

VARIAÇÃO TEMPORAL DA ESTABILIDADE ESTRUTURAL EM PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO

TEMPORAL VARIATION OF STRUCTURAL STABILITY IN A TYPIC HAPLUDALF

Jackson Adriano Albuquerque¹ Dalvan José Reinert²
Jackson Ernani Fiorin³

RESUMO

Práticas de manejo do solo, como preparo e rotação de culturas, influenciam a estabilidade estrutural do mesmo. Este trabalho tem como objetivo caracterizar o efeito do sistema de plantio direto e manejo convencional, e teor de argila na distribuição do tamanho dos agregados e diâmetro médio geométrico medidos na semeadura na floração e na colheita da cultura do milho. O estudo foi conduzido em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, em sistema de produção de aveia+ervilhaca/milho. Variação temporal dinâmica da estabilidade estrutural do solo foi observada nos dois sistemas de manejo e nos locais com diferentes teores de argila. No sistema de plantio direto o diâmetro médio geométrico foi de 2,1 a 3,8 vezes superior ao sistema de manejo convencional. Este resultado foi atribuído a proteção por resíduos orgânicos e a atividade microbiológica na decomposição da matéria orgânica, e a não mobilização do solo. Os resultados

indicaram o efeito detrimental para a estrutura do solo que apenas um ano de cultivo com manejo convencional pode acarretar.

Palavras-chave: Variação temporal, estabilidade estrutural, sistema de manejo, teor de argila.

SUMMARY

Soil management including crop rotation and tillage may affect soil structure in a short and long time range. Low soil structure stability is closely related to water erosion. The objectives of this study were to measure the effect of tillage and clay content on aggregate stability at corn seeding, flowering and harvesting. This work was carried out in a Typic Hapludalf (Red-Yellow Podzolic) under oat + vetch/corn production system. Temporal variation of aggregate

¹Engenheiro Agrônomo, Professor Substituto (M.Sc.) do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97119-900, Santa Maria-RS.

²Engenheiro Agrônomo, Professor Titular do Departamento de Solos da UFSM, Pesquisador do CNPq.

³Pesquisador da FUNDACEP-Fecotrigo. RS-342, Km 14. Caixa Postal 10. 98100-970 Cruz Alta-RS.

stability was observed for systems and for places with different clay contents. The geometric mean diameter of no-tillage treatment were 2.1 to 3.8 times greater than those for one time conventional tillage. This behavior was attributed to organic residues cover, microbiological activity and no soil mobilization.

Key words: Temporal variation, structural stability, soil tillage, clay content.

INTRODUÇÃO

Práticas de manejo do solo, como o preparo, adição de resíduos orgânicos, e a cultura utilizada, tem influência significativa nas propriedades estruturais do solo. Para o mesmo local e condição de uso do solo pode ocorrer variação do estado estrutural do solo ao longo do tempo. Esta variação é considerada temporal, que pode ocorrer em curto e longo espaço de tempo (PERFECT et al., 1990a).

O plantio direto é um sistema de manejo do solo, que possibilita a manutenção e adição de restos culturais na superfície do solo, aumentando a atividade microbológica e os processos correlacionados (PRASAD & POWER, 1991). No sistema de plantio direto tanto a estabilidade dos agregados na superfície do solo como a taxa de infiltração acumulada são superiores ao sistema de manejo convencional (BRUCE et al., 1990), pois, o não revolvimento do solo e a manutenção da resteva na superfície do solo evita o impacto da gota da chuva diretamente sobre os agregados, amenizando o selamento superficial, favorecendo a formação de canais no perfil pelo apodrecimento de raízes e pela ação de organismos do solo (NOLLA, 1983), aumentando a infiltração de água no solo. Portanto, a erosão hídrica do solo no sistema de plantio direto é menor do que no sistema de manejo convencional.

BULLOCK et al. (1988) apresentaram uma boa revisão dos processos que afetam a estabilidade dos agregados no decorrer do tempo. A agregação do solo depende: do conteúdo e tipo de argila (KEMPER et al., 1987); do conteúdo e tipo de matéria orgânica (PERFECT et al., 1990b); da atividade biológica (LEHRSCHE & JOLLEY, 1992); do sistema de culturas (PERFECT et al., 1990a,b); do preparo do solo e tráfego de máquinas (KAY, 1990); clima (SKIDMORE & LAYTON, 1992), dos ciclos de umedecimento e secagem (SHIEL et al., 1988; UTOMO & DEXTER, 1982). LEHRSCHE & JOLLEY (1992) salientam a importância dos processos que podem agir sequencialmente ou simultaneamente.

BULLOCK et al. (1988) verificaram que a variação temporal da estabilidade dos agregados em um mesmo solo foi maior do que a variação entre os solos estudados. PERFECT et al. (1990a) afirmaram que as flutuações estacionais na estabilidade dos agregados, são muitas vezes maiores do que mudanças devido ao manejo, e podem obscurecer alterações causadas pelo manejo. BRUCE et al. (1990) trabalhando com um sistema de rotação de culturas e três sistemas de manejo do solo, observaram efeito da rotação nas características físicas do solo somente no sistema de plantio direto. Estes autores concluíram que o preparo do solo eliminou o efeito da rotação de culturas.

Em um estudo realizado por REINERT (1990), o cultivo do solo reduziu a estabilidade dos agregados ao longo do tempo, e aumentou a variabilidade estacional, enquanto que o sistema de plantio direto, aumentou sensivelmente a estabilidade dos agregados. Neste mesmo estudo a estabilidade dos agregados, em solo nunca preparado, foi de 2 a 4 vezes maior que no sistema de plantio direto e manejo convencional, respectivamente. ANGERS (1992) observou que o plantio direto apresentou agregados maiores do que no manejo convencional para muitas datas de amostragem. Isto foi atribuído a existência de uma correlação estreita entre a porcentagem de carbono e a estabilidade estrutural. CAMPOS et al. (1992), analisando sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho-Escuro, observaram que no sistema de plantio direto o diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, foi duas vezes maior que o sistema de manejo convencional. Um efeito benéfico da rotação de culturas, aumentando a agregação do solo comparado a sucessão trigo/soja foi verificado.

A frequência e o número de ciclos de umedecimento e secagem podem alterar a estabilidade dos agregados (UTOMO & DEXTER, 1982). Estes autores trabalhando em laboratório com agregados moldados manualmente, verificaram um aumento na estabilidade estrutural dos agregados nos primeiros ciclos de umedecimento e secagem, que se deveu, provavelmente, a manifestação das ligações entre partículas que foram destruídas pelo preparo. Conforme SHIEL et al. (1988) agregados de solo argiloso coletados com o solo no seu estado natural e após trabalho mecânico, expostos a ciclos de umedecimento e secagem, diminuíram de tamanho. As flutuações no conteúdo de água após o preparo do solo resultaram em aumento da estabilidade estrutural. A máxima estabilidade foi observada alguns dias após o preparo e, após, um constante decréscimo foi observado. Estes resultados foram confirmados por BULLOCK et al. (1988). SHIEL et al. (1988) hipotetizaram que existe um equilíbrio

característico da proporção de agregados estáveis em água, para cada solo.

A fração de argila do solo apresenta uma relação direta com a estabilidade dos agregados. A estabilidade dos agregados é sensível a elevação do teor de argila até valores próximos a 25% (SKIDMORE & LAYTON, 1992). Solos argilosos geralmente apresentam uma maior amplitude de variação da estabilidade dos agregados que solos francos. Solos com teores elevados de argila possuem uma maior capacidade de absorver matéria orgânica recentemente produzida. A matéria orgânica é responsável por estabilizar os agregados do solo devido sua maior área superficial e capacidade de troca de íons, possibilitando um maior número de ligações eletrostáticas entre as partículas do solo e a matéria orgânica (ANGERS, 1992).

Este trabalho visa caracterizar o efeito do teor de argila e dos sistemas de plantio direto e manejo convencional na distribuição do tamanho dos agregados e diâmetro médio geométrico, em três épocas do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo fez parte de um projeto de longa duração, vinculado ao Departamento de Solos da UFSM, de produção de aveia + ervilhaca/milho.

O solo foi classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (typic Hapludalf), pertencente a Unidade de Mapeamento São Pedro (BRASIL, 1973). Possui textura superficial franco arenosa e subsuperficial franco argilosa.

No ano de 1989 iniciou-se o sistema de produção de aveia + ervilhaca/milho, com sistema de plantio direto em cinco faixas entre terraços (faixas de 1 à 5). Em 1991 iniciou-se em uma faixa (faixa 6) o sistema de manejo convencional, para efeito de comparação das propriedades físicas com o plantio direto.

Em maio de 1991 foi semeado aveia + ervilhaca na área com sistema de plantio direto e manejo convencional. Na área de plantio direto, em setembro de 1991 quando a aveia + ervilhaca atingiram o estágio de floração foi aplicado dessecante foliar para interromper o ciclo das culturas e permitir a semeadura da cultura do milho no sistema de plantio direto (cultivar CARGIL 511 A). A semeadura utilizada foi a Turbo-Max e o espaçamento foi de 100cm entre linhas e seis sementes por metro linear. Em dezembro de 1991 após a colheita das sementes de aveia e ervilhaca, foi realizado a semeadura do milho no

sistema de manejo convencional (faixa 6). Foi utilizado a mesma semeadura e espaçamento entre linhas do sistema de plantio direto. O controle de invasoras foi efetuado com duas aplicações do herbicida Triamex.

Para escolha dos locais de amostragem foi efetuado, previamente, um estudo da variabilidade espacial da espessura do horizonte A e teor de argila do solo, através da geoestatística (ALBUQUERQUE, 1993).

A partir do estudo da variabilidade espacial, foram selecionados seis pontos de coletas de amostras de solo. Quatro pontos com 7,7% de argila, e dois pontos com 15,4% de argila. No sistema de manejo convencional (faixa 6), foram selecionados quatro pontos de coletas de amostras de solo para comparar a estabilidade estrutural com o sistema de plantio direto.

Amostras de solo parcialmente deformadas para análise da estabilidade dos agregados, foram coletadas quando o solo estava friável. Amostras foram coletadas na semeadura, na floração e colheita da cultura do milho. Em cada ponto duas sub-amostras de solo foram coletadas na camada superficial de 0 a 5cm. Torrões com a umidade do momento da coleta, foram fracionados em agregados que passaram em peneira de 8,0mm, e ficaram retidos em peneira de 4,76mm. No processo de fracionamento dos agregados, deformação e esmagamento foram evitados.

A estabilidade estrutural do solo para as três épocas de coleta de amostras, foi obtida usando a distribuição do tamanho dos agregados estáveis em água e do DMG. O método de determinação da estabilidade estrutural descrito por KEMPER & CHEPIL (1965) foi modificado. A lavagem dos agregados em água foi procedida imediatamente após a imersão das peneiras contendo agregados. No método padrão, após a imersão das peneiras com agregados em água, os agregados permanecem em repouso por 10 minutos, antes de iniciar a lavagem, para permitir um umedecimento lento. Com esta modificação do método padrão, busca-se uma maior força de desestruturação dos agregados através da rápida expulsão do ar retido no interior do agregado.

A estabilidade estrutural, foi analisada através da análise da variância e teste de comparação de médias. Foi comparado a estabilidade estrutural do solo, nas três épocas de coleta das amostras entre o sistema de plantio direto e manejo convencional e, entre pontos com 7,7% e 15,4% de argila. Foi analisado a variação temporal da estabilidade estrutural no sistema de plantio direto e no sistema de plantio convencional. No plantio direto foi observado variação temporal dos pontos com 7,7% de argila e pontos com 15,4% de argila.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de manejo convencional do solo resultou em substancial redução na estabilidade estrutural da camada superficial. No sistema de plantio direto os agregados estáveis em água, com diâmetro menor que 4,76mm, totalizaram 27% na semeadura, 33% na floração e 37% na colheita. No sistema de manejo convencional os agregados estáveis em água, com diâmetro menor que 4,76mm, totalizaram 71% na semeadura, 56% na floração, e 60% na colheita (Figura 1a), portanto superiores para as três épocas comparados ao sistema de plantio direto. Estes resultados indicam que no sistema de plantio direto, existe uma maior resistência do solo ao impacto da gota da chuva e a ação da enxurrada comparado ao sistema de manejo convencional. Resultados semelhantes foram encontrados por REINERT (1990).

No sistema de manejo convencional, da semeadura à floração, houve uma diminuição da percentagem de agregados entre 0,21 e 1,0mm e um aumento da percentagem de agregados maiores que 4,76mm. Isto indica que os últimos se formaram às expensas dos agregados entre 0,21 e 1,0mm. Uma menor variação foi observada da floração à colheita. Em dez sistemas de culturas (PALADINI & MIELNICZUK, 1991) verificaram um aumento na classe de agregados maior que 2,0mm, às expensas da classe de agregados entre 0,25 e 1,0mm.

Segundo HILL (1990) é provável que no sistema de manejo convencional em condições de solo descoberto, a baixa estabilidade dos agregados seja importante em termos de produção de material de desagregação, contribuindo para a formação do selamento superficial e, portanto, na indução da enxurrada e erosão hídrica.

No sistema de plantio direto, o DMG foi 3,8, 2,3 e 2,1 vezes maior, que no sistema de manejo convencional, na semeadura, floração e colheita respectivamente (Tabela 1). A redução da estabilidade estrutural foi causada pela ação do preparo no sistema de manejo convencional (aração + gradagem para o milho). Isto demonstra o efeito benéfico de sistemas de cultivo que mantenham o solo coberto com pequena mobilização do solo, na redução da erosão em solos com textura superficial arenosa. Resultados semelhantes também foram descritos por BRUCE et al. (1990). A redução da estabilidade estrutural no sistema de manejo convencional já era esperada, e tem sido atribuída à ação dos implementos de preparo do solo. Os implementos fracionam os agregados maiores em menores, causam inversão da camada de solo pela lavra, e expõem agregados com menor estabilidade estrutural à ação das gotas da chuva (NOLLA, 1983).

No sistema de plantio direto a maior estabilidade dos agregados pode ser atribuída, a decomposição microbiana dos resíduos vegetais, que resulta em ligantes orgânicos (ácido húmico, fúlvico, etc...), e aumento na população de fungos (PRASAD & POWER, 1991), que através de suas hifas contribuem para elevar a estabilidade estrutural (PERFECT et al., 1990b), principalmente, na camada superficial que está em contato com os resíduos vegetais.

No sistema de manejo convencional, houve um aumento significativo do DMG da semeadura até a floração, com uma pequena diminuição até a colheita (Tabela 1). O aumento do DMG verificado da semeadura até a floração é explicado, provavelmente, pela formação de agregados maiores a partir de agregados menores. BULLOCK et al. (1988) verificaram um aumento na estabilidade estrutural algumas semanas após o preparo do solo. Os autores atribuíram este aumento ao efeito dos ciclos de umedecimento e secagem.

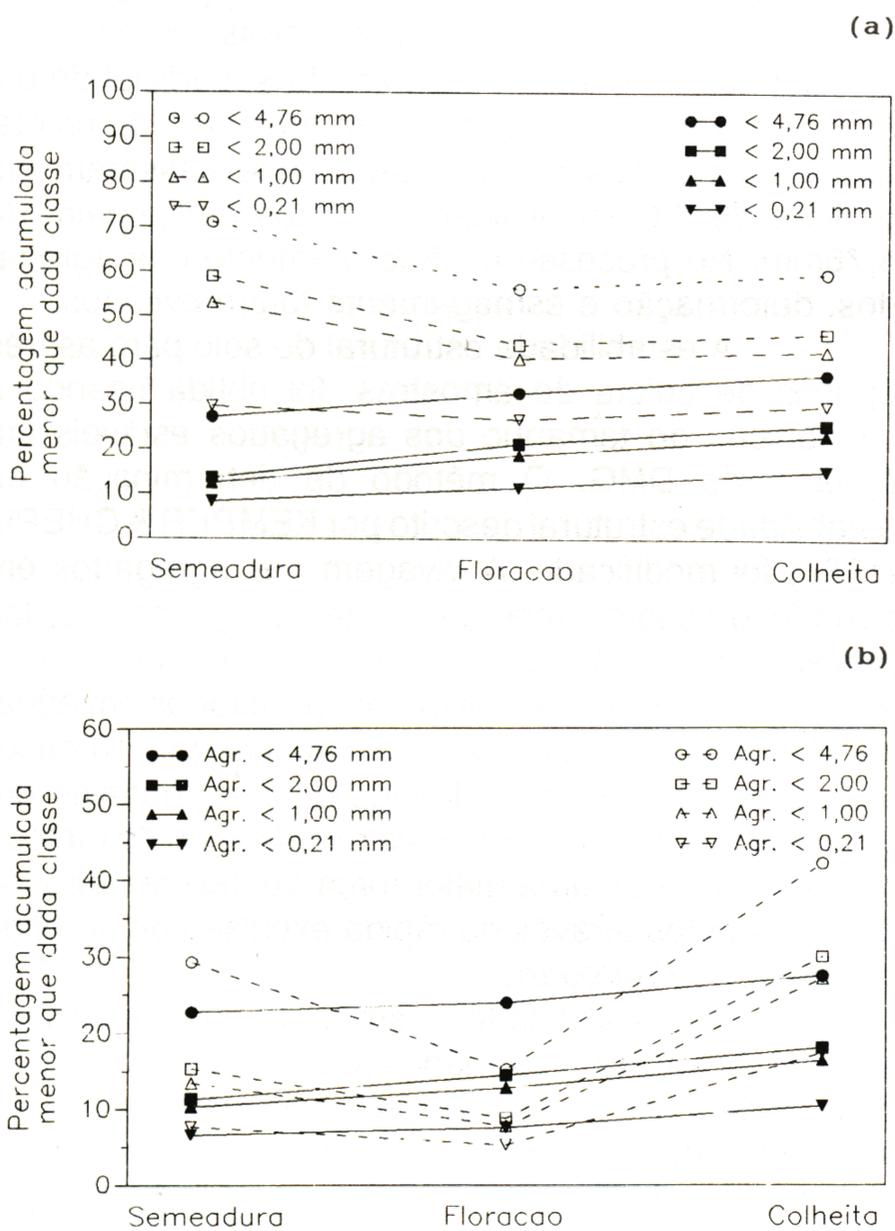


Figura 1. Variação temporal de classes de agregados do solo em : (a) sistema de plantio direto (linhas) e manejo convencional (tracejado), e (b) pontos com 7,7% (linhas) e 15,4% de argila (tracejado) no sistema de plantio direto.

Tabela 1. Diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG), para os sistemas de manejo convencional, plantio direto e pontos com diferentes teores de argila de 7,7 e 15,4%, no sistema de plantio direto, na profundidade de 0 a 5cm.

	Semeadura	Floração	Colheita
Plantio Direto	3,80a*	3,27 b	2,74 c
Manejo Convencional	0,99 b	1,43a	1,27a
DMS**	0,35	0,42	0,31
Plantio Direto com 7,7%	4,16a*	3,86a	3,45a
Plantio Direto com 15,4%	3,65 b	4,60a	2,26 c
DMS	0,65	0,70	0,56

* Médias não seguidas pela mesma letra, na horizontal diferem pelo teste Duncan ($P < 0,05$).

** O DMS compara médias entre os sistemas de manejo do solo e pontos com diferentes teores de argila, a 5% de probabilidade.

REINERT (1993) trabalhando com solo inicialmente desestruturado e passado em peneiras de 2,0mm, encontrou que o efeito induzido pela planta foi relativamente pequeno durante o período de crescimento vegetativo, comparado ao período após o manejo (dessecação com herbicidas) das plantas de inverno (115 dias após a semeadura). Passado 250 dias da semeadura, o autor encontrou que, parcelas com leguminosas, tinham DMG de 2,6 e parcelas com aveia 1,6 vezes maiores que o solo mantido descoberto durante o inverno. Assim, o fornecimento e a decomposição de resíduos de plantas de inverno, parece ser o fator mais associado às variações maiores da estabilidade dos agregados.

Analisando-se as amostras com diferentes teores de argila, observou-se nos pontos com teor reduzido de argila uma pequena diminuição do DMG da semeadura até a colheita (Tabela 1). Nas amostras onde o teor de argila era mais elevado, ocorreu um aumento significativo do DMG da semeadura até a floração e uma redução significativa do DMG da floração à colheita. O acréscimo do DMG da semeadura a floração, pode ser devido, provavelmente, há um período de deficiência hídrica que ocorreu nos meses de outubro e novembro, proporcionando, assim, uma maior coesão entre as partículas do solo. Conforme REID & GOSS (1982) a deficiência hídrica proporciona um aumento na adsorção de polissacarídeos na superfície dos minerais. Este aumento pode resultar da maior liberação de exsudatos das raízes sujeitas a deficiência hídrica. De acordo com SKIDMORE & LAYTON (1992) durante um período de déficit hídrico, uma fina camada de água permanece entre as partículas de solo, aumentando a concentração de colóides

que atuam como agente cimentante, e conseqüentemente a estabilidade estrutural. De acordo com KEMPER & ROSENAU (1984) a estabilidade estrutural depende do conteúdo de água no momento da coleta das amostras. Em um trabalho realizado por PERFECT et al. (1990a), a umidade do solo e a biomassa microbiana explicaram, durante a estação de crescimento das culturas, até 85% da variação temporal da estabilidade dos agregados em água.

Nas amostras com 7,7% de argila o DMG foi significativamente menor na floração e significativamente maior na colheita que o DMG das amostras com 15,4% de argila (Tabela 1). A classe de agregados com tamanho entre 4,76 e 8,0mm foi a responsável pela variação do DMG, havendo redução destes e aumento de agregados menor que 0,21mm com respectiva redução de DMG (Figura 1b).

A estabilidade dos agregados na camada superficial é muito relevante, pois, é nesta camada que as gotas da chuva causam maior desagregação e, conseqüentemente, a erosão hídrica, com perda de solo, água e nutrientes

CONCLUSÕES

Existe variação temporal dinâmica da estabilidade dos agregados no sistema de plantio direto e manejo convencional.

A variação na estabilidade estrutural do solo devido ao manejo do solo em apenas um ano de cultivo, é superior a variação temporal.

Nos pontos com maior teor de argila, a variação temporal é superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A. **Variabilidade de solo e planta em Podzólico Vermelho-Amarelo**. Santa Maria, RS. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- ANGERS, D.A. Changes in soil aggregation and organic carbon under corn and alfafa. *Soil Sci Soc Am J*, Madison, v. 56, p. 1244-1249, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431 p. Boletim Técnico, 30.
- 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.

- BULLOCK, M.S., KEMPER, W.D., NELSON, S.D. Soil cohesion as affected by freezing, water content, time and tillage. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 52, n. 3, p. 770-776, 1988.
- CAMPOS, B.C., NICOLODI, R., REINERT, D.J. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. II - Efeito sobre a estabilidade da estrutura do solo ao final de sete anos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 1992. Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP, Sociedade Brasileira da Ciência do solo, 1992.
- HILL, R.L. Long term conventional tillage and no-tillage effects on selected soil physical properties. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 54, n. 1, p. 161-166, 1990.
- KAY, B.D. Rates of change of soil structure under different cropping systems. **Advances Soil Science**, v. 12, p. 1-41, 1990.
- KEMPER, W.D., CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK C. A. **Methods of soil analysis**. Part 1. Madison: ASA. 1965, p. 499-509.
- KEMPER, W.D., ROSENAU, R.C. Soil cohesion as affected by time and water content. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 48, p. 1001-1006, 1984.
- KEMPER, W.D., ROSENAU, R.C., DEXTER, A.R. Cohesion development in disrupted soils as affected by clay and organic matter content and temperature. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 51, p. 860-867, 1987.
- LEHRSCHE, G.A., JOLLEY, P.M. Temporal changes in wet aggregate stability. **Transactions of the ASAE**, v. 35, n. 2, march-april, p. 493-498, 1992.
- NOLLA, D. **Efeito de diferentes usos agrícolas sobre algumas propriedades físicas do solo**. Santa Maria, RS. 1983. 130 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, 1983.
- PALADINI, F.L.S., MIELNICZUK, J. Distribuição do tamanho dos agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **Rev Bras Ci Solo**, Campinas. v. 15, mai-ago., p. 135-140, 1991.
- PERFECT, E.B., KAY, B.D., Van LOON, W.K.P. et al. Factors influencing soil structural stability within a growing season. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 54, n. 1, p. 173-179, 1990a.
- PERFECT, E.B., KAY, B.D., Van LOON, W.K.P. et al. Rates of change in soil structural stability under forages and corn. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 54, n. 1, jan-feb., p. 179-186, 1990b.
- PRASAD, R., POWER, J.F. Crop residue management. **Adv Soil Sci**, New York, v. 15, p. 205-251, 1991.
- REID, J.B.; GOSS, M.J. Interactions between soil drying due to plant water use and decreases in aggregate stability caused by maize roots. **J Soil Sci**, London, v. 33, n. 1, p. 47-53, 1982.
- REINERT, D.J. **Soil structural form and stability induced by tillage in a Typic Hapludalf**. East Lansing, MI. 1990. 129 p. Thesis (PhD in Agronomy). Michigan State University, 1990.
- REINERT, D.J. **Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramínea em solo Podzólico Vermelho-Amarelo**. Santa Maria, RS. 1993. 62 p. Tese (Professor Titular). Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 1993.
- SHIEL, R.S., ADEY, M.A., LODDER, M. The effect of successive wet/dry cycles on aggregate size distribution in a clay texture soil. **J Soil Sci**, London, v. 39, p. 71-80, 1988.
- SKIDMORE, E.L., LAYTON, J.B. Dry-soil aggregate stability as influenced by selected soil properties. **Soil Sci Soc Am J**, Madison, v. 56, n. 2, march-april, p. 557-561, 1992.
- UTOMO, W.H., DEXTER, A.R. Changes in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non-saturated soil. **J Soil Sci**, London, v. 33, p. 623-637, 1982.