

Indicadores de qualidade física do solo em sistemas de preparo e manejo em Latossolo Vermelho

Micael S. Mallmann⁽¹⁾; Valéria Ortaça Portela⁽¹⁾; Élcio B. Bonfada⁽¹⁾. Douglas Rodrigo Kaiser⁽²⁾

⁽¹⁾ Acadêmicos do Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)- Cerro Largo, Rio Grande do Sul; micaelstolben@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Doutor em Ciência do solo (UFFS);

RESUMO: A qualidade física do solo é importante para a sustentabilidade e produtividade agrícola. Para isso, o manejo adequado do solo faz-se necessário. O objetivo do trabalho foi avaliar e discutir os efeitos de sistemas de preparo e manejo do solo na densidade (DS), porosidade total (PT), macroporosidade (MAC) e microporosidade (MIC) e condutividade hidráulica do solo saturado (CHS). Os sistemas avaliados foram: Plantio Direto (PD); Plantio Direto Compactado (PDC); e Plantio Direto Escarificado (ESC). Foram coletadas amostras em quatro profundidades, sendo elas: 0,0-0,1m; 0,1-0,2m; 0,2-0,3m; 0,3-0,4m. O manejo ESC apresentou valores menores de DS e MIC, apresentando, porém maiores valores para MAC e CHS. O manejo PD apresentou valores intermediários a ESC e PDC, que apresentou os maiores valores para DS e MIC e menores valores de MAC, PT e CHS em algumas camadas do solo. Portanto, a escarificação se mostrou eficiente em melhorar o ambiente físico do solo para o crescimento das plantas.

Termos de indexação: qualidade física do solo, manejo do solo, escarificação.

INTRODUÇÃO

A qualidade física de solos é importante para a sustentabilidade e produção, já que as propriedades físicas estão envolvidas no suporte ao crescimento radicular, armazenamento e suprimento de água e nutrientes para as plantas, trocas gasosas e atividade biológica.

Um determinado solo pode ser considerado quimicamente adequado para o cultivo de plantas e produzir abaixo da expectativa esperada em razão das limitações físicas que comprometam o desenvolvimento de raízes, a absorção de água e de nutrientes (Reichert et al., 2007).

No manejo plantio direto (PD) o solo é revolvido somente na linha de semeadura, utilizando equipamentos adequados para tal processo. A manutenção da palha na superfície do solo e a utilização de rotação de culturas somam-se ao mínimo revolvimento do solo e constituem-se nas premissas básicas deste sistema. Se estas prerrogativas não são atendidas, o desenvolvimento

da lavoura pode ser comprometido em algum momento, pois são essenciais à longevidade do sistema (Aratani, 2008).

As modificações provocadas pelo revolvimento na estrutura, distribuição do tamanho dos poros e teor de carbono orgânico, alteram as forças de retenção de água no solo e sua disponibilidade, os quais são fatores determinantes para o desenvolvimento de plantas (Silva et al., 2005).

A compactação é um dos principais processos de degradação dos solos agrícolas e se expressa pelo aumento da densidade do solo e pela redução do seu espaço poroso em resposta a um histórico de cargas ou pressões exercidas na sua superfície (Baver et al., 1972), especialmente em elevada umidade (Silva et al., 2002).

A escarificação mecânica tem sido sugerida para aliviar a compactação do solo em áreas com sistema plantio direto (Camara & Klein, 2005), pois reduz a densidade do solo e melhora a condutividade hidráulica e a taxa de infiltração de água.

O objetivo do trabalho foi avaliar e discutir os efeitos de sistemas de preparo e manejo do solo na densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado em área mantida em plantio direto por longo prazo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para atender os objetivos propostos, implantou-se um experimento na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, RS. O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo, classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico (Embrapa, 2006) cultivado sob plantio direto há 20 anos.

No inverno de 2012 foi implantada a cultura da aveia preta na área, para cobertura. No verão de 2012 foram aplicados os tratamentos na área, visando atingir diferentes condições físicas no solo, através de condições de preparo e compactação, que são comuns nas lavouras da região noroeste do RS. Os tratamentos implantados foram: Plantio Direto (PD), Plantio Direto Compactado (PDC) e Plantio direto Escarificado (ESC). Para o tratamento Plantio Direto as parcelas foram mantidas sob

condições iniciais da área, que já estava sendo utilizada com plantio direto a pelo menos 20 anos. No tratamento Plantio Direto Compactado, as parcelas foram compactadas utilizando um trator marca New Holland 75 TL com concha frontal, e para o tratamento Escarificado as parcelas foram escarificadas com auxílio de um escarificador de 5 hastes. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Na área, foi implantada a cultura do milho, em 11 de Janeiro de 2013.

Para avaliar o efeito do preparo e do manejo do solo sobre a densidade, a macroporosidade, a microporosidade, a porosidade total e a condutividade hidráulica do solo saturado, amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas nas camadas de 0,0 a 0,1m; 0,1 a 0,2m; 0,2 a 0,3m e 0,3 a 0,4m. Para as coletas utilizou-se anéis metálicos com 4 cm de altura e 5,7 cm de diâmetro.

No laboratório as amostras foram inicialmente preparadas, tirando-se o excesso de solo. Após isso, as amostras foram saturadas por capilaridade, pesadas e colocadas em mesa de tensão de areia, para determinar a macro e microporosidade. Após isso, as amostras foram novamente saturadas para medir o fluxo de água em permeâmetro de carga constante e calcular a condutividade hidráulica do solo saturado. No final, as amostras foram colocadas em estufa a uma temperatura de 105°C até atingirem peso constante, para calcular a densidade do solo e demais parâmetros físicos. Essas determinações cálculos foram feitos seguindo-se a metodologia descrita em Embrapa (2007).

Os dados obtidos, foram submetidos a análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade do solo (**Tabela 1**) indicaram que houve diferença significativa entre os manejos de solo, sendo que no Plantio direto compactado a densidade do solo é superior à densidade dos sistemas de manejo plantio direto e escarificado na camada de 0-0,1m, e nas demais camadas avaliadas a diferença não foi significativa. A densidade no manejo PDC foi superior que os sistemas de manejo PD e ESC em todas as camadas avaliadas, porém apenas diferiu na camada 0,0-0,1m do manejo ESC. A densidade na camada de 0-0,1m foi menor em relação às outras camadas em todos os manejos, assim como Camara e Klein (2005) já haviam encontrado em um solo da mesma classe, devido a maior presença de material orgânico nesta camada. O tráfego excessivo realizado em períodos impróprios para

tráfego pode ser responsável pela compactação do solo. Valores altos de densidade refletem em um menor crescimento radicular das plantas, bem como uma menor porosidade e menor infiltração de água no solo. Segundo Klein (2012), a compactação do solo aproxima as partículas sólidas, diminuindo o espaço poroso, aumentando, conseqüentemente, a densidade do solo.

Tabela 1 – Densidade do solo em diferentes sistemas de manejo.

| Camada (m) | Sistema de manejo | | | Média |
|------------|-------------------|---------|--------|-------|
| | PDC | PD | ESC | |
| 0,0-0,1 | 1,35 A* | 1,26 AB | 1,15 B | 1,25 |
| 0,1-0,2 | 1,43 A | 1,40 A | 1,29 A | 1,37 |
| 0,2-0,3 | 1,42 A | 1,32 A | 1,30 A | 1,35 |
| 0,3-0,4 | 1,37 A | 1,33 A | 1,25 A | 1,32 |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados das determinações de porosidade total (**Tabela 2**) indicam que o manejo do solo ESC apresenta os maiores valores de porosidade em todas as camadas avaliadas, porém apenas diferiu na camada de 0-0,1m de profundidade para o tratamento PDC, demonstrando que a escarificação do solo pode aumentar o número de macroporos nas camadas atingidas pelo escarificador, sendo a camada de 0-0,1m a mais atingida. Nas demais camadas, a porosidade total não diferiu entre os tratamentos, e o manejo PDC apresentou os menores valores de porosidade total. A compactação do solo faz com que ocorra a diminuição do espaço poroso do solo, devido a aproximação das partículas do solo. A porosidade total influencia na penetração das raízes no solo, além de diminuir a infiltração de água e disponibilidade desta para as plantas e diminuir a aeração do solo.

Tabela 2 – Porosidade total do solo em diferentes sistemas de manejo.

| Camada (m) ¹ | Sistema de manejo | | | Média |
|-------------------------|-------------------|---------|--------|-------|
| | ESC | PD | PDC | |
| 0,0-0,1 | 0,58 A* | 0,53 AB | 0,50 B | 0,54 |
| 0,1-0,2 | 0,52 A | 0,48 A | 0,47A | 0,49 |
| 0,2-0,3 | 0,52 A | 0,51 A | 0,48 A | 0,50 |
| 0,3-0,4 | 0,54 A | 0,51 A | 0,49 A | 0,51 |

¹ Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para o resultado de microporosidade (**Tabela 3**), o manejo PDC apresentou os maiores valores, não diferindo dos demais manejos de solo. Isto se deve

a transformação de macroporos em microporos devido à compactação do solo ocorrida no manejo PDC. Em todas as camadas analisadas a microporosidade não diferiu entre os diferentes tratamentos. Os menores valores de porosidade para os tratamentos PDC e PD encontram-se nas profundidades entre 0,1-0,2m, diferente do manejo ESC, onde a microporosidade é menor nos primeiros 10cm.

Tabela 3 – Microporosidade do solo em diferentes sistemas de manejo.

| Camada (m) ¹ | Sistema de manejo | | | Média |
|-------------------------|-------------------|--------|--------|-------|
| | PDC | PD | ESC | |
| 0,0-0,1 | 0,42 A* | 0,41 A | 0,38 A | 0,41 |
| 0,1-0,2 | 0,40 A | 0,39 A | 0,39 A | 0,39 |
| 0,2-0,3 | 0,43 A | 0,42 A | 0,42 A | 0,42 |
| 0,3-0,4 | 0,44 A | 0,43 A | 0,43 A | 0,43 |

¹ Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados de macroporosidade (**Tabela 4**) apontam que no manejo ESC há um maior número de macroporos, devido ao revolvimento do solo. O manejo ESC diferiu do sistema de manejo PDC, porém não diferiu do manejo PD na camada 0-10cm, entretanto, nas demais camadas do solo analisadas a macroporosidade não diferiu estatisticamente. A camada de 0-10cm apresentou os maiores valores de macroporos para os três sistemas de manejo. Isso se deve ao crescimento radicular das plantas, onde nas camadas entre 0-0,2m apresentam um maior número de raízes. Apenas a ESC apresentou um volume de macroporos acima de 0,10 m³m⁻³ em todas as camadas, considerado como valor limitante, onde valores abaixo podem trazer limitações as trocas gasosas e para a aeração do solo. O PD e PDC, apresentam volumes de macroporos que podem trazer limitações a aeração do solo em períodos de precipitações freqüentes, onde o solo se mantém mais úmido.

Tabela 4 – Macroporosidade do solo em diferentes sistemas de manejo.

| Camada (m) ¹ | Sistema de manejo | | | Média |
|-------------------------|-------------------|---------|--------|-------|
| | ESC | PD | PDC | |
| 0,0-0,1 | 0,19 A* | 0,13 AB | 0,07 B | 0,13 |
| 0,1-0,2 | 0,14 A | 0,08 A | 0,07 A | 0,09 |
| 0,2-0,3 | 0,09 A | 0,09 A | 0,06 A | 0,08 |
| 0,3-0,4 | 0,11 A | 0,07 A | 0,06 A | 0,08 |

¹ Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A condutividade hidráulica é uma propriedade do solo que descreve sua capacidade em transmitir água e que depende da geometria dos poros e das propriedades do fluido contido neles (Reichardt, 1990).

Para os resultados de condutividade hidráulica (**Tabela 5**), os diferentes manejos apresentaram valores variáveis, porém não diferiram estatisticamente, exceto nas camadas 0,2-0,3m, a qual o tratamento ESC apresentou os maiores valores, diferindo do tratamento PDC e na camada 0-0,1m, onde o manejo PD apresentou os maiores valores para condutividade, diferindo do manejo ESC, que apresentou os menores valores para condutividade. A presença de bioporos torna a condutividade hidráulica do solo saturado muito variável em relação aos manejos utilizados, sendo que um bioporo pode ser responsável por valores superiores de condutividade hidráulica. Os bioporos correspondem às cavidades ou canais do solo, originadas pela presença de minhocas e cupins e pelo desenvolvimento de raízes no interior do solo (Ribeiro et al., 2007)

Tabela 5 – Condutividade hidráulica do solo saturado em diferentes sistemas de manejo.

| Camada (m) ¹ | Sistema de manejo | | | Média |
|-------------------------|-------------------|---------|---------|-------|
| | PDC | PD | ESC | |
| 0,0-0,1 | 40,0 A* | 216,6 A | 5,7 B | 87,4 |
| 0,1-0,2 | 36,7 A | 78,8 A | 106,8 A | 74,1 |
| 0,2-0,3 | 79,2 A | 7,0 AB | 17,3 B | 34,5 |
| 0,3-0,4 | 10,9 A | 17,0 A | 7,1 A | 11,7 |

¹ Coletas realizadas na área experimental da UFFS campus Cerro Largo no ano de 2013.

CONCLUSÕES

A escarificação mostrou-se eficiente em melhorar os indicadores de qualidade física do solo na camada superficial, tornando o ambiente mais apropriado ao crescimento das plantas.

A densidade e a macroporosidade do solo foram os atributos mais sensíveis as condições de preparo e compactação, sendo os melhores indicadores de qualidade física para o solo estudado.

REFERÊNCIAS

ARATANI, R. G. Qualidade física e química do solo sob diferentes manejos e condições edafoclimáticas no estado de São Paulo. Universidade Estadual Paulista: tese de doutorado. Jaboticabal, São Paulo, 2008.



BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R.
Soil physics. New York: J. Wiley, 1972. 498 p.

CAMARA, R.K. & KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. *Ciência Rural*, v. 35, p.813-819, 2005.

CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:789-796, 2005.

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 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006. 306 p.

KLEIN, V.A. Física do solo. 2ed. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2012. 240p.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

REICHERT, J. M.; SUZUKY, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. Tópicos em ciência do solo, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 5, p. 49-134, 2007.

RIBEIRO, K. D.; MENEZES, S. M.; MESQUITA, M. G. B. F.; SAMPAIO, F. M. T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, 2007.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, R. H. Crescimento radicular de soja em razão da sucessão de cultivos e da compactação do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, p. 855-860, 2002.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n.3, p.544-552, 2005.