



Retenção e perda de água por evaporação de um Latossolo Vermelho sob diferentes níveis de compactação

Vanderlei Rodrigues da Silva⁽¹⁾; Cícero Ortigara⁽²⁾; Henrique Debiassi⁽³⁾; Moacir Tuzzin de Moraes⁽⁴⁾; Felipe Bonini da Luz⁽²⁾; Julio Cezar Franchini⁽³⁾

⁽¹⁾Professor Adjunto; Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen; Linha 7 de Setembro, S/N, Frederico Westphalen-Rio Grande do Sul, 98400-000; vanderlei@ufsm.br; ⁽²⁾Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen; ⁽³⁾Pesquisador A; Embrapa Soja; Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO– A distribuição do tamanho de poros no perfil do solo é influenciada pela compactação do solo, alterando a continuidade dos poros, e consequentemente reduzindo o fluxo de água no solo. A hipótese deste trabalho é que solos com maior grau de compactação tenham maior microporosidade e consequentemente, maior retenção e menor perda de água por evaporação. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o volume de água armazenada no solo em diferentes níveis de compactação. O trabalho foi conduzido em Londrina/PR, sobre um Latossolo Vermelho Distroférico cultivado em sistema plantio direto (SPD) desde 1996. Os tratamentos foram: SPD escarificado (SPDE); SPD sem escarificação e sem compactação adicional (SPDNC); e SPD com compactação adicional pelo tráfego de colhedora autopropelida de grãos, em quatro diferentes intensidades, representados por: 4 passadas (SPDC4); 8 passadas (SPDC8); 10 passadas (SPDC10) e 20 passadas (SPDC20). O grau de compactação do solo influencia no processo de perda de água do solo. Na ausência de plantas, a maior perda de água ocorre em níveis intermediários de compactação. Maior grau de compactação do solo resulta em maior retenção de água na camada de 0-0,20 m.

Palavras-chave: Sistema plantio direto; taxa de perda de água diária; capilaridade, continuidade de poros.

INTRODUÇÃO– O sistema plantio direto (SPD) é reconhecido como o principal sistema de manejo do solo no ponto de vista da conservação do solo. A adoção deste sistema de forma errônea, sem controle de tráfego e baixa produção de palhada, pode provocar problemas com compactação excessiva do solo.

A compactação excessiva do solo, além de ser um impedimento ao crescimento radicular das culturas (Camargo & Alleoni, 1997; Cavalieri et al., 2006), ocasiona redução da macroporosidade (Ortigara et al., 2014), aeração, capacidade de infiltração de água (Dias Junior; Pierce, 1996) e acréscimo do escoamento superficial das águas das chuvas.

A distribuição do tamanho de poros no perfil do solo é

influenciada pela compactação do solo, alterando a continuidade dos poros, e consequentemente reduzindo o fluxo de água e gases (Moraes, 2013). A continuidade de poros é de extrema importância para o movimento tridimensional da água no solo e, em conjunto com capilaridade, possibilita fluxos ascendentes de água, de camadas mais profundas para a superfície do solo, onde poderá ser absorvida pelas plantas ou perdida por evaporação.

A dinâmica da água no solo está diretamente relacionada à produção vegetal e deste modo, a caracterização dos fatores que interferem no movimento de água no solo se torna imprescindível (Alves et al., 2012).

A hipótese deste trabalho é que solos com maior grau de compactação tenham maior microporosidade e, consequentemente, maior retenção e menor perda de água por evaporação. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a retenção e perda de água por evaporação em um Latossolo Vermelho muito argiloso em diferentes níveis de compactação.

MATERIAL E MÉTODOS– O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, localizada no município de Londrina/PR (23° 11' S e 51° 11' W). O solo da área experimental, cultivado em SPD desde 1996, foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Santos et al., 2013), com textura muito argilosa (731 g kg⁻¹ de argila, 146 g kg⁻¹ de silte e 123 g kg⁻¹ de areia). Na camada de 0-20 cm, o solo apresentou densidade de partículas de 2,96 Mg m⁻³ e 18,50 g kg⁻¹ de carbono orgânico.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em faixas, com duas repetições. Os tratamentos, alocados em parcelas de 2,5 m de largura e 20 m de comprimento, foram constituídos por seis níveis de compactação do solo: (i) SPD escarificado (SPDE); (ii) SPD sem escarificação e sem compactação adicional (SPDNC); e SPD com compactação adicional pelo tráfego de colhedora autopropelida de grãos, em quatro diferentes intensidades, representadas por: (iii) 4 passadas (SPDC4);



(iv) 8 passadas (SPDC8); (v) 10 passadas (SPDC10) e (vi) 20 passadas (SPDC20). A colhedora apresentava massa total de 10,28 Mg, com distribuição estática de 70% da massa no eixo dianteiro, e pressão de contato do pneu dianteiro com o solo de 230 kPa. A escarificação foi realizada com o solo na consistência friável, por meio de um escarificador de cinco hastes espaçadas 0,35 m, até a profundidade de 0,30 m.

Após a aplicação dos tratamentos, todo o experimento foi irrigado (lâmina de água de 100 mm), com o objetivo de uniformizar e aumentar o conteúdo gravimétrico de água para valores superiores a 0,32 kg kg⁻¹ (capacidade de campo do solo). As avaliações do conteúdo de água do solo foram realizadas conforme Embrapa (1997), em nove épocas (2, 3, 4, 7, 9, 11, 14, 23, e 31 dias após a irrigação), por meio da coleta de duas amostras deformadas de solo nas camadas de 0,06-0,10 m e 0,14-0,18 m.

Para determinação da densidade do solo (Ds), foram coletadas 12 amostras com estrutura preservada por tratamento. Utilizaram-se anéis de aço inox (5 cm de altura e 5 cm de diâmetro), inseridos horizontalmente no centro das camadas de 5,5-10,5 cm e 13,5-18,5 cm, por meio de um macaco hidráulico, evitando assim qualquer forma de impacto das amostras. Em laboratório, a determinação da Ds foi realizada de acordo com Embrapa (1997).

A água armazenada no solo na camada de 0-0,20 m foi obtida, conforme equações 1, 2, 3 e 4.

$$LAA_{(6-10)} = \theta_{(6-10)} * E \quad (1)$$

$$LAA_{(14-18)} = \theta_{(14-18)} * E \quad (2)$$

$$LAA_{(0-20)} = ((\theta_{(6-10)} + \theta_{(14-18)})/2) * E \quad (3)$$

$$AAS_{(0-20)} = LAA_{(0-20)} * 10 \quad (4)$$

Onde: LAA₍₆₋₁₀₎ = lâmina de água armazenada na camada de 0,06-0,10 m de solo (mm); $\theta_{(6-10)}$; conteúdo volumétrico de água no solo na camada de 0,06-0,10 m (m³ m⁻³); E = espessura da camada considerada para o cálculo da lâmina de água (mm); LAA₍₁₄₋₁₈₎ = lâmina de água armazenada na camada de 0,14-0,18 m de solo (mm); $\theta_{(14-18)}$ = conteúdo volumétrico de água no solo na camada de 0,14-0,18 m; LAA₍₀₋₂₀₎ = lâmina de água armazenada na camada de 0,06-0,10 m de solo (mm); AAS₍₀₋₂₀₎ = água armazenada no solo na camada de 0,0-0,20 m (m³ ha⁻¹).

Para o cálculo da perda de água total do solo no período de 30 dias foram utilizadas as equações 5, 6 e 7.

$$PAT_{(0-20)} = AASi_{(0-20)} - AASf_{(0-20)} \quad (5)$$

$$TPADmed = PAT_{(0-20)} / AASi_{(0-20)} \quad (6)$$

$$TPADpond = (\sum (PAD_{(0-20)} / n^{\circ} \text{dias})) / n^{\circ} \text{av.} \quad (7)$$

Onde: PAT₍₀₋₂₀₎ = perda de água total (m³ ha⁻¹); AASi₍₀₋₂₀₎ = água armazenada no solo na camada de 0,0-0,20 m na primeira avaliação (m³ ha⁻¹); AASf₍₀₋₂₀₎ = água armazenada no solo na camada de 0,0-0,20 m na última avaliação após 30 dias (m³ ha⁻¹); TPADmed = taxa de perda de água diária média (m³ ha⁻¹) TPADpond = taxa de

perda de água diária média ponderada (m³ ha⁻¹).

Os parâmetros foram submetidos à análise da variância e em seguida, à análise de regressão, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa SigmaPlot 12,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO- A partir da **figura 1**, é possível verificar a perda de água do solo por evaporação ao longo do tempo para cada sistema de manejo avaliado. Como já previsto, o θ na capacidade de campo, representado pelo valor no dia "0", é maior quando o solo apresenta um maior grau de compactação, sendo este valor equivalente a 0,211 m³ m⁻³ para o tratamento SPDE e 0,319 m³ m⁻³ para o tratamento SPDC20. Os coeficientes de determinação das equações representando a variação de θ em função do tempo foram altamente satisfatórios, sendo iguais ou superiores a 0,95.

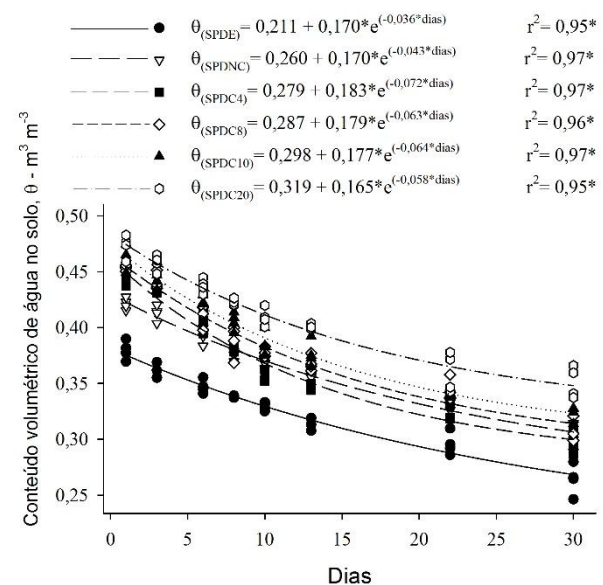


Figura 1: Redução da umidade volumétrica durante o ciclo de secagem do solo. * significativo a 5%.

Pode-se verificar também que a perda de água no solo por evaporação ocorre de forma exponencial negativa. No início do processo, esta perda é mais acentuada, e a partir de certo período de tempo, inicia-se uma redução na evaporação. Esta redução na taxa de perda de água no solo por evaporação pode ser explicada pelo aumento das forças capilares e maior proximidade das moléculas de água com a fração coloidal do solo, o que aumenta a energia com a qual a água é retida pelo solo e faz com que o movimento de água das camadas mais profundas para as camadas superficiais ocorra cada vez de forma mais lenta, fato este decorrente do crescente aumento das forças de adesão.

Na **figura 2**, torna-se evidente a maior taxa de perda de água diária para os tratamentos SPDC4, SPDC8 e SPDC10, tanto quando realizada a média ponderada ou a



média simples. Pode-se atribuir tais resultados às forças de adsorção do solo sobre a água, e à continuidade de poros ocorrentes no solo, sendo que, ambos os fatores são favorecidos pelo aumento do estado de compactação do solo. Enquanto que a maior continuidade de poros promove uma melhor e mais rápida ascensão da água de camadas mais profundas para a superfície favorecendo a evaporação de água. Já o aumento das forças de adsorção (adesão) torna necessário maior quantidade de energia do ambiente para a retirada desta água da superfície do solo (Libardi, 2012).

Assim, níveis intermediários de compactação do solo otimizam a relação entre as forças de adesão (maior força de retenção de água do solo) e a continuidade de poros do solo (ascensão da água de camadas mais baixas para a superfície favorecendo a evaporação do solo), resultando em maiores perdas de água por evaporação. Libardi, (2012) explica que quanto maior a distância entre a molécula de água e a superfície do solo, menor será a atuação das forças de atração destas sobre a água, fazendo com que solos mais compactados tenham uma maior capacidade de retenção de água. Em outras palavras, no SPDE e SPDNC a perda de água é menor do que no SPDC4, SPDC8 e SPDC 10 provavelmente em razão dos menores fluxos ascendentes de água ocasionados por diferenças na distribuição de poros por tamanho verticalmente dentro da camada avaliada. No caso do SPDC20, o fator que explica a menor taxa de perda de água por evaporação é a maior força de retenção de água no solo, devido ao menor tamanho dos poros.

Observando a média ponderada de perda de água do solo, verifica-se que o SPDE apresenta uma maior TPAD (6,51 m³ ha⁻¹ dia⁻¹) em relação ao SPDNC (5,64 m³ ha⁻¹ dia⁻¹).

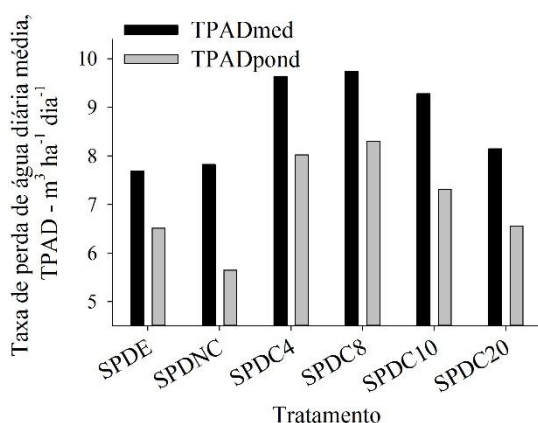


Figura 2: Taxa de perda de água diária para a camada de 0-0,20 m. Onde: TPADmed taxa de perda de água diária; e TPADpond taxa de perda de água diária ponderada

A explicação da TPADmed apresentar pouca diferença entre os tratamentos SPDE (7,69 m³ ha⁻¹ dia⁻¹) e

SPDNC (7,82 m³ ha⁻¹ dia⁻¹) e a TPADpond (SPDE 6,51 m³ ha⁻¹ dia⁻¹ e SPDNC 5,65 m³ ha⁻¹ dia⁻¹) apresentar maior diferença, está no fato do SPDE apresentar maior perda de água inicial quando comparado ao SPDNC. Por outro lado, a maior perda inicial de água no SPDE pode ser associada a maior macroporosidade neste tratamento, o que implica em menor energia de retenção. Adicionalmente, é possível que devido à uma baixa continuidade de poros no SPDE, a água tenha lenta ascensão de camadas inferiores para camadas superiores, fazendo com o θ diminua rapidamente no início do ciclo de secamento.

CONCLUSÕES– O grau de compactação do solo influencia no processo de perda de água por evaporação, sendo esta maior em sistemas com nível intermediário de compactação do solo.

Solos com maior grau de compactação apresentam uma maior retenção de água na camada de 0-0,20 m.

AGRADECIMENTOS– À Embrapa Soja pela oportunidade de desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. M.; NETTO, A. M.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J.R.S.; SOUZA, E. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CABRAL, J. J. S. P.; GONDIM, M. V. S. Simulação da dinâmica da água em solo cultivado com feijão caupi no Brejo Paraibano. *Re. Bras. Re. Hídricos*, v.17, n.3, p.175-186, 2012.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, S. Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas. 1ª Ed. Piracicaba-SP, Degaspari, 1997. 132p.
- CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 137-147, 2006.
- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v. 20, p. 175-182, 1996.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro. 1997. 212 p.
- LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. 2ªed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 341p.
- MORAES, M.T. Qualidade física do solo sob diferentes tempos de adoção e de escarificação do sistema plantio direto e sua relação com a rotação de culturas. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2013. 205p. (Dissertação de Mestrado).
- ORTIGARA, C.; KOPPE, E.; LUZ, F. B.; BERTOLLO, A. M.; KAISER, D. R.; SILVA, V.R. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v.38, p.619-626, 2014.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. (ed.). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.