

# SEÇÃO I - FÍSICA DO SOLO

## AGREGAÇÃO DE UM PLANOSSOLO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO<sup>(1)</sup>

P. R. T. PALMEIRA<sup>(2)</sup>, E. A. PAULETTO<sup>(3)</sup>, C. F. A. TEIXEIRA<sup>(4)</sup>,  
A. S. GOMES<sup>(5)</sup> & J. B. SILVA<sup>(6)</sup>

### RESUMO

Estudaram-se os efeitos de oito diferentes sistemas de cultivo sobre o estado de agregação na profundidade de 0-10 cm num Planossolo eutrófico, por meio dos seguintes atributos: distribuição dos agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho e diâmetro médio ponderado dos agregados. O ensaio foi instalado no CPATB-EMBRAPA, em Pelotas (RS), num experimento que vem sendo realizado desde 1985. Após 10 anos, nos sistemas de cultivo em que a mobilização do solo foi mínima, a maior concentração dos agregados estáveis em água ocorreu na classe de maior tamanho, enquanto, nos tratamentos de maior ação antrópica, a maior concentração ocorreu nas classes de menor tamanho. Comparando o diâmetro médio ponderado dos agregados obtido no solo mantido sem cultivo com o dos demais sistemas, houve uma redução desse atributo de 1,11 vez com relação à semeadura direta, de 1,80 vez com relação ao sistema tradicional e convencional de cultivo de arroz irrigado e de 2,87 vezes com relação aos sistemas que envolveram sucessão e rotação de culturas. O conteúdo de matéria orgânica, embora tenha diminuído cerca de 30% nos tratamentos que envolveram sucessão e rotação de culturas, em comparação com o solo mantido sem cultivo, correlacionou-se positivamente com o diâmetro médio ponderado de agregados, caracterizando-se como um potencial indicador da desagregação do solo nas condições estudadas.

**Termos de indexação:** estabilidade de agregados, rotação de culturas, plantio direto, distribuição de agregados por tamanho.

---

<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 junho de 1998 e aprovado em janeiro de 1999.

<sup>(2)</sup> Engenheiro-Agrícola e aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, UFPel. Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas (RS).

<sup>(3)</sup> Professor Titular do Departamento de Solos da FAEM/UFPel. Bolsista do CNPq.

<sup>(4)</sup> Engenheira-Agrícola e aluna do Curso de Pós-Graduação do Departamento de Solos, UFPel.

<sup>(5)</sup> Professor Titular aposentado do Departamento de Solos da FAEM/UFPel e Pesquisador da Embrapa Clima Temperado.

<sup>(6)</sup> Professor aposentado do Instituto de Física e Matemática, UFPel.

**SUMMARY:** *SOIL AGGREGATION OF AN ALBAQUALF SUBMITTED TO DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS*

*The objective of this paper was to study the effect of eight soil tillage systems on the aggregation status of an Albaqualf at a depth of 0-10 cm using the following parameters: distribution of water stable aggregates in different size classes and mean weight diameter aggregates. The field experiment was carried out at the "Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado" (EMBRAPA-CPACT) experimental station, in Pelotas (RS) in 1985. After ten years, the soil tillage systems with minimal soil mobilization presented the largest concentration of water stable aggregates in the larger size classes while in those systems with more soil mobilization, the largest aggregate concentration occurred in the smaller size classes. As compared to that obtained in the other tillage systems, the mean weight diameter aggregate obtained in the non cultivated soil showed a reduction of 1:11 times in relation to no-tillage plots, 1.80 time in relation to traditional and conventional irrigated rice tillage systems and of 2.87 times in relation to systems involving crop rotation. Although decreasing around 30% when under treatments involving crop rotation, organic matter content was positively correlated with mean weight diameter aggregate, when compared with non cultivated soil, thus being a potential indicator of soil disaggregation under the conditions studied.*

*Index terms: aggregate stability, crop rotation, no-tillage, size distribution of aggregation.*

## INTRODUÇÃO

A agregação do solo é um fenômeno que ocorre em duas etapas, sendo a primeira relacionada com a aproximação das partículas e a segunda com a sua estabilização por agentes cimentantes (Baver et al., 1972). Do produto final desses processos resulta a formação de unidades estruturais, as quais, no seu conjunto, definem a estrutura do solo.

Do ponto de vista agrícola, a estrutura do solo é um dos seus atributos mais importantes, pois está relacionada com a disponibilidade de ar e água às raízes das plantas, com o suprimento de nutrientes, com a resistência mecânica do solo à penetração e com o desenvolvimento do sistema radicular (Baver et al., 1972; Tisdall & Oades, 1979, Reid & Goss, 1981).

A manutenção de um bom estado de agregação e estabilidade dos agregados e, conseqüentemente, de uma boa estrutura é condição primordial para garantir altas produtividades agrícolas (Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Paladini & Mielniczuk, 1991; Silva & Mielniczuk, 1997a,b). Existe estreito relacionamento entre as condições físicas do solo e o desenvolvimento das plantas. Solos desestruturados e compactados geralmente apresentam valores baixos de porosidade, dificultando a penetração de raízes e a difusão de oxigênio.

Indubitavelmente, a recuperação de áreas degradadas passa por um bom manejo do solo norteada nos princípios da mínima mobilização do solo, procurando mantê-lo coberto o maior tempo possível, e da rotação de culturas. As plantas, segundo Allison (1973), exercem influência na

agregação e estabilidade dos agregados por meio da grande massa de raízes que se ramificam no solo, da remoção de água que faz com que aumente a coesão entre as partículas e do fornecimento de alimento para os microrganismos que, direta ou indiretamente, influem na agregação. As gramíneas são, geralmente, mais eficientes na estruturação do solo do que as leguminosas (Baver et al., 1972). Tal fato está relacionado com a sua maior capacidade de regeneração, produção de matéria seca, comprimento e densidade do sistema radicular, bem como com os compostos orgânicos resultantes de sua decomposição, que revelam efeitos mais duradouros. D'Agostini (1981) observou melhor índice de agregação em solo sob pastagem, atribuindo esse fato à ação mecânica das raízes das gramíneas associada ao grande número de raízes por volume de solo e ao diâmetro reduzido destas. Carpenedo & Mielniczuk (1990) também verificaram que a estabilidade dos agregados aumenta mais em solos sob gramíneas do que em solos sob leguminosas.

A agregação e a estabilidade dos agregados em água são também influenciadas pelos diferentes sistemas de manejo. Segundo Eltz et al. (1989), o plantio direto proporciona maior tamanho de agregados estáveis, quando comparado com o sistema convencional de preparo do solo, possivelmente devido à não-destruição mecânica dos agregados pelos implementos de preparo do solo e à proteção que a palha oferece à superfície do solo. Bruce et al. (1990), trabalhando com um sistema de rotação de culturas e três sistemas de manejo do solo, observaram o efeito da rotação nas características físicas do solo somente no plantio

direto. Os autores concluíram que o preparo do solo eliminou os efeitos benéficos da rotação de culturas na estruturação do solo. Segundo Grant & Lafond (1993), um bom planejamento da rotação de culturas pode melhorar a resistência do solo à erosão e à degradação, melhorando a fertilidade do solo ou aumentando a estabilidade dos agregados e a disponibilidade de armazenamento de água e, conseqüentemente, aumentando a produção.

Em solos de várzea, a rotação de culturas é utilizada como alternativa para o sucesso do plantio direto, além de permitir maior controle de plantas daninhas e aumentar a utilização desses solos (Gomes et al., 1992).

O manejo de solos de várzea, principalmente os Planossolos do Rio Grande do Sul, embora pareça simples, quando analisado do ponto de vista topográfico, da erosão e da facilidade de irrigação por gravidade, pois são áreas planas, contínuas e totalmente mecanizáveis, é tido de extrema complexidade por causa de seu estado físico degradado principalmente pela ocorrência de valores elevados de densidade e pela presença de argilas expansivas que dificultam as operações de preparo (Gomes et al., 1992; Pauletto et al., 1996). Acredita-se que nenhum sistema de manejo tenha aplicação generalizada. Para cada solo deve existir um sistema de manejo mais adequado, e cada sistema deve trazer reflexos diferentes nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e, conseqüentemente, na produção agrícola.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o estado de agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo por um período de 10 anos por meio da determinação da distribuição do tamanho e da estabilidade dos agregados em água.

## MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa baseou-se em um experimento que vem sendo realizado, desde 1985, na Estação Experimental de Terras Baixas (EETB), do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT)-EMBRAPA, no município de Capão do Leão (RS), num Planossolo eutrófico, pertencente à Unidade de Mapeamento Pelotas, classificado, segundo Soil Survey Staff (1990), como um Albaqualf, com 44,80% de areia, 42,00% de silte e 13,20% de argila.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos que compõem o experimento são os seguintes: T1- Sistema tradicional de cultivo de arroz: um ano arroz com preparo convencional do solo, ou seja, com aração e gradagem, seguido de dois de pousio; T2- Sistema de cultivo contínuo de arroz

(todos os anos) com preparo convencional do solo e controle de invasoras no sistema convencional, ou seja, com aração e gradagem e com aplicação de herbicidas; T3- Sistema de cultivo contínuo do arroz com preparo convencional do solo e controle total de invasoras (aplicação de herbicidas, caso persistirem algumas invasoras, controle manual); T4- Sucessão de culturas, arroz x soja no sistema convencional; T5- Rotação de culturas, arroz x soja x milho no sistema convencional; T6- Sucessão de culturas, azevém no inverno x arroz no verão no sistema semeadura direta; T7- Sucessão de culturas, soja no sistema convencional x arroz no sistema semeadura direta; T8- Testemunha (solo mantido sem cultivo).

As amostras de solo foram coletadas em outubro de 1996, em triplicatas, na região central das 32 parcelas de 600 m<sup>2</sup> que compõem o experimento na profundidade de 0-10 cm com auxílio de pá reta, tendo-se o cuidado de retirar os restos de cultura da superfície; em seguida, foram colocadas em embalagens plásticas e transportadas para o Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da UFPel. No Laboratório, as amostras foram espalhadas em tabuleiros de madeira para secarem à sombra até atingirem o ponto de umidade correspondente à friabilidade. Após, as amostras foram passadas em peneira de 9,52 mm de abertura de malha, destorroando os agregados maiores com as mãos por seus planos de fraqueza. A seguir, foram colocadas novamente nos tabuleiros por um período de 3 a 6 dias até atingirem a umidade seca ao ar.

A determinação do tamanho e estabilidade dos agregados em água foi feita seguindo o princípio do método descrito por Kemper & Chepil (1965) que utiliza o aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936). De cada amostra de terra seca ao ar, após homogeneizada, foi retirada uma porção, passada num quartejador, obtendo-se quatro subamostras com agregados uniformemente distribuídos. Dessas quatro subamostras, três foram separadas no aparelho de Yoder e a outra foi levada à estufa para a determinação do conteúdo de água.

No aparelho de Yoder, as amostras correspondentes a 50 g de amostra seca em estufa foram colocadas sobre papel de filtro previamente adaptado na peneira superior de um jogo de peneiras com abertura de malha de 4,76; 2,0; 1,0; 0,25 e 0,105 mm. O papel de filtro teve a finalidade de evitar a distribuição do material nas peneiras antes da saturação por água. A seguir, o conjunto de peneiras foi regulado de forma que a lâmina de água atingisse a porção inferior da amostra colocada na peneira de maior diâmetro e garantisse, dessa forma, o umedecimento da amostra por capilaridade. A amostra foi mantida nessa posição por um período de 10 minutos. Decorrido esse tempo, foi retirado o papel de filtro, tendo-se o cuidado de retirar, com auxílio de jatos de água, todo o material nele aderido. Iniciou-se, então, a tamisagem das amostras por um

período de 10 minutos, com o aparelho regulado para efetuar 30 oscilações verticais por minuto, num percurso de 3,5 cm. Dessa forma, os agregados foram distribuídos nas peneiras de acordo com sua estabilidade e tamanho. Esse material foi transferido para cápsulas de alumínio com auxílio de jatos de água fracos dirigidos ao fundo da peneira e seco em estufa a 105°C por um período mínimo de 24 h e pesado em balança de precisão. Após, foi submerso em solução de hidróxido de sódio 1 mol L<sup>-1</sup> a 6% durante uma noite. Procedeu-se, então, a lavagem do material na mesma peneira que lhe deu origem, obtendo-se, assim, após seco em estufa, o material inerte (cascalho, areia, restos de raízes e de culturas, etc.).

Para o cálculo da porcentagem de agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho (C1 = 9,52-4,76 mm; C2 = 4,76-2,0 mm; C3 = 2,0-1,0 mm; C4 = 1,0-0,25 mm; C5 = 0,25-0,105 mm e C6 = < 0,105 mm), foi utilizada a expressão:

$$AGRi = \left[ \frac{MAGRi - mi}{\sum_{i=1}^n (MAGRi - mi)} \right] \cdot 100 \quad (1)$$

em que

AGRi = proporção de agregados estáveis em água em determinada classe (i);

MAGRi = massa de agregados + material inerte na classe i;

mi = massa de material inerte (cascalho, areia, raízes, restos de cultura, etc.) na classe i;

Para calcular o diâmetro médio ponderado (DMP), em mm, utilizou-se a seguinte expressão:

$$DMP = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n DMi (MAGRi - mi)}{\sum_{i=1}^n (MAGRi - mi)} \right] \quad (2)$$

em que DMi = diâmetro médio da classe i (mm).

Observa-se que, tanto para o cálculo da porcentagem de agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho como do DMP, é subtraído o material inerte partindo do princípio de que ele não faz parte do agregado.

Foram determinados também o teor de matéria orgânica pelo método de Walkley-Black, descrito por Tedesco et al. (1995), e a argila naturalmente dispersa, seguindo o método da pipeta, descrito por Day (1965), abolindo o dispersante.

Os resultados foram avaliados pela análise de variância, teste de Duncan a 5% e regressão linear utilizando o Sistema de Análise Estatística - SANEST.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição percentual dos agregados estáveis em água nas diferentes classes de diâmetro para os sistemas de cultivo estudados, com sua respectiva análise estatística, encontra-se no quadro 1.

O quadro 1 mostra que a maior concentração de agregados estáveis em água se deu na classe entre 1,0-0,25 mm, contrastando com o que normalmente ocorre nos solos de terras altas, onde se percebe maior concentração de agregados nas classes de maior tamanho (Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Paladini & Mielniczuk, 1991; Silva & Mielniczuk, 1997b). Com exceção do T8 (solo mantido sem cultivo), os demais tratamentos apresentaram essa tendência, o que evidencia os efeitos da ação antrópica na diminuição do tamanho dos agregados. Na classe de maior tamanho (9,52-4,76 mm), verifica-se que os sistemas de cultivo em que a mobilização do solo foi mínima (T6- sucessão azevém no inverno x arroz no verão, cultivado no sistema de plantio direto) ou ausente (T8- solo mantido sem cultivo) apresentaram as maiores porcentagens de agregados. Os valores apresentados pelos demais tratamentos, nesta classe, mostram que, quando o solo é cultivado no sistema convencional, ocorre a destruição dos agregados maiores, resultando em aumento de agregados nas classes de menor tamanho.

Convém evidenciar que o tratamento T1 (sistema de tradicional cultivo: um ano de cultivo de arroz seguido de dois anos de pousio), que é, ainda hoje, o sistema de manejo mais utilizado nas áreas de cultivo de arroz do RS, não difere dos tratamentos T3, T4 e T7 nas classes de maior diâmetro de agregados, dos tratamentos T3, T4, T5 e T7 na classe onde ocorre a maior concentração de agregados (1,0-0,25 mm) e dos tratamentos T2, T3, T4 e T7 na classe de menor diâmetro de agregados. Cabe salientar, ainda, que os efeitos benéficos que a sucessão e a rotação de culturas poderão proporcionar na estabilidade de agregados em água podem ficar prejudicados quando, nestes sistemas, é cultivado o arroz sob inundação. A inundação do solo por um longo período (3 a 4 meses), com a cultura do arroz, minimiza a ação benéfica dos ligantes orgânicos persistentes na agregação.

O fato de o tratamento T6 apresentar, na classe de tamanho de agregados 9,52-4,76 mm, o mesmo comportamento do tratamento testemunha (T8) se deve à presença do azevém nesse sistema de cultivo que, além de aumentar o conteúdo de matéria



**Quadro 1. Distribuição de tamanho de agregados estáveis em água nos diferentes sistemas de cultivo**

Tratamento <sup>(1)</sup>	Tamanho de agregados (mm)					
	9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105
	kg kg <sup>-1</sup>					
T1	0,104 cd	0,105 bc	0,139 ab	0,375 a	0,075 b	0,202 bc
T2	0,169 b	0,124 bc	0,143 b	0,286 bc	0,076 b	0,202 bc
T3	0,128 bc	0,094 bc	0,138 b	0,355 ab	0,077 b	0,208 bc
T4	0,059 de	0,096 bc	0,127 b	0,379 a	0,097 ab	0,242 b
T5	0,026 e	0,100 bc	0,129 ab	0,338 ab	0,111 a	0,296 a
T6	0,270 a	0,125 b	0,122 b	0,291 bc	0,048 c	0,144 bc
T7	0,066 de	0,092 c	0,121 b	0,377 ab	0,110 a	0,234 b
T8	0,294 a	0,170 a	0,156 a	0,248 c	0,031 c	0,103 d

Os valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

<sup>(1)</sup> T1 = Sistema tradicional de cultivo; T2 e T3 = Sistemas de cultivo contínuo de arroz; T4 = Sucessão de culturas arroz x soja; T5 = Rotação de culturas arroz x soja x milho; T6 = Azevém no inverno x arroz no verão em semeadura direta; T7 = Sucessão soja no sistema convencional x arroz no sistema semeadura direta e T8 = Testemunha - solo mantido sem cultivo.

orgânica em virtude da grande produção de matéria seca, apresenta denso sistema radicular que favorece a agregação das partículas do solo.

A maior eficiência das gramíneas na formação e estabilidade dos agregados é ressaltada por vários pesquisadores, dentre os quais podem ser citados: Baver et al., 1972; Reid & Goss, 1981; D'Agostini, 1981; Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Silva & Mielniczuk, 1997a; Ros et al., 1997; Tisdall & Oades, 1979. Campos et al. (1995) também encontraram maior porcentagem de agregados estáveis em água, cerca de 45%, na classe de maior tamanho (8,0-4,76 mm) no plantio direto, enquanto no sistema convencional a maior concentração de agregados estáveis em água se verificou na classe de 1,0-0,21 mm, o que está de acordo com os resultados aqui obtidos.

Observa-se, ainda no quadro 1, que os tratamentos T2 e T3 (cultivo contínuo do arroz com preparo convencional do solo) apresentaram, na classe de maior tamanho de agregados (9,52-4,76 mm), maior concentração de agregados do que os sistemas que envolvem culturas de sequeiro (T4, T5 e T7). Esse fato pode estar relacionado com o maior número de ciclos de umedecimento e secagem ocorridos nos T2 e T3, pois, nesses tratamentos, o solo é inundado todos os anos por um período de 3 a 4 meses em face do cultivo do arroz, enquanto, nos tratamentos T4 e T7, e T5, a inundação do solo ocorre apenas a cada 2 e 3 anos, respectivamente. Os efeitos que os ciclos de umedecimento e secagem do solo proporcionam ao processo de agregação do solo são evidenciados por Gish & Browning, 1948; Horn & Dexter, 1988; Horn, 1990. Esses autores afirmam que a desidratação dos ligantes orgânicos e inorgânicos do solo proporciona a formação de maior quantidade de agregados grandes, ressaltando, ainda, que esse

processo ocorre, com maior frequência, em áreas sob gramíneas perenes, em que a maior amplitude e a alta frequência de ciclos de umedecimento e secagem são positivamente relacionadas com a densidade de raízes.

Com relação ao diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados, verifica-se, no quadro 2, que os tratamentos T8 e T6 foram os que apresentaram os valores mais elevados, não diferindo estatisticamente entre si, mas diferindo dos demais tratamentos. Nota-se, nitidamente, que dentre os sistemas de cultivo o que envolveu a semeadura direta de forma contínua (T6) foi o que apresentou o maior valor de DMP. O sistema tradicional de cultivo (T1), juntamente com os sistemas de cultivo contínuo de arroz na mesma área (T2 e T3) e o sistema de sucessão de culturas – soja no sistema convencional x arroz no sistema de semeadura direta (T7) foram os que apresentaram valores intermediários de DMP, não diferindo estatisticamente entre si. Finalmente, o sistema de sucessão de culturas arroz x soja, com preparo convencional do solo (T4) e o sistema de rotação arroz x soja x milho, também com preparo convencional do solo, foram os que apresentaram os menores valores de DMP. Considerando os valores de DMP do tratamento testemunha (T8 – solo mantido sem cultivo) como sendo o valor máximo obtido para este solo, verifica-se que, após 10 anos de cultivo, houve uma redução de apenas 1,11 vez com relação ao sistema semeadura direta (T6). Essa redução, entretanto, foi de 1,8 vez com relação aos tratamentos que envolveram o sistema tradicional (T1) e convencional (T2 e T3) de cultivo do arroz e de 2,87 vezes com relação aos tratamentos que envolveram sucessão e rotação de culturas com preparo convencional do solo.

**Quadro 2. Valores médios do diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados, teor de matéria orgânica e argila dispersa em água nos diferentes sistemas de cultivo estudados**

Tratamento <sup>(1)</sup>	DMP	Matéria orgânica	Argila dispersa em água
	mm	g kg <sup>-1</sup>	%
T1	1,60 b	17,5 b	22,6 a
T2	1,81 b	18,0 b	23,9 a
T3	1,74 b	18,7 b	21,6 a
T4	1,16 c	18,2 b	20,1 a
T5	0,98 c	16,2 b	23,5 a
T6	2,78 a	22,0 a	19,2 a
T7	1,20 b	17,8 b	20,2 a
T8	3,08 a	23,2 a	19,1 a

Os valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

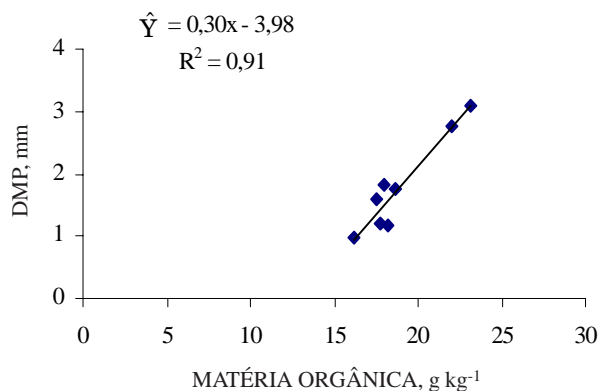
<sup>(1)</sup> T1 = Sistema tradicional de cultivo; T2 e T3 = Sistemas de cultivo contínuo de arroz; T4 = Sucessão de culturas arroz x soja; T5 = Rotação de culturas arroz x soja x milho; T6 = Azevém no inverno x arroz no verão em semeadura direta; T7 = Sucessão soja no sistema convencional x arroz no sistema semeadura direta e T8 = Testemunha - solo mantido sem cultivo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carpenedo & Mielniczuk (1990), que obtiveram valores cerca de 2 vezes maiores de DMP no sistema plantio direto quando comparado com o convencional, bem como por Reinert et al. (1984), trabalhando com um Podzólico Vermelho-Amarelo.

A baixa redução de DMP no sistema semeadura direta (T6) com relação ao solo mantido sem cultivo (T8) está relacionada, provavelmente, com a manutenção dos mesmos níveis de matéria orgânica nesses dois tratamentos. Após um período de 10 anos de cultivo do solo, houve apenas uma redução de 5% de matéria orgânica, enquanto, nos demais tratamentos, houve uma redução média de aproximadamente 25%. A maior redução ocorreu no tratamento rotação de culturas arroz x soja x milho (T5), com valores de aproximadamente 30%, devido provavelmente ao próprio sistema de cultivo, que envolve preparo convencional do solo, favorecendo a oxidação da matéria orgânica, pouca contribuição da cultura da soja com relação a restos de cultura, além de esses resíduos apresentarem baixa relação C/N e, conseqüentemente, pequena conversão da matéria seca em húmus (Baver et al., 1972) e ao próprio sistema de cultivo, com predominância de culturas de sequeiro, pois apenas a cada três anos retorna ao sistema o cultivo do arroz inundado. Este fato, além de servir como indicador da degradação do solo causada por esses sistemas de cultivo, contribuiu também para a obtenção dos menores valores de DMP.

O efeito positivo da matéria orgânica no DMP pode ser observado com maior clareza na figura 1, onde se percebe alta correlação entre essas duas variáveis, indicando que a matéria orgânica é um dos principais agentes de formação e estabilização de agregados do solo, principalmente em solos com baixo teor de argila, como é o presente caso (Harris et al., 1966; Tisdall & Oades, 1982; Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Silva & Mielniczuk, 1997b).

Com relação à argila naturalmente dispersa, verifica-se, no quadro 2 que não houve diferença entre os tratamentos, indicando que os 10 anos de cultivo a que o solo foi submetido a diferentes sistemas de cultivo não foram suficientes para alterar significativamente o conteúdo desse parâmetro no solo.



**Figura 1. Correlação entre o teor de matéria orgânica e o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados estáveis em água.**

## CONCLUSÕES

1. A maior concentração de agregados estáveis em água, na classe de maior tamanho, ocorreu nos sistemas de cultivo com mínima mobilização do solo, enquanto a maior concentração, na classe de menor diâmetro, ocorreu nos tratamentos com maior ação antrópica.

2. Houve uma redução no diâmetro médio ponderado dos agregados de 1,11 vez com relação à semeadura direta, de 1,80 vez com relação ao sistema tradicional e convencional de cultivo do arroz irrigado e de 2,87 vezes com relação aos sistemas que envolveram sucessão e rotação de culturas, em comparação com o solo mantido sem cultivo (testemunha).

3. O conteúdo de matéria orgânica, embora tenha diminuído cerca de 30% nos tratamentos que envolveram sucessão e rotação de cultura em comparação com o solo mantido sem cultivo,

correlacionou-se positivamente com o diâmetro médio ponderado dos agregados, caracterizando-se como um potencial indicador da degradação do solo nas condições estudadas.

### LITERATURA CITADA

- ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier Science, 1973. p.315-345.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER W.R. Física de suelos. 4.ed. Mexico, Union Topografica Editorial Hispano Americana, 1972. 529p.
- BRUCE, R.R.; LANGDALE, G.W. & DILLARD, A.L. Tillage and crop rotation effect on characteristics of a sandy surface soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 54:1744-1747, 1990.
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELLE, J. & PETRELE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:121-126, 1995.
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:99-105, 1990.
- D'AGOSTINI, L.R. Recuperação física do solo por sistemas de cultivo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981. 76p. (Tese de Mestrado)
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.545-567.
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G. & JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:259-267, 1989.
- GISH, E.H. & BROWNING, G.M. Factors affecting the stability of soil aggregates. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 16:51-55, 1948.
- GOMES, A.S.; CUNHA, N.G.; PAULETTO, E.A.; SILVEIRA, R.J.C. & TURATTI, A.L. Solos de várzea – Uso e manejo. In: MARCANTONIO, G. *Solos e irrigação*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. p.64-79.
- GRANT, C.A. & LAFOND, G.F. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern Saskatchewan. *Can. J. Soil. Sci.*, 73:223-232, 1993.
- HARRIS, R.F.; CHESTERS, G. & ALLEN, O.N. Dynamics of soil aggregation. *Adv. Agron.*, 18:107-169, 1966.
- HORN, R. Aggregate characterization as compared to soil bulk properties. *Soil Till. Res.*, 17:265-289, 1990.
- HORN, R. & DEXTER, A.R. Dynamics of soil aggregation in an irrigated desert loess. *Soil Till. Res.*, 13:253-266, 1988.
- KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.499-510.
- PALADINI, F.C. & MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados em solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de cultivo. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:135-140, 1991.
- PAULETTO, E.A.; SOUZA, R.O. & GOMES, A.S. Caracterização e manejo de solos de várzea cultivados com arroz irrigado. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L. & BARROS, A.C.C.A., eds. *Produção de arroz. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas*, 1996. p.67-98.
- REID, J.B. & GOSS, M.J. Effect of living roots of different plant species on the aggregation stability of two arable soil. *J. Soil Sci.*, 32:521-541, 1981.
- REINERT, D.J.; MUTTI, L.S.M.; ZAGO, A.; AZOLIN, M.A.D. & HOFFMANN, C.L. Efeito de diferentes métodos de preparo de solo sobre a estabilidade de agregados em solo Podzólico Vermelho-Amarelo. *R. Cent. Ci. Rur.*, 14:19-25, 1984.
- ROS, C.O.; SECCO, D.; FIORIN, J.E.; PETRELE, C.; CADORE, M.A. & PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:241-247, 1997.
- SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilidade de agregados do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:113-117, 1997a.
- SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *R. Bras. Ci. Solo*, 21: 313-319, 1997b.
- SOIL SURVEY STAFF. *Keys to soil taxonomy*. 4.ed. Virginia, 1990. 422p. (SMSS technical monograph, 6).
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEIS, S.I. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- TISDALL, J.M. & OADES, L.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. *Aust. J. Soil Res.*, 17:429-441, 1979.
- TISDALL, J.M. & OADES, L.M. Organic matter and water stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.*, 33:141-163, 1982.
- YODER, R. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agron.*, 28:337-351, 1936.