

COMPORTAMENTO COMPRESSIVO DE SEIS SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL

SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; STRECK, C.A.; 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; streck@mail.ufsm.br; marcelokunz@bol.com.br

INTRODUÇÃO

A partir do momento que a pressão aplicada sobre o solo for maior do que a pressão de preconsolidação ocorre a compactação adicional (Dias Junior & Pierce, 1996). O presente estudo teve como objetivo estudar alguns parâmetros relacionados à compressibilidade de seis solos do Rio Grande do Sul, das classes Argissolo e Latossolo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados seis solos do Rio Grande do Sul das classes Argissolo e 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) foram os seguintes:

Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico (Unidade São Pedro): 3 condições de manejo, total de 18 repetições para este solo;

Argissolo Vermelho distrófico (Unidade Alto das Canas): 4 condições de uso e manejo, totalizando 24 repetições para este solo;

Argissolo Vermelho-Amarelo aluminico (Unidade Júlio de Castilhos): 4 condições de manejo, totalizando 24 repetições;

Latossolo Vermelho distrófico (Unidade Cruz Alta): 4 condições de manejo, totalizando 24 repetições;

Latossolo Vermelho aluminoférrico (Unidade Erechim): 6 condições de manejo, em um total de 36 repetições;

Latossolo Vermelho distroférico típico (Unidade Santo Ângelo): 3 condições de manejo, totalizando 18 repetições.

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

A coleta dos 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, densidade normalizada, 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		
g kg⁻¹					
São Pedro					
0,05-0,10	660	196	464	237	103
0,10-0,15	655	187	468	253	92
Alto das Canas					
0,05-0,10	408	246	162	326	267
0,10-0,15	399	245	155	342	259
Júlio de Castilhos					
0,05-0,10	149	54	95	468	383
0,10-0,15	146	57	89	458	395
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

Observando os resultados apresentados na **Tabela 2**, verifica-se o decréscimo da densidade inicial e densidade máxima do solo com o aumento da argila, exceto para a densidade máxima do solo Alto das Canas que apresentou densidade maior que o solo São Pedro. Estes resultados mostram que quanto menor a quantidade de argila, maiores valores de densidade o solo pode alcançar, considerando a densidade inicial do solo. Estes valores de densidade inicial, com exceção para o solo Alto das Canas, se encontram abaixo do limite crítico proposto por Reichert et al. (2003), na qual propuseram como valores críticos de 1,45 Mg m⁻³ para solos com textura argilosa (> 55% de argila), 1,55 Mg m⁻³ para textura média (20 a 55% de argila) e 1,65 Mg m⁻³ para textura arenosa (< 20% de argila), embora para solos de textura média e arenosa, estes autores afirmam que estas densidades críticas estão subestimadas.

De modo geral, os solos mais argilosos apresentaram maior deformação (**Tabela 2**), fato que pode estar relacionado ao estado de compactação do solo (representado pela densidade inicial do solo) e sua densidade máxima, e pela umidade do solo no momento da aplicação da carga, pois quanto maior a umidade do solo, maior sua suscetibilidade à compactação. O solo apresentando densidade inicial próxima à densidade máxima que ele é capaz de alcançar, menor será sua deformação.

Os solos mais argilosos apresentaram maior umidade volumétrica, diminuindo esta umidade com decréscimo da argila no solo (**Tabela 2**). Esta maior umidade em solos argilosos está relacionada com a maior força de retenção da água nos poros menores, sendo necessário maiores sucções para reduzir esta umidade. Os solos mais arenosos (São Pedro e Alto das Canas) apresentaram grau de saturação inicial menores que os demais solos.

A maior pressão de preconsolidação, que é uma estimativa da capacidade de suporte de carga do solo (Dias Junior & Pierce, 1996), foi obtida no solo argiloso (Santo Ângelo) e a menor pressão de preconsolidação obtida no solo arenoso (São Pedro) (**Tabela 2**), mostrando que solos argilosos possuem maior capacidade de suporte de carga, comparando-os sob uma mesma tensão de água. Analisando os índices de compressão, que indica a suscetibilidade do solo à compactação (Larson et al., 1980; Holtz & Kovacs, 1981), apresentados na **Tabela 2**, verifica-se que quanto mais argiloso o solo maior sua suscetibilidade à compactação (representado pelos maiores índices de compressão), considerando uma mesma tensão de água nos solos.

Tabela 2. Valores médios de Dsi, Ds máx, Def, θ_v , Gsi, σ_p e Cc para seis solos do Rio Grande do Sul.

Solos	Dsi (Mg m ⁻³)	Ds máx (Mg m ⁻³)	Def (cm)	θ_v (m ³ m ⁻³)	Gsi (%)	σ_p (kPa)	Cc
S. Pedro	1,60 A	1,85 B	0,338 C	0,15 D	40,72 D	88,0 C	0,16 D
A. Canas	1,59 A	1,90 A	0,414 AB	0,23 C	61,79 C	111,1 B	0,21 CD
J. Castilhos	1,48 B	1,76 C	0,362 BC	0,33 B	80,53 A	122,9 AB	0,23 C
C. Alta	1,47 BC	1,76 C	0,422 AB	0,32 B	76,32 AB	110,4 B	0,24 BC
Erechim	1,42 CD	1,77 C	0,437 A	0,36 A	73,39 B	114,5 B	0,32 A
S. Ângelo	1,39 D	1,67 D	0,420 AB	0,36 A	76,05 AB	133,4 A	0,29 AB

Médias seguidas de mesma letra, 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; Ds máx = 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 **Figura 1** mostra o deslocamento das curvas de densidade do solo para valores menores, com incremento da argila. Com aumento do logaritmo das pressões aplicadas ocorreu um aumento da densidade do solo antes e depois da pressão de preconsolidação (representada pela seta na **Figura 1**), porém, para pressões menores que a pressão de preconsolidação o incremento na densidade foi menor em relação ao incremento obtido nas pressões maiores que a pressão de preconsolidação.

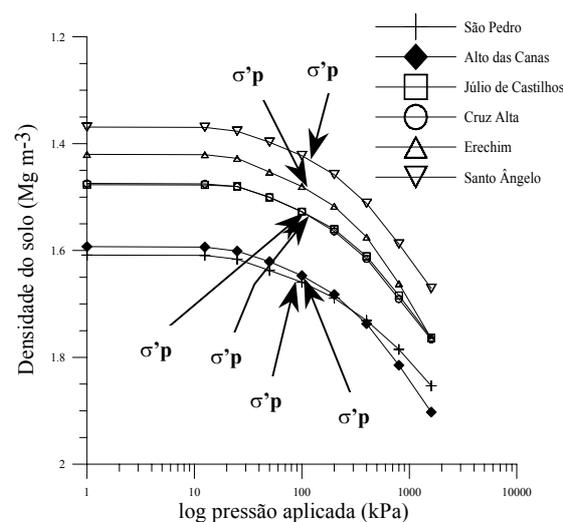


Figura 1. Valores médios de densidade do solo após aplicação de carga no teste de compressão uniaxial, e a pressão de preconsolidação para cada solo.

A **Figura 2** apresenta as densidades dos solos normalizadas, excluindo o efeito da densidade inicial dos solos. Nota-se que com o aumento do logaritmo das pressões aplicadas

há um distanciamento entre as curvas, resultando em menor densidade para o solo arenoso (São Pedro), e maior densidade para os dois solos mais argilosos (Erechim e Santo Ângelo).

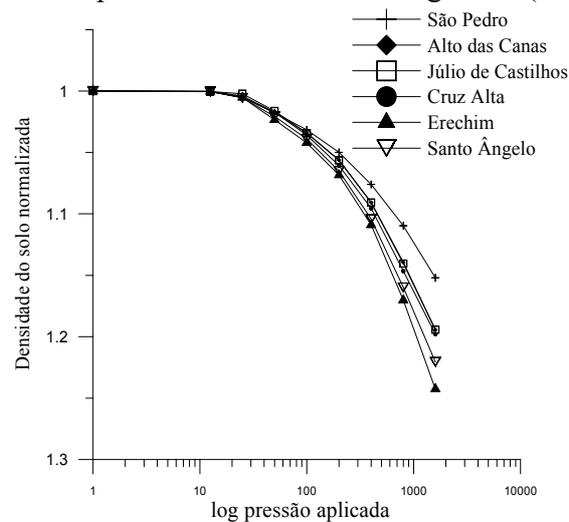


Figura 2. Valores médios normalizados de densidade do solo após aplicação de carga no teste de compressão uniaxial.

CONCLUSÕES

Os solos argilosos apresentaram maior deformação, fato que pode ter relação com a densidade e umidade do solo.

Houve uma redução da umidade volumétrica com decréscimo da argila do solo.

Sob uma mesma tensão de água, solos argilosos possuem uma maior capacidade de suporte de carga.

Pressões menores que a pressão de preconsolidação apresentaram incremento na densidade do solo menor em relação ao incremento obtido nas pressões maiores que a pressão de preconsolidação.

A densidade do solo normalizada foi menor para o solo arenoso e maior para os solos mais argilosos.

Quanto mais argiloso o solo, mais suscetível à compactação;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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).
- DIAS JUNIOR M.S; PIERCE, F.J.O processo de compactação do solo e sua modelagem. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p.175-182, 1996.
- 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.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, edição 27, p.29-48, 2003.
- 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.