

ATRIBUTOS FÍSICOS DA CAMADA SUPERFICIAL DE UM ARGISSOLO AMARELO DISTRÓFICO TÍPICO AFETADOS POR SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO

TEIXEIRA, Cláudia F.A¹; PAULETTO, Eloy A¹; SILVA João B. da²; PALMEIRA, Paulo R. T.¹

¹UFPEL/FAEM Departamento de Solos Cx. Postal. 354, CEP 96001-970, Pelotas-RS. Pauletto@ufpel.tche.br

²UFPEL - Instituto de Física e Matemática
(Recebido para publicação em 03/03/2000)

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes sistemas de cultivos em plantio direto em atributos físicos da camada superficial de um Argissolo Amarelo Distrófico típico, tais como: densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e estado de agregação. Para tanto foram coletadas amostras deformadas e indeformadas na profundidade de 0-10 cm, em triplicata, em um experimento conduzido desde 1994, em três períodos distintos: maio/1996, outubro/1996 e maio/1997. Os tratamentos estudados foram: T1- sucessão aveia/soja-ervilhaca/milho-azevém/feijão; T2- sucessão ervilhaca/milho-azevém/feijão-aveia/soja; T3- sucessão azevém/feijão-aveia/soja-ervilhaca/milho; T4- ervilhaca/milho contínuo; T5- azevém/feijão contínuo; T6- aveia/soja contínuo; T7- aveia + ervilhaca/soja contínuo e T8- aveia + azevém/soja contínuo. Não houve diferença entre tratamentos nos parâmetros físicos: densidade, porosidade total, microporosidade, distribuição do tamanho de agregados estáveis em água e diâmetro médio ponderado; b) Com o decorrer do tempo houve diminuição dos valores de densidade do solo, diâmetro médio ponderado e porcentagem de agregados de maior tamanho, favorecendo as classes de menor tamanho e; c) Houve aumento do teor de matéria orgânica do solo com o tempo não se refletindo na melhoria do estado de agregação do solo.

Palavras-chave: sistemas de cultivos, atributos físicos, plantio direto.

ABSTRACT

PHYSICAL ATTRIBUTES OF A HAPLUDALFS AFFECTED BY CROP SYSTEMS IN NO-TILLAGE. Aiming to evaluate the influence of different no-tillage growing systems in the following physical attributes of a Hapludalfs: bulk density, total porosity, macroporosity and micro-porosity and aggregation state, deformed and undeformed samples were collected in 0-10 cm, in triplicate, in three different periods. The studied treatments were: T1- oats/soybeans-vetch/corn-raygrass/beans succession; T2- vetch/corn-raygrass/beans-oats/soybeans succession; T3- raygrass/beans-oats/soybeans-vetch/corn succession; T4- vetch continuous corn; T5- raygrass continuous beans; T6- oats continuous soybeans; T7- oats + vetch continuous soybeans and T8- oats + raygrass continuous soybeans. It was concluded that: a) there were no differences between treatments in the physical parameters: bulk density, total porosity, micro-porosity, stable aggregates size distribution in water and in the mean weight-diameter. b) There was, with the time, a decrease of the soil bulk density values, in the mean weight-diameter and in the aggregates percentage, favoring the smaller ones and; c) There was an increase in the soil organic matter with the time not contemplating in the improvement of soil water-stable aggregates.

Key words: growing systems, physical attributes, no-tillage.

INTRODUÇÃO

O preparo intensivo do solo para culturas anuais com equipamentos impróprios e em condições inadequadas de umidade, podem causar modificações nas características físicas, químicas e biológicas dos solos. A degradação dessas características pode acentuar a formação de processos erosivos devido ao manejo inadequado de resíduos de culturas precedentes, perda de nutrientes, cobertura insuficiente e também pelo não adoção de sistemas de rotação de culturas. Estudos nesse sentido indicam que para manter as condições físicas favoráveis ao crescimento das culturas é necessário a cobertura do solo a fim de evitar a erosão e manter o aporte de matéria orgânica. Essas condições físicas adequadas podem ser conseguidas através da adoção de um sistema conservacionista como o plantio direto, com economia de tempo, combustível e trabalho, podendo deter o declínio da qualidade estrutural de solos cultivados, bem como promover a recuperação daqueles já degradados. Ao longo do tempo, sistemas de rotação ou de sucessão de culturas sob o sistema de plantio direto podem promover mudanças físicas, químicas e biológicas no solo, cujos efeitos se refletirão no aproveitamento de nutrientes pelas plantas e consequente aumento na produtividade das mesmas

Segundo NUERNBERG *et al.* (1986) o cultivo de plantas que produzem grande volume de raízes profundas e que mantém boa cobertura do solo, com crescimento inicial rápido e agressivo, pode causar a recuperação de solos fisicamente degradados. A consorciação de duas ou mais espécies ou a rotação adequada de culturas podem ser adotados a fim de que se obtenha resultados satisfatórios.

Diante desses aspectos a formação e destruição da estrutura do solo é um processo dinâmico e sua manutenção através do uso de práticas adequadas é um dos principais objetivos do manejo do solo. De acordo com ALBUQUERQUE *et al.* (1995) a condição estrutural pode ser analisada segundo dois aspectos: avaliações de parâmetros relacionados à forma da estrutura, como densidade do solo e porosidade, e avaliações de parâmetros relacionados à estabilidade da estrutura.

Culturas ou sistemas de cultivos apresentam comportamento diferenciado sobre a estrutura do solo. NOLLA *et al.* (1986) estudaram o efeito de diferentes usos agrícolas sobre a densidade e a porosidade de um latossolo roxo e concluíram que na área com alfafa foi observado maior densidade do solo e tendência a menores valores de porosidade total e macroporosidade na profundidade de 0-10 cm. Na profundidade de 20-30 cm, entretanto, observaram maiores valores de macroporosidade, evidenciando a

eficiência do sistema radicular desta forrageira, na profundidade normalmente não trabalhada mecanicamente.

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 sistema de plantio direto. Os autores concluíram que o preparo do solo eliminou os efeitos benéficos da rotação de culturas na estruturação do solo.

Para GRANT & LAFOND (1993) um bom planejamento de rotação de culturas pode melhorar a resistência do solo à erosão e à degradação, melhorando a fertilidade do solo, aumentando a estabilidade de agregados e a disponibilidade e armazenamento de água e consequente aumento da produção.

Objetivou-se avaliar a influência de diferentes sistemas de rotação e sucessão de culturas em plantio direto nos seguintes atributos físicos de um Argissolo Amarelo Distrófico típico: densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e estado de agregação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em experimento que vem sendo

conduzido desde 1994 num Argissolo Amarelo Distrófico típico localizado na Estação Agropecuária da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas. O referido experimento faz parte de um projeto (Projeto METAS) que tem por objetivo a viabilização e difusão do sistema de plantio direto na Região Sul do Rio Grande do Sul. De acordo com a distribuição das partículas por tamanho, determinada pelo método da pipeta descrito por GEE & BAUDER (1986), o solo apresenta na camada de 0-10 cm, 650 g kg⁻¹ de areia, 210 g kg⁻¹ de silte e 140 g kg⁻¹ de argila, sendo classificado como um solo franco arenoso.

A partir de uma análise prévia do local onde foi implantado o experimento verificou-se que o mesmo encontrava-se parcialmente degradado com sinais de erosão laminar severa e valores de densidades elevadas (acima de 1,60 kg dm⁻³) e consequentemente baixos valores de porosidade total

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com três repetições, tendo as parcelas 120 m² (10x12 m). Os tratamentos estudados com seu respectivo cronograma de execução são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1. Cronograma de execução dos tratamentos que compõem o experimento nas diferentes safras agrícolas.

Tratamento	Safra 94/95	Safra 95/96	Safra 96/97
T1	Aveia/soja	Ervilhaca/milho	Azevém/feijão
T2	Ervilhaca/milho	Azevém/feijão	Aveia/soja
T3	Azevém/feijão	Aveia/soja	Ervilhaca/milho
T4	Ervilhaca/milho	Ervilhaca/milho	Ervilhaca/milho
T5	Azevém/feijão	Azevém/feijão	Azevém/feijão
T6	Aveia/soja	Aveia/soja	Aveia/soja
T7	Aveia+ervilhaca/soja	Aveia+ervilhaca/soja	Aveia+ervilhaca/soja
T8	Aveia+azevém/soja	Aveia+azevém/soja	Aveia+azevém/soja

Foram coletadas aleatoriamente nas parcelas amostras deformadas e indeformadas, em triplicata, na camada de 0-10 cm de profundidade nos seguintes períodos: 1^o) após a colheita das culturas de verão (maio de 1996), da safra agrícola 95/96; 2^o) após as culturas de inverno e antes da implantação das culturas de verão (outubro de 1996), da safra agrícola 96/97; 3^o) após a colheita das culturas de verão (maio de 1997), da safra agrícola 96/97.

A densidade do solo (Ds), a macroporosidade (Ma), a microporosidade (Mi) e a porosidade total (Pt) foram determinadas segundo o Manual de Métodos de Análises de Solo (EMBRAPA, 1997). Para a determinação do diâmetro médio ponderado e a estabilidade dos agregados em diferentes classes de tamanho utilizou-se o método descrito por KEMPER & CHEPIL (1965), modificado por Palmeira (1999). As classes utilizadas para o cálculo da porcentagem de agregados estáveis em água foram as seguintes: (C1 = 9,52 - 4,76 mm, C2 = 4,76 - 2,00 mm, C3 = 2,00 - 1,00 mm, C4 = 1,00 - 0,50 mm, C5 = 0,50 - 0,25 mm e C6 < 0,25 mm). Nos três períodos de amostragem foi determinado também o teor de carbono orgânico, seguindo o método de Walkley-Black, descrito por TEDESCO *et al.* (1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, comparação de

médias pelo teste de Duncan e, também, análise de correlação linear simples, utilizando o Sistema de Análise Estatística (SANEST) segundo ZONTA & MACHADO (1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a média dos três períodos estudados todos os sistemas de cultivos apresentaram resultados de densidade do solo estatisticamente iguais (Tabela 2). Comparando, entretanto, as médias dos tratamentos dos períodos de amostragem entre si, verifica-se que a densidade do solo no primeiro período apresentou o maior valor (1,68 kg dm⁻³) diferindo estatisticamente dos demais períodos que apresentaram valores médios de 1,64 kg dm⁻³ (Tabela 3). Esta diminuição dos valores de densidade com o passar dos anos pode ser atribuída às diferenças entre as espécies utilizadas na rotação e sucessão de culturas, pois de acordo com vários pesquisadores sistemas de culturas com consorciação de gramíneas e leguminosas é desejável sob o ponto de vista do melhoramento das condições físicas. Para HARRIS *et al.* (1966) as raízes de culturas produtoras de grãos são as menos efetivas na manutenção de um bom estado estrutural do solo.

TABELA 2. Valores médios, para a camada de 0-10 cm, da densidade do solo (Ds), diâmetro médio ponderado (DMP) e matéria orgânica (MO), para os três períodos de amostragem nos diferentes sistemas de cultivos estudados

Tratamento	Ds (kg dm ⁻³)	DMP (mm)	MO (g kg ⁻¹)
T1	1,64a	3,07a	19,5a
T2	1,67a	3,05a	20,0a
T3	1,66a	3,07a	20,0a
T4	1,68a	3,17a	19,8a
T5	1,64a	2,90a	19,1a
T6	1,65a	3,09a	20,0a
T7	1,64a	2,92a	18,9a
T8	1,65a	3,16a	19,7a
Média	1,65	3,05	19,6

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

TABELA 3. Valores médios, para a camada de 0-10 cm, da densidade do solo (Ds), diâmetro médio ponderado (DMP) e matéria orgânica (MO), para cada período de amostragem nos diferentes sistemas de cultivos estudados

Períodos	Ds (kg dm ⁻³)	DMP (mm)	MO (g kg ⁻¹)
1 ^o	1,68 ^a	3,30a	17,4b
2 ^o	1,64 ^b	2,95b	20,9a
3 ^o	1,64 ^b	2,90b	20,5a

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

Os valores de porosidade total, macro e microporosidade do solo são mostrados na Figura 1. Verifica-se que não houve diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos para os parâmetros porosidade total e microporosidade. Para o parâmetro macroporosidade, entretanto, o T6 apresentou os menores valores diferindo estatisticamente dos tratamentos T1, T2 e T7. Convém ressaltar que o tratamento T6, embora apresente uma gramínea como planta de cobertura com grande volume de raízes e a soja como cultura de verão, cuja matéria seca é de rápida decomposição (BAVER *et al.*, 1973), não trouxe os benefícios esperados na reestruturação do solo. Por outro lado, o efeito benéfico da rotação de culturas, bem como de plantas de cobertura em parâmetros físicos do solo é ressaltado por vários pesquisadores, tais como: NUERBERG *et al.* (1986), MEDEIROS *et al.* (1987) e CATTALAN *et al.* (1997). O fato de não ter havido efeito benéfico dos diferentes sistemas de cultivo nos parâmetros porosidade e densidade deste solo pode estar relacionado ao seu estado estrutural anicial parcialmente degradado onde três safras agrícolas foram insuficientes para provocar mudanças benéficas significativas nestes parâmetros.

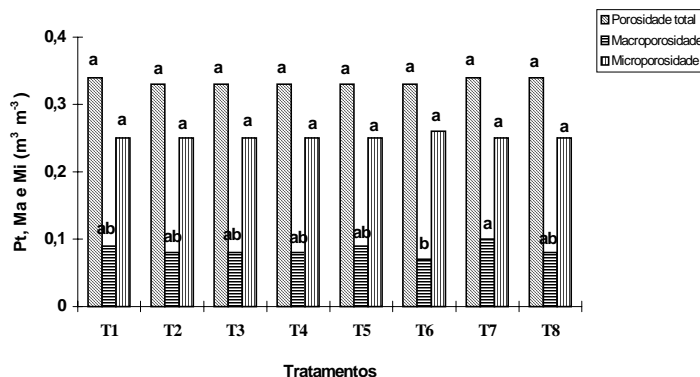


Figura 1. Valores médios dos períodos de amostragem de porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade do solo (Mi), para a camada de 0-10 cm, obtidos nos diferentes sistemas de cultivos estudados.

As médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada parâmetro físico, não diferem entre si pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%

A distribuição percentual dos agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho e períodos de amostragem em função dos sistemas de cultivos (tratamentos) estudados é mostrada no Tabela 4. Verifica-se que a maior concentração média dos agregados estáveis em água se encontra na classe de maior tamanho (9,52 – 4,76 mm) para todos os tratamentos não diferindo estatisticamente entre si. Analisando a média dos três períodos deste parâmetro dos diferentes tratamentos, observa-se que não houve diferença estatística entre os mesmos nas diversas classes estudadas, com exceção da classe 4,76-2,00 mm, onde se verifica que a maior porcentagem de agregados ocorreu nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T8, não diferindo estatisticamente entre si, mas diferindo dos tratamentos T6 e T7 que apresentaram os menores valores. De modo geral, à exceção do T4, observa-se que nesta classe os tratamentos que envolveram rotação de culturas foram os que apresentaram a maior agregação nesta classe. Observa-se ainda (Tabela 4), que os menores valores de agregados estáveis em água são encontrados na classe 0,50-0,25 mm, justamente nos tratamentos que envolveram rotação de culturas (T1, T2 e T3), bem como o T8. A rotação de culturas contribuiu para a formação de agregados estáveis em água de maior tamanho na classe 4,76-2,00mm. Convém ressaltar ainda, que embora o solo seja um solo degradado, a maior porcentagem de agregados, independente dos tratamentos, é encontrada na classe de maior tamanho (cerca de 30%), o que não ocorre em solos de várzea (Planossolo) onde a maior concentração de agregados é encontrada nas classes de menor tamanho (PALMEIRA *et al.* 1999). NUERNBERG *et al.* (1986) avaliando o efeito de sucessões de culturas em características físicas também verificaram que a maior agregação das partículas de solo ocorre em agregados de maior tamanho

Analisando os períodos de amostragem (Tabela 4) verifica-se que houve uma diminuição do tamanho de agregados nas classes de maior tamanho (> 1,00 mm) com o tempo e, consequentemente, um aumento de agregados de menor tamanho, contrariando a literatura existente, pois o sistema de plantio direto é considerado um sistema que com o tempo melhora as condições estruturais do solo (REINERT *et al.*, 1984; DERPSCH *et al.*, 1991; KOCHHANN, 1996). Semelhantemente ao que ocorreu com a distribuição do

tamanho de agregados estáveis em água, ocorreu com o diâmetro médio ponderado dos agregados, conforme Tabela 2 onde se verifica que não houve diferença estatística significativa entre tratamentos. Para os períodos de amostragem entretanto, a Tabela 3 mostra que houve diminuição do DMP do primeiro para os segundo e terceiro períodos, o que também não era esperado.

TABELA 4. Distribuição percentual de agregados estáveis em água, nas diferentes classes de tamanho e períodos de amostragem, em função dos sistemas de cultivos estudados, para a camada de 0-10 cm.

Período Tratamento	Classes de distribuição de agregados (mm)											
	9,52-4,76				4,76-2,00				2,00-1,00			
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	Média	1 ^o	2 ^o	3 ^o	Média	1 ^o	2 ^o	3 ^o	Média
T1	34,25	26,79	31,95	30,17 a	14,82	17,16	15,16	15,71 a	12,66	14,04	12,02	12,91 a
T2	31,58	28,75	30,33	30,22 a	13,99	17,23	14,64	15,28 ab	12,71	13,25	11,91	12,62 a
T3	39,01	23,79	29,17	30,65 a	13,38	17,18	14,17	14,91abc	12,14	14,63	11,87	12,88 a
T4	34,86	31,31	30,10	32,09 a	14,13	17,13	14,69	15,32 ab	11,85	14,28	11,96	12,70 a
T5	34,26	27,97	23,42	28,55 a	12,40	15,96	14,21	14,19 bc	11,45	12,84	13,04	12,44 a
T6	37,71	28,63	27,89	31,41 a	11,31	16,39	14,47	14,06 c	10,83	14,02	12,43	12,43 a
T7	34,25	22,98	28,93	28,72 a	12,06	15,60	14,51	14,06 c	11,65	14,85	12,30	12,93 a
T8	35,95	31,53	27,78	31,75 a	14,68	16,38	14,84	14,30 ab	12,16	13,70	12,97	12,94 a
Média	34,92 A	27,72 B	28,70 B		14,35 C	16,63 A	14,59 B		11,93 B	13,95 A	12,31 B	
Período Tratamento	1,00-0,50				0,50-0,25				< 0,25			
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	Média	1 ^o	2 ^o	3 ^o	Média	1 ^o	2 ^o	3 ^o	Média
T1	16,95	17,83	16,55	17,11 a	9,72	10,61	11,48	10,60 a	14,08	13,56	12,84	13,50 a
T2	17,19	17,08	18,02	17,43 a	10,45	10,69	11,49	10,87 a	14,08	13,00	13,63	13,57 a
T3	14,44	19,01	19,07	17,51 a	8,63	11,53	12,17	10,78 a	12,40	13,87	13,56	13,28 a
T4	15,46	16,47	17,35	16,43 a	10,01	12,43	11,71	11,38 a	13,69	11,71	14,18	13,19 a
T5	16,94	17,07	20,85	18,29 a	10,69	11,08	13,51	11,76 a	14,26	15,09	14,97	14,77 a
T6	15,42	18,46	18,67	17,52 a	10,23	10,89	12,34	11,16 a	14,50	11,62	14,18	13,43 a
T7	16,74	20,99	19,18	18,97 a	10,74	11,93	12,01	11,56 a	14,56	13,65	13,08	13,76 a
T8	15,64	16,54	19,50	17,23 a	8,83	9,95	11,86	10,21 a	12,75	11,91	13,05	12,57 a
Média	16,10 B	17,93 A	18,65 A		9,91 B	11,14 A	12,07 A		13,79 A	13,05 A	13,69 A	

Os valores seguidos pela mesma letra minúscula no sentido das colunas e mesma letra maiúscula no sentido das linhas, dentro de cada classe, não diferem entre si pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

Com relação aos teores de matéria orgânica, observa-se (Tabelas 2 e 3) que houve apenas diferença estatística significativa para os períodos de amostragem, ocorrendo um aumento do primeiro para o segundo e terceiro períodos. O primeiro período apresentou 17,4 g kg⁻¹ de matéria orgânica e o segundo período 20,9 g kg⁻¹, proporcionando um acréscimo de 3,5 g kg⁻¹ de matéria orgânica. Mesmo tendo ocorrido esse aumento, constata-se que o mesmo foi insuficiente para promover uma melhoria no estado de agregação do solo em estudo, embora HAYNES *et al.* (1991) tenha verificado que a estabilidade dos agregados, em curto espaço de tempo poça se modificar em função de diferentes sistemas de cultivo. Estas mudanças entretanto podem estar relacionadas mais a mudanças nos constituintes orgânicos do que no conteúdo total de matéria orgânica.

CONCLUSÕES

Para a camada de solo entre 0-10 cm, não houve diferença entre tratamentos nos parâmetros físicos: densidade, porosidade total, microporosidade, distribuição do tamanho de agregados estáveis em água e diâmetro médio ponderado.

Com o decorrer do tempo houve diminuição dos valores de densidade do solo, diâmetro médio ponderado e porcentagem de agregados de maior tamanho, favorecendo as classes de menor tamanho.

Houve aumento do teor de matéria orgânica do solo com o tempo não se refletindo, entretanto, na melhoria do estado de agregação do solo..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. & FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **R. B. Ci. Solo**, **19**: 115-119, 1995.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H. & GARDNER, W. R. **Física de solos**. 4.ed. Mexico, Union Topografica Editorial Hispano Americana, 1973. 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. J.**, Madison, v.54, p. 1744-1747, 1990.
- CATTELAN, A. J.; GAUDÊNCIO, C. A. & SILVA, T. A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. **R. B. Ci. Solo**, **21**: 293-301, 1997.
- DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N. & KÖPKE, C. V. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Londrina, GTZ-IAPAR, 1991. 272 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise e solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- GEE, G. W. & BAUDER, J. W. Particle size analysis. In: KLUTE, A. **Methods of Soil Analysis - Physical and mineralogical**

- methods.** 2.ed. Madison: Am. Soc. Agron. 1986. cap.15, p.383-411.
- 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.
- HAYNES, R. J.; SWIFT, R. S. & STEPHEN, R. C. Influence of mixed cropping rotations (pasture arable) on organic matter content, water stable aggregation and clod porosity in a group of soils. **Soil Til. Res.**, Amsterdam, 19: 77-87, 1991.
- KEMPER, W. D. & CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C. A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, American of Society, 1965. p.499-510.
- KOCHHANN, R. A. Alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo sob sistema plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1., Passo Fundo, 1996. **Anais**. Passo Fundo, 1996. p. 17-25.
- MEDEIROS, J. C.; MIELNICZUK, J. & PEDÓ, F. Sistemas de culturas adaptadas a produtividade, recuperação e conservação do solo. **R. B. Ci. Solo**, 11: 199-204, 1987.
- NOLLA, D.; REINERT, D. J. & MACHADO, J. A. Efeito de diferentes usos agrícolas do solo sobre a densidade e porosidade em Latossolo Roxo. **R. B. Ci. Solo**, 10: 19-27, 1986.
- NUERNBERG, N. J.; STAMMEL, J. G. & CABEDA, M. S. V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta Sul-Rio-Grandense. **R. B. Ci. Solo**, 10: 185-190, 1986.
- PALMEIRA, P. R. T.; PAULETTO, E. A.; TEIXEIRA, C. F. A. & SILVA, J. B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **R. B. Ci. Solo**, 23: 189-195, 1999.
- REINERT, D. J.; MUTTI, L. S. M.; ZAGO, A.; AZOLIN, M. A. D. & HOFFMANN, C. L. Efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solo Podzólico Vermelho Amarelo. **R. Cent. Ci. Rur.**, 14: 19-25, 1984.
- 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. 174 p.
- ZONTA, E. & MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: UFPel, 1984.