

Porosidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho Distroférico típico sob plantio direto.

Tiago Luis Kerber⁽¹⁾; Vilson Antonio Klein⁽²⁾; Claudia Klein⁽³⁾; Gilvan Jaciel Graebin⁽⁴⁾; Rafael Reck⁽¹⁾; Diogenes Maciosk⁽¹⁾.

(1) Acadêmico de Agronomia FAMV/UPF, Bolsistas de Iniciação Científica. (2) Eng. Agr. Dr. Professor da UPF, bolsista CNPq, vaklein@upf.br (3) Eng. Agr. Doutoranda PPGAgro/UPF Bolsista Capes/Fapergs/UPF, claudiaklein@smo.com.br; (4) Eng. Agr. Mestrando do PPGAgro/UPF, gilvangraebin@gmail.com.

RESUMO: O estudo das transformações que ocorrem no solo, resultantes do uso e manejo, é muito importante na escolha do sistema mais adequado para que se recupere a potencialidade do solo. Com o objetivo de avaliar o efeito dos diferentes manejos, na qualidade do solo, foram analisadas características físicas em área de mata nativa e diferentes áreas de lavouras. As amostras de solo foram coletadas no município de Independência - RS, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm. A área de lavoura se encontrava sob o sistema de plantio direto a mais de 17 anos sob intenso cultivo de culturas anuais sob irrigação com pivô central. Os resultados demonstraram que mesmo no plantio direto ocorrem alterações significativas e negativas em relação a condição natural, principalmente em relação ao aumento do volume de criptoporos e redução do volume de microporos o que acarretou redução significativa da lâmina de água disponível às plantas.

Termos de indexação: Estrutura do solo, Compactação, plantio direto.

INTRODUÇÃO

A análise das propriedades físico-hídricas de solos agrícolas é um importante indicador da sustentabilidade dos diferentes tipos de uso das terras. A porosidade do solo e a avaliação da distribuição do diâmetro dos poros do solo (volume de macro, micro e criptoporos) são importantes indicadores para a avaliação da qualidade da estrutura do solo.

Para as propriedades físicas, Tormena et. al (1998) destacam o efeito do manejo sobre os espaços porosos do solo, prejudicando o fornecimento de água e oxigênio, limitando o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente das plantas.

O plantio direto é um sistema de produção agrícola em que a semeadura das culturas é realizada sem o preparo do solo, mantendo os restos culturais dos cultivos anteriores na superfície. Como não há revolvimento do solo, pode ocorrer à formação de camadas compactadas por pressão exercida, pelas máquinas ou por animais em áreas de integração lavoura pecuária, constatando – se

aumento da densidade do solo (Silva & Mielniczuk, 1997).

A importância da adoção de sistemas que envolvam menor mobilização do solo tais como: cultivo mínimo e semeadura direta, associados à rotação de culturas e à utilização de plantas de cobertura de inverno, na melhoria dos atributos físicos do solo são ressaltadas por vários pesquisadores. Albuquerque et al. (1995) afirmam que são necessários de três a quatro anos sob condições de manejo conservacionista para o solo desenvolver uma porosidade mais favorável ao crescimento de raízes.

A distribuição do diâmetro dos poros no solo tem um papel preponderante na determinação da qualidade física do solo. Inúmeras classificações do diâmetro de poros são citadas na literatura, das quais uma forma mais simplificada separa os poros em duas classes: macroporos, com diâmetro > 0,06 mm, e microporos, < 0,06 mm, como a proposta por Kiehl (1979).

Em razão da grande controvérsia acerca dessa classificação, Klein & Libardi (2002) propuseram uma classificação dividindo os poros em três classes: macroporos, microporos e criptoporos. **(Tabela 1).**

Tabela 1 – Classificação do diâmetro dos poros do solo.

MACROPOROS	MICROPOROS	CRÍPTOPOROS
$\Phi > 0,05$ mm	$\Phi 0,05 - 0,0002$ mm	$\Phi < 0,0002$ mm
Poros de aeração	Água disponível	Água indisponível
CC		PMP
Capacidade de campo		Ponto de murcha permanente

Esta nova classificação auxilia no melhor entendimento da efetiva distribuição do diâmetro dos poros e das suas funções.

Este estudo tem o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes sistemas de uso do solo na macro, micro, criptoporosidade e porosidade total do solo. Em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em uma propriedade rural no município de Independência – RS, 27° 50' S, 54° 11' O e 372 metros de altitude. A área é

cultivada por aproximadamente 50 anos e a 17 anos com o sistema plantio direto, no verão é cultivado milho, soja, girassol e no inverno culturas alternativas como painço, alpeste, trigo, linho.

Foram coletadas amostras com estrutura preservada, em diferentes manejos culturais, duas áreas na presença de resteva de milho (T1 e T2), outra com a cultura da soja (T3), uma testemunha na mata nativa, (T4) (**Tabela 2**) com o auxílio de um amostrador do tipo "Uhland", utilizando cilindros de aço inoxidável com 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, nas camadas de 0 a 25 cm, a cada cinco centímetros, com três repetições totalizando 60 amostras.

Tabela 2- Diferentes manejos culturais. Independência-RS, 2013.

Tratamento	Manejo cultural
T1	Milho na área 1
T2	Milho na área 2
T3	Soja
T4	Mata nativa

Para a avaliação da porosidade total, macro, micro e criptoporosidade, destes solos foram utilizados funis de Haines, que são dispositivos de vidro com uma placa porosa que permite a aplicação de uma tensão sem que ocorra o rompimento dos meniscos formados nos poros da placa porosa.

Os funis de placa porosa foram utilizados para retirar água da amostra de solo em baixas tensões, não superior a 15 kPa. Utilizando a tensão de 6 kPa para a determinação de capacidade de campo.

Para a determinação da densidade do solo, as amostras com estrutura preservada, foram levadas à estufa e obtida a massa de solo seco e com a relação com o volume do anel foi calculada a densidade (EMBRAPA, 1997).

A porosidade total foi determinada pela equação proposta por, (Embrapa, 1997). A classificação dos poros: macroporos, microporos e criptoporos foi feita aplicando tensões crescentes em funis de placa porosa. Os macroporos foram determinados na tensão de 6 kPa (Embrapa, 1997), os criptoporos a partir de 1500 kPa (Klein, 1998), foram estimados pela equação de Klein et al. (2010) considerando o teor de argila do solo, e os microporos foram obtidos pela diferença entre as tensões de 6 e 1500 kPa.

O arranjo experimental assumido foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, alocando na parcela principal as profundidades e nas subparcelas os diferentes tipos de manejos culturais. Os dados foram submetidos à análise da variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compactação do solo acarreta um decréscimo na porosidade total, refletindo principalmente na redução do volume de macro e microporos e aumento do volume de criptoporos.

Em relação à porosidade total (pt) do solo em várias camadas dos solos sob cultivo a mesma é menor do que $0,60 \text{ m}^3/\text{m}^3$ de solo, indicando um aumento de sólidos do solo no mesmo volume de solo e uma diminuição do espaço poroso.

A porosidade total ideal \pm de $0,50 \text{ m}^3/\text{m}^3$, somente as camadas 5 – 10 cm no T1 e T2, e na camada de 10 – 15 para o T3 apresentaram valores de porosidade total abaixo de 0,50, porém muito próximos ao ideal. Na média para as profundidades de 15 - 20 e 20 - 25 cm apresentaram maior porosidade total, porém não diferindo estatisticamente das demais camadas. E nos manejos a maior porosidade total foi no T4 não diferindo das demais (**Tabela 3**).

No entanto a porosidade total por si só não é um parâmetro muito robusto como indicador da qualidade física do solo. Já a distribuição do diâmetro dos poros que compõe esta porosidade é de grande relevância e presta informações importantes em relação à qualidade física do solo.

Neste contexto os macroporos são aqueles responsáveis pelas trocas gasosas no solo e pelo fluxo preferencial de água, afetando principalmente a infiltração. Comumente é aceito que o solo deveria ter pelo menos $0,10 \text{ m}^3$ de macroporos por m^3 de solo. Na média dos manejos todas as áreas têm valores maiores do que $0,10 \text{ m}^3/\text{m}^3$, indicando não haver problemas de deficiência de aeração e tampouco limitação ao fluxo de água. É claro que este valor é um indicativo, mas de qualquer forma no solo com soja (**Tabela 3**) tem valores de 0,09 a 0,14 enquanto que nas no T1 a camada 0 - 5 cm tem alguma limitação, e para o T2 a camada 5 - 10 cm.

A redução da macroporosidade nas áreas cultivadas por vários anos, provavelmente, está relacionada com o tipo de manejo adotado Matias et al.(2009).

O volume de microporos foi maior na mata nativa, e a maior concentração dos poros responsáveis pela retenção da água disponível para todos os manejos foi na camada de 0-5 cm. Nas demais camadas os microporos foram menores (**Tabela 3**).

O volume de microporos é importante, pois são nestes poros que está armazenada a água disponível para as plantas (entre capacidade de campo e ponto de murcha permanente). Com este volume e a espessura da camada é possível calcular a lâmina da água armazenada e disponível para as plantas, valores que são apresentados na (**Tabela 4**).

No T2 há uma maior restrição de armazenamento e disponibilidade de água as plantas, foi observado especialmente nas profundidades de 5 a 15 cm, no T3 de 10 a 20 cm, no T1 depois dos 5 cm já foi observada considerável diminuição no volume destes poros, assim como no T4. **(Tabela 3)** Essa é uma informação pertinente já que a concentração de raízes das culturas ocorre especialmente nestas camadas e a “falta” de água poderia limitar o aprofundamento radicular, porém salienta-se que mais investigações físicas devem ser realizadas.

Para os criptoporos o manejo de solo aumenta a quantidade de água indisponível às plantas. A mata tem menor quantidade destes poros, porém não diferenciando estatisticamente da área de soja **(Tabela 3)**.

Embora a definição de que somente a água disponível é aquela retida nos microporos, isto não é bem verdade, porque também a água dos macroporos poderá ser absorvida. No entanto pelo visto quando o solo estiver acima da capacidade de campo os problemas com deficiência de aeração poderão se agravar.

Comparando os resultados da **(Tabela 4)** é possível constatar a maior lâmina de água disponível no solo de mata em relação principalmente aquelas áreas com milho, demonstrando que na área de mata nativa há um maior volume de água disponível as plantas em relação as áreas agricultáveis.

Também importante destacar a importância do aprofundamento do sistema radicular das plantas, proporcionando plenas condições ao crescimento do mesmo, sem impedimentos físicos, químicos ou biológicos.

CONCLUSÕES

A porosidade total da mata nativa foi maior significativamente, somente do que a PT do T4.

Independentemente do manejo ou profundidade do solo, o volume de macroporos encontrou - se na faixa ideal.

O manejo alterou o volume de microporos do solo e aumentou o volume de poros de água indisponível para as plantas.

A maior lâmina de água observada foi na área de mata nativa, seguida pela área de soja e depois as de milho, demonstrando que o manejo diminuiu a água disponível as plantas.

AGRADECIMENTOS

A Fapergs, FUPF, CNPq e Capes pela concessão das bolsas de Iniciação Científica e ao CNPq pela bolsa produtividade.

A UPF pelo apoio financeiro para participação neste evento.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:115-119, 1995.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

KIEHL, E. J. *Manual de edafologia: relações solo-planta*. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas-mecânicas de um Latossolo roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo. Piracicaba, 1998. 150 p. Tese (doutorado), USP – ESALQ, 1998.

KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.7, p.1550-1556, 2010.

KLEIN, V. A. & LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e 98 manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, n.4, p.857-867, 2002.

MATIAS, S. S. R.; BORBA, J. A.; TICELLI, M. et al.. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetidos a diferentes usos. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n.3, p. 3331-3338, 2009.

SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 21: 113-117, 1997.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:573-581, 1998.

Tabela 3 - Porosidade total, macroporos, microporos e criptoporos em função do manejo e das camadas de solo amostrada. FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2013.

Camada (cm)	T 1	T 2	T3	T4	Médias
	m ³ m ⁻³				
Porosidade total					
0 - 5	0,51	0,52	0,55	0,53	0,52 AB
5 - 10	0,48	0,48	0,50	0,56	0,50 B
10 - 15	0,52	0,51	0,48	0,58	0,52 AB
15 - 20	0,54	0,51	0,52	0,60	0,54 A
20 - 25	0,54	0,52	0,52	0,59	0,54 A
Médias	0,51 ab	0,50 b	0,51 ab	0,57 a	
C.V. (%)	Manejo: 9,53		Profundidade: 5,04		
Macroporos					
0 - 5	0,09	0,13	0,14	0,12	0,12 A
5 - 10	0,10	0,08	0,09	0,15	0,11 A
10 - 15	0,13	0,12	0,09	0,17	0,13 A
15 - 20	0,16	0,12	0,12	0,18	0,15 A
20 - 25	0,15	0,10	0,09	0,16	0,13 A
Média	0,12 a	0,11 a	0,10 a	0,15 a	
C.V. (%)	Manejo: 62,33		Profundidade: 33,87		
Microporos					
0 - 5	B 0,15 a	B 0,14 a	A 0,17 a	A 0,18 a	0,16
5 - 10	C 0,09 b	C 0,09 c	B 0,13 bc	A 0,16 b	0,11
10 - 15	C 0,08 b	BC 0,09 c	B 0,11 cd	A 0,15 b	0,11
15 - 20	B 0,09 b	B 0,10 bc	B 0,09 d	A 0,16 ab	0,11
20 - 25	C 0,10 B	BC 0,12 ab	AB 0,14 b	A 0,17 ab	0,13
Médias	0,10	0,11	0,13	0,16	
C.V. (%)	Manejo: 14,16		Profundidade: 8,32		
Criptoporos					
0 - 5	0,26	0,25	0,23	0,22	0,24 B
5 - 10	0,29	0,32	0,28	0,25	0,29 A
10 - 15	0,30	0,30	0,28	0,25	0,28 A
15 - 20	0,29	0,29	0,31	0,23	0,28 A
20 - 25	0,29	0,30	0,28	0,25	0,28 A
Médias	0,28 a	0,29 a	0,27 ab	0,24 b	
C.V. (%)	Manejo= 12,03		Profundidade= 6,79		

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na vertical e seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. T1- milho na área 1, T2- milho na área 2, T3- soja e T4- área de mata nativa.

Tabela 4 – Lâmina de água disponível nas camadas para cada área estudada. FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2013.

Camada (cm)	T 1	T 2	T 3	T 4
	Lâmina de água disponível (mm)			
0 - 5	7,5	7,0	8,5	9,0
5 - 10	4,5	4,5	6,5	8,0
10 - 15	4,0	4,5	5,5	7,5
15 - 20	4,5	5,0	4,5	8,0
20 - 25	5,0	6,0	7,0	8,5
Total	25,5 c	27,0 c	32,0 b	41,0 a
C.V. (%)	6,2			

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. T1- milho na área 1, T2- milho na área 2, T3- soja e T4- área de mata nativa.