidade volumétrica antes do teste de compressão; Gsi = grau de saturação antes do teste de compressão; σ'_p = pressão de preconsolidação; Cc = índice de compressão.

CONCLUSÕES

De maneira geral, manejos com escarificação ou há menos tempo sob plantio direto (cerca de 2 anos), apresentaram menor densidade inicial e maior deformação do solo.

Manejos com longo histórico sob plantio direto, considerado como consolidados, apresentam diferenças entre si em alguns parâmetros físicos, devido o número de vezes e umidade em que o solo foi trafegado, peso das máquinas e implementos, manejo dado às culturas, número de cultivos e espécies utilizadas, sendo estas, práticas que diferem entre os produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARVIDSSON, J.; KELLER, T. Soil precompression stress I. A survey of Swedish arable soils. *Soil & Tillage Research*, v.77, p. 85-95, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 413p. (DNPEA. Boletim técnico, 30).
- KONDO, M.K.; DIAS JUNIOR, M.K. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p. 211-218, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA - Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- HOLTZ, R.D.; KOVACS, W.D. **An introduction to geotechnical engineering**. New Jersey: Prentice-Hall, 1981. 733p.
- REINERT, D.J.; ROBAINA, A.; REICHERT, J.M. Compress – software e proposta de modelo para descrever a compressibilidade dos solos e seus parâmetros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, Ribeirão Preto, 2003. **Anais...**Ribeirão Preto: SBCS, 2003. (CD-ROM)
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT User's Guide**. Version G. 4 ed. Cary: NC; SAS Institute Inc., 1990.
- SILVA, V.R. da. **Compressibilidade de um Podzólico em um Latossolo em função do estado inicial de compactação e saturação em água**. Santa Maria, 1999. 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração Biodinâmica de solos) – Universidade Federal de Santa Maria.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIM, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 107p.