

# Atributos físicos de um Latossolo Vermelho após dez anos de manejo com sistemas de rotação de culturas<sup>1</sup>

Milton da Veiga<sup>2</sup>, Leandro do Prado Wildner<sup>3</sup> e Carla Maria Pandolfo<sup>4</sup>

**Resumo** – A rotação de culturas e as plantas de cobertura do solo podem apresentar efeitos diretos ou indiretos sobre os atributos físicos do solo. Para estudar esses efeitos, foram realizadas análises físicas em amostras de solo coletadas no início do décimo primeiro ano de condução de um experimento com sistemas de rotação de culturas, usando como testemunha o solo mantido continuamente sem vegetação. Foram determinadas a condutividade hidráulica saturada e os atributos de agregação e de estabilidade de agregados em amostras coletadas com estrutura preservada em duas camadas; bem como densidade, resistência à penetração e porosidade do solo em amostras coletadas em quatro camadas. Também foram determinadas correlações e regressões simples entre atributos químicos e físicos do solo. Os sistemas de rotação de cultura apresentam, na camada superficial do solo, menor densidade e maior estabilidade de agregados, maior porosidade total e volume de microporos do que a testemunha, o que está relacionado ao maior aporte de material orgânico. Por outro lado, não alteram a condutividade hidráulica saturada, o volume de macroporos e a resistência à penetração do solo em todas as camadas amostradas.

**Termos para indexação:** Estabilidade de agregados, densidade do solo, porosidade, resistência à penetração, condutividade hidráulica saturada.

## Physical attributes in a Hapludox after ten years of management with crop rotation systems in Southern Brazil

**Abstract:** Crop rotation and cover crops may have direct and or indirect effects on soil physical properties. To study these effects, physical analyzes were performed on soil samples collected in the beginning of the eleventh year of conducting an experiment with crop rotation systems, using as reference the soil kept continuously without vegetation (bare soil). The following variables were analysed: saturated hydraulic conductivity and attributes related to aggregation and aggregate stability in undisturbed samples collected in two layers, and soil density, penetration resistance and porosity in undisturbed samples collected in four layers. Simple correlations and regressions between chemical and physical soil attributes were determined. The crop rotation systems had higher aggregate stability and volume of micropores and lower bulk density and total porosity in the superficial layer, which is related to the higher amount of organic material added by crops. On the other hand, they did not alter the saturated hydraulic conductivity, macroporosity and penetration resistance in all of the soil layers sampled.

**Index-terms:** Aggregate stability, bulk density, porosity, penetration resistance, saturated hydraulic conductivity.

## Introdução

A rotação de culturas e as plantas de cobertura do solo podem apresentar efeitos diretos sobre os atributos físicos do solo pela ação mecânica do seu sistema radicular, ou indiretos, pela promoção da cobertura do solo e do aporte de resíduos vegetais. De forma geral, não têm sido observadas alterações na densidade e na porosidade total do solo com o uso de plantas de cobertura de inverno em sistemas de rotação de cul-

turas (Laurani et al., 2004; Nicoloso et al., 2008). Laurani et al. (2004) encontraram apenas uma pequena alteração na macroporosidade na fase inicial de implantação do sistema de plantio direto (SPD) em um Latossolo Vermelho Distroférico, com maior valor sob aveia-preta. Menor densidade do solo e maior porosidade total foram encontrados por Albuquerque et al. (1995) após 7 anos de condução de sistemas com rotação de culturas em comparação à sucessão trigo-soja, refletindo-se na con-

ductividade hidráulica saturada do solo.

A eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico com textura muito argilosa foi estudada por Nicoloso et al. (2008), os quais observaram que no consórcio de aveia-preta e nabo-forageiro os valores de macroporosidade foram duplicados na camada de até 20cm de profundidade, aumentando a condutividade hidráulica saturada comparativamente ao tratamento com pousio e mesmo

Recebido em 29/1/2013. Aceito para publicação em 25/10/2013.

<sup>1</sup> Trabalho conduzido com recursos dos Projetos Microbacias 1 e 2 e da Fapesc.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, C.P. 116, 89620-000, Campos Novos, SC, e-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, e-mail: lpwild@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, e-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br;

com aveia-preta solteira em SPD. Esses mesmos autores constataram que a escarificação biológica foi mais eficaz em aumentar a condutividade hidráulica saturada do que a escarificação mecânica, por estabelecer poros contínuos e estáveis, que conduzem água na direção vertical. O mesmo comportamento foi constatado por Abreu et al. (2004), estudando o efeito da escarificação mecânica e biológica na redução da compactação em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico com textura franco-arenosa manejado sob plantio direto.

A agregação e a estabilidade dos agregados geralmente estão associadas à variação no teor de matéria orgânica do solo (MOS), que, de acordo com Tisdall & Oades (1982), podem ter efeito duradouro sobre a agregação quando constituídos de compostos aromáticos resistentes associados com cátions metálicos polivalentes e polímeros fortemente adsorvidos. Paladini & Mielniczuk (1991) determinaram que o maior efeito da MOS sobre a formação de agregados grandes ocorreu na camada de até 25mm, onde observaram correlação significativa entre a porcentagem de agregados com diâmetro maior que 2mm e a MOS em amostras coletadas cinco anos após a aplicação de nove sistemas de culturas, com inclusão de plantas de cobertura, culturas comerciais e pastagens. A rotação de culturas com inclusão de plantas de cobertura aumentou a agregação do solo quando comparada ao sistema trigo-soja após sete anos, estando diretamente relacionada ao incremento da MOS e à atividade microbiana no solo manejado em sistema de plantio direto (Campos et al., 1995). Correlação significativa entre MOS e indicadores de estabilidade de agregados também foi observada por Wending et al. (2005) em um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo, e por Salton et al. (2008) em estudo realizado em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul.

As diferenças nos resultados obtidos nos diferentes estudos podem ser explicadas pelas variações nas condições edafoclimáticas, no manejo do solo e, principalmente, no tempo de condução dos experimentos. Em função disso foi realizado um estudo com o objetivo de determinar o efeito de longo prazo de

sistemas de rotação de culturas sobre os atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico de grande ocorrência no Oeste Catarinense, manejado no sistema de plantio direto.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, em Chapecó, SC, que se localiza nas coordenadas georreferenciadas 27°5'12" latitude sul, 52°38'12" longitude oeste, e 660m de altitude, em um Latossolo Vermelho Distroférico com textura muito argilosa (Solos do Estado de Santa Catarina, 2004) sob clima subtropical úmido com verões quentes, do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen (Pandolfo et al., 2002).

Os tratamentos se constituíram do solo mantido continuamente sem culturas (testemunha), da monocultura de milho e de cinco sistemas de rotação de culturas, conforme descrito na Tabela 1. O experimento foi instalado em delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições em parcelas de 20m<sup>2</sup> (Figura 1). As parcelas do tratamento testemunha foram mantidas permanentemente livres de vegetação espontânea por capinas manuais, sem preparo do solo. Nos demais tratamentos, as culturas foram semeadas utilizando-se semeadora para plantio

direto com adubação apenas nas culturas de verão. O manejo da vegetação espontânea foi realizado pela aplicação de herbicida de ação total (glifosato) e de herbicidas seletivos, específicos para cada cultura.

No início do décimo primeiro ano de condução do experimento, foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada para a realização de análises físicas, em camadas e anéis volumétricos com dimensões específicas para cada determinação. Em anéis com 5cm de altura e 10cm de diâmetro, coletados nas camadas de até 5cm e de 12 a 17cm de profundidade, foram determinados a condutividade hidráulica saturada (CHS) e os índices de agregação (DMGsa) e de estabilidade de agregados (DMGea e IEA). Em anéis com 5cm de altura e 6cm de diâmetro, coletados nas camadas de até 5, 5 a 10, 12 a 17 e 22 a 27cm de profundidade, foram determinadas densidade do solo (DS), porosidade (PT, MA e MI) e resistência à penetração do solo com umidade equilibrada na tensão de 600kPa (RP<sub>600</sub>). As análises físicas foram realizadas de acordo com metodologias de rotina descritas em Veiga (2011). As amostras de solo para análises químicas foram coletadas nas camadas de até 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm de profundidade e analisadas utilizando-se a metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à ►

Tabela 1. Descrição dos tratamentos aplicados em ciclos de três anos no período de 2000 a 2011 em um Latossolo Vermelho Distroférico, no Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar da Epagri em Chapecó, SC

Tratamento <sup>(1)</sup>	Ano 1		Ano 2		Ano 3	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
SV	Solo continuamente sem culturas					
MM	Pousio	Milho	Pousio	Milho	Pousio	Milho
RC1	Nabo-forageiro	Milho	Aveia-preta + ervilhaca	Soja	Aveia-preta	Feijão
RC2	Pousio	Milho	Pousio	Soja	Pousio	Feijão
RC3	Ervilhaca	Milho	Centeio	Soja	Nabo-forageiro	Feijão
RC4	Aveia-preta + ervilhaca	Milho	Aveia-preta	Soja	Centeio	Feijão
RC5	Ervilhaca	Milho	Aveia-preta	Soja	Aveia-preta + ervilhaca	Feijão

<sup>(1)</sup> SV = solo sem vegetação; MM = monocultura de milho; RC1 a RC5 = rotação de culturas de 1 a 5.



Figura 1: Vista geral do experimento após a semeadura das culturas de verão, apresentando no primeiro plano uma parcela do tratamento continuamente sem vegetação

análise da variância individualmente para cada camada. Quando observada significância estatística pelo teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Também foram determinadas correlações entre alguns atributos físicos e químicos do solo e regressões entre atributos físicos do solo.

## Resultados e discussão

A partir dos resultados obtidos, observou-se menor diâmetro médio geométrico dos agregados estáveis em água (DMGea) e índice de estabilidade de agregados (IEA) no tratamento com solo continuamente sem vegetação em relação aos demais tratamentos, principalmente na camada até 5cm (Tabela 2). No entanto, para ambos os atributos não houve diferenças entre os sistemas com culturas nas duas camadas amostradas, mostrando que não há relação entre a presença (RC1 a RC4) ou ausência (MM) de plantas de cobertura do solo no sistema de culturas e a estabilidade dos agregados nesse tipo de solo. Os menores valores de DMGea e IEA na camada de 12 a 17cm no solo sem vegetação estão relacionados à falta ou ao menor aporte de material orgânico, aspecto que está diretamente relacionado à formação

e à estabilização dos agregados do solo (Tisdall & Oades, 1982). Quando considerados os resultados obtidos nas duas camadas amostradas, observaram-se correlações positivas entre o DMGea e o IEA com o teor de matéria orgânica do solo (MOS), o pH em água e atributos químicos relacionados com o complexo de troca do solo (Tabela 3). Segundo Tisdall & Oades (1982), isso pode ser explicado pela formação de compostos

aromáticos resistentes associados com cátions metálicos polivalentes (complexos organometálicos), normalmente presentes na MOS, que promovem a formação e a estabilização de microagregados. Correlação positiva entre os índices de estabilidade dos agregados e a MOS também foram observados por Paladini & Mielniczuk (1991), Campos et al. (1995), Wending et al. (2005), Salton et al. (2008).

Diferentemente dos resultados obtidos por Nicoloso et al. (2008) e Abreu et al. (2004), não foram observadas diferenças na condutividade hidráulica saturada (CHS) entre os tratamentos (Tabela 2). Nos estudos de regressão, observou-se que a CHS aumentou com o aumento do volume de macroporos e reduziu com o aumento da densidade do solo (Figura 2), corroborando os resultados de Veiga (2005) obtidos em um estudo de sistemas de manejo do solo associados à aplicação de nutrientes de fontes orgânicas e minerais.

Também não foram observadas diferenças na resistência à penetração (RP) entre os sistemas de rotação de culturas, mas a RP aumentou exponencialmente com o aumento da densidade do solo (Figura 3). Os valores de RP com a umidade equilibrada na tensão de 600kPa foram menores do que 3MPa em todas as combinações de tratamen-

Tabela 2. Atributos físicos em duas camadas de um Latossolo Vermelho Distroférrico após dez anos de manejo com solo continuamente sem vegetação, monocultura de milho e cinco sistemas de rotação de culturas (RC1 a RC5)

Atributo/ camada	Tratamento <sup>(1)</sup>							CV %
	SV	MM	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	
Diâmetro médio ponderado geométrico dos agregados secos ao ar (DMGsa), em mm								
Até 5	2,01 <sup>ns</sup>	2,34	1,86	1,78	2,14	1,84	2,31	14,0
12 a 17	2,07 <sup>ns</sup>	2,39	2,73	2,36	2,22	2,17	2,43	13,9
Diâmetro médio ponderado geométrico dos agregados estáveis em água (DMGea), em mm								
Até 5	0,57 <sup>c</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	1,49 <sup>ab</sup>	1,28 <sup>b</sup>	1,55 <sup>ab</sup>	1,32 <sup>b</sup>	1,95 <sup>a</sup>	14,4
12 a 17	0,51 <sup>b</sup>	1,06 <sup>ab</sup>	1,53 <sup>a</sup>	0,99 <sup>ab</sup>	0,98 <sup>ab</sup>	1,05 <sup>ab</sup>	1,18 <sup>a</sup>	23,7
Índice de estabilidade dos agregados (IEA)								
Até 5	0,28 <sup>b</sup>	0,70 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,85 <sup>a</sup>	11,3
12 a 17	0,25 <sup>b</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,49 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	13,9
Condutividade hidráulica saturada (K <sub>es</sub> ), em m h <sup>-1</sup>								
Até 5	0,47 <sup>ns</sup>	1,04	1,39	1,66	1,13	0,52	1,15	0,53
12 a 17	0,40 <sup>ns</sup>	0,30	0,18	0,74	0,62	0,78	0,43	0,89

<sup>(1)</sup> SV = solo sem vegetação; MM = monocultura de milho; RC1 a RC5 = rotação de culturas de 1 a 5. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> = diferenças não significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre atributos físicos e químicos do solo em amostras coletadas em duas camadas após onze anos de manejo com solo continuamente sem vegetação, monocultura de milho e cinco sistemas de rotação de culturas, em um Latossolo Vermelho Distroférico

Atributo físico	Atributo químico <sup>(1)</sup>						
	MOS	pH	K	Ca	Mg	V%	CTC
DMGsa	-0,239 <sup>ns</sup>	-0,287 <sup>(1)</sup>	-0,075 <sup>ns</sup>	-0,287 <sup>(1)</sup>	-0,420 <sup>(2)</sup>	-0,263 <sup>ns</sup>	-0,248 <sup>ns</sup>
DMGea	0,572 <sup>(2)</sup>	0,358 <sup>(2)</sup>	0,595 <sup>(2)</sup>	0,565 <sup>(2)</sup>	0,289 <sup>(1)</sup>	0,476 <sup>(2)</sup>	0,607 <sup>(2)</sup>
IEA	0,779 <sup>(2)</sup>	0,564 <sup>(2)</sup>	0,702 <sup>(2)</sup>	0,778 <sup>(2)</sup>	0,568 <sup>(2)</sup>	0,682 <sup>(2)</sup>	0,797 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> MOS = matéria orgânica do solo; pH = pH em água; K = potássio trocável; Ca = cálcio trocável; Mg = magnésio trocável; V% = saturação por bases; CTC = capacidade de troca de cátions a pH 7; DMGsa = diâmetro médio ponderado geométrico dos agregados secos ao ar; DMGea = diâmetro médio ponderado geométrico dos agregados estáveis em água; IEA = índice de estabilidade de agregados (IEA = DMGea/DMGsa).

<sup>ns</sup>, <sup>(1)</sup> e <sup>(2)</sup> = correlação não significativa e significativa ao nível de 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

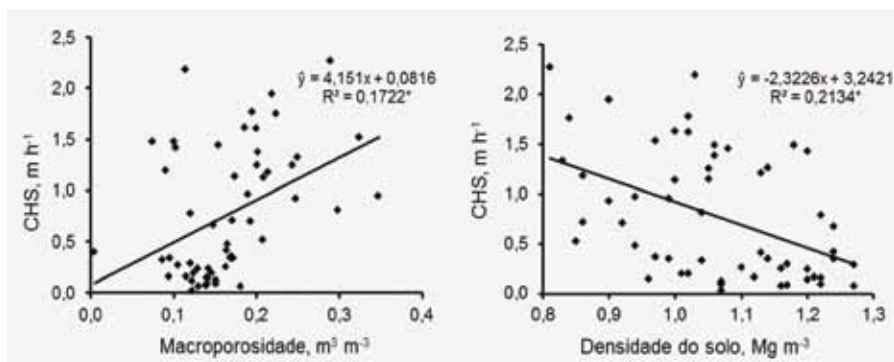


Figura 2. Regressão linear simples entre a condutividade hidráulica saturada (CHS) e a macroporosidade (A) e densidade do solo (B) em amostras coletadas em duas camadas do solo continuamente sem vegetação, monocultura de milho e cinco sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho Distroférico.

\* = regressão significativa ao nível de 5%.

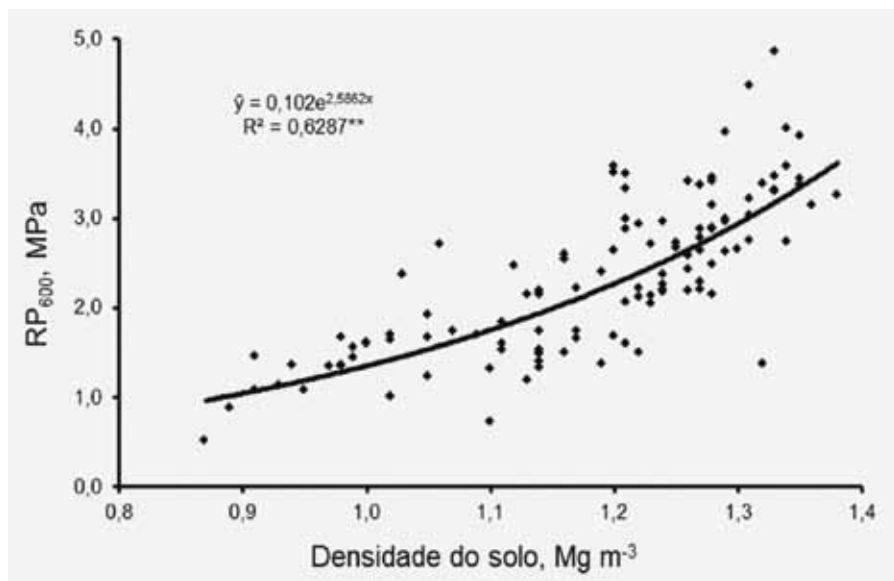


Figura 3. Regressão exponencial entre a densidade do solo e a resistência à penetração determinada com umidade na tensão de 600kPa (RP<sub>600</sub>), determinadas em amostras coletadas em quatro camadas do solo continuamente sem vegetação, monocultura de milho e cinco sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho Distroférico.

\*\* = regressão significativa ao nível de 1%.

tos e camadas, o que pode ser considerado não restritivo ao crescimento radicular nessa tensão de água em um solo argiloso (Reichert et al., 2007).

No solo sem vegetação, a densidade do solo (DS) foi maior na camada de até 5cm e menor na camada de 12 a 17cm comparativamente aos demais tratamentos, mas não foram observadas diferenças entre os sistemas de rotação de culturas (Tabela 4), como também observado por Laurani et al. (2004) e Nicoloso et al. (2008). A falta de sincronia entre as camadas com maior ou menor densidade na testemunha em relação aos demais tratamentos provavelmente está associada à elevada erosão que ocorreu nas parcelas desse tratamento, com perda de uma camada de aproximadamente 5cm e exposição da camada situada imediatamente abaixo. A menor densidade do solo nos tratamentos com culturas também se deve ao contínuo aporte de material orgânico, com manutenção ou aumento do teor de MOS nos tratamentos com culturas e à perda por oxidação do estoque de MOS no tratamento mantido sem vegetação. Como a MOS possui menor densidade de partículas em relação às partículas minerais, apresenta efeito direto de diluição da densidade das partículas minerais e, conseqüentemente, redução da DS, efeito ao qual deve ser somada sua capacidade de aumentar a agregação e a porosidade total do solo (Tabela 4).

Observaram-se menores valores de porosidade total (PT) e de microporos (MI) na camada superficial do solo mantido continuamente sem vegetação, o que está associado à variação na densidade do solo. A macroporosidade (MA) não variou entre tratamentos, diferindo dos resultados obtidos por Nicoloso et al. (2008). As classes de poros apresentaram regressão significativa com a DS (Figura 4), sendo os maiores coeficientes de determinação observados entre a DS e a PT e entre a DS e a MA.

## Conclusões

A estabilidade dos agregados em água foi afetada apenas pela ausência de culturas, não havendo diferenças entre os sistemas de rotação de culturas. ▶

Tabela 4. Atributos físicos em amostras coletadas em quatro camadas de um Latossolo Vermelho Distroférico após onze anos de manejo com solo continuamente sem vegetação, monocultura de milho e cinco sistemas de rotação de culturas

Atributo/ camada (m)	Tratamento <sup>(1)</sup>							
	SV	MM	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	CV %
Densidade do solo (DS), em Mg m <sup>-3</sup> (megagrama por metro cúbico)								
Até 0,05	1,20a	1,05ab	1,02b	1,07ab	1,00b	0,99b	0,95b	6,7
0,05 a 0,10	1,21 <sup>ns</sup>	1,26	1,24	1,21	1,22	1,24	1,20	6,0
0,12 a 0,17	1,17b	1,28a	1,30a	1,29a	1,26a	1,26a	1,22ab	3,0
0,22 a 0,27	1,14 <sup>ns</sup>	1,21	1,23	1,14	1,31	1,25	1,27	8,4
Resistência à penetração com umidade equilibrada na tensão de 600kPa <sup>(2)</sup> (RP <sub>600</sub> ), MPa								
Até 0,05	2,30 <sup>ns</sup>	1,64	1,23	2,23	1,48	1,56	1,23	26,8
0,05 a 0,10	2,86 <sup>ns</sup>	2,97	2,85	2,63	2,83	2,15	2,32	28,0
0,12 a 0,17	1,93 <sup>ns</sup>	2,94	2,77	3,50	2,53	2,51	2,74	26,6
0,22 a 0,27	1,40 <sup>ns</sup>	2,45	2,74	2,47	2,72	2,10	2,44	35,8
Volume total de poros (PT), em m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>								
Até 0,05	0,52b	0,60 <sup>a</sup>	0,60a	0,59a	0,58a	0,59a	0,60a	3,0
0,05 a 0,10	0,54 <sup>ns</sup>	0,55	0,54	0,54	0,56	0,55	0,55	4,2
0,12 a 0,17	0,56 <sup>ns</sup>	0,54	0,54	0,53	0,54	0,55	0,53	3,7
0,22 a 0,27	0,55 <sup>ns</sup>	0,54	0,53	0,56	0,52	0,54	0,53	3,3
Volume de macroporos (MA), em m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>								
Até 0,05	0,17 <sup>ns</sup>	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21	0,22	16,0
0,05 a 0,10	0,11 <sup>ns</sup>	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,15	22,1
0,12 a 0,17	0,09 <sup>ns</sup>	0,11	0,12	0,12	0,14	0,15	0,14	19,2
0,22 a 0,27	0,08 <sup>ns</sup>	0,09	0,11	0,13	0,09	0,10	0,10	24,6
Volume de microporos (MI), em m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>								
Até 0,05	0,36b	0,43a	0,43a	0,40ab	0,40ab	0,39ab	0,38ab	6,0
0,05 a 0,10	0,44 <sup>ns</sup>	0,43	0,41	0,41	0,41	0,38	0,41	5,8
0,12 a 0,17	0,47a	0,43ab	0,42ab	0,41b	0,40b	0,40b	0,40b	4,0
0,22 a 0,27	0,48 <sup>ns</sup>	0,46	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	5,7

<sup>(1)</sup> SV = solo sem vegetação; MM = monocultura de milho; RC1 a RC5 = rotação de culturas de 1 a 5. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si (p < 0,05).

<sup>ns</sup> = diferença não significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>(2)</sup> kPa = quilo pascal.

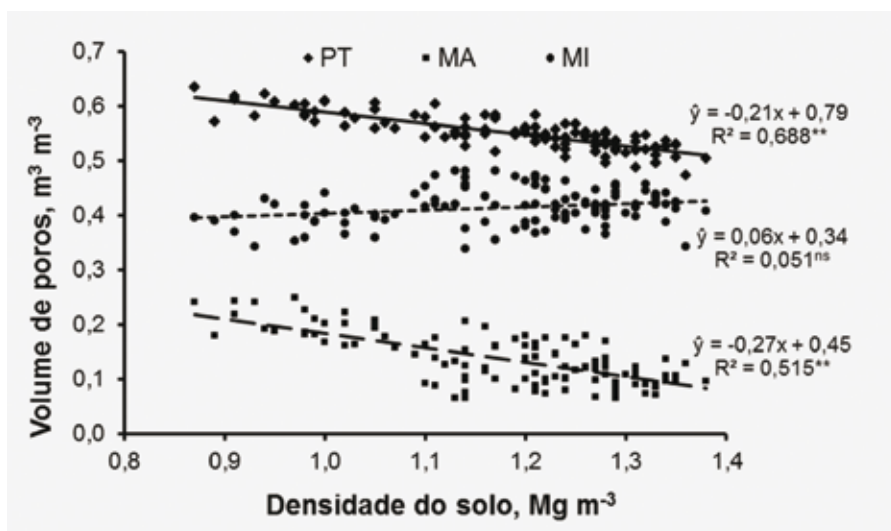


Figura 4. Regressão linear simples entre a densidade do solo e a porosidade total (PT), macroporosidade (MA) e microporosidade (MI), determinadas em amostras coletadas em quatro camadas do solo continuamente sem vegetação, monocultura de milho e cinco sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho Distroférico.

<sup>ns</sup> e \*\* = regressão não significativa e significativa ao nível de 1% respectivamente

A ausência de culturas aumenta a densidade e reduz a porosidade total e o volume de microporos na camada superficial do solo.

Os sistemas de rotação de culturas estudados não influenciaram a condutividade hidráulica saturada, o volume de macroporos e a resistência à penetração do solo nas camadas amostradas;

## Referências

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para redução da compactação em Argissolo franco arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.519-511, 2004.

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FLORIN, 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p.115-119, 1995.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLÓDI, R. et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p.121-126, 1995.

LAURANI, R.A.; RALISCH, R.; TAVARES FILHO, J. et al. Distribuição de poros de um Latossolo Vermelho Eutroférrico na fase de implantação de um sistema plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v.24, p.347-354, 2004.

NICOLOSO, R.S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S. et al. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1723-1734, 2008.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, p.135-140, 1991.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P. et al. **Atlas climático digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, 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. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**, v.5, p.49-134, 2007.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.11-21, 2008.

SOLOS do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 713p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 46).CD-Rom.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

VEIGA, M. **Propriedades de um Nitossolo Vermelho após nove anos de uso de sistemas de manejo e efeito sobre culturas**. 2005. 110p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo – Processos Físicos e Morfogenéticos do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VEIGA, M. **Metodologia para coleta de amostras e análises físicas do solo**. Florianópolis: Epagri, 2011. 52p. (Epagri. Boletim Técnico, 156)

VEIGA, M.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Aggregate stability as affected by short and long-term tillage systems and nutrient sources of a Hapludox in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.767-77, 2009.

WENDING, B.; JUCKSH, I.; MENDONÇA, E.S. et al. Carbono orgânico e estabilidade de agregados em um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.487-494, 2005. ■

Não deixe sua consciência  
escorrer pelo ralo:  
preserve a água  
e evite o desperdício.



Cuide do planeta com carinho.

