



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

EFEITO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO NA RETENÇÃO DE ÁGUA EM UMA TOPOSEQUÊNCIA ARGISSOLOS-GLEISSOLO NO RS

Débora Tonon Schreiner⁽¹⁾; Fabiano de Vargas Arigony Braga⁽²⁾; Eduardo Saldanha Vogelmann⁽³⁾; Miriam Fernanda Rodrigues⁽⁴⁾; Alan Ébano de Oliveira⁽⁵⁾; Juliana Prevedello⁽⁴⁾; José Miguel Reichert⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Estudante de Graduação; Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, Santa Maria, RS, CEP: 97105-900. E-mail: deboratsc@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestre em Engenharia Agrícola, UFSM; ⁽³⁾ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFSM; ⁽⁴⁾ Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal; Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, UFSM; ⁽⁵⁾ Estudante de Graduação; Departamento de Solos, UFSM; ⁽⁶⁾ Professor; Departamento de Solos, UFSM.

Resumo – A curva de retenção de água expressa o volume de água retido no solo em diferentes tensões, ou seja, em pontos diferentes da curva, representando a característica de retenção de água. O estudo dessa é importante para descrever o movimento de água no solo e dos possíveis efeitos do manejo na retenção e disponibilidade de água às plantas. O trabalho foi realizado em uma unidade de produção agropecuária, no município de Santa Maria, na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Foram escolhidos 3 perfis em uma toposequência, o perfil 1 foi classificado como Gleissolo Háptico e os perfis 2 e 3 foram classificados como Argissolo Vermelho. Foram coletadas amostras em cilindros metálicos, as quais sofreram deformações pela prensa uniaxial (pressões de 25; 50; 100 e 200 kPa). Após a aplicação das cargas, as amostras foram saturadas por capilaridade para determinação da curva de retenção de água no solo. O processo de compactação da amostra reduziu a macroporosidade, porosidade total e elevou a densidade do solo. A aplicação de pressões causa discreto aumento da microporosidade associado a um aumento no armazenamento de água nas maiores tensões da curva de retenção (1000 e 1500 kPa).

Palavras-Chave: porosidade, armazenamento de água, curva de retenção de água, densidade do solo.

INTRODUÇÃO

Os solos da Depressão Central Gaúcha são constituídos basicamente de sedimentos, com o predomínio de argilitos, siltitos e arenitos da formação Santa Maria, depositados por diferentes agentes ao longo de várias épocas geológicas. Nas cotas mais baixas, predominam Gleissolos Hápticos e Planossolos Hápticos. Nas coxilhas, ocorrem predominantemente Argissolos, que são profundos a muito profundos e variam de coloração vermelha a bruno-acizentada, em função da maior ou menor drenagem.

Portanto, as diferentes classes de solo, quando utilizadas com atividades agropecuárias, necessitam de cuidados em relação ao manejo realizado, visto que problemas relacionados à compactação podem ocorrer, principalmente quando as práticas de manejo são realizadas de maneira incorreta, provocando alterações

nas propriedades físicas do solo. Essas modificações provocam aumento da densidade, redução da porosidade total, especialmente em função da diminuição dos macroporos, e aumento na resistência à penetração. Com isso, os fluxos de ar e água são reduzidos, o que pode potencializar o escoamento superficial e reduzir a disponibilidade de água às plantas, comprometendo a qualidade, a produção e o rendimento das culturas implantadas na área.

Assim torna-se importante o estudo da curva de retenção de água (CRA) para o conhecimento e estudo do movimento de água no solo e dos efeitos do manejo na retenção e disponibilidade de água (SILVA et al., 2006). A CRA expressa o volume de água retido no solo em diferentes tensões, ou seja, em pontos diferentes da curva, representando a característica de retenção de água. Essa é influenciada por diversos fatores, como a distribuição relativa do tamanho, da forma e do arranjo das partículas do solo (REEVE et al., 1973). Em baixas tensões, a retenção decorre da estrutura e da distribuição dos tamanhos de poros (BEUTLER et al., 2002), associados ao efeito da matéria orgânica na formação e estabilização de agregados. Em tensões maiores, a retenção não depende da estrutura do solo, mas da composição granulométrica e da mineralogia, devido à área superficial específica, que é onde ocorre a adsorção de água (GUPTA; LARSON, 1979).

Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito das aplicações de cargas de 25, 50, 100 e 200 kPa na curva de retenção de água nos horizontes superficiais dos solos de uma toposequência Argissolos-Gleissolo da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma unidade de produção agropecuária, no município de Santa Maria, na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Foram escolhidos 3 perfis de solos, o 1 está localizado no pedimento; o perfil 2 está localizado na porção inferior da encosta, em área de pastagem perene e o perfil 3 está localizado no interflúvio, em área cultivada com pastagem anual sob preparo convencional, sendo todas as áreas submetidas ao pastejo de bovinos. O perfil 1 foi classificado como Gleissolo Háptico e os perfis 2 e 3 foram classificados como Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

Foram coletadas amostras com estrutura preservada utilizando cilindros metálicos de 0,057 m de diâmetro e 0,04 m de altura, nos horizontes superficiais dos perfis estudados. Foram realizadas cinco repetições em cada horizonte dos diferentes solos.

Para a obtenção da curva de retenção de água do solo, as amostras sofreram deformações pela prensa uniaxial (pressões de 25; 50; 100 e 200 kPa) durante cinco minutos. Após a aplicação das cargas, as amostras foram saturadas por capilaridade para determinação da curva de retenção de água no solo, sendo em seguida, submetidas às tensões de 1, 6 e 10 kPa em uma coluna de areia (REINERT; REICHERT, 2006) e 33 e 100 kPa em câmara de pressão de Richards. O conteúdo gravimétrico de água nas tensões de 500 kPa e 1500 kPa foi obtido através de um potenciômetro de ponto de orvalho - WP4, utilizando amostras com estrutura deformada.

Assim, os valores de umidade foram obtidos em base de massa, ou seja, umidade gravimétrica, sendo posteriormente transformados em umidade volumétrica. Através do programa SWRC (DOURADO NETO et al., 2001,) obtiveram-se os parâmetros empíricos α , n e m , que foram usados para o ajuste das curvas de retenção de água, realizado segundo modelo proposto por Van Genuchten (1980).

Após finalizar o processo de determinação da retenção de água no solo, as amostras foram secas em estufa a 105 °C para a determinação da densidade do solo (EMBRAPA, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas por meio do teste de “Tukey (P<0,05)”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência e profundidade dos horizontes, a composição granulométrica (areia, silte e argila) e o teor de carbono orgânico total estão dispostos na Tabela 1. De maneira geral, houve uma redução na quantidade de areia e teor de carbono orgânico e aumento no teor de argila nos horizontes subsuperficiais dos solos avaliados.

Houve incremento significativo nos valores de densidade do solo com o aumento da carga aplicada na amostra, demonstrando que a aplicação de cargas maiores, no solo provocam sucessivos aumentos dos valores de densidade nos horizontes Ap e A1 em todos os perfis (Tabela 2). Analogamente, houve ainda uma redução sucessiva na porosidade total à medida que se aumentou a carga aplicada às amostras, o que se deve principalmente à redução dos macroporos, enquanto a microporosidade foi pouco afetada, apresentando um incremento numérico apenas quando aplicadas as maiores cargas (100 e 200 kPa). Corsini & Ferraudo (1999) também verificaram aumento da densidade com redução da porosidade total com o aumento da carga aplicada por máquinas agrícolas. Silva & Kay (1997) salientaram que a microporosidade do solo é fortemente influenciada pela textura e teor de carbono orgânico, mas muito pouco influenciada pelo aumento da densidade do solo, originada do tráfego de máquinas e implementos agrícolas. Isso pode ser observado

analisando os valores de microporosidade os quais não apresentaram alterações à medida que se aumentou a carga aplicada.

As densidades observadas no horizonte Ap e A1 dos perfis 1 e 2 estão abaixo do limite crítico de densidade proposto por Reichert et al. (2009) (1,6 a 1,7 Mg cm⁻³) para essa classe de solo quando as amostras são submetidas as menores cargas (25 e 50 kPa) Entretanto, com o aumento da carga aplicada há também o aumento da densidade, a qual passa a se aproximar dos níveis críticos apontados por Reichert et al. (2009), que encontraram aumento da densidade do solo e a ocorrência de compactação corroborando com os resultados encontrados. O horizonte Ap do perfil 3 apresenta DS acima dos valores críticos ao crescimento e desenvolvimento das plantas, ao contrario do horizonte subsuperficial (A1) que apresenta valores inferiores de Ds. Esse fato pode ser atribuído ao preparo convencional e antropização desse horizonte.

Os valores de umidade do solo vão diminuindo conforme aumenta a pressão aplicada (Figura 1), devido à saída de água dos poros e assim aumentando o espaço aéreo. Nos horizontes superficiais, a quantidade de água presente no potencial de -10 kPa, referida na literatura como capacidade de campo (CC) para solos com textura franco-arenosa (HILLEL, 1998), foi superior que à umidade nos horizontes subsuperficiais nos perfis estudados. Nas curvas de retenção do perfil 1 não se observaram diferenças significativas entre as amostras que sofreram a ação das cargas de 25, 50, 100 e 200 kPa no horizonte Bg Entretanto, no horizonte Ap, observou-se diferenças significativas na seção final da curva de retenção (tensões de 1000 e 1500 kPa). Nesse perfil, as amostras submetidas às pressões de maiores cargas (100 e 200 kPa) não apresentaram diferenças no conteúdo de água retida na CC das demais; amostras, entretanto, observaram-se diferenças significativas nas maiores tensões.

Tabela 1. Distribuição e profundidade (Prof.) dos horizontes, composição granulométrica (areia, silte e argila) e carbono orgânico total (C.O.) da topossequência Argissolo-Gleissolo.

Perfil	Hz.	Prof.	Areia	Silte	Argila	C. O.
		m				
1 (GX)*	A	0-0,16	652	267	81	11,02
	Bg	0,16-0,34	592	296	111	5,80
	Cg	0,34 +	395	490	115	6,38
2 (PV)	Ap	0-0,12	671	182	147	12,2
	A1	0,12-0,47	652	179	168	10,1
	BA	0,47-0,83	580	178	203	9,9
	Bt1	0,83-1,23	486	247	290	4,1
	Bt2	1,23-1,70 +	462	165	373	9,5
3 (PV)	Ap	0-0,20	577	238	185	7,3
	A1	0,20-0,53	533	232	235	5,8
	AB	0,53-0,90	428	225	347	6,8
	BA	0,90-1,17	332	281	386	4,7
	Bt1	1,17-1,50	331	177	491	5,4
	Bt2	1,50 +	383	199	417	4,2

*GX: Gleissolo Háplico; PV: Argissolo Vermelho.

Esse comportamento está relacionado com o processo de compactação do solo que promove a redução da macroporosidade e porosidade total. Isso também foi observado nos horizontes Ap e A1 do perfil 2 e horizonte

Ap do perfil 3, aumentando o armazenamento de água nas maiores tensões com o aumento do estado de compactação. De acordo com Secco et al. (2004), a compactação provocada pelo uso agrícola normalmente ocasiona uma drástica redução na macroporosidade podendo haver, em muitos casos, maior volume de microporos, o que aumentaria a capacidade de armazenamento de água. Os resultados encontrados no trabalho corroboram com Archer & Smith (1972), os quais concluíram que a Ds influenciou inversa e significativamente a retenção de água ($p < 0,05$) e descrevem que a Ds tem ação sobre a retenção de água, decorrente de sua influência na porosidade total e distribuição do tamanho dos poros.

Os resultados demonstram que a aplicação de níveis crescentes de estresse mecânico nos ensaios de compressão unidimensional, sob elevadas pressões (100 e 200 kPa), as quais se situam frequentemente acima das pressões historicamente submetidas ao solo, produzem efeitos negativos sobre a estrutura do solo com reflexos no espaço poroso, resultando em modificações no armazenamento de água e permeabilidade ao ar.

Tabela 2. Valores médios de porosidade total (Pt), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade do solo (Ds) dos horizontes superficiais (A, Ap e A1) e subsuperficial (Bg) dos perfis 1, 3 e 5 da toposequência estudada para quatro cargas externas aplicadas.

Hz.	Carga kPa	Pt	Macro $m^3 m^{-3}$	Micro	Ds $Mg m^{-3}$
Perfil 1					
A	25	0,44	0,12	0,32	1,42
	50	0,41	0,09	0,32	1,51
	100	0,34	0,08	0,26	1,69
	200	0,37	0,05	0,32	1,62
Bg	25	0,42	0,12	0,31	1,48
	50	0,40	0,13	0,27	1,55
	100	0,41	0,11	0,29	1,53
	200	0,40	0,10	0,31	1,54
Perfil 2					
Ap	25	0,42	0,18	0,25	1,45
	50	0,39	0,13	0,26	1,52
	100	0,37	0,10	0,27	1,57
	200	0,36	0,09	0,27	1,60
A1	25	0,40	0,16	0,24	1,51
	50	0,40	0,16	0,24	1,51
	100	0,39	0,15	0,24	1,53
	200	0,36	0,11	0,25	1,61
Perfil 3					
Ap	25	0,34	0,10	0,25	1,68
	50	0,35	0,09	0,26	1,68
	100	0,33	0,07	0,25	1,73
	200	0,32	0,06	0,26	1,74
A1	25	0,42	0,14	0,28	1,51
	50	0,41	0,12	0,29	1,53
	100	0,40	0,10	0,30	1,56
	200	0,38	0,08	0,31	1,60

Portanto, com a redução dos macroporos devido à deformação do solo pela aplicação de uma carga

elevada, há diminuição da permeabilidade ao ar que é fortemente influenciada pelo volume de macroporos. Isso indica que variações ocorridas no espaço poroso do solo, em função do rearranjo da estrutura da matriz sólida, podem alterar profundamente a proporção entre a água e o ar nesse espaço. O resultado é um aumento do teor de água retido em grandes tensões associado à redução da permeabilidade ao ar em função da redução dos macroporos e da maior retenção de água em microporos que surgem a partir da deformação física. Essa deformação se deve à uma reorganização das partículas finas como as argilas, o silte e a matéria orgânica, diminuindo o espaço antes ocupado pelo ar.

De certa forma, o aumento da retenção de água no solo é benéfico e desejado, mas o aumento da retenção de água em elevadas tensões não implica em maior disponibilidade de água para as plantas, além de apresentar efeitos deletérios na qualidade do espaço ocupado por ar no solo. Porém, isso vem acompanhado do aumento na densidade do solo, que pode refletir em maior resistência à penetração das raízes, característica muito importante para solos arenosos (SECCO et al., 2004).

CONCLUSÕES

1. O processo de compactação da amostra reduziu a macroporosidade, porosidade total e elevou a densidade do solo.

2. A aplicação de pressões causa discreto aumento da microporosidade associado a um aumento no armazenamento de água nas maiores tensões da curva de retenção (1000 e 1500 kPa).

REFERÊNCIAS

- ARCHER, J.R.; SMITH, P.D. The relation between bulk density, available water capacity, and air capacity of soils. *Journal of Soil Science, London*, v.23, n.4, p.475-480, 1972.
- BEUTLER, A. N. et al. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 829-834, jul./set. 2002.
- CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.289-298, 1999
- DOURADO NETO, D. et al. Programa computacional para modelagem de curvas de retenção de água no solo (SWRC, versão 2.00). Scientia REEVE, M.J.; SMITH, P.D.; THOMASSON, A.J. The effect of density on water retention properties of field soils. *Journal of Soil Science, Oxford*, v.24, p.355-367, 1973.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 2ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Solos, 2006. 306p UHDE, L. T.; Sistema Pedológico em um ambiente antropizado da Depressão Central do RS. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 226p. (Tese de Doutorado).
- GUPTA, S. C.; LARSON, W. E. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter percent, and bulk density. *Water Resources Research*, Washington, v. 15, n. 6, p. 1633-1635, nov./dec. 1979.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 921-930, nov./dez., 2006.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORN, R.; HÅKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. *Soil and Tillage Research*, v.102, p.242-254, 2009.

REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. *Ciência Rural*, 36:193-195. 2006.

Agrícola, vol. 57, n. 1, p. 191-192, jan./mar., 2001.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; ROS, C.O. da. Produtividade de soja e propriedades físicas de um

Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.797-804, 2004.

SILVA, A.P. & KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soil from properties and management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61:877-883, 1997.

VAN GENUCHTEN, M. T. A. Closed-form equation for predicting hydraulic conductivity of unsaturated soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

Figura 1. Curva de retenção de água depois de aplicadas as cargas de 25, 50, 100 e 200 kPa nos perfis 1 (Gleissolo Háplico) 2 e 3 (Argissolo Vermelho) nos horizontes superficiais.

