

AGREGAÇÃO DE UM GLEISSOLO SUBMETIDO A SISTEMAS DE CULTIVO E CULTURAS

AGGREGATION OF A TYPICAL ENDOAQUALF SUBMITTED TO TILLAGE SYSTEMS AND CROPS

BORGES, Jesus R.¹; PAULETTO, Eloy A.²; SOUSA, Rogério O. de²; GOMES, Algenor da S.³; SILVA, João B. da⁴; LEITZKE, Volnei W.⁵

RESUMO

A agregação do solo é um dos atributos mais importantes para garantir altas produtividades agrícolas. No entanto, há dificuldades na manutenção de um bom estado de agregação do solo, pois quando este é submetido ao cultivo tende a perder a estrutura original pelo fracionamento dos agregados maiores em unidades menores. Realizou-se no Centro Agropecuário da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, por três anos a partir da safra agrícola 95/96, um experimento onde foram avaliados o diâmetro médio ponderado e a distribuição percentual do tamanho de agregados estáveis em água de um Gleissolo Háplico submetido ao monocultivo do arroz irrigado (convencional, cultivo mínimo e plantio direto) e à rotação de culturas com diferentes plantas de cobertura sob plantio direto, em diferentes profundidades. Após três anos de cultivo, a maior concentração de agregados estáveis em água ocorreu na classe 9,52 – 4,76 mm, para todos os tratamentos na profundidade 0 - 2,5 cm. Ao longo do perfil, entretanto ocorreu um aumento de agregados na classe 1,0 – 0,25 mm, em detrimento da concentração de agregados da classe de maior tamanho. A maioria dos sistemas de cultivo afetou negativamente a distribuição percentual de agregados quando comparados com o solo mantido sem cultivo. Os tratamentos que envolveram rotação de culturas em plantio direto foram os que mais contribuíram para a obtenção de macroagregados e dos maiores valores do diâmetro médio ponderado na camada superficial (0,0 – 2,5 cm), com resultados semelhantes à testemunha (solo mantido sem cultivo).

Palavras-chave: sistemas de cultivo, agregação, solos de várzea.

INTRODUÇÃO

A agregação do solo é um processo que ocorre devido à aproximação de partículas primárias em unidades estruturais (BAVER et al., 1973), envolvendo vários componentes tais como: tamanho de partículas, regime hídrico, presença de óxidos de Fe e Al, quantidade e tipo de argila, presença de sílica coloidal, compostos orgânicos, vegetação e microorganismos (SILVA & MIELNICZUK, 1997). Esses componentes atuam na formação dos agregados através de processos físicos (ciclos de umedecimento e secagem), químicos (floculação de minerais, precipitação de óxidos de Fe e Al, presença de cátions polivalentes e interação das partículas minerais e orgânicas) e biológicos (ação das plantas e dos microrganismos).

As plantas atuam diretamente na estruturação do solo através do seu sistema radicular (liberação de exsudatos orgânicos e remoção de água, entre outros) e do fornecimento de alimento aos microrganismos. A estrutura do solo pode ser considerada como uma das propriedades mais susceptíveis às modificações antrópicas, tendo merecido atenção dos estudiosos das relações solo-planta (ALLISON, 1973).

Particularmente, os solos de várzea do Rio Grande do Sul, principalmente os Planossolos que ocupam cerca de 50% da área desses solos, devido as suas peculiaridades, com relação ao hidromorfismo, e a sua utilização num sistema tradicional de cultivo (binômio arroz irrigado e pecuária de corte), tem levado a sua degradação, principalmente do ponto de vista físico (baixa estabilidade dos agregados, predomínio de agregados pequenos, alta densidade, baixa relação macro/microporos e baixa infiltração) (PALMEIRA et al., 1999).

A recuperação destes atributos do solo tem merecido atenção dos pesquisadores envolvendo novas alternativas de sistemas de cultivo com ênfase para sistemas com menor mobilização do solo e utilização de culturas de sequeiro em rotação com arroz irrigado.

PALMEIRA et al. (1999), num Planossolo eutrófico da região de Pelotas, cultivado sob diferentes sistemas após 10 anos, verificou que 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. Os mesmos autores verificaram ainda que houve uma redução no diâmetro médio ponderado dos agregados de 1,11 vezes com relação à semeadura direta, de 1,80 vezes com relação ao sistema tradicional de cultivo do arroz irrigado e de 2,87 vezes com relação aos sistemas que envolveram sucessão e rotação de culturas, em comparação ao solo mantido sem cultivo.

No mesmo experimento utilizado por PALMEIRA et al. (1999), após 13 anos de condução, LIMA et al. (2002) verificaram que o sistema de rotação do arroz irrigado x soja x milho condicionou a menor quantidade de água disponível às plantas tanto na camada de 0,0 – 0,10 m como na camada de 0,10 – 0,20 m, o que confirma o aumento de degradação do solo provocado por este sistema.

GOMES et al. (1992), entretanto, ressaltam a importância da rotação de culturas em plantio direto nos solos

¹ Eng. Agr. MSc. Prof. CEFET-BG, CEP 95700-000, Bento Gonçalves – RS, E-mail: jesusrb@terra.com.br

² Eng. Agr. Dr. Prof. Depto. de Solos, FAEM – UFPel, Caixa postal 354, CEP 96001-970, Pelotas – RS.

³ Eng. Agr. MSc. Pesquisador Embrapa Clima Temperado, CEP 96001-970, Pelotas RS.

⁴ Eng. Agr. Dr. Prof. IFM – UFPEL – Caixa Postal 354, Pelotas RS.

⁵ Eng. Agr. Extensionista ASCAR-EMATER/RS, Escritório Municipal de Terra de Areia-RS.

(Recebido para Publicação em 30/01/2003, Aprovado em 29/10/2003)

de várzea, obtendo-se aspectos positivos no maior controle de plantas daninhas, no aumento da utilização desses solos e na melhoria nos seus atributos físicos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a distribuição percentual do tamanho de agregados estáveis em água e diâmetro médio ponderado de um Gleissolo Háplico submetido a sistemas de cultivo e culturas, em diferentes profundidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento por um período de 3 anos a partir da safra agrícola de 95/96, em uma área do Centro Agropecuário da Palma pertencente à Universidade Federal de Pelotas, cujas coordenadas geográficas são 31°52'00" de latitude sul e 52°21'24" de longitude oeste. O solo da área experimental foi classificado como um Gleissolo Háplico Ta Eutrófico luvissólico, A moderado textura média, com caráter solódico em profundidade (SEVERO, 1999). Algumas características deste solo são apresentadas na Tabela 1.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas de 200 m². Os tratamentos estudados foram os seguintes: T1-Monocultivo do arroz sob preparo convencional; T2-Monocultivo do arroz sob cultivo mínimo; T3-Monocultivo do arroz sob plantio direto com ervilhaca como planta de cobertura; T4-Rotação arroz/milho sob plantio direto com, respectivamente, ervilhaca e azevém + ervilhaca como plantas de cobertura; T5-Rotação milho/arroz sob plantio direto com,

respectivamente, azevém + ervilhaca e ervilhaca como plantas de cobertura; T6-Rotação milho/soja/arroz sob plantio direto com, respectivamente, azevém + ervilhaca, aveia e ervilhaca como plantas de cobertura; T7-Rotação soja/arroz/milho sob plantio direto com, respectivamente, aveia, ervilhaca e azevém + ervilhaca como plantas de cobertura; T8-Rotação arroz/milho/soja sob plantio direto com, respectivamente, ervilhaca, azevém + ervilhaca e aveia como plantas de cobertura; T9- Solo mantido sem cultivo há mais de 20 anos (testemunha). O cronograma de execução dos tratamentos que compõem o experimento é mostrado na Tabela 2.

Por ocasião da instalação do experimento foi realizado um preparo geral da área, com exceção do T9, no outono de 1995, envolvendo uma aração, duas gradagens e aplainamento, com o objetivo de corrigir as imperfeições de microrrelevo e incorporar calcário, para posterior implantação das coberturas de inverno.

As parcelas correspondentes ao preparo convencional sofreram preparo primário e secundário do solo antecedendo à semeadura do arroz irrigado. Nas parcelas submetidas ao cultivo mínimo, foi realizado um preparo reduzido do solo de 45 a 60 dias antes da semeadura do arroz (setembro) que consistiu de duas gradagens, realizadas com a finalidade de forçar a germinação de plantas daninhas antes da semeadura do arroz, facilitando, desse modo, o seu controle através de herbicidas de ação total (Glyphosate – 4 L ha⁻¹). Sobre esta cobertura do solo é realizada posteriormente a semeadura direta do arroz.

Tabela 1 - Principais atributos do solo da área experimental.

Horizonte		Frações da amostra total		Composição granulométrica						Silte	
Símbolo	Profund. (m)	Casca-lho	Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila disp. em água	Grau de flocculação	Argila	
				g kg ⁻¹						-----%-----	
A	0,00-0,29	7	993	230	180	454	136	33	76	3,3	
AE	0,29-0,45	7	993	242	178	439	141	51	64	3,1	
E	0,45-0,76	7	993	221	177	460	142	61	57	3,2	
BE	0,76-0,90	9	991	204	163	456	177	138	22	2,6	
Bt	0,90-1,2+	4	996	141	141	414	304	267	12	1,4	

Símbolo	pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	T	V	P	C.org.
		cmol kg ⁻¹						%	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹
A	4,5	2,60	0,63	0,13	0,13	0,44	5,83	60	3,1	7,8
AE	4,2	1,56	0,46	0,13	0,18	1,28	4,87	48	1,7	2,9
E	4,7	1,89	0,62	0,07	0,28	1,08	4,78	60	1,5	2,1
BE	4,9	2,46	1,08	0,10	0,42	0,83	6,08	67	1,2	1,6
Bt	4,8	5,36	2,67	0,15	0,74	0,98	10,92	82	1,2	1,2

Fonte: SEVERO (1999).

Tabela 2 - Cronograma do experimento nas diferentes safras agrícolas.

Trat.	Safras Agrícolas		
	1995/1996	1996/1997	1997/1998
T1	Arroz	Arroz	Arroz
T2	Arroz	Arroz	Arroz
T3	Ervilhaca/arroz	Ervilhaca/arroz	Ervilhaca/arroz
T4	Ervilhaca/arroz	Azevém+Ervilhaca/milho	Ervilhaca/arroz
T5	Azevém+ervilhaca/milho	Ervilhaca/arroz	Azevém+ervilhaca/milho
T6	Azevém+ervilhaca/milho	Aveia/soja	Ervilhaca/arroz
T7	Aveia/soja	Ervilhaca/arroz	Azevém+ervilhaca/milho
T8	Ervilhaca/arroz	Azevém+ervilhaca/milho	Aveia/soja
T9	Solo mantido sem cultivo	Solo mantido sem cultivo	Solo mantido sem cultivo

Foram coletadas amostras deformadas nas profundidades 0,0 – 2,5; 2,5 – 5,0; 5,0 – 10,0 e 10,0 – 20,0 cm, em triplicata dentro de cada parcela. As determinações foram feitas, seguindo-se a metodologia de PALMEIRA et al. (1999), que se baseia no método descrito em KEMPER & ROSENAU (1986).

As análises estatísticas foram realizadas para cada nível de profundidade, independentemente. Para a análise da distribuição percentual do tamanho dos agregados, foi considerado um experimento fatorial em blocos casualizados com 4 repetições e os fatores dispostos em faixa. Os fatores estudados foram: A – sistemas de cultivo com 9 níveis e B – classes de agregados em 6 níveis. Para a do diâmetro médio ponderado e da matéria orgânica foi considerado um experimento unifatorial, com 9 tratamentos (sistemas de cultivo) e 4 repetições (blocos). Após a análise de variância, aplicou-se o teste de Duncan ($\alpha = 0,05$), para comparação das médias. Todas as análises foram executadas pelo Sistema de Análise Estatística –SANEST (ZONTA & MACHADO, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição percentual de agregados estáveis em água em diferentes profundidades (Tabela 3) mostra que na classe 9,52 – 4,76 mm foram obtidos os maiores valores (em torno de 45 a 62%) em praticamente todos os tratamentos e profundidades estudadas, com exceção dos tratamentos T4, T5 e T8 em que a maior concentração ocorreu na classe 1,00 – 0,25 mm, na profundidade 10,0 – 20,0 cm. Convém ressaltar que nos tratamentos T3, T6 e T7, na profundidade de 10,0 – 20,0 cm e no T8, na profundidade 5,0 – 10,0 cm, os valores obtidos entre as classes 9,52 – 4,76 mm e 1,00 – 0,25 mm foram semelhantes entre si. PALMEIRA et al. (1999), trabalhando com Planossolo em área próxima, também observaram maior concentração de agregados na classe de maior tamanho para os sistemas onde a mobilização do solo foi mínima. Entretanto, nos tratamentos em que houve maior ação antrópica, a maior concentração de agregados ocorreu nas classes de menor tamanho.

Tabela 3 - Distribuição percentual de agregados estáveis em água, nas diferentes classes de tamanho em quatro profundidades de um Gleissolo, obtida nos diferentes sistemas de cultivo estudados.

Classes de distribuição de tamanho de agregados(mm)	Tratamentos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Profundidade 0,0 - 2,5 cm									
9,52 - 4,76	45,49 a	44,63 a	47,85 a	51,50 a	51,53 a	62,39 a	53,26 a	49,52 a	62,78 a
4,76 - 2,00	12,60 c	12,36 c	12,98 c	15,31 b	14,67 b	11,18 b	13,50 b	15,50 b	12,89 b
2,00 - 1,00	08,30 c	07,75 d	08,70 c	09,12 c	08,86 c	06,18 c	08,82 c	08,72 c	06,24 c
1,00 - 0,25	18,49 b	17,92 b	17,40 b	13,76 b	14,87 b	10,64 b	15,36 b	15,96 b	09,25 bc
0,25 - 0,105	04,08 d	04,51 d	03,38 d	02,57 d	02,58 d	03,18 c	02,79 d	02,53 d	01,79 d
< 0,105	11,03 c	12,84 c	09,70 c	07,75 c	07,49 c	06,42 c	06,27 cd	07,77 c	07,05 c
Profundidade 2,5 – 5,0 cm									
9,52 - 4,76	50,56 a	46,54 a	36,69 a	37,36 a	44,82 a	50,65 a	44,53 a	34,84 a	64,60 a
4,76 - 2,00	11,68 c	12,72 c	12,18 c	15,24 c	13,81 c	12,95 bc	14,62 c	15,50 c	12,89 b
2,00 - 1,00	08,31 c	08,96 c	10,02 c	12,12 cd	11,65 c	09,89 cd	11,87 c	12,04 cd	06,18 cd
1,00 - 0,25	18,07 b	18,71 b	24,03 b	23,05 b	20,17 b	17,43 b	19,63 b	25,51 b	08,88 bc
0,25 - 0,105	03,38 d	03,90 d	04,52 d	03,41 e	02,52 e	02,40 e	02,56 d	03,42 e	02,03 d
< 0,105	08,00 c	09,17 c	12,56 c	08,84 d	07,03 d	06,68 de	06,80 d	09,30 d	06,28 cd
Profundidade 5,0 – 10,0 cm									
9,52 - 4,76	54,29 a	48,64 a	37,80 a	31,68 a	34,98 a	42,64 a	38,31 a	29,36 a	58,92 a
4,76 - 2,00	11,76 c	13,23 bc	13,66 c	15,03 b	13,95 c	13,82 c	15,82 c	14,31 b	13,90 b
2,00 - 1,00	08,01 cd	09,26 cd	10,00 c	12,50 b	13,61 cd	10,76 cd	13,53 c	13,74 b	07,19 cd
1,00 - 0,25	18,38 b	18,50 b	23,87 b	27,21 a	25,75 b	22,51 b	22,87 b	29,51 a	10,94 bc
0,25 - 0,105	02,74 d	03,24 e	03,87 d	03,76 c	03,57 e	03,08 e	02,87 d	03,59 c	02,09 d
< 0,105	04,82 d	07,13 de	10,80 c	09,82 b	08,13 de	07,19 de	06,61 d	09,50 b	06,97 cd
Profundidade 10,0 – 20,0 cm									
9,52 - 4,76	44,90 a	43,45 a	31,87 a	20,62 b	22,67 b	29,56 a	28,10 a	19,86 b	45,80 a
4,76 - 2,00	11,55 c	12,97 c	12,46 b	12,90 c	13,46 c	12,70 b	13,11 b	12,57 c	11,75 bc
2,00 - 1,00	10,06 cd	10,12 cd	11,29 bc	14,47 bc	15,68 c	13,19 b	13,94 b	14,24 bc	07,79 cd
1,00 - 0,25	22,40 b	21,80 b	28,62 a	33,35 a	33,93 a	30,62 a	30,63 a	36,04 a	14,46 bc
0,25 - 0,105	03,47 d	03,64 d	04,64 c	05,32 d	04,60 d	04,17 c	04,00 c	05,19 d	04,42 d
< 0,105	07,62 cd	08,01 cd	11,13 bc	13,33 c	09,66 cd	09,76 bc	10,20 bc	12,10 c	15,74 b

As medias seguidas pela mesma letra nas colunas, em cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de significância de 5%.

Comparando-se a distribuição percentual de agregados estáveis em água entre tratamentos nas diferentes profundidades (Figura 1), constata-se que na profundidade de 0,0 – 2,5 cm, os tratamentos T6 e T9 foram os que

apresentaram os maiores valores na classe 9,52 – 4,76 mm. Nas outras profundidades percebe-se que o T9 continua apresentando os maiores valores de agregados em relação aos demais tratamentos, com exceção do tratamento T1 na

profundidade de 5,0 – 10,0 cm e T1 e T2 na profundidade de 10,0 – 20,0 cm que passam a apresentar valores estatisticamente iguais à testemunha.

Essa maior concentração de agregados na classe de maior diâmetro nos tratamentos T1 e T2 em profundidade, comparando-se aos demais tratamentos, contrariam o observado por diversos autores (ELTZ et al., 1989; CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990; TEIXEIRA, 1998 e PALMEIRA et al., 1999), pois estes citam que a maior concentração de agregados onde há maior revolvimento do solo ocorre nas classes de menor diâmetro. Por outro lado, em tratamentos submetidos à mecanização agrícola, segundo SILVA & MIELNICZUK (1998), a agregação pode ocorrer por ação da compressão das partículas do solo, entretanto, estas formariam agregados ou unidades estruturais pouco estáveis devido à ausência dos mecanismos estabilizadores dos agregados.

A presença de gramíneas, em todos os tratamentos, pode ter sido um dos fatores que contribuíram para a ocorrência de alta concentração de agregados nas classes maiores, principalmente na superfície. As gramíneas, devido ao seu extenso sistema radicular e liberação de exsudatos são importantes agentes de agregação no solo.

Nos tratamentos com rotação de culturas em plantio direto havia, também, consorciação de gramíneas e leguminosas fazendo parte dos sistemas de cultivo. Segundo HARRIS et al. (1966), a consorciação de gramíneas que possuam um sistema radicular abundante e em constante renovação e de leguminosas de rápida decomposição devido à baixa relação C/N, é o método mais eficiente para a estruturação do solo. Por isso, acredita-se que a ocorrência de alta concentração de agregados estáveis em água na classe de maior tamanho (9,52 – 4,76 mm) tenha sido principalmente em função da presença dessas plantas de cobertura.

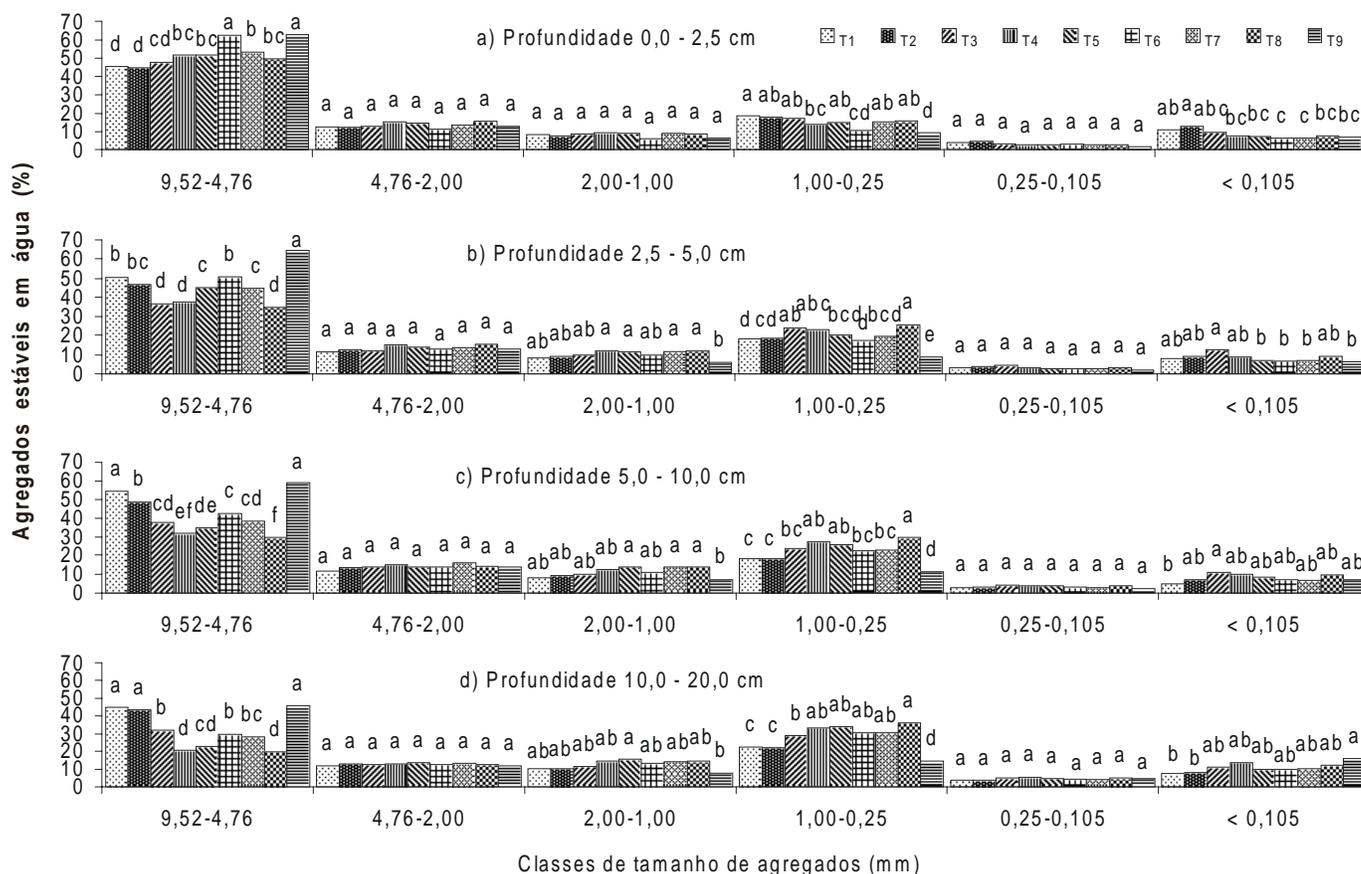


Figura 1- Distribuição percentual de agregados estáveis em água, nas profundidades: 0,0 - 2,5cm (a), 2,5 – 5,0cm (b), 5,0 – 10,0cm (c) e 10,0 – 20,0cm (d) de um Gleissolo, nas diferentes classes de tamanho, obtida nos diferentes sistemas de cultivo estudados. As médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada classe, não diferem entre si pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

Com relação às demais classes de tamanho de agregados e profundidades observa-se (Figura 1) que praticamente não houve diferença significativa entre tratamentos, com exceção dos valores obtidos na classe 1,00 – 0,25 mm, principalmente na profundidade 10,0 – 20,0 cm que, além de apresentar alta concentração de agregados, ainda destaca-se a maior concentração nos tratamentos onde

a mobilização do solo foi mínima, diferindo estatisticamente a 5% de probabilidade da testemunha e dos tratamentos com maior ação antrópica, como o T1 e T2.

Pode-se perceber, ainda, na Figura 1, que na maioria dos tratamentos, houve uma diminuição da concentração de agregados de maior tamanho em profundidade, principalmente na classe 9,52 – 4,76 mm. As únicas exceções são os

tratamentos T1 e T2, que apresentaram um acréscimo na concentração de agregados na classe de maior diâmetro, nas profundidades intermediárias, porém essa concentração diminuiu na profundidade de 10 – 20 cm, chegando novamente a valores próximos aos observados na camada superficial.

A diminuição da concentração de agregados na classe de maior diâmetro em profundidade se reflete em aumento acentuado na concentração de agregados na classe 1,00 – 0,25 mm. Este efeito é mais evidente nos tratamentos com rotação de culturas em plantio direto. PALMEIRA et al. (1999) também observaram que a rotação de culturas aumentou a concentração de microagregados, embora o solo tenha sido preparado no sistema convencional.

Considerando a classificação de tamanho de agregados apresentada por TISDALL & OADES (1982), que define macroagregado como aquele com diâmetro superior a 0,25 mm e microagregado aquele com diâmetro inferior a 0,25 mm, separou-se os agregados em macro e microagregados (Tabela 4). Verifica-se nessa Tabela que, ocorre maior

concentração de macroagregados em todos os tratamentos, com percentuais acima de 80%. O solo mantido sem cultivo apresentou uma concentração de 91% de macroagregados na profundidade 0 – 2,5 cm, seguido dos tratamentos com sucessão e rotação de culturas em plantio direto, com valores semelhantes estatisticamente entre si. Todavia, os tratamentos que apresentaram os menores valores de macroagregados e, conseqüentemente, maiores valores de microagregados nessa mesma profundidade, foram aqueles com monocultivo de arroz irrigado, como o T1 e o T2. Segundo CARPENEDO & MIELNICZUK (1990) esta constatação se deve ao efeito do próprio sistema de cultivo em que ocorre o fracionamento dos agregados maiores em unidades menores. PALMEIRA et al. (1999) também observaram que onde houve intensificação no uso do solo, ocorreu uma diminuição de agregados de maior tamanho e, conseqüentemente, um aumento de agregados de menor tamanho.

Tabela 4 - Distribuição percentual de macroagregados (> 0,25mm) e microagregados (<0,25mm) estáveis em água em quatro profundidades de um Gleissolo, obtida nos diferentes sistemas de cultivo estudados.

Trat.	Profundidade (cm)							
	0,0 - 2,5		2,5 - 5,0		5,0 – 10,0		10,0 – 20,0	
	Macroagr.	Microagr.	Macroagr.	Microagr.	Macroagr.	Microagr.	Macroagr.	Microagr.
T1	84,88 cd	15,11 ab	88,62 abc	11,38 bcd	92,44 a	07,56 e	88,91 a	11,09 d
T2	82,66 d	17,34 a	86,93 c	13,07 b	89,63 abcd	10,37 bcde	88,35 a	11,65 d
T3	86,92 bc	13,08 bc	82,92 d	17,08 a	85,33 e	14,67 a	84,23 bc	15,77 bc
T4	89,68 ab	10,32 cd	87,75 bc	12,25 bc	86,42 de	13,58 ab	81,35 cd	18,65 ab
T5	89,93 ab	10,07 cd	90,45 abc	09,55 bcd	88,30 bcde	11,70 abcd	85,74 ab	14,26 cd
T6	90,40 ab	09,60 cd	90,92 ab	09,08 cd	89,73 abcd	10,27 bcde	86,07 ab	13,93 cd
T7	90,94 a	09,06 d	90,64 abc	09,36 bcd	90,52 abc	09,48 cde	85,80 ab	14,20 cd
T8	89,70 ab	10,30 cd	87,28 bc	12,72 bc	86,91 cde	13,09 abc	82,71 bcd	17,29 abc
T9	91,16 a	08,84 d	91,69 a	08,31 d	90,94 ab	09,06 de	79,84 d	20,16 a

As medias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

Na profundidade 2,5 - 5,0 cm, observa-se que os valores extremos de macroagregados ocorreram nos tratamentos T3 e T9, apresentando menores e maiores percentagens, respectivamente. A menor concentração de macroagregados e, conseqüentemente, maior concentração de microagregados foi observada no T9, na profundidade 10 - 20 cm. Este fato pode estar relacionado ao tipo de gramíneas presente na área não cultivada, com predomínio de raízes superficiais, o que dificultaria a formação de agregados estáveis de maior tamanho, em profundidade.

Comparando-se o diâmetro médio ponderado (DMP) entre tratamentos e nas diferentes profundidades (Figura 2), observa-se que, em todas as profundidades, o T9 apresentou os maiores valores de DMP. Entretanto, os tratamentos T1 na profundidade de 5 – 10 cm e T1 e T2 na profundidade de 10 – 20 cm não diferem estatisticamente da testemunha, bem como os tratamentos T6 e T7 na profundidade de 0 – 2,5 cm. Verifica-se, de uma maneira geral, que os tratamentos que envolveram rotação de culturas em plantio direto foram os que mais se aproximaram aos resultados obtidos para a testemunha, na camada mais superficial. Esta constatação, entretanto, não se verifica em profundidade.

Analisando-se outros trabalhos, como por exemplo o de CASTRO FILHO et al. (1998) em que estudaram a estabilidade dos agregados de um Latossolo Roxo Distrófico em função dos sistemas de plantio, rotação de culturas, preparo da amostra e teor de matéria orgânica, verifica-se que o DMP foi significativamente maior no sistema de plantio direto (cerca de 74%). As rotações que incluíram o milho tiveram índices de agregação maiores, mas as diferenças não foram significativas.

PALMEIRA et al. (1999), trabalhando com Planossolo também observaram que, o tratamento com plantio direto do arroz sobre o azevém cultivado no inverno apresentou os maiores valores de DMP, devido, segundo os autores, ao não revolvimento do solo e à grande concentração de raízes da cultura do azevém. A alta densidade de raízes finas das gramíneas atua como agente agregador físico e biológico, colaborando na manutenção da estabilidade estrutural.

Em função de resultados de outros trabalhos, esperava-se que os tratamentos com plantio direto apresentassem maior DMP em todas as profundidades. No entanto, apenas na superfície foi verificado valores próximos aos da testemunha, como observado anteriormente. Inclusive, em profundidade,

houve diminuição do DMP nos tratamentos que envolveram a rotação de culturas (Figura 2).

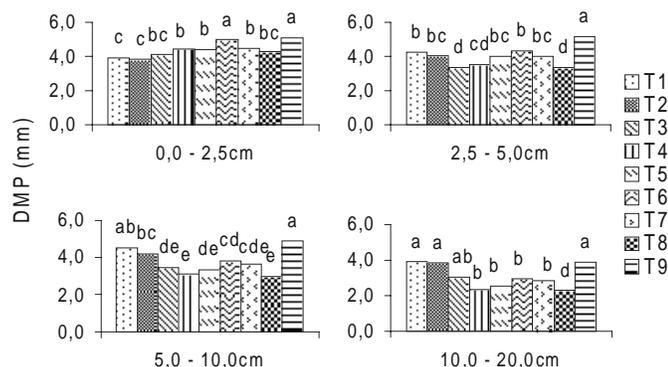


Figura 2 - Valores do diâmetro médio ponderado (DMP), em quatro profundidades de um Gleissolo, obtidos nos diferentes sistemas de cultivo estudados. As médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

Diversos autores, dentre eles, REINERT et al. (1984) e TEIXEIRA (1998) consideram o plantio direto um sistema que melhora a estrutura do solo. O efeito do plantio direto na estruturação do solo, segundo PALMEIRA et al. (1999), pode ser observado através da redução das operações de cultivo, maior cobertura do solo, evitando o impacto direto das gotas da chuva, manutenção da temperatura e umidade do solo em níveis mais favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos e do aumento do teor de matéria orgânica.

Um dos fatores que interferem no diâmetro médio ponderado dos agregados é o teor de matéria orgânica. No entanto, não se obteve diferença significativa desse parâmetro entre os tratamentos para todas as profundidades, como observado na Tabela 5. Portanto o teor de matéria orgânica neste caso não deve ter sido um fator preponderante para definir as diferenças observadas entre tratamentos. Por outro lado, PALMEIRA et al. (1999) obteve uma correlação positiva altamente significativa entre o teor de matéria orgânica e o DMP.

Sabe-se, através da literatura, que a matéria orgânica é um dos componentes mais importantes que atua na agregação e estabilidade dos agregados. Isso deve-se ao fato de que as moléculas orgânicas, além de atuarem nas etapas de formação e estabilização dos solos, servem de fonte de energia para os microrganismos que também são importantes agentes de agregação (HARRIS et al., 1966; ALLISON, 1973 e CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990).

Convém ressaltar, ainda, que a influência da matéria orgânica na agregação do solo é um processo dinâmico. Com o aumento do teor de matéria orgânica do solo, a atividade dos microrganismos aumenta, resultando na formação de produtos (agentes cimentantes) que aumentam a formação e estabilização dos agregados. Com o passar do tempo, os agentes cimentantes se decompõem, fazendo com que percam sua ação estabilizadora. Essa alteração na estabilidade está diretamente relacionada com a presença, em maior ou menor escala, dos agentes ligantes. Segundo SILVA e MIELNICZUK (1997), o efeito da matéria orgânica na

agregação decorre da formação de polímeros complexos insolúveis que favorecem a coesão entre as partículas de argila, formando complexos argilo-húmus altamente resistentes.

Tabela 5 - Valores de Matéria Orgânica (g kg^{-1}) em quatro profundidades de um Gleissolo.

Trat.	Profundidade (cm)			
	0,0 - 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 10,0	10,0 - 20,0
T1	29,0 a	27,6 a	25,5 a	22,6 a
T2	28,4 a	26,4 a	26,2 a	23,3 a
T3	33,8 a	24,7 a	23,4 a	21,3 a
T4	28,1 a	21,4 a	20,9 a	18,8 a
T5	29,9 a	23,3 a	22,4 a	22,7 a
T6	31,3 a	27,3 a	25,3 a	21,2 a
T7	27,1 a	22,1 a	22,4 a	21,1 a
T8	28,4 a	26,4 a	26,2 a	23,3 a
T9	32,9 a	24,5 a	22,9 a	16,5 a

As médias seguidas pela mesma letra minúscula no sentido das colunas, não diferem entre pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CONCLUSÕES

1. A maior concentração de agregados estáveis em água ocorreu na classe 9,52 – 4,76 mm. Em profundidade, entretanto ocorreu um aumento de agregados na classe 1,0 – 0,25 mm, em detrimento da concentração de agregados da classe de maior tamanho;

2. A maioria dos sistemas de cultivo afetaram negativamente a distribuição percentual de agregados quando comparados com o solo mantido sem cultivo;

3. Os tratamentos que envolveram sucessão e rotação de culturas em plantio direto foram os que mais contribuíram para a obtenção de macroagregados e dos maiores valores do diâmetro médio ponderado na superfície, com resultados semelhantes à testemunha.

ABSTRACT

The soil aggregation is one the most important soil attributes to guarantee high agriculture productivity. However, there are difficulties to keep a state of good soil aggregation because soil cultivation tends to disturb the original soil structure through the breakdown of the larger aggregates into smaller units. It was carried out an experiment to evaluate the influence of conventional tillage, minimum tillage, and no tillage with crop rotation on percentage distribution of water stable aggregates in different size classes and aggregates meanweight diameter of a Haplic Gleysoil (Typical Endoaqualf), in the "Centro Agropecuário da Palma" of Federal University of Pelotas, during three years, starting in 1995/1996 agricultural crop year. After three years of cultivation, the largest concentration of water stable aggregates occurred for 9.52 - 4.76 mm class, for all the treatments in the layer at 0 - 2.5 cm. In depth, however, it was found an increase of aggregation in the 1.0 - 0.25 mm class, in detriment of the larger size classes. Most of the cultivation systems negatively affected the size of the water stable aggregates when compared to the soil maintained without cultivation. The treatments that involved crop rotation under no tillage were the ones that most contributed to the obtainment of macroaggregates as well as the largest values of aggregates meanweight diameter in the surface layer (0.0 – 2.5 cm), with similar results to the soil maintained without cultivation.

Key words: cultivation systems, aggregation, wetland soils.

REFERÊNCIAS

- ALISSON, F.F. Soil organic matter and its role in crop production. **Elsevier Science**, Amsterdam, p.315-345. 1973.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. **Física de Suelos**. México: Hispano Americano, 1973. 529p.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.99-105. 1990.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.527-538. 1998.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.259-267. 1989.
- GOMES, A. dos S.; CUNHA, N.S. da; PAULETTO, E.A. Solos de várzea: Uso e Manejo. In: MARCANTONIO, G. **Solos e irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1992. p.64-79.
- HARRIS, R.F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O.N. Dynamics of soil aggregations. **Advances in Agronomy**, New York, v.18, p.107-169. 1966.
- KEMPER, W.D.; ROSENAU, R.C. Aggregation stability and size distribution. In: CAMPBELL, G.S.; JACKSON, R.D.; MORTLAND, M.M.; et al. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madisom, 1986. cap.17, p.425-441.
- LIMA, A.C.R.; PAULETTO, E.A.; LIBARDI, P.L.; et al. Hydraulic characterization of a lowland soil under long-term management systems. In: PAGLIAI, M.; JONES, R. (Org.). **Advances in Geocology – Sustainable Land Management Environmental Protection – A soil Physical Approach**. Reiskirchen, 2002. v.35, p.247-258.
- PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; et al. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.189-195. 1999.
- REINERT, D.J.; MUTTI, L.S.M.; ZAGO, A.; et al. Efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em Podzólico Vermelho amarelo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.14, p.19-25. 1984.
- SEVERO, C.R.S. **Caracterização dos solos do Centro Agropecuário da Palma**. Pelotas, 1999. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.
- SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.113-117. 1997.
- SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.311-317. 1998.
- TEIXEIRA, C.F.A. **Influência de sistemas de cultivo em plantio direto em alguns atributos físicos de um Podzólico Vermelho Amarelo**. Pelotas, 1998. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.
- TISDALL, J.M.; OADES, L.M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **Journal Soil Science**, London, v.33, p.141-163. 1982.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: UFPel, 1984. 151p.