

Retenção de água num Argissolo submetido à práticas de manejo melhoradoras da sua estrutura

Sequinatto, L.⁽¹⁾; Schreiner, D. T.⁽¹⁾; Reichert, J. M.⁽¹⁾; Dettmer, M.⁽¹⁾;
Levien, R.⁽²⁾; Trein, C. R.⁽²⁾

¹Universidade Federal de Santa Maria, RS. E-mail: letisequinatto@gmail.com;
deboratsc@hotmail.com (apresentador); jmreichert@googlemail.com; mayradet@hotmail.com.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, e-mail: renatole@gmail.com; trein@ufrgs.br.

Resumo

O comportamento da curva de retenção de água no solo é essencial para indicar a qualidade ou degradação do solo decorrente das ações agrícolas de manejo. O objetivo foi avaliar a eficiência de alternativas integradas de manejo do solo, em sistema de longa duração para a produção sustentável de grãos, sobre a retenção de água num Argissolo Vermelho, caracterizado por um elevado grau de compactação inicial. Os tratamentos, manejados sob semeadura direta, e implantados em 2002, englobaram três coberturas do solo no inverno (pousio, aveia preta + ervilhaca e nabo forrageiro) e três condições de tráfego (tráfego de rodados de trator, colhedora e sem tráfego). No verão, semeia-se milho e soja em rotação anual. A retenção de água no solo mostrou-se sensível à alteração na estrutura do solo (quantificada por variações na densidade, porosidade e teor de matéria orgânica), impostas pelo manejo. A maior retenção de água no solo deu-se na camada superficial, em altos potenciais matriciais. Em menores potenciais matriciais, houve maior retenção de água no solo trafegado. A conversão do campo natural degradado a um sistema de produção de grãos, em semeadura direta manejada com culturas de cobertura do solo e o tráfego controlado, reestruturou positivamente o solo, atingindo qualidade física para desempenhar adequadamente as suas funções, com o tempo.

Introdução

No decorrer do tempo, o manejo adequado de solos fisicamente degradados pode determinar uma estrutura com dinâmica alterada e com qualidade para propiciar sustentabilidade aos sistemas agrícolas. A compactação compromete os processos físicos ocorrentes no solo, os quais determinam o bom funcionamento da relação solo-planta-atmosfera. A redução de volume do solo (Hillel, 1982), ocasionada pela compactação, está diretamente relacionada à alteração da sua porosidade e, conseqüentemente, na quantidade e continuidade de poros, o que interfere sobre o armazenamento, transporte e disponibilidade de água às plantas. Dessa forma, solos que apresentam compactação, seja ela oriunda do pisoteio animal e/ou do tráfego de máquinas em semeadura direta, com grau de severidade para proporcionar danos ao sistema agrícola, requerem manejo adequado de forma a

promover a reestruturação física do solo para assim cumprir as suas funções perante a sustentabilidade do agroecossistema.

O estudo do comportamento de parâmetros físico-hídricos, onde inclui-se a retenção de água no solo (CRA), é importante na indicação da qualidade ou degradação do solo, reflexo das ações agrícolas. Os fluxos de água no sistema solo, bem como sua capacidade armazenadora, são dependentes do tipo de solo e do manejo que é dado a este. O manejo atua sobre a estrutura do solo, podendo alterar a sua porosidade, refletindo sobre a retenção de água. A retenção de água expressa a relação entre o conteúdo de água no solo e o potencial matricial ou a tensão da água no solo. O conteúdo de água retido em determinado potencial decorre da estrutura e da distribuição dos tamanhos de poros (Beutler et al., 2002). A degradação da estrutura do solo, por sua vez, altera a arquitetura dos poros, e quando o volume, dimensão e configuração dos poros do solo são afetados, o movimento de massa e energia no ambiente do solo sofrem o mesmo efeito (Hakansson & Lipiec, 2000).

Diante disso, os objetivos deste estudo foram verificar a influência de sistemas de manejo do solo em semeadura direta, que incluem diferentes coberturas do solo no inverno e tráfego controlado (com e sem), sobre a capacidade de retenção de água no solo.

Material e Métodos

O experimento localiza-se na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul/RS, região fisiográfica da Depressão Central. O solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 1999), de textura superficial franco-argilo-arenosa.

O experimento foi implantado em 2002, numa área de campo natural degradada fisicamente pela compactação (densidade do solo - $D_s = 1,71 \text{ Mg m}^{-3}$). O delineamento experimental se dá em blocos ao acaso, com parcelas sub-sub-divididas e quatro repetições. Os tratamentos, manejados sob semeadura direta, englobaram três coberturas do solo no inverno (pousio - P, aveia preta + ervilhaca - AE e nabo forrageiro - NF), e três condições de tráfego (tráfego de rodados de trator - RT, colhedora - RC e sem tráfego - NT). No verão, semeia-se milho e soja, em rotação anual.

As amostragens de solo para a determinação da CRA, D_s , porosidade e teores de matéria orgânica do solo (MO) foram realizadas em dezembro de 2008, dentro de todas as parcelas, em regiões que estivessem sob o efeito da passagem do RT, RC e no solo NT. Foram coletadas três amostras indeformadas de solo por camada, em anéis volumétricos com dimensões de 0,055 m de diâmetro e 0,03 m de altura, nas camadas de 0,02 - 0,05 m, 0,10 - 0,13m e 0,20 - 0,23 m, totalizando 324 amostragens. As determinações, excetuando-se MO, foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Santa Maria.

A CRA foi determinada aplicando-se os potenciais matriciais de -1kPa, -6 kPa e -10 kPa, em mesa de areia e de -33 kPa e -100 kPa em câmara de Richards. Para a obtenção do conteúdo de água no solo, em valores de potencial matricial em torno de -1500 kPa, foi utilizada a equação da curva de

retenção, gerada pelo potenciômetro de ponto de orvalho (dew point potentiometer). Para o ajuste das CRA empregou-se o modelo de Van Genuchten (1980), mediante o software Soil Water Retention Curve (SWRC - Dourado Neto et al., 1990), conforme a Equação 1:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left(1 + (\alpha \psi_m)^n\right)^m} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: θ = conteúdo de água volumétrica ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); θ_r = conteúdo de água volumétrica na tensão de 1500 kPa ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); θ_s = conteúdo de água volumétrica do solo saturado ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); Ψ_m = potencial mátrico da água no solo (kPa); α , m , n = parâmetros empíricos de ajuste da equação.

As Ds, porosidades (porosidade total – Pt, macroporosidade – MAC e microporosidade – MIC) e teores de MO foram determinadas segundo método descrito em EMBRAPA (1997).

A análise estatística dos dados foi realizada segundo o delineamento experimental em blocos ao acaso. A análise da variância (ANOVA) e os testes de comparação entre médias foram realizados pelo teste Tukey, com o auxílio do programa computacional SAS (SAS Institute, 2002).

Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta o comportamento das CRA em dois sistemas de manejo, que envolveram a situação de tráfego (Figura 6 - A1, A2 e A3) e a cobertura de solo no inverno (Figura 6 – B1, B2 e B3), em três camadas de solo (0,02 - 0,05 m; 0,10 - 0,13 m e 0,20 - 0,23 m).

O maior conteúdo de água volumétrica (θ_v) foi encontrado na camada superficial do solo nos maiores potenciais matriciais de água (ψ_m) (Figura 1). A θ_v média entre os potenciais de -6 kPa até -100 kPa foi semelhante para todos os sistemas de manejo, incluindo a cobertura e o tráfego, nas camadas de 0,02 - 0,05 m e de 0,10 - 0,13 m. Nessas camadas, as diferenças no conteúdo de água, para um mesmo potencial, foi devido ao sistema de manejo utilizado. Ainda considerando os potenciais de -6kPa até -100 kPa, para a camada de 0,20 – 0,23 m, o comportamento das curvas foi diferenciado das demais camadas, sem efeito de manejo na retenção de água. Outrossim, ocorreu maior retenção de água, nessa camada, para os potenciais de -33 e -100 kPa. Para os potenciais entre -500 e -1500 kPa evidencia-se um incremento da θ_v com a profundidade da camada de avaliação.

Beutler et al. (2002) explica que o conteúdo de água retido em determinado potencial decorre da estrutura e da distribuição dos tamanhos de poros. Em elevados potenciais, a CRA é influenciada por poros estruturais associados ao efeito da matéria orgânica na formação e na estabilidade da estrutura do solo (Rawls et al., 1991). Já, em baixos potenciais, a composição granulométrica e a mineralogia do solo tornam-se mais importantes devido à superfície disponível para a adsorção de água (Gupta & Larson, 1979).

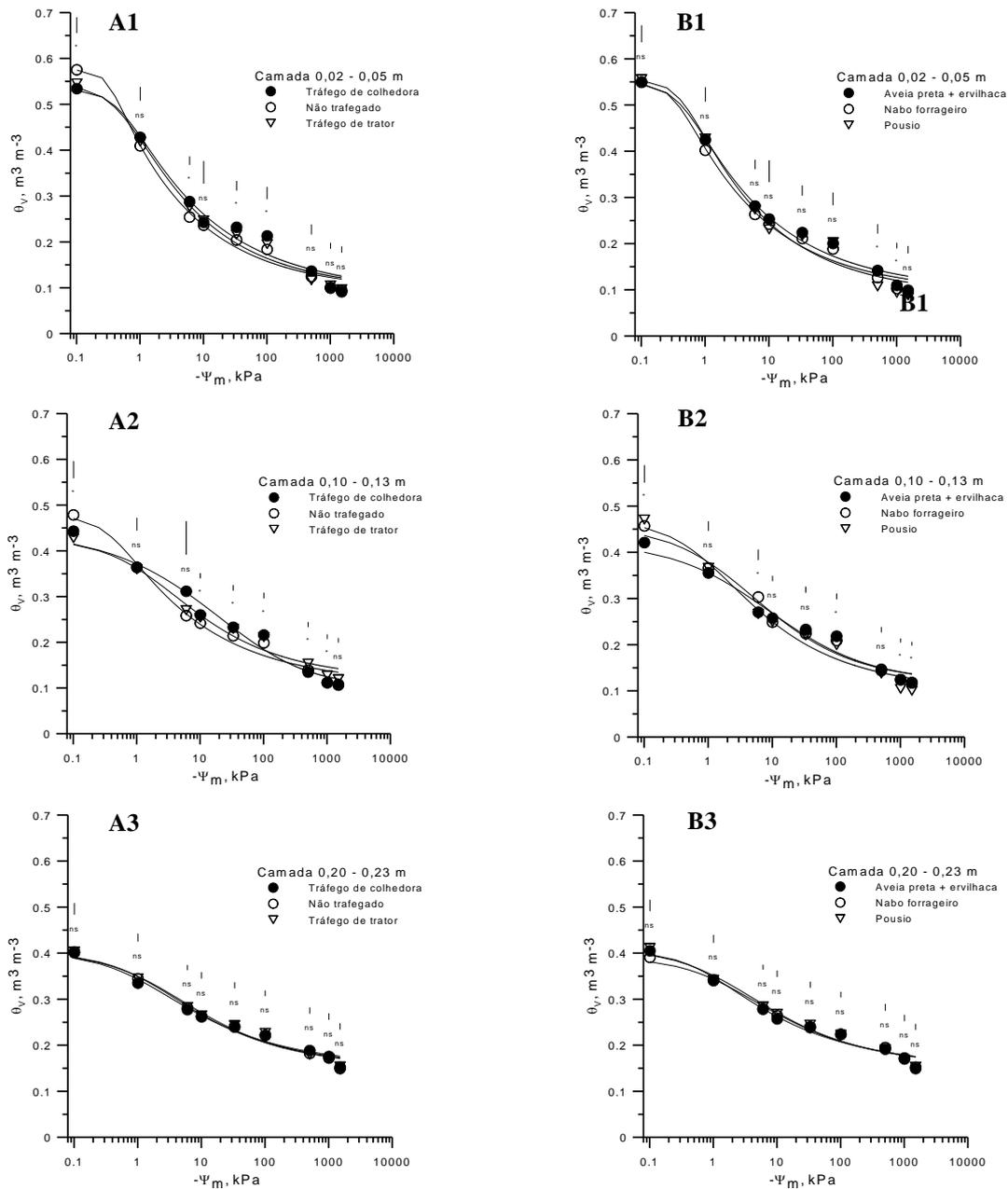


Figura 1. Curvas de retenção de água, ajustadas pelo modelo de Van Genuchten, para diferentes condições de tráfego (A1, A2 e A3) e cobertura de inverno (B1, B2 e B3), em três camadas de solo. *, ^{ns} - Significativa e não significativa respectivamente, pelo teste DMS a 5% de probabilidade de erro.

O manejo do solo, com as plantas de cobertura no inverno, atuou diminuindo os valores de D_s , principalmente pelo incremento nos teores de MOS, o que repercute em alterações no sistema poroso, estando isto mais pronunciado na camada superficial do solo (Tabela 1). A MOS, por sua vez, tem importante papel na retenção de água (Doran & Parkin, 1994). O incremento da P_t , na superfície, se deu pela maior MAC (Tabela 1), sendo esta a responsável pelo maior conteúdo de água encontrado no solo em altos Ψ_m .

Tabela 1. Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (MAC), Microporosidade (MIC) e matéria orgânica do solo (MOS) em função da cobertura do solo de inverno, do tráfego e da camada de avaliação.

| Camada | Tráfego ¹ | | | Cobertura de inverno ² | | |
|-------------|-------------------------------------|---------|--------|-----------------------------------|---------|---------|
| | RC | RT | NT | AE | NF | P |
| ---- | -----Ds (Mg m ⁻³)----- | | | | | |
| 0,02 – 0,05 | 1,36 a | 1,33 a | 1,19 b | 1,31 a | 1,26 a | 1,31 a |
| 0,10 – 0,13 | 1,60 a | 1,59 ab | 1,51 b | 1,63 a | 1,50 ab | 1,51 b |
| 0,20 – 0,23 | 1,66 a | 1,65 a | 1,65 a | 1,64 a | 1,68 a | 1,64 a |
| | -----Pt (g kg ⁻¹)----- | | | | | |
| 0,02 – 0,05 | 0,53 b | 0,54 ab | 0,57 a | 0,55 a | 0,55 a | 0,55 a |
| 0,10 -0,13 | 0,44 ab | 0,43 b | 0,47 a | 0,42 b | 0,49 a | 0,46 a |
| 0,20 – 0,23 | 0,41 a | 0,40 a | 0,40 a | 0,40 a | 0,39 a | 0,41 a |
| | -----MAC (g kg ⁻¹)----- | | | | | |
| 0,02 – 0,05 | 0,24 b | 0,26 b | 0,32 a | 0,27 a | 0,28 a | 0,28 a |
| 0,10 -0,13 | 0,18 b | 0,16 b | 0,21 a | 0,15 b | 0,19 a | 0,20 a |
| 0,20 – 0,23 | 0,12 a | 0,12 a | 0,12 a | 0,12 a | 0,11 a | 0,13 a |
| | -----MIC (g kg ⁻¹)----- | | | | | |
| 0,02 – 0,05 | 0,29 a | 0,28 a | 0,25 b | 0,28 a | 0,26 a | 0,27 a |
| 0,10 -0,13 | 0,26 a | 0,27 a | 0,26 a | 0,27 a | 0,30 a | 0,27 a |
| 0,20 – 0,23 | 0,28 a | 0,28 a | 0,28 a | 0,28 a | 0,28 a | 0,29 a |
| | -----MOS (g kg ⁻¹)----- | | | | | |
| 0,02 – 0,05 | n.d | n.d | n.d | 42,5 ab | 47,32 a | 38,63 b |
| 0,10 -0,13 | n.d | n.d | n.d | 22,58 ab | 21,11 b | 24,14 a |
| 0,20 – 0,23 | n.d | n.d | n.d | 17,09 a | 17,36 a | 17,29 a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, dentro de cada camada em cada cobertura de inverno ou tráfego, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

¹ AE = consórcio aveia preta + ervilhaca; NF = nabo forrageiro; P = pousio

² RC = rodados de colhedora; RT = rodados de trator; NT = não trafegado

Quando analisado o efeito do tráfego sobre o comportamento das CRA (Figura 1 – A1, A2 e A3), verifica-se que, nas camadas de 0,02 – 0,05 m e de 0,10 – 0,13 m, o solo NT apresentou maior conteúdo de θ_v , somente na condição de solo saturado, estando isto relacionado a menor Ds e maior MAC (Tabela 1). Nessas camadas a compactação adicional ocasionada pelo tráfego de rodados aumentou a Ds e reduziu a MAC (Tabela 1), fazendo prevalecer a MIC, estando isto relacionado à maior retenção de água encontrada (Figura 1 - A1 e A2).

O efeito da cobertura, para a camada de 0,10 - 0,13 m (Figura 1 - B2), significativo no maior potencial medido, onde os sistemas de manejo do solo P e NF apresentaram o maior conteúdo de água, foi devido a estrutura do solo, já que apresentaram a menor Ds e maior MAC (Tabela 1), quando comparado com o sistema AE. Comportamento semelhante deu-se para o potencial de -1 kPa, embora sem apresentar diferença significativa, estendendo-se até -6 kPa, onde o sistema de manejo com NF apresentou o maior conteúdo de água. No entanto, esses comportamentos não foram encontrados para a camada superficial, já que nesta não ocorreram diferenças significativas entre a Ds e porosidade do solo (Tabela 1).

Com as observações obtidas acerca do comportamento das CRA, em função dos manejos de solo utilizados, conclui-se que a Ds, a porosidade, e a MOS foram determinantes no entendimento da retenção de água em diferentes potenciais matriciais.

Conclusões

A retenção de água no solo foi influenciada pela estrutura do solo. Em maiores potenciais matriciais, a retenção de água foi maior sob menores densidades e maiores macroporosidades, em solo não trafegado. Com a diminuição dos potenciais, a maior retenção de água ocorreu no solo mais denso, resultante do tráfego de rodados de máquinas, para as camadas de solo mais superficiais. O maior teor de matéria orgânica do solo, presente nas camadas superficiais, resultou em maior retenção de água.

A conversão do campo natural degradado a um sistema de produção de grãos, em semeadura direta manejada com culturas de cobertura do solo e o tráfego controlado, reestruturou positivamente o solo, atingindo qualidade física para desempenhar adequadamente as suas funções, com o tempo.

Literatura Citada

- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos.. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 829-834, 2002.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**, Madison: SSSA, 1994. p.1-20. (Special 35).
- DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q.; BOTREL, T. A.; LIBARDI, P. L. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo de Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, p. 92-102, 1990.
- EMBRAPA. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.
- 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, p. 1633-1635, 1979.
- HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. New York: Academic Press, 1982. 364 p.
- RAWLS, W. J.; GISH, T. J.; BRAKENSIEK, D. L. Estimating soil water retention from soil physical properties and characteristics. **Advanced Soil Science**, New York, v. 16, p. 213-234, 1991.
- SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary, 2002. 200p.
- VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 3, p. 892-898, 1980.