

### Heterogeneidade física de um latossolo argiloso manejado sob sistema plantio direto

*José Eloir Denardin<sup>1</sup>*  
*Ronaldo Schaeffer<sup>2</sup>*  
*Antônio Faganello<sup>1</sup>*  
*Rainoldo Alberto Kochhann<sup>3</sup>*

Foto: Desconhecido



Passo Fundo, RS  
2009



#### Resumo

O conceito de fertilidade do solo, com ênfase em aspectos de natureza química, vem sendo substituído pelo enfoque da agricultura conservacionista, em que a otimização de sistemas agrícolas produtivos promove a emergência de fertilidade integral no solo – fertilidade biológica, física e química. Sob essa abordagem, a estrutura do solo assume papel preponderante como resultante da quantidade e qualidade da fitomassa gerada pelo modelo de produção, bem como da frequência de aporte desta fitomassa ao solo. No âmbito do sistema plantio direto, a avaliação da fertilidade integral do solo encontra desafios na heterogeneidade do solo resultante da mobilização de solo exclusivamente na linha de semeadura, da deposição de corretivos e fertilizantes na superfície ou na camada superficial do solo e do posicionamento recorrente das linhas de semeadura no terreno safra após safra, que influem na amostragem do solo e, principalmente, na interpretação dos resultados analíticos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes espécies vegetais cultivadas em linha na heterogeneidade física de um solo manejado sob sistema plantio direto, mediante análise e interpretação de atributos de solo, considerados indicadores de fertilidade física do solo. Em uma unidade demonstrativa, estabelecida sob o processo colher-semear e estruturada em quatro macroparcelas sob delineamento experimental de culturas em faixas, determinou-se atributos físicos

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: denardin@cnpt.embrapa.br; afaganel@cnpt.embrapa.br.

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Rodovia BR 285, km 292, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: ronaldoschaeffer@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Trigo, aposentado, Passo Fundo, RS. E-mail: rainoldoak@gmail.com.

do solo, em amostras indeformadas, coletadas nas linhas de semeadura de braquiária (*Brachiaria brizantha*), de milho (*Zea mays* (L.)) e de soja (*Glycine max* (L.)), e nas entrelinhas da cultura de soja, nas camadas de 0-5, 5-20 e 20-30 cm de profundidade. Concluiu-se que: as culturas componentes do modelo de produção estudado geram heterogeneidade nas propriedades físicas do solo, com ênfase na camada superficial; a densidade, a porosidade total e a macroporosidade do solo são propriedades sensíveis e indicadoras de heterogeneidade do solo gerada pelas espécies componentes do modelo de produção; e as culturas braquiária e milho induzem melhorias na fertilidade física do solo, ao reduzir a densidade do solo e ao elevar a porosidade total e a macroporosidade do solo na camada superficial do solo.

## **Abstract**

The soil fertility concept based on chemical approach has been replaced by the conservation agriculture focus, in which the optimization of production systems promotes integral soil fertility – biological, physical, and chemical. Under such approach, the soil structure assumes relevant role as a result of the quantity and quality of plant mass generated, as well as the frequency of addition to the soil of this plant mass generated by the production model. Under no tillage system, in the evaluation of the integral soil fertility, the challenge is the soil heterogeneity as a result of the limited soil mobilization in the seeding row, of the deposition of limestone and fertilizer on the soil surface or on the surface layer, and of the recurrent seeding rows from harvest to harvest, that affect soil sampling and, mainly the interpretation of soil analytical results. The objective of this study was to evaluate the effect of different plant species, on the heterogeneity of a soil managed under no tillage system, throughout analysis and interpretation of soil physical characteristics considered physical fertility indicators. In a demonstration plot, characterized by harvesting-seeding process structured in four randomized split block of strip crop, the physical soil characteristics were determined in undisturbed soil samples collected in the seeding rows of brachiaria (*Brachiaria brizantha*), corn (*Zea mays* (L.)) and soybean (*Glycine max* (L.)), and in between seeding rows of soybean in the 0-5, 5-20, and 20-30 cm deep. It was concluded that: the crops of the production model studied generate heterogeneity in soil physical characteristics, mainly in the surface layer; the bulk density, total soil porosity and soil macro porosity are sensitive attributes to indicate soil heterogeneity generated by the different crops of the production model; and the brachiaria and corn induce improvements in soil physical fertility by reducing soil bulk density, and increasing total soil porosity, and soil macro porosity in the surface layer.

## **Introdução**

A busca por aumento de produtividade de sistemas agrícolas produtivos alicerçada no conceito de fertilidade do solo, notabilizada por parâmetros de natureza química e pelo uso intensivo de fertilizantes minerais, vem sendo substituída pela implementação das diretrizes da agricultura conservacionista, cenário em que a ampliação do conceito de fertilidade do solo assume relevância (DENARDIN & KOCHHANN, 2006; D'AGOSTINI, 2006; NICOLODI, 2006, 2007). Nesse contexto, a otimização de sistemas agrícolas produtivos, embasada em gestões incompatíveis com a promoção da fertilidade biológica, física e química do solo, indubitavelmente, mostra-se dessincronizada ante a expectativa de alcance de uma agricultura tendente à sustentabilidade (DENARDIN & KOCHHANN, 2006).

Na ampliação da base conceitual de fertilidade do solo, em que a estrutura do solo desempenha papel

preponderante, a quantidade e a qualidade do material orgânico gerado e a frequência de aporte deste material ao solo constituem referencial para a gestão de sistemas agrícolas produtivos. Sob esse enfoque, observa-se que enquanto às características estruturais das plantas – raiz e palha – estão reservadas a qualidade e a quantidade de carbono orgânico produzido, à frequência de aporte de fitomassa ao solo – número de safras por ano agrícola – está reservada a estabilização da atividade biológica do solo, fatores estes responsáveis pela qualidade estrutural do solo e, conseqüentemente, pela definição do padrão de fertilidade biológica, física e química do solo. Portanto, a integração do trinômio quantidade, qualidade e frequência de fitomassa aportada ao solo está, indissociavelmente, vinculada ao modelo de produção praticado e às interferências sinérgicas de equipamentos agrícolas de manejo de solo que auxiliam no desenvolvimento e aprofundamento do sistema radicular das plantas cultivadas (DENARDIN, 2009). De outra forma, a fertilidade integral do solo está diretamente associada à dinâmica dos fluxos de adição e de mineralização do material orgânico aportado ao solo pelos modelos de produção, em decorrência da gestão do sistema agrícola produtivo, com ênfase para: diversidade e arranjo temporal das espécies que compõem os modelos de produção; distribuição espacial das plantas no campo; intensidade de mobilização do solo; quantidade, qualidade e posicionamento de corretivos e fertilizantes no solo; e prevenção de perdas por erosão, lixiviação, volatilização, eluviação etc. Assim, enquanto a intensidade de mobilização do solo e a quantidade, a qualidade e o posicionamento dos corretivos e fertilizantes no solo estão associados à aceleração da taxa de mineralização do material orgânico aportado ao solo, a distribuição espacial, a diversidade e o arranjo temporal das espécies, determinados pelo modelo de produção adotado, estão associadas à quantidade e à qualidade da matéria orgânica resultante no solo (DENARDIN & KOCHHANN, 2006). Desse modo, é possível inferir que o nível de fertilidade integral do solo, ao contemplar aspectos biológicos, físicos e químicos, é determinado, fundamentalmente, pela estrutura do solo, que rege os parâmetros determinantes da capacidade de armazenamento e de disponibilidade de água, da capacidade de armazenamento e de difusão de calor, da permeabilidade ao ar, à água e às raízes, do nível de acidez e da disponibilidade de nutrientes do solo (DENARDIN & KOCHHANN, 2006; VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

É inquestionável que a otimização de sistemas agrícolas produtivos, com a propriedade de promover emergência de fertilidade no solo, é viabilizada pela implementação da agricultura conservacionista, enquanto conceituada como um complexo de processos tecnológicos de enfoque sistêmico, que objetiva preservar, melhorar e otimizar os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, compatibilizado com o uso de insumos externos (DERPSCH & BENITES, 2004; DENARDIN, 2009). No Brasil, essa abordagem vem sendo contextualizada no âmbito do sistema plantio direto, fundamentado na mobilização de solo apenas na linha de semeadura, na manutenção permanente da cobertura do solo, na diversificação de espécies via rotação e/ou consorciação de culturas e na minimização do intervalo entre colheita e semeadura, em um processo contínuo colher-semear. Sistema plantio direto, portanto, é interpretado como ferramenta da agricultura conservacionista para imprimir sustentabilidade ao desenvolvimento agrícola (DENARDIN & KOCHHANN, 2006).

Sob a ótica da ampliação da base conceitual de fertilidade do solo, o processo de avaliação do nível de fertilidade em um solo encontra desafios não apenas na seleção de indicadores mas, na heterogeneidade intrínseca do solo, decorrente de fatores naturais de formação do solo, e na heterogeneidade efêmera, temporária e transitória resultante de interferências antrópicas, que influem na amostragem do solo e na interpretação dos resultados analíticos. No âmbito do sistema plantio direto, em que as interferências antrópicas, decorrentes da mobilização de solo limitada à linha de

semeadura, da deposição de corretivos e fertilizantes na superfície do solo ou na camada superficial do solo e do posicionamento recorrente das linhas de semeadura no terreno safra após safra, essa heterogeneidade é ainda mais acentuada, seja verticalmente no perfil do solo, seja horizontalmente na superfície do solo (CAVALCANTE et al., 2007; SOCIEDADE..., 2004). Nesse sentido, é evidente que a aleatoriedade empregada no processo de amostragem de solos manejados sob preparo convencional tornou-se inadequada à aplicação em solos manejados sob sistema plantio direto.

Em atenção a esse aspecto, a amostragem de solo, objetivando subsidiar a calagem e a adubação nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, abandonou a aleatoriedade, passando a ser orientada pelas linhas de semeadura da cultura anterior (SOCIEDADE..., 2004). Em referência à amostragem de solo para avaliação de atributos físicos do solo, não há, ainda, plena percepção desse problema de heterogeneidade. É notório o expressivo número de trabalhos que mantém coleta de amostras de solo com aleatoriedade horizontal e definição de camadas a serem amostradas independentemente da estratificação estrutural do perfil de solo. Resultados de análises físicas de solo, oriundos de amostragens sem esse tipo de discernimento, podem estar induzindo a interpretações imprecisas e comprometedoras a tomadas de decisão.

Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar o quanto diferentes espécies vegetais cultivadas em linha imprimem heterogeneidade física a um solo manejado sob sistema plantio direto.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido em uma Unidade Demonstrativa, concernente à intensificação da rotação de culturas, conduzida, desde 2005, sob sistema plantio direto em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (STRECK et al., 2008), de textura argilosa, localizada no Parque da Expodireto, pertencente à Cooperativa Triticola Mista Alto Jacui Ltda. – COTRIJAL, no município de Não-Me-Toque, estado do Rio Grande do Sul, latitude 28°27'33" S, longitude 52°49'15" O e altitude de 514 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido, Cfa, com ocorrência de precipitação pluvial mínima de 60 mm mensais, distribuída ao longo de todos os meses do ano (NIMER, 1989).

A Unidade Demonstrativa, constituída por um sistema agrícola produtivo de grãos e de forragem, integrava um modelo de produção caracterizado por intensa rotação de culturas, mediante o processo colher-semeiar, estruturado em quatro macroparcelas para permitir rotação de áreas e de culturas ao longo das safras agrícolas, em um delineamento experimental de culturas em faixas. As espécies integrantes do modelo de produção – milho (*Zea mays* (L.)); sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.)); aveia branca (*Avena sativa* (L.)); soja (*Glycine max* (L.)); aveia preta (*Avena strigosa* (L.)); braquiária (*Brachiaria brizantha*); trigo (*Triticum aestivum* (L.)); e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* (L.)) –, o respectivo sistema de rotação de áreas e de culturas e o ciclo de cada espécie cultivada, estão explícitos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Modelo de produção, mediante o processo colher-semear, explicitando o ciclo das espécies componentes ao longo dos anos agrícolas, praticado em uma unidade demonstrativa conduzida de 2005 a 2009 sob sistema plantio direto, em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, localizada no município de Não-Me-Toque, RS. (Embrapa Trigo, 2009).

Gleba	Ano agrícola/meses																						
	2005		2006				2007				2008				2009								
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
1	Milho		Sorgo forrageiro		Aveia branca		Soja		Aveia preta		Consórcio Milho + Braquiária		Trigo		Soja		Pousio						
2	Soja		Aveia preta		Consórcio Milho + Braquiária		Trigo		Soja		Nabo forrageiro	Milho		Sorgo forrageiro	Pousio								
3	Consórcio Milho + Braquiária			Trigo		Soja		Nabo forrageiro	Milho		Sorgo forrageiro	Aveia branca		Soja		Pousio							
4	Soja		Nabo forrageiro	Milho		Sorgo forrageiro	Aveia branca		Soja		Aveia preta		Consórcio Milho + Braquiária		Pousio								

Obs.: Milho (*Zea mays* (L.)); Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.)); Aveia branca (*Avena sativa* (L.)); Soja (*Glycine max* (L.)); Aveia preta (*Avena strigosa* (L.)); Braquiária (*Brachiaria brizantha*); Trigo (*Triticum aestivum* (L.)); e Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* (L.))

As macroparcelas mediam 12,5 m de largura por 25 m de comprimento. As espécies cultivadas ao longo dos quatro anos de condução do ensaio (outubro/2005 – agosto/2009), foram estabelecidas com semeadora específica para plantio direto, equipada com elemento rompedor de solo tipo faca (5 a 7 cm de profundidade), para a deposição de fertilizante na semeadura das culturas de verão, e, tipo discos duplos defasados (4 a 5 cm de profundidade), na semeadura das culturas de inverno. Os espaçamentos entre as linhas da cultura de milho, consorciado ou não com braquiária, era de 0,90 m, entre as linhas de soja e sorgo forrageiro era de 0,45 m e entre as linhas dos cereais de inverno era de 0,17 m. Os tratamentos culturais adotados seguiram as indicações específicas para cada cultura componente do modelo de produção.

A amostragem de solo para a determinação dos atributos físicos do solo (densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo), selecionados como indicadores de fertilidade física do solo, foi efetuada nas macroparcelas 3 e 4 (Tabela 1), em três camadas (0 a 5 cm, 5 a 20 cm e 20 a 30 cm de profundidade) e em seis repetições, exatamente, ao longo das linhas de semeadura das culturas de braquiária, milho e soja, e ao longo das entrelinhas da cultura de soja cultivada em sequência à cultura de aveia branca. A definição das camadas amostradas seguiu a técnica do perfil cultural, preconizada por Blancaneaux et al. (1995), que se fundamenta na observação *in situ* da morfologia estrutural do solo como critério para estabelecer camadas de solo com estrutura homogênea. A coleta de amostras foi realizada em agosto de 2009, três meses após a braquiária ter sido morta por geada e quatro e cinco meses após a colheita de soja e milho, respectivamente, safra 2008/09.

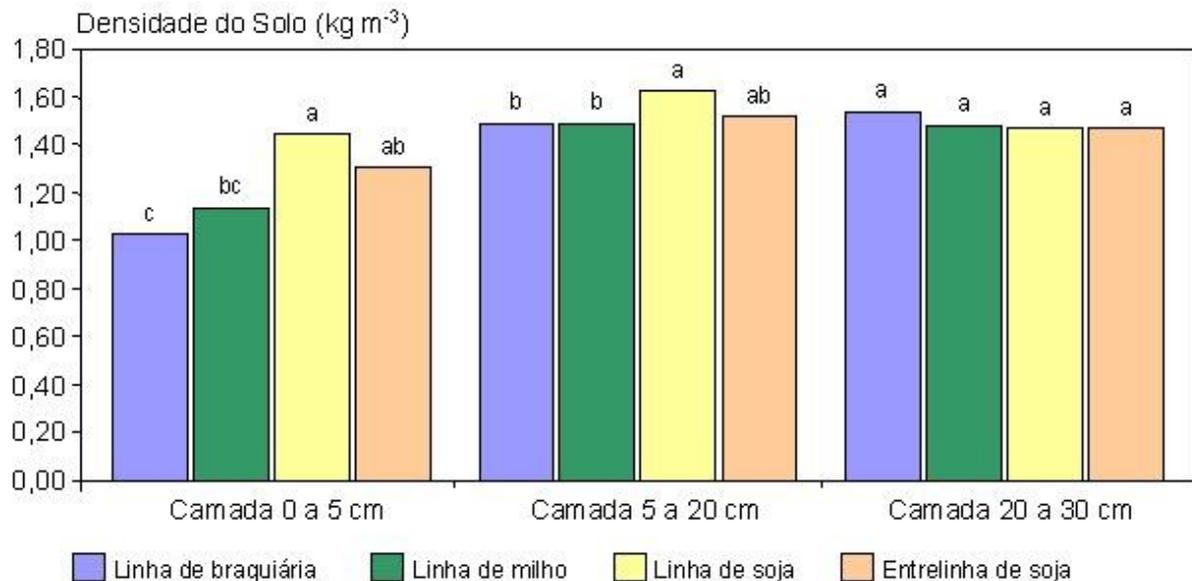
Os métodos analíticos seguiram a técnica descrita em Oliveira (1979), com o emprego de anel volumétrico, medindo 5,7 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura, e mesa de tensão, com 60 cm de tensão de água, e os resultados gerados foram submetidos à análise de variância em um delineamento de culturas em faixas com parcelas subdivididas, tendo como tratamento as posições de amostragem em referência às linhas das culturas e como subtratamentos as profundidades de amostragem, e comparação entre médias pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## **Resultados e discussão**

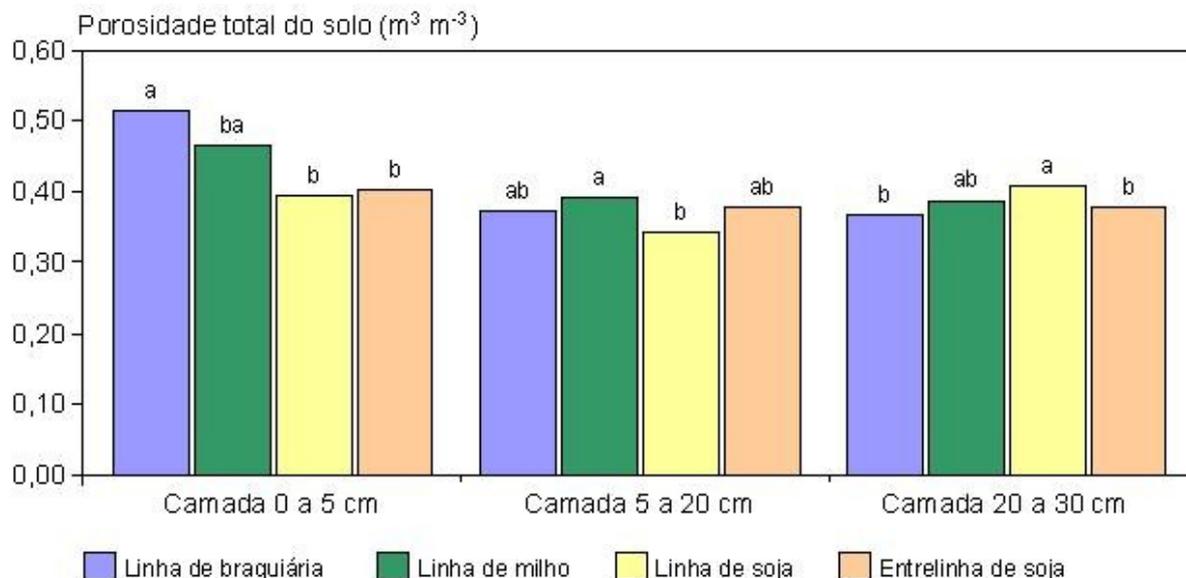
Os dados dos atributos físicos de solo, selecionados como indicadores de fertilidade física do solo – densidade, porosidade total, microporosidade e macroporosidade do solo –, no âmbito dos quatro tratamentos e dos três subtratamentos estudados, estão expostos nas figuras 1, 2, 3 e 4 e na Tabela 2.

Todos os atributos físicos do solo analisados, independentemente dos tratamentos, mostraram-se eficazes em detectar a heterogeneidade física do solo entre as camadas amostradas. Contudo, no tratamento “entrelinha de plantas”, possivelmente em decorrência da ausência de raízes, apenas a microporosidade do solo evidenciou diferenças entre as camadas amostradas (Tabela 2). A heterogeneidade determinada pelos tratamentos nas linhas das culturas e na entrelinha de semeadura da cultura de soja foi evidenciada por todos os atributos físicos de solo analisados, exceto pela microporosidade do solo (figuras 1, 2, 3 e 4). De modo similar, Araújo et al. (2004), trabalhando com solos de lavoura e de mata natural, que apresentavam diferenciado teor de carbono orgânico, encontraram valores de porosidade total e de macroporosidade do solo, significativamente menores

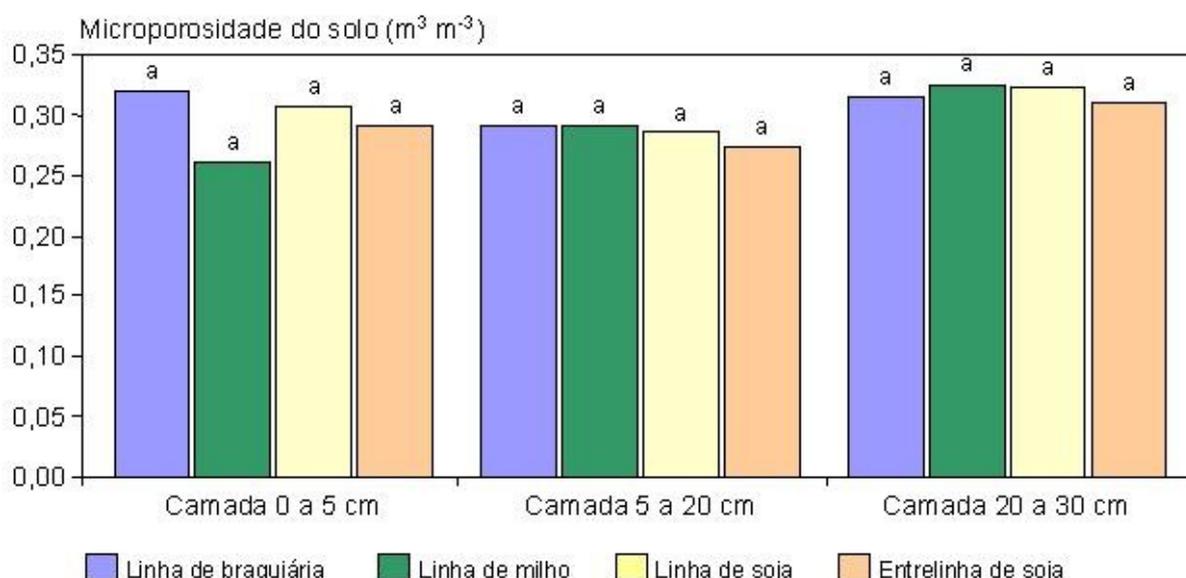
no solo cultivado do que no solo sob mata natural, porém não detectaram diferença significativa para a microporosidade do solo. Silva & Kay (1997) enfatizam que a microporosidade do solo é fortemente influenciada pela granulometria e pelo teor de carbono do solo e muito pouco afetada por outros fatores, como elevação da densidade do solo decorrente do tráfego de máquinas e implementos agrícolas. Esses aspectos ratificam os resultados obtidos para microporosidade do solo em evidenciar apenas diferenças significativas entre as camadas de solo, que possivelmente apresentam variações de textura e de teor de carbono orgânico. Contudo, é importante destacar que no tratamento “linha de semeadura de braquiária” esse atributo de solo se manteve sem variação entre as camadas amostradas, possivelmente em decorrência do maior teor de carbono proporcionado pela elevada densidade de raízes dessa cultura (Tabela 2).



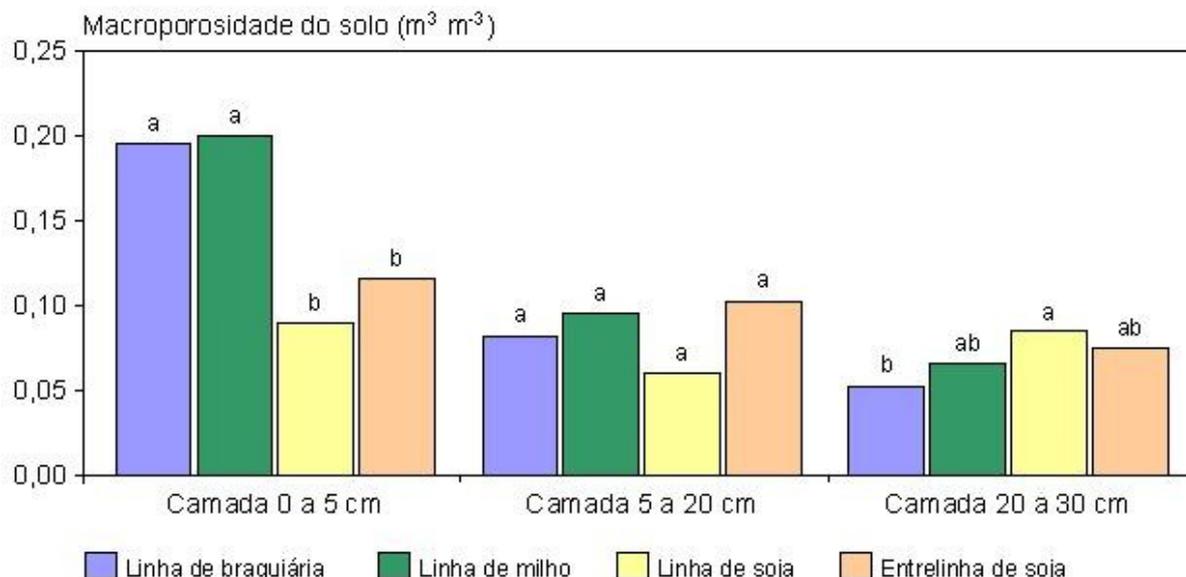
**Fig. 1.** Densidade do solo de um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, de textura argilosa, determinada em amostras coletadas em três profundidades, posicionadas ao longo das linhas de semeadura de braquiária (*Brachiaria brizantha*), milho (*Zea mays* (L.)) e soja (*Glycine max* (L.)) e da entrelinha da cultura de soja, três meses após a colheita do milho e da soja e três meses após a morte da braquiária por geada, em uma unidade demonstrativa localizada no município de Não-Me-Toque, conduzida de 2005 a 2009 sob sistema plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2009. (Colunas com letras iguais dentro de cada camada, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro).



**Fig. 2.** Porosidade total do solo de um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, de textura argilosa, determinada em amostras coletadas em três profundidades, posicionadas ao longo das linhas de semeadura de braquiária (*Brachiaria brizantha*), milho (*Zea mays* (L.)) e soja (*Glycine max* (L.)) e da entrelinha da cultura de soja, três meses após a colheita do milho e da soja e três meses após a morte da braquiária por geada, em uma unidade demonstrativa localizada no município de Não-Me-Toque, conduzida de 2005 a 2009 sob sistema plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2009. (Colunas com letras iguais, dentro de cada camada, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro).



**Fig. 3.** Microporosidade do solo de um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, de textura argilosa, determinada em amostras coletadas em três profundidades, posicionadas ao longo das linhas de semeadura de braquiária (*Brachiaria brizantha*), milho (*Zea mays* (L.)) e soja (*Glycine max* (L.)) e da entrelinha da cultura de soja, três meses após a colheita do milho e da soja e três meses após a morte da braquiária por geada, em uma unidade demonstrativa localizada no município de Não-Me-Toque, conduzida de 2005 a 2009 sob sistema plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2009. (Colunas com letras iguais, dentro de cada camada, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro).



**Fig. 4.** Macroporosidade do solo de um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, de textura argilosa, determinada em amostras coletadas em três profundidades, posicionadas ao longo das linhas de semeadura de braquiária (*Brachiaria brizantha*), milho (*Zea mays* (L.)) e soja (*Glycine max* (L.)) e da entrelinha da cultura de soja, três meses após a colheita do milho e da soja e três meses após a morte da braquiária por geada, em uma unidade demonstrativa localizada no município de Não-Me-Toque, conduzida de 2005 a 2009 sob sistema plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2009. (Colunas com letras iguais, dentro de cada camada, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro).

Os dados explícitos nas figuras 1, 2 e 4 denotam que apenas a braquiária e o milho foram eficazes em imprimir melhoria à fertilidade física do solo, ao reduzir a densidade do solo e elevar a porosidade total e a macroporosidade do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade. A cultura de soja, embora tenha proporcionado redução da densidade do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade em relação a camada de 5 a 20 cm de profundidade (Fig. 1), manteve valor similar ao da camada de 20 a 30 cm de profundidade, não evidenciando melhoria à fertilidade física do solo equivalente à imprimida pelas culturas de braquiária e de milho. Essa ausência de influência foi ainda mais pronunciada pelos atributos porosidade total e macroporosidade do solo (Fig. 2 e 4), sendo similar a do tratamento “entrelinha de plantas”, que não detectou heterogeneidade entre as camadas amostradas. Portanto, infere-se que o sistema radicular das culturas de braquiária e de milho destacaram-se em relação ao sistema radicular de soja e à entrelinha da cultura de soja na melhoria das condições físicas do solo percebidas pela densidade, porosidade total e macroporosidade do solo. Esses dados são corroborados por Reinert (1993) ao concluir que diferentes espécies vegetais inferem variações às propriedades físicas do solo, podendo contribuir ou não para a conservação ou a restauração da estrutura do solo. Confirmando essa assertiva, Pasqualetto et al. (1999) constataram que as sucessões de culturas constituídas por sorgo e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)) reduziram a resistência do solo à penetração quando comparadas à sucessão que contemplava girassol (*Helianthus annuus*). A esse efeito, possivelmente esteja associada a quantidade e a qualidade do material orgânico aportado ao solo, principalmente pelo sistema radicular dessas espécies vegetais, as quais determinam a taxa de mineralização e o tipo de matéria orgânica formada.

**Tabela 2.** Parâmetros físicos de solo avaliados ao longo das linhas de semeadura das culturas de braquiária, milho e soja, e da entrelinha da cultura de soja, em uma unidade demonstrativa conduzida de 2005 a 2009 sob sistema plantio direto, em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, localizada no município de Não-Me-Toque, RS. (Embrapa Trigo, 2009).

Local de amostragem do solo	Camada (cm)	Densidade do Solo (kg m <sup>-3</sup> )	Porosidade Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Microporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Macroporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
Linha de semeadura de braquiária	0-5	1,03 b	0,52 a	0,32 a	0,20 a
	5-20	1,49 a	0,37 b	0,29 a	0,08 b
	20-30	1,54 a	0,37 b	0,32 a	0,05 b
Linha de semeadura de milho	0-5	1,14 b	0,46 a	0,26 c	0,20 a
	5-20	1,49 a	0,39 b	0,29 b	0,10 b
	20-30	1,48 a	0,39 b	0,32 a	0,07 b
Linha de semeadura de soja	0-5	1,44 b	0,39 ab	0,30 ab	0,09 a
	5-20	1,62 a	0,34 b	0,28 b	0,06 b
	20-30	1,47 b	0,41 a	0,33 a	0,08 a
Entrelinha de plantas	0-5	1,31 a	0,40 a	0,29 ab	0,11 a
	5-20	1,52 a	0,37 a	0,27 b	0,10 a
	20-30	1,47 a	0,39 a	0,31 a	0,08 a

Obs.: Braquiária (*Brachiaria brizantha*); Milho (*Zea mays* (L.)); Soja (*Glycine max* (L.)).

Médias seguidas pela mesma letra no sentido vertical e no mesmo tratamento não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Durante a análise do perfil cultural para a definição das camadas de solo a serem amostradas, era notória a diferença entre os tratamentos em referência ao estado de decomposição das raízes. Enquanto no tratamento “entrelinha de plantas” não havia raízes a ser decomposta, no tratamento “linha de semeadura de soja” as raízes presentes já se encontravam em elevado estado de decomposição ou decompostas e nos tratamentos “linha de semeadura de braquiária” e “linha de semeadura de milho” era evidente a presença de raízes em menor grau de decomposição em relação às raízes de soja. Essas percepções inferem que a melhoria da fertilidade física do solo imposta pelas culturas braquiária e milho, deverá ser ainda maior do que a observada quando todo o material orgânico aportado ao solo por estas espécies estiver plenamente decomposto. Nesse contexto, é possível inferir que modelos de produção que incluem a cultura de milho ou a consorciação das culturas milho-braquiária apresentam maior potencial para imprimir fertilidade integral ao solo do que modelos de produção restritos ao cultivo da cultura de soja.

Do exposto, é possível afirmar que a heterogeneidade de solos manejados sob sistema plantio direto, decorrente do tipo de cultura que compõe o modelo de produção e do posicionamento recorrente das linhas de semeadura no terreno safra após safra, constitui fator decisivo no processo de avaliação da fertilidade integral de um solo, requerendo o abandono de estratégias de amostragem de solo sustentadas pela teoria da aleatoriedade. Nesse sentido, o emprego da técnica do perfil cultural, que avalia a heterogeneidade horizontal e vertical da estrutura do solo, torna-se evidente como estratégia, tanto para definir as camadas a serem amostradas, como para definir o posicionamento dos pontos de coleta de amostras de solo ao longo da superfície de áreas manejadas sob sistema plantio direto.

## **Conclusão**

As culturas componentes do modelo de produção estudado geraram heterogeneidade nas propriedades físicas do solo, com ênfase na camada superficial.

A densidade, a porosidade total e a macroporosidade do solo são propriedades sensíveis e indicadoras de heterogeneidade do solo gerada pelas espécies componentes do modelo de produção.

As culturas braquiária e milho induzem melhorias na fertilidade física do solo, ao reduzir a densidade do solo e ao elevar a porosidade total e a macroporosidade do solo na camada superficial do solo.

## **Referências Bibliográficas**

ARAÚJO, A. M.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 337-345, 2004.

BLANCANEAU, P.; FREITAS, P. L.; AMÁBILE, R. F. Sistematização e adaptação da metodologia para caracterização do perfil cultural. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE A METODOLOGIA DO PERFIL CULTURAL, 1991, Londrina. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1995. 28 p.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. de. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 394-400, 2007.

D'AGOSTINI, L. R. Fertilidade do solo: (re)emergindo sistêmica. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006, Passo Fundo. **Fertilidade em solo... (re)emergindo sistêmica**: resumos e palestras. Passo Fundo: Embrapa Trigo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2006. 6 p. 1 CD ROM.

DENARDIN, J. E. Mecanização do sistema plantio direto para emergência de fertilidade no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: CONBEA, 2009. 7 p. 1 CD ROM.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006, Passo Fundo. **Fertilidade em solo... (re)emergindo sistêmica**: resumos e palestras. Passo Fundo: Embrapa Trigo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2006. 8 p. 1 CD ROM.

DERPSCH, R.; BENITES, J. R. Agricultura conservacionista no mundo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Manejo**: integrando a ciência do solo na produção de alimentos. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 1 CD-ROM.

NICOLODI, M. Desafios à caracterização da fertilidade do sistema solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Conquistas e desafios da Ciência do Solo brasileira**: resumos e palestras. Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1 p. 1 CD ROM.

NICOLODI, M. Desafios à caracterização de solo fértil em química do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006, Passo Fundo. **Fertilidade em solo... (re)emergindo sistêmica**: resumos e palestras. Passo Fundo: Embrapa Trigo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2006. 8 p. 1 CD ROM.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 442 p.

OLIVEIRA, L. B. de (Coord.). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979. Paginação irregular.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L. M.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, C. S. Influência de culturas de safrinhas em sucessão à cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto sobre a resistência à penetração do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29, n. 2, p. 27-31, 1999.

REINERT, D. J. **Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramínea em solo Podzólico vermelho-amarelo**. 1993. 62 p. Tese (Concurso professor titular) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SILVA, A. P.; KAY, B. D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p. 877-883, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 400 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 743-755, 2009.



**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 70**

Embrapa Trigo  
Caixa Postal, 451, CEP 99001-970  
Passo Fundo, RS  
Fone: (54) 3316 5800  
Fax: (54) 3316 5802  
E-mail: sac@cnpt.embrapa.br

**Expediente**

Comitê de Publicações  
Presidente: **Leandro Vargas**  
Anderson Santi, Antônio Faganello, Casiane Saete Tibola,  
Leila Maria Costamilan, Lisandra Lunardi, Maria Regina  
Cunha Martins, Sandra Maria Mansur Scagliusi, Sandro  
Bonow

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins  
Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

DENARDIN, J. E.; SCHAEFFER, R.; FAGANELLO, A.; KOCHHANN, R. A.  
**Heterogeneidade física de um latossolo argiloso manejado sob sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 16 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 70). Disponível em:  
<[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp70.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp70.htm)>.