



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbc.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Brasil

LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B.  
ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE UM PLANOSSOLO SOB DIFERENTES  
SISTEMAS DE MANEJO

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 27, núm. 1, 2003, pp. 199-205  
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180217698021>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# NOTA

## ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE UM PLANOSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO<sup>(1)</sup>

C. L. R. LIMA<sup>(2)</sup>, E. A. PAULETTO<sup>(3)</sup>, A. S. GOMES<sup>(4)</sup> & J. B. SILVA<sup>(5)</sup>

### RESUMO

**Os solos de várzea no Rio Grande do Sul, considerando a heterogeneidade do material de origem e os diferentes graus de hidromorfismo, apresentam grandes variações nas suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. Sua principal exploração tem ocorrido por meio do binômio: arroz irrigado e pecuária de corte, freqüentemente de baixa rentabilidade. A introdução de espécies de sequeiro em rotação e/ou sucessão com o arroz irrigado vem sendo apregoada para aumentar a utilização desses solos, permitir maior controle de plantas daninhas do arroz irrigado e melhorar o seu estado físico degradado mediante sistemas que envolvam menor mobilização do solo. Nesse contexto, avaliou-se o efeito de sistemas de preparo convencional (SC), cultivo mínimo (CM), semeadura direta (SD) e pré-germinado (PG) sobre o estado de agregação de um Planossolo Hidromórfico eutrófico, por meio dos seguintes atributos: distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho e diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP). O experimento vem sendo realizado desde 1995/96 e encontra-se instalado na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa – Clima Temperado, no município do Capão do Leão (RS). Após três anos, o sistema de manejo SD favoreceu a formação de agregados de maior tamanho, originando maior diâmetro médio ponderado de agregados, enquanto o sistema de plantio PG proporcionou a maior concentração de agregados do solo na classe de menor tamanho, com menor diâmetro médio ponderado dos agregados. O diâmetro médio ponderado de agregados do solo correlacionou-se linear e positivamente com o C-orgânico, não apresentando correlação com a argila dispersa em água.**

**Termos de indexação: sistema de cultivo, agregação, solos de terras baixas.**

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Recebido para publicação em dezembro de 2001 e aprovado em novembro de 2002.

<sup>(2)</sup> Pós-Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas (RS). E-mail: [crlima@esalq.usp.br](mailto:crlima@esalq.usp.br)

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel. E-mail: [pauletto@ufpel.tche.br](mailto:pauletto@ufpel.tche.br)

<sup>(4)</sup> Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado – CPACT/EMBRAPA. Caixa Postal 403, CEP 96001- 970 Pelotas (RS). E-mail: [algenor@cpact.embrapa.br](mailto:algenor@cpact.embrapa.br)

<sup>(5)</sup> Professor do Instituto de Física e Matemática, UFPel. E-mail: [jbsilva@ufpel.tche.br](mailto:jbsilva@ufpel.tche.br)

## SUMMARY: AGGREGATE STABILITY OF AN ALBAQUALF UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS

*The wetland soils in the state of Rio Grande do Sul present wide variation in their morphological, physical, chemical and mineralogical characteristics due to the heterogeneity of the parent material and different degrees of hydromorphism. Since their main uses for flooded rice and cattle breeding are frequently low-profit activities, the introduction of dry land crop species in rotation and/or succession with flooded rice has been called for. By broadening the spectrum of wetland soil use, a better weed control for flooded rice and an enhanced physical state of the degraded soil by management systems of reduced soil disturbance would become possible. In this context, the effect of tillage systems on the aggregation state of an Albaqualf has been evaluated: conventional tillage (CT), minimum tillage (MT), no tillage (NT) and pre-germinated (PG), by means of the following attributes: distribution of stable water aggregates in different size classes and mean weight diameter (MWD) of the aggregates. The experiment has been conducted since 1995/96 and is installed in the Estação Experimental de Terras Baixas (Experimental Station Lowlands-ESL) of Embrapa (Brazilian agricultural research organization), Clima Temperado, district of Capão do Leão (RS). After three years, the NT system favored an aggregate formation of larger sizes, originating largest MWD, while the system PG pushed the largest aggregate concentration of the soil into the smallest size class, with the smallest aggregate MWD. The MWD was linearly and positively correlated with the organic C, not presenting any correlation with the clay dispersed in water.*

*Index terms: tillage system, aggregation, lowland soil.*

## INTRODUÇÃO

A qualidade estrutural do solo tem sido associada às condições físicas favoráveis à emergência de plântulas, desenvolvimento radicular, aeração, infiltração e movimento de água no perfil do solo. Doran & Parkin (1994) definem qualidade de solo como sendo a capacidade do solo de exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, com vistas em sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e dos homens.

Segundo Eash et al. (1994), a formação da estrutura do solo resulta na formação dos agregados do solo. Aspectos relacionados com a estrutura podem ser quantitativamente caracterizados pela distribuição de tamanho de agregados estáveis em água (Arshad et al., 1996).

A formação e a estabilização de agregados ocorrem simultaneamente mediante a atuação de processos físicos, químicos e biológicos no solo. Bayer & Mielińczuk (1999) destacam que a formação de agregados é influenciada não só pelas forças físicas envolvidas no umedecimento e secamento, congelamento e descongelamento, mas também pela compressão das raízes e que, após a aproximação das partículas minerais, o C- orgânico é de importância fundamental na estabilização dos agregados.

Os compostos orgânicos participam das ligações entre as partículas individuais do solo, atuando como

agentes cimentantes das unidades estruturais pelas suas características de superfície, as quais controlam diversas reações importantes no solo e contribuem para determinar seu comportamento frente às práticas de manejo agrícola e alterações no ambiente. A participação destes compostos pode influir ainda na capacidade produtiva do solo por meio de diversos processos, tais como: amenização do efeito de elementos e compostos tóxicos, capacidade de infiltração e retenção de água, aeração, atividade biológica, capacidade de troca de cátions e disponibilidade de nutrientes (Silva et al., 2000a).

A agregação do solo é influenciada, ainda, pela composição textural (Castro Filho et al., 1998), condições climáticas, ação de microrganismos, raízes de plantas, resíduos vegetais e pelo próprio tracionamento do solo (Silva & Mielińczuk, 1997b).

A estabilidade dos agregados também pode ser alterada por diferentes sistemas de manejo. Segundo Eltz et al. (1989), o sistema de manejo semeadura direta proporciona maior tamanho de agregados estáveis em água, quando comparado ao preparo convencional, possivelmente pela não-destruição mecânica dos agregados causada pelos implementos de preparo e pela proteção que a palha oferece à superfície do solo. Carpenedo & Mielińczuk (1990) concordam com a eficiência da semeadura direta na melhoria da estabilidade dos agregados do solo em relação ao preparo convencional.

Tratando mais especificamente de solos de várzea, manejados com monocultivo e em preparo

convencional do solo, vêm-se buscando alternativas que reduzam a infestação de plantas daninhas e melhorem o estado físico do solo. O objetivo disto é viabilizar a sua utilização de forma mais intensa com arroz irrigado e, ou, com culturas de sequeiro, visando ao aumento de produtividade e à menor agressão ao meio ambiente.

Considerando que sistemas de manejo diferenciados alteram a estrutura do solo, objetivou-se avaliar o estado de agregação de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo em um experimento com duração de três anos, por meio da distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes e diâmetro médio ponderado (DMP).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado sobre um experimento de campo situado no município de Capão do Leão, durante três safras agrícolas consecutivas, a partir de 1995/96, na Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, RS. Utilizou-se um Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico textura média/argilosa, de acordo com EMBRAPA (1999), pertencente à Unidade de Mapeamento Pelotas (Brasil, 1973) e, segundo o Soil Survey Staff (1990), classificado como um Albaqualf.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os sistemas de manejo do solo estudados foram: preparo convencional (SC), cultivo mínimo (CM), semeadura direta (SD), além de um tratamento com arroz pré-germinado (PG).

No sistema convencional, o solo foi preparado por meio de uma aração profunda e uma ou duas gradagens, dependendo do nivelamento do solo. O cultivo mínimo foi realizado no final do inverno e início da primavera com uma ou duas passadas de grade, e a semeadura do arroz sob a flora de sucessão normalmente composta por plantas daninhas, como o arroz vermelho. A semeadura direta consistiu na semeadura do arroz sob a cobertura vegetal do solo, sendo o azevém a espécie de inverno utilizada. O sistema de cultivo pré-germinado, no Rio Grande do Sul, consistiu num preparo do solo semelhante ao convencional realizado em área previamente sistematizada, adicionado de um alisamento superficial na presença de uma lâmina de água, na qual foram colocadas as sementes pré-germinadas, com radicelas com comprimento de 2 a 3 mm (IRGA, 2001).

Nestas áreas, foram coletadas amostras deformadas nas camadas de 0-2,5; 2,5-5,0; 5-10 e 10-20 cm, as quais foram processadas no Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. No laboratório, as amostras foram secas à sombra e destorreadas manualmente através de seus

planos de fraqueza de maneira suave para não provocar compactação ou ruptura dos agregados e, após, passadas em peneira com abertura de malha 9,52 mm. A distribuição de tamanho dos agregados estáveis em água em diferentes classes e o cálculo do diâmetro médio ponderado (DMP) foram feitos com base no método descrito em Palmeira et al. (1999), segundo o princípio estabelecido por Kemper & Rosenau (1986), que utiliza o aparelho de oscilação vertical Yoder (1936). No peneiramento, utilizou-se um jogo de peneiras com abertura de malha de 4,76; 2,0; 1,0; 0,25 e 0,105 mm.

Complementarmente, foram determinados o teor de C-orgânico, pelo método de Walkley-Black (Tedesco et al., 1995), e de argila naturalmente dispersa em água, pelo método da pipeta descrito por Gee & Bauder (1986).

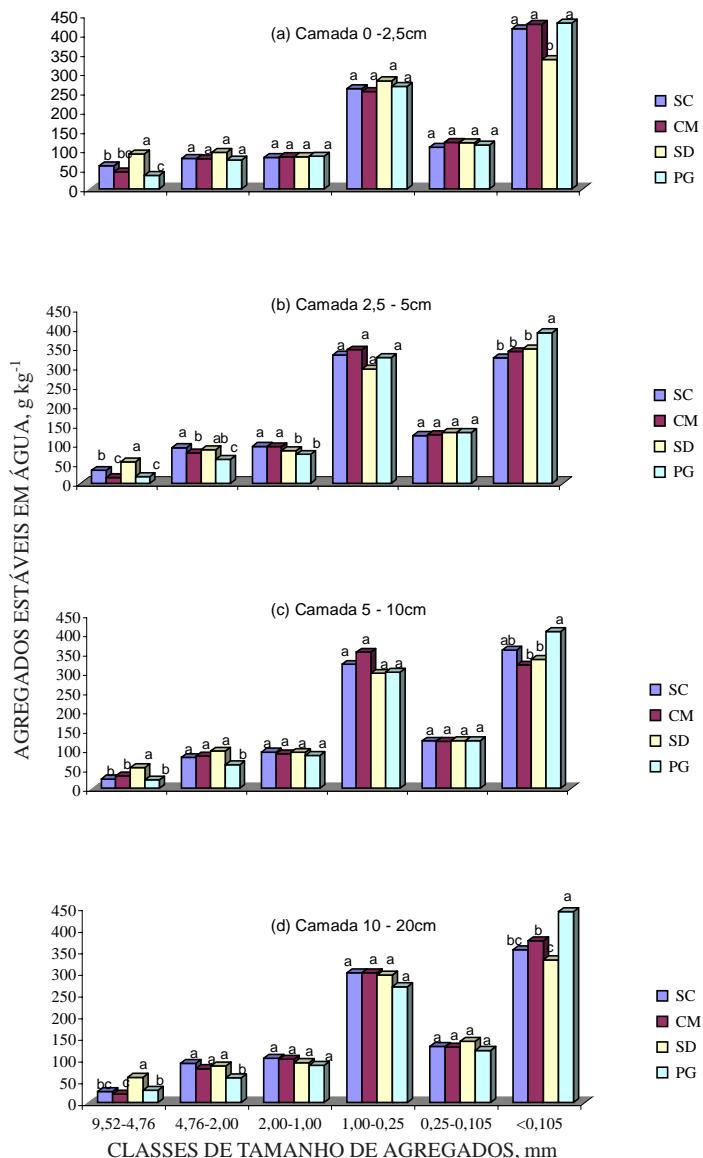
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando para comparação de médias o teste de Duncan a 5 %, para as variáveis: distribuição percentual de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado dos agregados, teor de C-orgânico e argila naturalmente dispersa em água. A análise de correlação linear simples foi utilizada para as variáveis: DMP, C-orgânico e argila naturalmente dispersa em água, para cada camada amostrada, utilizando o Sistema de Análise Estatística - SANEST (Zonta et al., 1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valores médios de agregados estáveis em água, em diferentes classes de tamanho, e de C-orgânico, e argila naturalmente dispersa em água (ADA) e de diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados DMP encontram-se na figura 1 e no quadro 1, respectivamente.

Em termos gerais, as maiores quantidades de agregados na classe de maior tamanho (C1 = 9,52 a 4,76 mm) foram proporcionadas pelo sistema SD, em todas as camadas, enquanto, na classe de menor tamanho (C6 < 0,105 mm), as maiores quantidades foram condicionadas pelo sistema PG. Esse fato está relacionado com o próprio sistema de preparo que é feito pela formação da lama, que destrói quase que por completo os agregados de maior tamanho, favorecendo, desta forma, a maior quantidade de menores agregados. Segundo Peña et al. (1996), Teixeira (1998), Palmeira et al. (1999) e Silva et al. (2000b), a utilização da SD poderá concorrer para a melhoria da estrutura do solo.

Os resultados obtidos indicam que os sistemas de manejo testados não exerceram efeitos significativos sobre as quantidades de agregados de 1 a 0,105 mm de diâmetro, isto é, nas classes intermediárias (C4 e C5), em todas as camadas (Figura 1).



SC: sistema convencional, CM: cultivo mínimo, SD: semeadura direta, PG: pré-germinado.

**Figura 1. Valores médios de agregados estáveis em água em diferentes classes de distribuição de tamanho de um Planossolo, considerando sistemas de manejo e camadas. Valores seguidos pela mesma letra dentro de cada classe, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5 %.**

Da mesma forma, foi possível constatar um acúmulo de agregados de 1,00 a 0,25 mm de diâmetro (C4) e menores que 0,105 mm (C6). Palmeira et al. (1999), no mesmo tipo de solo, submetido a diferentes sistemas de manejo por um período de 10 anos, também observaram um acúmulo de agregados nestas classes. Tisdall & Oades (1982) explicam que o acúmulo de agregados nas classes inferiores a 1,00 mm ocorre por serem eles mais estáveis por ocasião do umedecimento e não sofrerem destruição por práticas agrícolas, visto que são constituídos, predominantemente, por partículas de 2-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro, unidas em cadeias por diversas substâncias cimentantes, como materiais

orgânicos, óxidos cristalinos e aluminossilicatos desordenados.

A aplicação do teste de Duncan sobre os valores médios das variáveis analisadas indica que o sistema SD proporcionou, em todas as camadas estudadas, os maiores valores de DMP e de C-orgânico (Quadro 1), os quais foram, em termos estatísticos, diferenciados daqueles correspondentes aos dos demais sistemas.

Os maiores teores de C-orgânico proporcionados pelo sistema SD devem ter contribuído para a presença de maior quantidade de agregados nas classes de maior tamanho.

Bayer & Mielniczuk (1997) explicam que o maior conteúdo de C-orgânico nas camadas superficiais de solos não revolvidas, comparativamente ao dos demais preparos, é devido à menor taxa de perda de matéria orgânica e à localização superficial do material orgânico adicionado por sistemas de cultivo. Para Silva et al. (2000a), sistemas de manejo que empregam operações com intenso revolvimento revelam taxa de perda de carbono normalmente maior que a taxa de adição, resultando em decréscimo dos teores de matéria orgânica.

Percebeu-se diminuição do DMP dos agregados em profundidade, principalmente em relação à primeira camada, em decorrência, provavelmente, da diminuição dos teores de C-orgânico em profundidade (Quadro 1). Observa-se que o sistema SD apresentou os maiores valores de DMP e o sistema PG os menores, refletindo nos dados apresentados anteriormente com relação à distribuição dos agregados nas diferentes classes de tamanho (Figura 1).

Sobre a argila naturalmente dispersa em água (ADA), não foram verificados efeitos significativos dos tratamentos (Quadro 1). Palmeira et al. (1999) também não encontraram diferenças significativas sobre os teores de argila naturalmente dispersa entre os tratamentos estudados.

Percebe-se, pelo quadro 2, que, em todas as camadas do solo estudado, houve correlação altamente significativa entre os teores de C-orgânico e DMP e maior coeficiente de correlação linear na camada de 0-2,5 cm.

Não foram encontradas correlações significativas entre o DMP e a argila naturalmente dispersa em água (ADA) (Quadro 2). Silva & Mielniczuk (1997a) e Reichert et al. (1993) também não encontraram correlação significativa entre estes dois atributos. Silva & Mielniczuk (1998) evidenciaram que a argila e o grau de dispersão exerceram efeitos na agregação do solo, porém foram insuficientes para explicar as variações entre os valores de DMP encontrados entre dois diferentes tipos de solos.

**Quadro 1. C-orgânico, argila naturalmente dispersa em água (ADA) e diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados de um Planossolo, considerando sistemas de manejo e camadas de solo**

Variável	Camada	Sistema de manejo <sup>(1)</sup>			
		SC	CM	SD	PG
cm					
C-orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	11,28b <sup>(2)</sup>	10,58bc	14,68a	10,09c
	2,5-5,0	9,44b	10,00b	11,34a	9,43b
	5,0-10	9,83b	9,93b	11,00a	8,60c
	10-20	9,01b	8,06c	9,96a	8,10c
ADA (g kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	49,83a	56,11a	57,79a	59,71a
	2,5-5,0	68,90a	74,94a	75,85a	72,29a
	5,0-10	77,06a	74,25a	84,33a	76,11a
	10-20	74,60a	84,05a	87,93a	83,36a
DMP (%)	0-2,5	1,01b	0,89b	1,29a	0,82b
	2,5-5,0	0,93b	0,77c	1,03a	0,68d
	5,0-10	0,82bc	0,90b	1,07a	0,72c
	10-20	0,87b	0,78bc	1,08a	0,73c

<sup>(1)</sup> SC: sistema convencional, CM: cultivo mínimo, SD: semeadura direta e PG: pré-germinado. <sup>(2)</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Duncan a 5 %.

**Quadro 2. Correlações simples entre diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados e C-orgânico e entre DMP e Argila naturalmente dispersa em água (ADA) de um Planossolo, considerando sistemas de manejo e camadas do solo**

Variável	Coeficiente de correlação			
	0-2,5 cm	2,5-5,0 cm	5,0-10 cm	10-20 cm
DMP x C-orgânico	0,782**	0,453**	0,549**	0,632**
DMP x ADA	-0,043ns	0,060ns	0,267ns	0,135ns

\*\*: Significativo a 1 % e ns: Não-significativo.

## CONCLUSÕES

1. O sistema de semeadura direta favoreceu a formação de agregados de maior tamanho, originando maior diâmetro médio ponderado de agregados, enquanto o sistema de plantio de arroz pré-germinado proporcionou a maior concentração de agregados do solo na classe de menor tamanho, com menor diâmetro médio ponderado dos agregados.

2. O diâmetro médio ponderado dos agregados do solo correlacionou-se, linear e positivamente, com o C-orgânico, não apresentando correlação com a argila naturalmente dispersa em água.

## LITERATURA CITADA

- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. *Methods for assessing soil quality*. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.123-141.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F.A.O., eds. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Gênesis, 1999. p.9-26.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetado por métodos de cultura. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:105-112, 1997.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. *Levantamento de reconhecimentos dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade e agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:1:99-105, 1990.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relações com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e método de preparo das amostras. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:527-538, 1998.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWARD, B.A., eds. *Defining soil quality for sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of American, American Society of Agronomy, 1994. p.3-21.
- EASH, N.S.; KARLEN, D.L. & PARKIN, T.B. Fungal contributions to soil aggregation and soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWARD, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, 1994. p.221-228.
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G. & JASTER, F. Efeitos de sistema de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:259-267, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. Brasília, 1999. 412p.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle size analysis. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.383-411.
- INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ –IRGA. *Arroz Irrigado: Recomendações técnicas de pesquisa para o sul do Brasil*. IRGA. Porto Alegre, 2001. 128p.
- KEMPER, W.D. & ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.425-441.
- PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; GOMES, A.S. & SILVA, J.B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:189-195, 1999.
- PEÑA, Y.A.; GOMES, A.S. & SOUSA R.O. Influência de diferentes sistemas de cultivo nas propriedades físicas de um solo de várzea cultivado com arroz irrigado. *R. Bras. Ci. Solo*, 20:517-523, 1996.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M. & CABEDA, M.S.V. Índices de estabilidade de agregados e suas relações com características e parâmetros. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:283-290, 1993.
- SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:313-319, 1997a.
- 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, 1997b.
- SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetado a estabilidade de agregados. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:311-317, 1998.
- SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O. & CERETTA C.A. Composição da fase sólida do solo. In: MEURER E.J., ed. *Fundamentos da química do solo*. Porto Alegre, Gênesis, 2000a p.45-62.
- SILVA, V.R.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetado pelo pastorejo e manejo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:191-199, 2000b.
- SOIL SURVEY STAFF. *Keys to soil taxonomy*. 4.ed. Virgínia, 1990. 422p. (SMSS technical monograph, 6)
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. *Analises de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TEIXEIRA C.F.A. Influência de sistemas de cultivo em plantio direto em alguns atributos físicos de um Podzólico Vermelho-Amarelo. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1998. 49p. (Tese de Mestrado)

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water stable aggregates in soil. *J. Soil Sci.* 33:141-163, 1982.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agron.*, 28:337-351, 1936.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. & SILVEIRA, J.P. Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1984. 151p.