



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Edner Betioli Junior¹, Wagner Henrique Moreira¹, Marco Aurélio Teixeira Costa², Hélio Henrique Soares Franco³, Cássio Antônio Tormena⁴

RESUMO: A compactação do solo é apontada como um dos principais entraves no sistema plantio direto (SPD). O intervalo hídrico ótimo (IHO) é um moderno indicador da compactação do solo por considerar os limites de potencial da água no solo, a aeração e a resistência do solo à penetração (RP) limitantes ao desenvolvimento das plantas. O objetivo deste estudo foi determinar o IHO e a densidade relativa (DR) em um Latossolo Vermelho distroférico cultivado em SPD por 30 anos com rotação de culturas. O experimento foi conduzido no município de Maringá, PR. Foram obtidas 36 amostras indeformadas na camada de 0 - 10 cm, as quais foram utilizadas para determinar a curva de retenção de água no solo, a curva de resistência do solo à penetração e a densidade do solo (Ds). As amostras foram coletadas na linha, entrelinha e posição intermediária a linha e entrelinha de cultivo. A DR foi obtida pela razão entre a Ds e a densidade máxima obtida no ensaio de Proctor. Também foi calculada a densidade do solo crítica (Dsc), ou Ds em que o IHO=0. Os resultados indicam que a RP foi a variável que mais contribuiu para a redução do IHO com o aumento da Ds. O valor de Dsc foi de 1,31 Mg m⁻³, equivalente a DR de 86%. Cerca de 6% das amostras apresentaram Ds acima da Dsc, indicando boa qualidade física do solo da área cultivada em sistema plantio direto.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade do solo, ensaio de proctor, qualidade física do solo.

1 INTRODUÇÃO

A utilização do sistema plantio direto (SPD) por longo prazo tem levantado questionamentos sobre os possíveis impactos negativos da compactação causada pelo tráfego de máquinas e ação de implementos (Blanco-Canqui et al., 2009). Em geral, solos sob SPD têm apresentado maior compactação nas camadas próximas à superfície em relação aos solos sob manejo convencional. Contudo, as produtividades das culturas sob SPD são geralmente maiores ou equivalente às aquelas sob manejo convencional, principalmente em regiões tropicais e subtropicais onde a temperatura do solo não é um fator limitante.

A densidade relativa (DR) é um indicador que tem sido utilizado para quantificar os impactos do uso e manejo na qualidade física do solo (Suzuki et al., 2007). A DR é

¹ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Avenida Colombo, 5790. CEP 87020-900 Maringá (PR). e-mail: betioli.jr@gmail.com; wh.moreira@hotmail.com

² Doutorando do programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM. e-mail: marcoatcosta@hotmail.com

³ Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM. e-mail: helios_henricos@hotmail.com

⁴ Professor associado do Departamento de Agronomia, UEM. Bolsista do CNPq. e-mail: catormena@uem.br

resultado da razão entre a densidade do solo (D_s) obtida no campo e a densidade máxima do solo (D_{max}) resultante de um teste de compactação, como o ensaio normal de Proctor, utilizado como referência (Vieira & Klein., 2007). Segundo Hakansson (1990) a DR elimina as influências da composição granulométrica, da mineralogia e da matéria orgânica do solo, facilitando a sua utilização no estudo e comparação de sistemas de uso e manejo de diferentes solos.

Já o IHO é um moderno indicador da qualidade física dos solos que integra numa só medida os efeitos do potencial da água no solo, da resistência mecânica à penetração das raízes e da porosidade do solo com ar não impeditiva à difusão de oxigênio às raízes (Tormena et al., 2007).

No Brasil, poucos são os estudos que avaliam a qualidade física dos solos sob SPD após longo tempo de implantação (mais de 20 anos). O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob SPD após 30 anos de sua implantação, determinando o IHO em função da DR.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido num Latossolo Vermelho distroférico no município de Maringá, PR. A área selecionada é conduzida em sistema plantio direto (SPD) desde 1980 com rotação de culturas envolvendo as culturas de milho, aveia, soja, trigo e milho de segunda safra.

Foram coletados 50 kg de solo com estrutura deformada para determinação da densidade máxima do solo (D_{max}), através do ensaio de Proctor conforme Nogueira (1998). Esse ensaio consiste em compactar o solo peneirado em malha de 4,76 mm em três camadas num cilindro de 1.000 cm³, utilizando um soquete com massa de 2,5 kg, em 25 golpes por camada, numa altura de queda de 30 cm. Os resultados da curva de compactação, ou seja, densidade do solo em função do teor de água, foram ajustados utilizando uma equação polinomial de segundo grau minimizando a soma dos quadrados dos desvios. O teor de água ou umidade crítica para compactação (U_c) foi obtido por meio da primeira derivada da equação polinomial de segundo grau ajustada aos dados. A D_{max} foi obtida pela substituição do valor de U_c na equação. A densidade relativa (DR), por sua vez foi obtida pela razão entre a densidade do solo (D_s), determinada em amostras indeformadas, e a D_{max} .

As amostras indeformadas foram coletadas na camada de 0 – 10 cm e utilizadas para determinar além da D_s , a curva de retenção de água no solo (CRA) e a curva de resistência do solo à penetração (CRS). Para obter maior variabilidade dos dados de densidade as amostras de solo foram coletadas na linha, entrelinha e posição intermediária a linha e entrelinha de cultivo.

A determinação da CRA utilizando as amostras indeformadas foi feita conforme o procedimento descrito por Tormena et al. (1998). As amostras foram divididas em 9 grupos de 4 amostras, que foram submetidos aos potenciais de: -0,002, -0,004, -0,006, -0,008, -0,01, -0,03, -0,1, -0,4 e -1,5 MPa. A resistência do solo à penetração (RP) foi determinada em cada amostra após o equilíbrio hidráulico no seu respectivo potencial. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a $\pm 105^\circ\text{C}$, por 24 h, para determinação da massa de sólidos e da massa de água no solo. A D_s foi determinada pela razão entre a massa de sólidos e o volume do cilindro. O teor de água em base de volume (θ) foi obtido pelo produto do teor de água em base massa e a D_s .

A descrição matemática da CRS e da CRA faz-se necessária para a determinação do IHO. A CRA, expressa pela relação entre o conteúdo da água (θ) e o potencial da água no solo (Ψ) foi descrita matematicamente por meio de uma função não linear, incorporando a variação da densidade do solo entre as amostras, segundo Leão et al. (2005), conforme a equação 1:

$$\theta = (a + b Ds) \Psi^c \quad (1)$$

em que θ : teor de água do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); Ds : densidade do solo (Mg m^{-3}); Ψ : potencial da água no solo (MPa); a , b e c são os coeficientes obtidos no ajuste do modelo aos dados de θ em função do Ψ .

A relação funcional entre a resistência do solo à penetração, teor de água e densidade do solo, estabelece a CRS, a qual tem sido adequadamente modelada utilizando uma função não linear proposta por Busscher (1990), descrita na equação 2:

$$RP = d \theta^e Ds^f \quad (2)$$

em que a RP : resistência do solo à penetração (MPa); θ : teor de água do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); Ds : densidade do solo (Mg m^{-3}); d , e e f são os coeficientes obtidos no ajuste do modelo aos dados.

O IHO foi determinado adotando os procedimentos descritos em Silva et al. (1994). A densidade do solo crítica foi calculada e corresponde ao valor de Ds em que o IHO = 0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de compactação é mostrada na Figura 1. O ajuste dos dados ao modelo quadrático resultou em um coeficiente de determinação de 0,96, indicando que 96% da variabilidade de Ds foi explicada pela variação do teor de água do solo. A Densidade máxima (D_{max}) encontrada foi de $1,52 \text{ Mg m}^{-3}$.

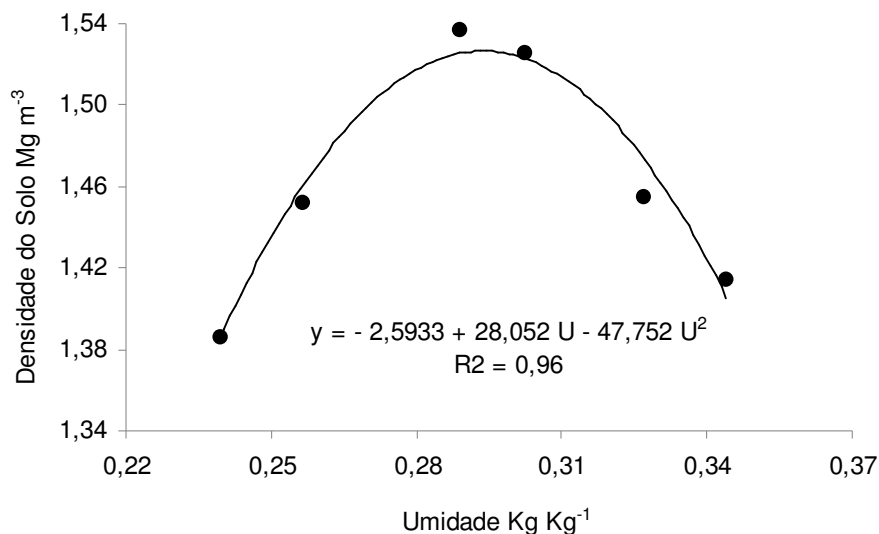


Figura 1. Densidade do solo (Ds) em função do teor de água (U) determinada por meio do teste de Proctor para três repetições do método.

As funções da CRA e CRS descritas na Tabela 1 foram utilizadas para estimar os teores de \square na capacidade de campo (\square_{cc}), no ponto de murcha permanente (\square_{pmp}) e na resistência crítica do solo à penetração (\square_{rp}), os quais juntamente com \square em que a porosidade com ar é de 10% (\square_{pa}) são apresentados na Figura 2.

Tabela 1. Equações da curva de retenção de água no solo e resistência do solo à penetração.

Função	Equação	F	P
CRA	$\theta = (0,1721 + 0,4171 D_s) \Psi^{(-0,098)}$	3645,25	<0,0001
CRS	$RP = 0,00147 \theta^{-4,9888} D_s^{12,7773}$	131,67	<0,0001

RP = resistência à penetração (MPa); Ds = densidade do solo (Mg m^{-3}) e θ = conteúdo de água ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$).

Os resultados de densidade relativa (DR) foram plotados num eixo adicional na Figura 2 que caracteriza o IHO. O uso da DR permite a extrapolação dos valores do IHO deste solo para outros com diferentes características granulométricas e sistemas de manejo. Os resultados indicam que o limite superior do IHO foi determinado pelo conteúdo de água na capacidade de campo até a Ds de $1,28 \text{ Mg m}^{-3}$ ou 84% em DR. O limite inferior do IHO foi determinado pelo conteúdo de água no ponto de murcha permanente até a Ds de $1,04 \text{ Mg m}^{-3}$, que equivale a 68% da DR; a partir deste valor de Ds, a resistência do solo à penetração foi a variável que mais contribuiu para a redução do IHO com o aumento da Ds. O valor de densidade do solo crítica (Dsc), ou seja, a Ds na qual há interseção do conteúdo de água dos limites inferior e superior, foi de $1,30 \text{ Mg m}^{-3}$, equivalente a DR de 85%. Cerca de 6% das amostras apresentaram Ds acima da Dsc, indicando adequada qualidade física do solo em sistema plantio direto.

A DR de 85%, correspondente a Dsc encontrada nesse trabalho, não condiz com os valores de DR considerados ideais para a produtividade ótima das culturas, que variam entre 86 – 91% (Hakansson 1990; Lipiec et al., 1991; Suzuki et al., 2007). O resultado encontrado neste trabalho sugere que os valores de DR apontados como ótimos pela literatura correspondem a valores que já superaram o limite no qual o IHO é nulo.

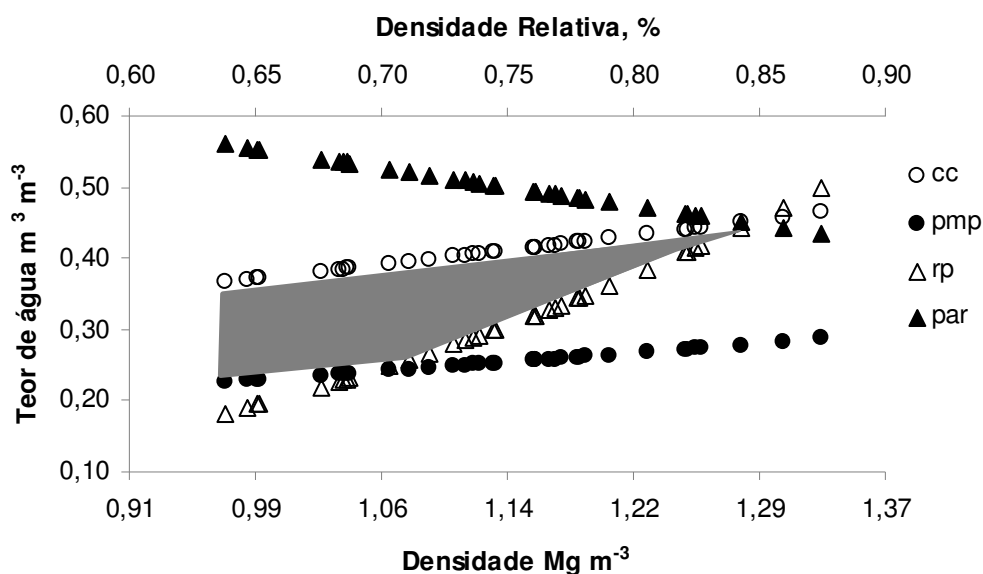


Figura 2. Variação dos teores de água do solo na capacidade de campo (\square cc), ponto de murcha permanente (\blacksquare pmp), porosidade com ar de 10% (\square par) e resistência do solo à penetração (\square rp) de 2,0 MPa em função da densidade do solo. A área hachurada corresponde ao intervalo hidrico ótimo do solo.

4 CONCLUSÃO

O intervalo hídrico ótimo e a densidade relativa permitem afirmar que o sistema de plantio direto conduzido na área estudada foi eficiente em proporcionar qualidade física do solo satisfatória.

REFERÊNCIAS

- BLANCO-CANQUI, H.; STONE, L.R.; SCHLEGEL, A.J.; LYON, D.J.; VIGIL, M.F.; MIKHA, M.M.; STAHLMAN, P.W. & RICE, C. No-till induced increase in organic carbon reduces maximum bulk density of soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v. 73, p. 1871-1879. 2009.
- BUSSCHER, W.J. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to common water content. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 3, p. 519-524, 1990.
- HAKANSSON, I. A method for characterizing the state of compactness of the plough layer. **Soil Till. Res.**, v. 16, p. 105-120. 1990.
- LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; PERFECT, E. & TORMENA, C.A. An algorithm for calculating the least limiting water range of soil using SAS. **Agron. J.**, v. 97, p. 1210-1215, 2005.
- LIPIEC, J.; HAKANSSON, I.; TARKIEWICZ, S. & KOSSOWSKI, J. Soil physical properties and growth of spring barley as related to the degree of compactness of two soils. **Soil Till. Res.**, v. 19, p. 307-317, 1991.
- SILVA, A.P.; KAY, B.D. & PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 58, p. 1775-1781, 1994.
- SUZUKI, L. E. A. S.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J; & LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 42, p. 1159-1167, 2007.
- TORMENA, C.A.; ARAÚJO, M.A.; FIDALSKI, J. & COSTA, J.M. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico em sistemas de plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 211-219, 2007.
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. & LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 573-581, 1998.
- VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 1271-1280, 2007.