

## INFERÊNCIAS SOBRE A GÊNESE DE AGREGADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO BASEADAS NA DISTRIBUIÇÃO DE AGREGADOS

### INFERENCES ON THE AGGREGATE GENESIS IN AN OXISOL BASED ON AGGREGATE DISTRIBUTION

Antonio Carlos de Azevedo<sup>1</sup>

#### RESUMO

A distribuição dos agregados menores que 2 milímetros, em um Latossolo Vermelho Distroférico típico, correspondente à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo, foi medida por peneiramento úmido em cinco classes de tamanho, após cinco intervalos de agitação. Não foi observada hierarquia nos agregados menores que 2 milímetros, havendo um predomínio de agregados maiores que 0,50 milímetros no horizonte A e menores que 0,25 milímetros no horizonte B. Baseado nestes resultados e na suposição de que, na escala de tempo pedológica, o topo do horizonte B gradativamente se transforma em horizonte A, especula-se que um modelo mecanístico da gênese de agregados neste solo deve contemplar um mecanismo de desagregação durante esta transformação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agregação, microagregados, Latossolos.

#### SUMMARY

The distribution of less than 2 mm aggregates in five size classes was assessed by wet sieving in an Oxisol, after five shaking times. There is no aggregate hierarchy in this size range, aggregates larger than 0,50 millimeters dominate in the A horizon and smaller than 0,25 millimeters in the B horizon. Based on this results and assuming that, on a pedogenic perspective, the top of the B horizon changes to the A horizon, an argument is built in which a mechanistic,

pedogenic model for aggregate genesis should include a disaggregation step on that profile region.

**KEY WORDS:** aggregation, microaggregates, Oxisols.

#### INTRODUÇÃO

Latossolos em geral possuem agregados menores que 2 mm com alta estabilidade, comportamento que está, pelo menos em parte, relacionado com a composição mineralógica destes solos, dominada por óxidos de ferro, óxidos de alumínio e caulinita (CURI e FRANZMEIER, 1987; BARBERIS et al., 1991; BUOL e ESWARAN, 2000). Outros fatores, como poligenia (MUGGLER et al., 2001) e atividade biológica (MIKLÓS, 1993; MIKLÓS, 1996) são também considerados, porém sem um consenso sobre sua importância.

Os modelos usados para explicação do mecanismo de gênese dos agregados em Latossolos geralmente se baseiam naqueles propostos para solos com hierarquia de agregados (EDWARDS e BREMNER, 1967; OADES e WATERS, 1991; JASTROW, 1996; FERREIRA et al., 1999). Hierarquia de agregados é o resultado do mecanismo através do qual agregados grandes são formados pela aglutinação de agregados menores (CURRIE, 1966; DEXTER, 1988; OADES e WATERS, 1991). Em decorrência, uma das maneiras propostas para se identificar a existência de hierarquia de agregados é a aplicação crescente de energia

<sup>1</sup> Professor Adjunto, Departamento de Solos, CCR, UFSM. 97105900 Santa Maria -RS. aazevedo@ccr.ufsm.br

desagregante e observação da distribuição do material resultante em classes de tamanho. Quando existe hierarquia, a desagregação (e a

Esta argumentação é fundamentada nos resultados de distribuição dos agregados menores que 2 mm e assume a gradual transformação do

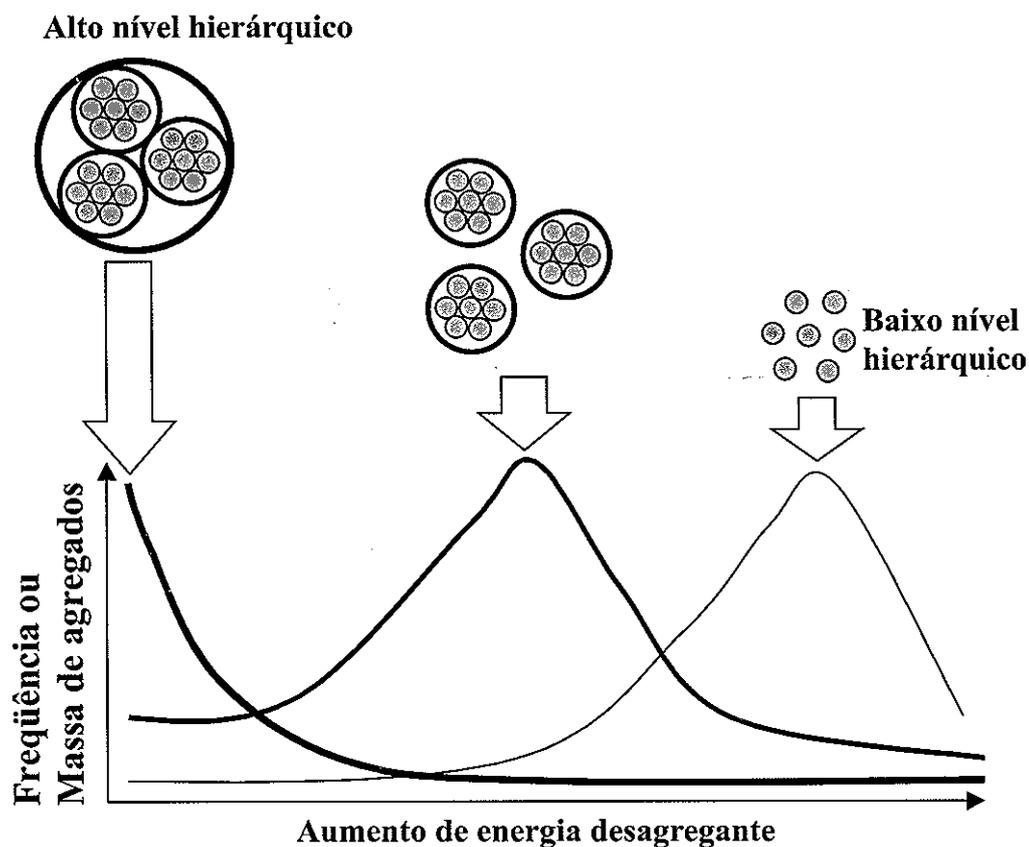


Figura 1. Conceito de hierarquia de agregados, através de curvas de desagregação.

conseqüente diminuição de massa de solo) nas classes de tamanho maiores provoca um aumento da massa de agregados nas classes de tamanho imediatamente menores (OADES e WATERS, 1991) (Figura 1). Isto ocorre porque os agregados grandes, ao se desagregarem, produzem os agregados menores que os compunham, e assim sucessivamente até que se chegue às partículas de areia, silte e argila. A ausência de hierarquia implica na formação independente de agregados nas diferentes classes de tamanho.

O objetivo deste trabalho é apresentar e sustentar a hipótese de que um modelo pedogenético que explique a gênese de agregados menores que 2mm no solo estudado deve conter, além de um mecanismo de agregação, também um mecanismo de desagregação, na região de transição entre o horizonte B e o horizonte A.

topo do horizonte B em horizonte A. Portanto, o objetivo deste trabalho é construir uma hipótese baseada particularmente nos resultados apresentados e mais amplamente nos modelos de pedogênese de agregados em Latossolos. A consideração de uma hipótese desta natureza pode ser interessante uma vez que, até onde a revisão bibliográfica realizada pôde verificar, não há menção de que um estágio de desagregação deva ser considerado na gênese da estrutura de Latossolos. Portanto, espera-se instigar tanto a discussão destas idéias quanto a superação das dificuldades metodológicas para seu teste.

## MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de um Latossolo Vermelho Distroférrico típico (Unidade de Mapeamento

Santo Ângelo) (STRECK et al., 2002) foram coletadas sob vegetação de floresta no município de Santo Ângelo (28°12'48" S, 54°13'56" W). Este solo se desenvolve sobre basaltos da formação Serra Geral, no Planalto Sul Riograndense e ocupa uma área de 7,26% do Estado, ocorrendo em elevações entre 200 e 400 metros acima do nível do mar. O clima é do tipo mesotérmico úmido, Cfa no sistema de Köppen, com temperatura anual média de 19,5° C e precipitação média de 1850 mm ano<sup>-1</sup> (BRASIL, 1973).

Três trincheiras aproximadamente 0,30 x 0,30 x 0,20 m de profundidade foram abertas e amostras foram coletadas no horizonte A, de 0 a 5 e de 10 a 15 cm de profundidade. Amostras na profundidade de 40-60 cm, no topo de horizonte B, foram coletadas com trado. As amostras foram secas ao ar e levemente destorroadas, e peneiradas (peneira 2 mm), produzindo Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). As três amostras do campo foram então combinadas e armazenadas em sacos plásticos, resultando em amostras compostas das profundidades 0-5, 10-15 e 40-60cm

Argila total foi determinada pelo método da pipeta após dispersão com NaOH, agitação por 14 horas conforme descrito para os ensaios de desagregação e mais 15 minutos em ultrassom. Carbono foi determinado em um analisador de carbono, nitrogênio e hidrogênio (LECO CHN 2000). O procedimento usado nos ensaios de desagregação é uma adaptação do método de determinação da argila dispersa em água, do Serviço Americano de Levantamento de Solos (USDA - NRCS - NSSC, 1996). Para cada amostra, cinco alíquotas de 10 gramas de TFSA foram pesadas em garrafas plásticas de 250 mL e completadas com 175 mL de água deionizada. As garrafas foram colocadas com seu eixo maior na horizontal sobre a plataforma de um agitador tipo vai-e-vem e agitadas (120 rpm, deslocamento de 4 cm) por 0; 3,75; 7,5; 15 e 27 horas (uma alíquota para cada período de tempo). O pH e a condutividade elétrica (CE) das suspensões foram medidos logo após a retirada do agitador, e as

suspensões foram passadas por um conjunto de peneiras de 1,0 mm; 0,5 mm; 0,25mm; 0,106 mm e 0,053 mm. O material retido nas peneiras foi gentilmente lavado com água deionizada, coletando-se o material disperso em uma proveta graduada de 1 litro. O material retido nas peneiras foi seco em estufa até peso constante. A quantidade total de areia (agregada e não agregada) em cada classe de tamanho foi determinada em uma alíquota separada, utilizando-se agitação por 16 horas com NaOH 6% (mesmo agitador descrito acima) e ultrassom por 10 minutos

A determinação da argila dispersa em água (ADA) foi feita na suspensão coletada nas provetas, retirando-se uma alíquota de 50 mL (pipeta volumétrica), após decorrido o tempo necessário para sedimentação do silte, calculado pela equação de Stokes. A alíquota foi seca em estufa até peso constante. Foram realizadas três repetições para cada amostra composta.

A porcentagem de agregados (relativa à massa seca de solo) em cada classe de tamanho,  $A_i$ , foi calculada por:

$$A_i = (B_i - C_i) * 100 / D,$$

onde:  $B_i$  é a massa seca de material na classe de tamanho (peneira)  $i$ ,  $C_i$  é a massa seca de areia na classe de tamanho  $i$  e  $D$  é a massa seca de solo inicial. A massa total de agregados é, portanto, um número conservativo, já que não considera a massa dos grãos de areia contidos nos agregados. Os resultados se referem, então, à massa de silte e argila agregados.

## RESULTADOS

A caracterização básica das amostras estudadas encontra-se na Tabela 1.

As curvas de desagregação (Figura 2) foram obtidas a partir dos resultados de massa de agregados retida em cada uma das peneiras. O mecanismo de desagregação por molhamento rápido foi assumido como de menor importância, haja vista que as amostras submetidas apenas ao molhamento rápido (sem agitação, tempo 0) resultaram em, no mínimo, 80% agregadas (Tabela 2).

Comparando-se a Figura 1 com a Figura 2, observa-se que não houve aumento da massa de agregados nas classes de tamanho menores simultaneamente à desagregação nas classes de tamanho maiores. Este comportamento é característico de solos sem hierarquia, isto é, a desagregação se dá, em todas as classes de tamanho, diretamente nas partículas de areia, silte e argila. As curvas de produção de ADA (Figura 3), simétricas às curvas de desagregação nas classes maiores, suportam esta interpretação.

Leve-se ainda em consideração que o aumento na produção de ADA não foi afetado por mudanças significativas no pH e CE das suspensões (Figura 3). A alta condutividade elétrica na camada 0-5cm provavelmente se deve à intensa biociclagem nesta camada. Os valores mais baixos no tempo 0 h para pH e condutividade elétrica provavelmente se devem ao tempo insuficiente para estabelecimento do equilíbrio químico entre as amostras e as suspensões.

Tabela 1. Caracterização básica das amostras do solo Santo Ângelo, sob vegetação de floresta.

Característica	0-5 cm	10-15 cm	40-60 cm
Horizonte	A	A	B
Argila* (g.kg <sup>-1</sup> )	687,6 (37,9)	633,8 (32,8)	673,3 (6,7)
Areia *(g.kg <sup>-1</sup> )	66,0 (9,0)	63,0 (9,2)	56,2 (1,74)
Carbono* (g.kg <sup>-1</sup> )	49,6 (3,8)	23,3 (0,5)	11,2 (0,4)
Estrutura	Fraca, média em blocos subangulares que se desfazem em pequena, forte e granular.	Fraca, média em blocos subangulares que se desfazem em pequena, forte e granular.	Moderada, média em blocos subangulares que se desfazem em pequena, forte e granular.

\* Média de três repetições, desvio padrão entre parênteses.

Tabela 2. Porcentagem de agregados (base massa seca de solo) após cada um dos cinco tempos de agitação (total das cinco classes de tamanho, média de 3 repetições, desvio padrão entre parênteses).

Amostra	Tempo de Agitação (h)				
	0	3,75	7,5	15	27
0-5 cm	91,4 (8,8)	45,6 (0,9)	33,1 (1,1)	22,1 (1,4)	13,9 (2,3)
10-15 cm	90,7 (10,0)	38,7 (1,1)	22,7 (0,6)	12,4 (0,6)	7,2 (0,5)
40-60 cm	80,0 (7,0)	56,4 (3,9)	45,3 (1,5)	34,2 (1,5)	23,9 (1,7)

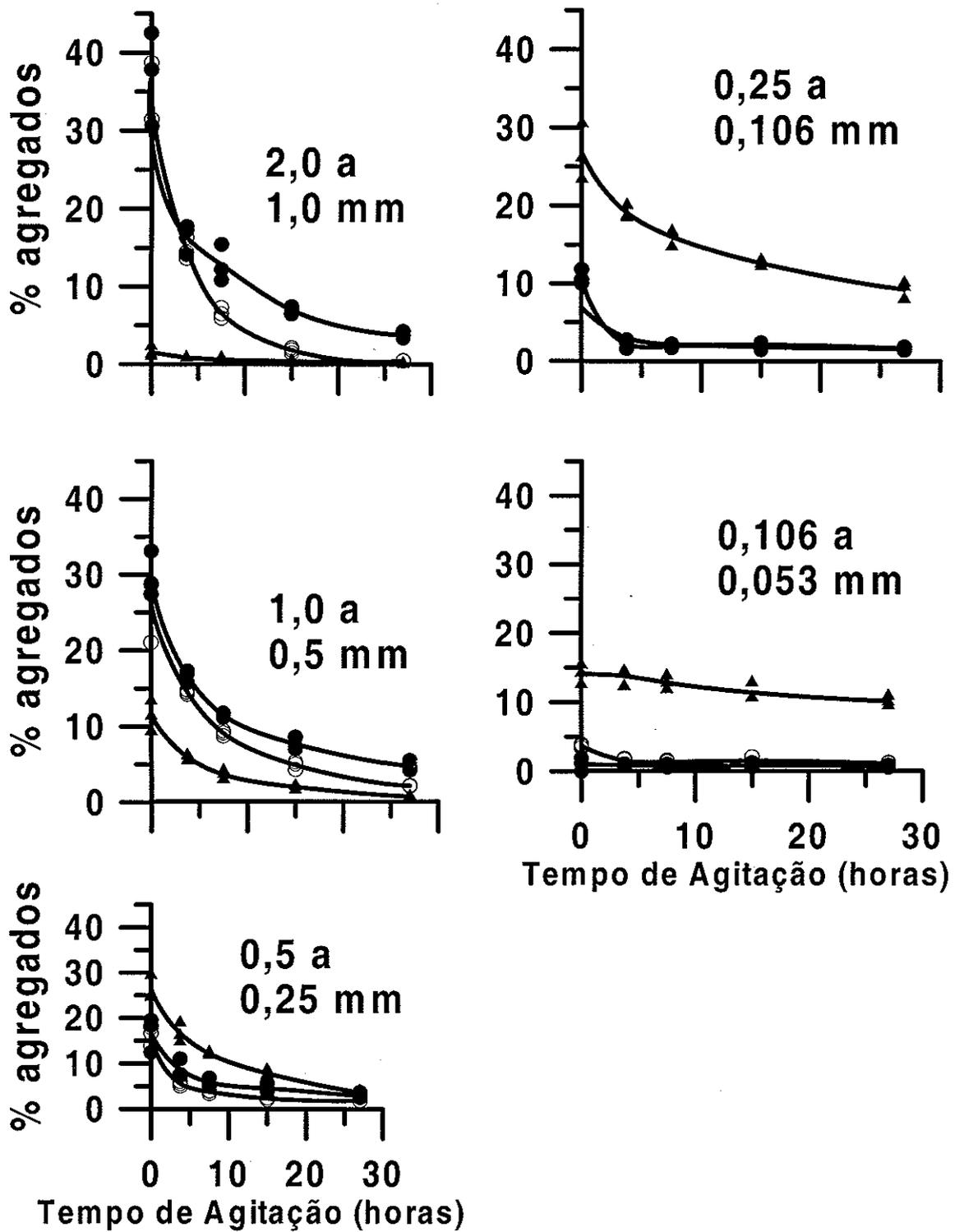


Figura 2. Curvas de desagregação de um Latossolo Vermelho distroférico típico.

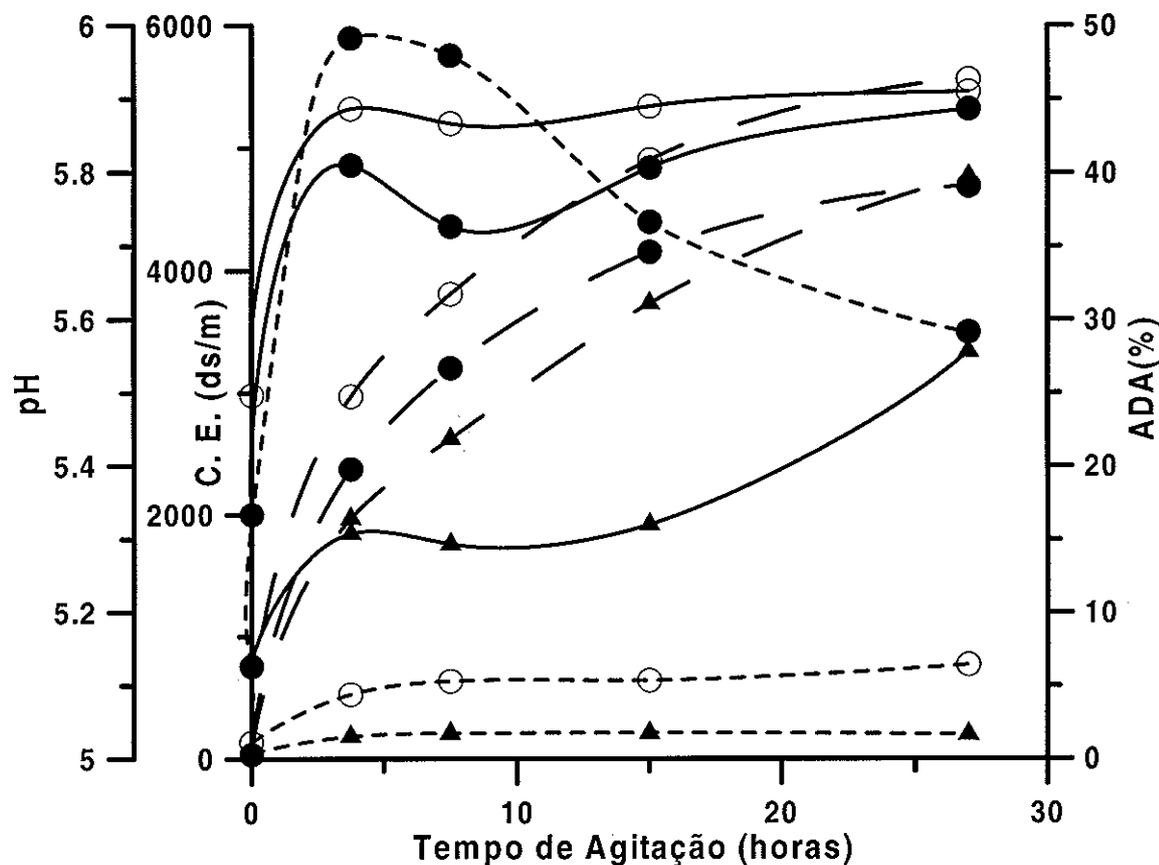


Figura 3. Argila dispersa em água (ADA, - - -), pH (—) e condutividade elétrica (CE, - - -) nas suspensões de solo. Símbolos: ● 0-5 cm, ○ 10-15 cm, ▲ 40-60cm de profundidade.

## DISCUSSÃO

O pressuposto para a hipótese proposta é (1) que a diferenciação entre o horizonte A e o horizonte B se dá pela erosão (geológica) do horizonte A que tem sua espessura diminuída, de modo que o topo do horizonte B expõe-se mais ao intemperismo (por exemplo, à variações de temperatura e umidade). Portanto, em uma escala de tempo pedológica, a tendência é que o topo do horizonte B se transforme em horizonte A.

Os resultados apresentados indicam que (2) não há hierarquia de agregados no intervalo de tamanho considerado (de 2 a 0,053 mm). Ainda, (3) no horizonte A, ocorre o predomínio de agregados nas classes maiores que 0,5mm, e (4) no horizonte B, ocorre o predomínio de agregados menores que 0,25 mm.

Uma vez que o solo não possui hierarquia de agregados (2), os agregados grandes (maiores que 0,5 mm) não são formados pela associação de agregados pequenos (menores que 0,25 mm). Portanto, na medida em que o perfil de solo evolui (1), os agregados pequenos do horizonte B (4) têm que ser destruídos e recompostos em agregados grandes do horizonte A (5).

## CONCLUSÃO

Como consequência da hipótese acima, um modelo mecanístico da gênese de agregados no solo Santo Ângelo deveria contemplar um mecanismo de agregação para formação dos agregados pequenos no horizonte B, um mecanismo de desagregação no topo do B e um mecanismo para formação de agregados grandes no horizonte A.

O teste desta hipótese pode ser encaminhado à partir de várias perspectivas, dentre as quais:

- Datação do material orgânico no interior dos agregados, considerando-se as classes de tamanho e horizontes A e B;
- Determinação da substituição de ferro por alumínio em óxidos de ferro pedogênicos (abundantes em Latossolos).
- Balanço de massa entre argila grossa e fina, entre os agregados do horizonte A, B e a argila dispersa em água.

### AGRADECIMENTOS

O autor agradece às discussões e sugestões dos colegas Dr. Ricardo Dalmolin e Dra. Fabiane Vezzani, bem como às sugestões de dois consultores anônimos, sem esquivar-se, porém, da responsabilidade única sobre as idéias discutidas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBERIS, E., AJMONE MARSAN, F., BOERO, V., ARDUINO, E. Aggregation of soil particles by iron oxides in various size fractions of soil B horizons. *Journal of Soil Science*, v.42, p.535-542, 1991.
- BRASIL. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. 1st ed. Boletim Técnico 30, Recife, PE, Brazil: Ministerio da Agricultura - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS).1973. 431p. + map.
- BUOL, S. W.; ESWARAN, H. Oxisols. *Advances in Agronomy*, v.68, p.151-195, 2000.
- CURI, N. & FRANZMEIER, D.P. Effect of parent rock on chemical and mineralogical properties of some Oxisols in Brazil. *Soil Science Society of America Journal*, v.51, p.153-158, 1987.
- CURRIE, J. A. The volume and porosity of soil crumbs. *Journal of soil science*, v.17, n.1, p.24-35, 1966.
- DEXTER, A. R. Advances in characterization of soil structure. *Soils & Tillage Research*, v.11, p.199-238, 1988.
- EDWARDS, A. P.; BREMNER, J.M. Microaggregates in soils. *Journal of Soil Science*, v.18, n.1, p.64-73, 1967.
- FERREIRA, M. M., FERNANDES, B., CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.3, p.507-514, 1999.
- JASTROW, J. D. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter. *Soil Biol. Biochem.*, v.28, n.4/5, p.665-676, 1996.
- MIKLÓS, A. A. W. Horizontes Latossólicos, horizontes sômbrico e "stone-lines": Organizações de origem biológica fauna do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. *Anais...* Goiania: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 327-328p.
- MIKLÓS, A. A. W. Contribuição da fauna do solo na gênese de Latossolos e de "stone-lines". In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia. *Anais...* Águas de Lindóia: SBCS/SLCS, 1996.
- MUGGLER, C. C.; VAN LOEF, J.J.; BUURMAN, P.; VAN DOESBURG, J.D.J. Mineralogical and (sub)microscopic aspects of iron oxides in polygenetic Oxisols from Minas Gerais, Brazil. *Geoderma*, v.100, p.147-171, 2001.
- OADES, J. M.; WATERS, A.G. Aggregate hierarchy in soils *Australian Journal of Soil Research*, v.29, p.815-828, 1991.

STRECK, E. V., N. KAMPF, R. S. D.  
DALMOLIN, E. KLAMT, P. C.  
NASCIMENTO, P. SCHNEIDER. **Solos do  
Rio Grande do Sul**, Porto Alegre: EMATER-RS

/ UFRGS. 2002. 107 p.  
USDA - NRCS - NSSC. **Soil Survey  
Laboratory Methods Manual**. 3.ed. 1996.  
xiv+693.