

MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA E ESTRUTURA DE LATOSSOLOS DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL⁽¹⁾

M. M. FERREIRA⁽²⁾, B. FERNANDES⁽³⁾ & N. CURI⁽²⁾

RESUMO

Este trabalho objetivou estudar a relação entre os constituintes mineralógicos da fração argila e o desenvolvimento da micro e macroestrutura de Latossolos do sudeste brasileiro. Para tanto, foram obtidas amostras do horizonte B de sete Latossolos, representativos deste grupamento, ocorrentes nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. As diferentes amostras foram submetidas à caracterização morfológica, química, física, mineralógica e micromorfológica. A partir dos diferentes resultados, foi possível concluir que caulinita e gibbsita são os principais constituintes mineralógicos responsáveis pelo desenvolvimento da estrutura dos Latossolos estudados. Latossolos caulíníticos apresentam estrutura em blocos, reflexo do ajuste face a face das placas de caulinita, enquanto os gibbsíticos apresentam estrutura granular, reflexo da ausência daquele ajuste.

Termos de indexação: caulinita, gibbsita, agregação, micromorfologia do solo.

SUMMARY: *MINERALOGY OF CLAY FRACTION AND STRUCTURE OF LATOSOLS (OXISOLS) FROM SOUTHEASTERN BRAZIL*

This study aimed to evaluate the relationship between the mineralogical constituents of clay fraction and the development of micro and macrostructure of Latosols (Oxisols) from southeastern Brazil. For that purpose, samples of oxic horizons were obtained from seven Latosols representative of this group, from Minas Gerais and Espírito Santo states. The different soil samples were submitted to morphological, chemical, physical, mineralogical and micromorphological characterizations. From the different results it was possible to

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa - UFV. Trabalho apresentado no XXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Recife (PE), 23-31 de julho de 1989. Recebido para publicação em abril de 1998 e aprovado em janeiro de 1999.

⁽²⁾ Professor do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras. CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista do CNPq.

⁽³⁾ *In memoriam.*

conclude that kaolinite and gibbsite are the main mineralogical constituents responsible for the structure development of the studied Latosols. Kaolinitic Latosols present blocklike structure, reflex of face to face adjustment of kaolinite plates, while the gibbsitic ones present granular structure, resulting from the absence of that adjustment.

Index terms: kaolinite, gibbsite, aggregation, soil micromorphology.

INTRODUÇÃO

Os Latossolos constituem o grupamento de solos de maior expressão geográfica no território brasileiro. Têm sido intensamente estudados ao longo dos anos, mas algumas dúvidas de caráter básico ainda persistem sem solução, como é o caso do desenvolvimento de sua estrutura.

A literatura revela grande número de opiniões a respeito da conceituação e do desenvolvimento desse importante atributo do solo. O assunto é tratado com bastante propriedade nos estudos de Low (1954), Brewer & Sleeman (1960), Marshall (1962), Marcos (1968), Baver et al. (1973), Hillel (1982) e Stoops et al. (1994), entre outros.

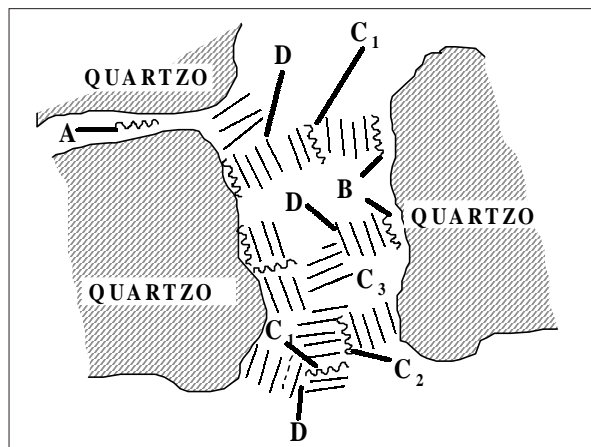
A estrutura de determinado solo é consequência dos processos gerais de seu desenvolvimento. Assim sendo, os fatores de formação do solo podem influenciar o aparecimento de dada estrutura, conforme relataram Moniz & Buol (1982). Para Hillel (1982), a estrutura do solo é fortemente afetada por mudanças no clima, atividade biológica e práticas de manejo do solo, sendo ainda vulnerável a forças de natureza mecânica e físico-química. Por essa razão, segundo o autor, não existe um método objetivo ou universalmente aplicável para avaliar a estrutura do solo propriamente dita, denotando o termo um conceito qualitativo, ao contrário de uma propriedade diretamente quantificável.

Todavia, embora o assunto seja abordado em vários estudos, percebe-se que as considerações partem sempre de um ponto comum, ou seja, do modelo de agregação proposto por Emerson (1959) (Figura 1). A análise desse modelo revela que a estabilização do agregado é feita, em última análise, por polímeros orgânicos de naturezas diversas, os quais possuem atuação destacada, particularmente, em condições de clima temperado. Nota-se, ainda, que o chamado "domínio argiloso" é constituído de argila orientada e não tem sua natureza questionada.

Em que pese a incontestável reputação que acompanha o modelo de agregação proposto por Emerson (1959), sua aceitação para os Latossolos brasileiros requer algumas modificações, seja pelo destaque dado à atuação da matéria orgânica, seja pela não-qualificação da natureza do "domínio argiloso".

Caulinita, gibbsita, goethita e hematita, em diferentes proporções, são os principais minerais da fração argila dos Latossolos brasileiros. Entretanto, o exame da literatura revela uma lacuna no sentido de esclarecer a participação desses constituintes na formação da estrutura dos solos em questão.

Evidências de campo associadas a resultados analíticos convergem para o modelo proposto por Resende (1985) e Resende et al. (1992). De acordo com este modelo, os óxidos de Al e Fe (notadamente gibbsita, goethita e hematita) e matéria orgânica, nesta ordem (Resende et al., 1997), tendem a desorganizar as partículas em escala microscópica. Assim, ao maior teor desses constituintes corresponderá um maior grau de desorganização e, conseqüentemente, uma estrutura mais próxima do tipo granular (Silva et al., 1995, 1997, 1998; Chagas et al., 1997). Segundo Resende et al. (1999), a gibbsita em teores consideráveis mantém esta estrutura microgranular. Nesse contexto, as unidades estruturais (*peds* ou agregados) não estão acomodadas entre si, mas



Tipos de ligações: (A) Quartzo - matéria orgânica - quartzo; (B) Quartzo - matéria orgânica - domínio argiloso; (C) Domínio - matéria orgânica - domínio (C1: face-face; C2: lado-face; C3: lado-lado) e (D) Domínio lado - domínio face.

Figura 1. Arranjos possíveis de partículas de quartzo, "domínio argiloso" e matéria orgânica num agregado de solo segundo Emerson (1959).

parecem fundidas em alguns pontos de contato (Vidal-Torrado & Lepsch, 1993). De acordo com Fontes (1990), a ligação direta entre goethita e matéria orgânica parece, neste aspecto, atuar semelhantemente à gibbsita.

Este trabalho objetivou detalhar um pouco mais este modelo, enriquecendo-o com informações quantitativas e micromorfológicas, modificando ainda o modelo de Emerson (1959), para adequá-lo às condições de solos tropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se amostras da porção superior do horizonte Bw de Latossolos de Minas Gerais e Espírito Santo. A seleção desses materiais se efetuou, preliminarmente, fazendo-se consultas aos boletins

do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - EMBRAPA (EMBRAPA, 1978, 1980). Para tanto, adotaram-se como critérios definidores os dados relativos à composição granulométrica, teores de óxidos do ataque sulfúrico e feições morfológicas associadas à macroestrutura do solo. A relação dos solos selecionados é apresentada no quadro 1.

As diversas amostras foram submetidas à caracterização morfológica, química, física, mineralógica e micromorfológica. Algumas informações relativas a caracterizações químicas e físicas que não são aqui apresentadas (Quadro 2) podem ser encontradas em Ferreira (1988).

Na caracterização mineralógica, caulinita e gibbsita foram quantificadas na fração argila desferificada, por meio de análise térmica diferencial (Figura 2). A mineralogia dos óxidos de ferro foi analisada na fração argila após sua concentração com NaOH 5 mol L⁻¹, de acordo com Kämpf &

Quadro 1. Classificação, cor, estrutura, unidades litológicas e localização dos Latossolos estudados

Ordem	Classificação	Cor úmida	Macroestrutura	Unidade litoestratigráfica	Localização
1	Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd) textura muito argilosa	2,5YR 4/6	Muito pequena, blocos subangulares	Grupo Canastra	Sacramento (MG)
2	Latossolo Roxo distrófico (LRd) textura argilosa	10R 3/4	Muito pequena, granular	Formação Mata da Corda	Patos de Minas (MG)
3	Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd) textura argilosa	2,5YR 3/6	Muito pequena, granular	Grupo Bambuí	Rio Paranaíba (MG)
4	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVd) textura argilosa	2,5Y 6/4	Pequena, blocos subangulares	Formação Urucuia	São Gotardo (MG)
5	Latossolo Amarelo álico (LAa) textura argilosa	10YR 5/6	Pequena, blocos subangulares	Grupo Barreiras	Marataízes (ES)
6	Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd) textura muito argilosa	10R 3/6	Muito pequena, granular	Complexo Granito-Gnaise	Lavras (MG)
7	Latossolo Una distrófico (LUd) textura muito argilosa	5YR 4/6	Pequena, blocos subangulares	Complexo Granito-Gnaise	Viçosa (MG)

Quadro 2. Óxidos do ataque sulfúrico e distribuição de partículas por tamanho dos Latossolos estudados

Solo	Ataque pelo H ₂ SO ₄ (densidade = 1,47)					SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kr)	Granulometria			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	g kg ⁻¹							g kg ⁻¹			
1 LEd	139	388	148	16	1	0,60	0,49	20	60	280	640
2 LRd	69	278	303	35	4	0,42	0,25	50	50	360	540
3 LEd	81	387	173	10	1	0,35	0,27	10	20	380	590
4 LVd	51	323	46	32	1	0,26	0,24	160	170	160	510
5 LAa	204	161	43	11	0	2,15	1,84	370	100	30	500
6 LEd	210	326	132	16	1	1,09	0,87	40	80	100	780
7 LUd	218	216	134	18	1	1,71	1,29	210	80	80	630

Schwertmann (1982), com inclusão do grau de substituição isomórfica do Fe pelo Al na goethita e na hematita, conforme Resende et al. (1987), e com base em difratogramas obtidos em aparelho de raios-X munido com tubo de cobre, pelo método do pó.

Por meio de observações de seções delgadas, efetuaram-se análises relativas às microestruturas dos solos, bem como de suas organizações plásmicas, descritas de acordo com as terminologias propostas por Brewer (1976), Bullock et al. (1985) e Lima et al. (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 3, encontram-se os resultados da mineralogia dos solos. Observa-se que, na quase totalidade, os Latossolos são gibbsíticos sesquioxídicos, constituindo exceções os solos 5 (LAa) e 7 (LUd) que são cauliniticos. Com exceção do solo 2 (LRd), nota-se que a goethita é o óxido de Fe predominante.

A análise das seções delgadas de todos os solos (Quadro 4) revela que eles apresentam características macro e micromorfológicas compatíveis com horizonte B latossólico. Praticamente todos os grãos são de quartzo, não havendo minerais de fácil intemperização. Com exceção dos solos 5 (LAa) e 7 (LUd), o plasma apresenta o padrão aglutinado, predominando poros de empacotamento compostos, definidos pelos espaços entre os micropeds e entre estes e grãos não envoltos por plasma. No caso do solo 7 (LUd), o plasma apresenta tendência ao desenvolvimento de estrutura, com distribuição em relação aos grãos entre porfirogrânica (plasma denso) e aglutinado (plasma microagregado).

Com o propósito de estabelecer modelos de estruturação dos Latossolos estudados e, considerando as feições mais contrastantes relativas à macroestrutura (Quadro 1) e às composições mineralógicas (Quadro 3), selecionaram-se os solos 2 (LRd) e 5 (LAa), cujas descrições micromorfológicas são comentadas a seguir.

O solo 2 (LRd), apresentando no perfil macroestrutura granular muito pequena (Quadro 1) e predomínio de gibbsita na fração argila (Quadro 3), micromorfológicamente (Figura 3) mostra, no geral, que, dentre os grãos presentes, só se observam minerais resistentes ao intemperismo. O plasma apresenta excelente estrutura micropédica, agrupado, segundo Eswaran & Baños (1976), em agregados do tamanho das frações silte e areia,

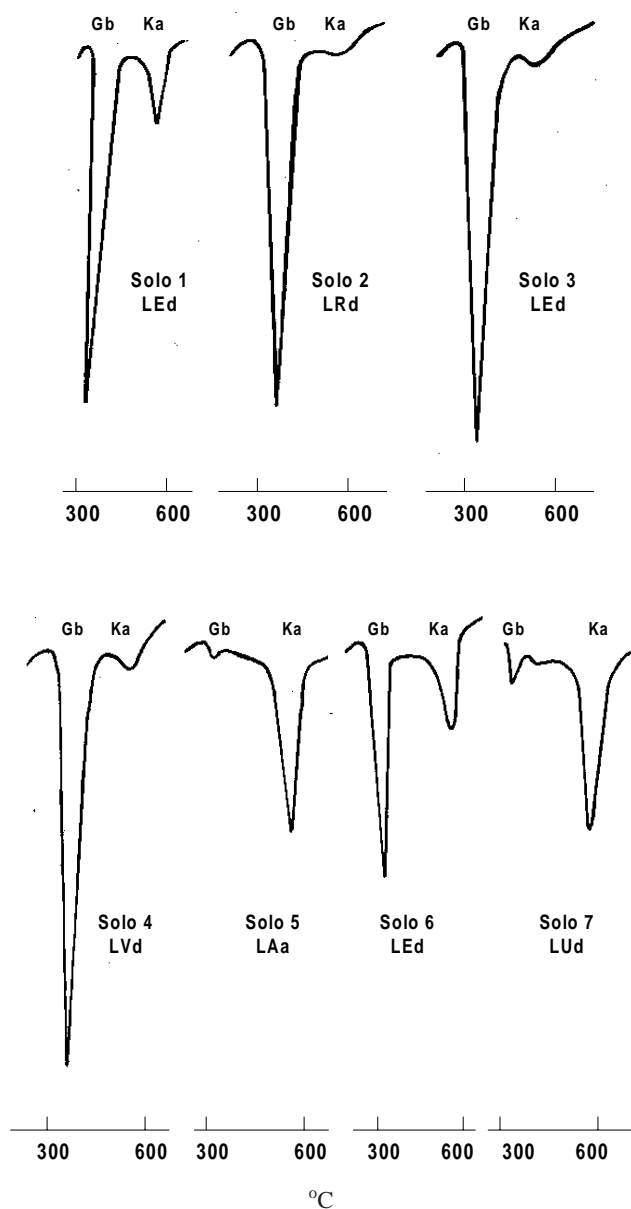


Figura 2. Termogramas da fração argila desferrificada dos Latossolos estudados (Ka - caulinita; Gb-gibbsita).

Quadro 3. Teores de caulinita, gibbsita, goethita e hematita da fração argila dos Latossolos estudados

Solo	Caulinita	Gibbsita	Goethita	Hematita
1 LEd	192	661	135	12
2 LRd	5	803	34	158
3 LEd	5	853	92	50
4 LVd	54	918	28	0
5 LAa	883	38	79	0
6 LEd	339	538	77	46
7 LUd	814	80	93	13

Quadro 4. Principais aspectos micromorfológicos dos Latossolos estudados

Solo	Grãos	Plasma	Poros	Estruturas associadas
1 LEd	Quartzo (70%); subarredondados, arredondados e subangulosos; material opaco (30%)	Aglutinado (micropeds arredondados)	Empacotamento composto, ocasionalmente canais	Nódulos arredondados contendo ao redor fina linha anisotrópica
2 LRd	Quartzo (70%), arredondados e subarredondados; material opaco (30%)	Aglutinado (micropeds arredondados)	Empacotamento composto, ocasionalmente canais	Pedotubos; nódulos ferruginosos arredondados e subangulosos, alguns apresentando bastante birrefringência e limites nítidos
3 LEd	Quartzo (90%), muitas vezes com material ferruginoso aderido; material opaco e carvão (10%)	Aglutinado (micropeds arredondados) com ocasionais separações plásmicas com média a fraca anisotropia	Empacotamento composto, com raros poros aplainados irregulares intrapedais	Nódulos ferruginosos arredondados, pretos, opacos; pelotas fecais arredondadas
4 LVd	Quartzo (100%), muito fraturados, muitas vezes corroídos	Aglutinado (micropeds arredondados e irregulares); ausência de separações plásmicas (plasma isotico)	Empacotamento composto, ocasionalmente cavidades, canais e poros aplainados irregulares muito finos	Nódulos ferro-argilosos arredondados, limites nítidos
5 LAa	Quartzo (100%), muito fraturados; material opaco e zircão (< 1%)	Porfirogrânico (contínuo, denso); estrutura inundúlica a inséptica	Cavidades	Pequenos e raros nódulos argilosos arredondados
6 LEd	Quartzo (90%), bastante fraturados; material opaco (10%)	Aglutinado (micropeds arredondados)	Empacotamento composto, cavidades, canais	Nódulos argilosos arredondados
7 LUd	Quartzo (98%), material opaco, hematita, carvão (2%)	Intermediário entre porfirogrânico e aglutinado; leve tendência à estrutura plásmica circular	Empacotamento composto e cavidades	Nódulos ferruginosos arredondados e irregulares

incorporando quaisquer grãos nessas frações. Resende (1976) observou, em seções finas de Latossolo Roxo, que o plasma estava organizado em grânulos de 0,04 a 0,5 mm, predominantemente simples, com cavidades interconectadas sem irregularidades e na forma de mamilos. Lima (1988), examinando micromorfológicamente alguns Latossolos brasileiros, relatou a existência de agregados pequenos, micropeds arredondados de menos de 1 mm de diâmetro, podendo estar bem delimitados nos Latossolos mais gibbsíticos ou aglutinando-se em micropeds e peds maiores em outros Latossolos.

Em decorrência do padrão aglutinado, predominam poros de empacotamento compostos, que são os poros que ocorrem entre micropeds arredondados e entre estes e grãos não envoltos em plasma. Não se observam argilãs de iluviação, o que é indício de que a translocação de argila não é um processo de significância nesse solo. Não há evidências de desenvolvimento de estrutura visível macromorfológicamente, devido ao aspecto de maciça porosa “*in situ*”.

O solo 5 (LAa), com macroestrutura em blocos subangulares pequena (Quadro 1) e predomínio de caulinita da fração argila (Quadro 2), mostra micromorfológicamente (Figura 4) que todos os grãos presentes são de quartzo, não havendo minerais de fácil intemperização. A distribuição dos grãos em relação ao plasma é porfirogrânica, isto é, os grãos estão envoltos num plasma denso, contínuo, com pouca tendência ao desenvolvimento do padrão aglutinado. O solo também apresenta coloração diferente, amarelo-olivácea a olho nu. Os poros são predominantemente cavidades. Essa forma de poros é também relatada em Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano por Ribeiro (1998). Em Latossolo Amarelo de posição de chapada no sertão de Pernambuco, Santos et al. (1991) relataram poros de empacotamento compostos, sendo alguns mamilados. Observa-se aqui também a presença de argilãs, com características de iluviação, bem orientados, porém, pouco desenvolvidos, às vezes parecendo fragmentados, semidestruídos, em quantidade inferior a 1%. Macromorfológicamente, a estrutura apresenta aspecto de maciça coesa “*in situ*”.

Figura 3. Aspecto de microestrutura do solo 2 - LRd mostrando grãos de quartzo (Q) e plasma aglutinado (A).

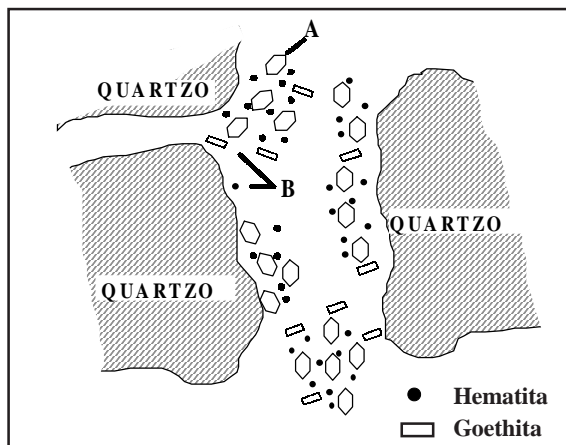


Figura 5. Arranjos de partículas de quartzo, gibbsita (A) e óxidos de Fe (B) em agregado de Latossolo gibbsítico.

Figura 4. Aspecto de microestrutura do solo 5 - LAa mostrando a distribuição porfirogrânica (P) dos grãos de quartzo (Q) em relação ao plasma.

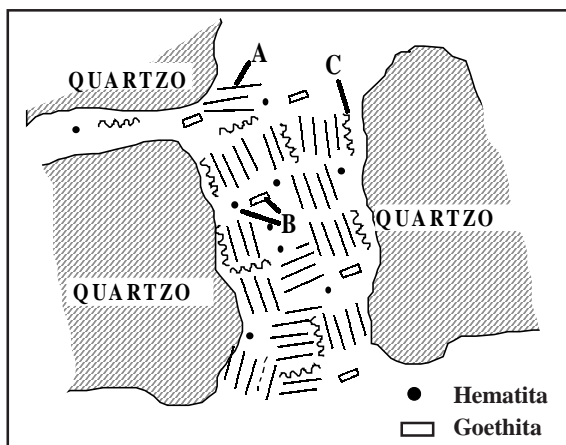


Figura 6. Arranjos de partículas de quartzo, caulinita (A), óxidos de Fe (B) e matéria orgânica (C) em agregado de Latossolo caulinitico.

Associando os resultados do presente estudo aos modelos de estruturação propostos por Emerson (1959) e Resende (1985), é razoável propor os seguintes modelos para a estruturação dos Latossolos estudados:

a) Para Latossolos gibbsíticos

A distribuição dos grãos em relação ao plasma segue o padrão aglutinado, ou seja, apresenta desenvolvimento de microestrutura com predomínio de poros de empacotamento compostos (Figura 5). O modelo gibbsítico implica o desenvolvimento de macroestrutura do tipo granular, com pequenos grânulos soltos, e, em consequência, deverá determinar Latossolos com menor densidade do solo, maior proporção de poros grandes e maior permeabilidade.

b) Para Latossolos cauliniticos

A distribuição dos grãos de quartzo em relação ao plasma é porfirogrânica, isto é, os grãos estão envolvidos num plasma denso, contínuo, com pouca tendência ao desenvolvimento de microestrutura, razão do ajuste face a face das placas de caulinita (Figura 6). O modelo caulinitico implica o desenvolvimento de macroestrutura do tipo em blocos, devendo originar Latossolos com maior densidade do solo, maior proporção de poros pequenos e menor permeabilidade.

CONCLUSÕES

1. Caulinita e gibbsita são os constituintes mineralógicos responsáveis pelo desenvolvimento da estrutura dos Latossolos estudados.

2. Latossolos cauliniticos, cujas partículas se acham envoltas em plasma denso, contínuo, desenvolvem macroestrutura do tipo em blocos, consequência do ajuste face a face das placas de caulinita.

3. Latossolos gibbsíticos, cujo plasma apresenta estrutura micropédica bem definida, revelam macroestrutura do tipo granular, consequência da ausência do ajuste anterior.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Luciana Maria Lopes (UFV, atualmente na UFG) e aos pesquisadores da EMBRAPA-CNPq, Paulo Cardoso de Lima e Mariza Nascimento Duarte, pela preparação e descrição das lâminas de seções delgadas.

LITERATURA CITADA

- BAVER, L.D.; GARDNER, M.H. & GARDNER, W.R. Física de suelos. México, Union Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1973. 529p.
- BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. New York, Robert E. Krieger, 1976. 482p.
- BREWER, R. & SLEEMAN, J.R. Soil structure and fabric: their definition and description. *J. Soil Sci.*, 11:172-185, 1960.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERUS, A.; STOOPS, G. & GURSINA, T. Handbook for soil thin section description. Wolverhampton, Wayne Research, 1985. 157p.
- CHAGAS, C.S.; CURTI, N.; DUARTE, M.N.; MOTTA, P.E.F. & LIMA, J.M. Orientação das camadas de rochas metapelíticas pobres na gênese de Latossolos sob cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 32:539-548, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, 1978. 461p. (Boletim Técnico, 45)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. Estudo expedito de solos da região do Alto Paranaíba, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Rio de Janeiro, 1980. 84p. (Boletim Técnico, 64)
- EMERSON, W.W. The structure of soil crumbs. *J. Soil Sci.*, 10:235-244, 1959.
- ESWARAN, H. & BAÑOS, C. Related distribution patterns in soil and their significance. *An. Edafol. Agrobiol.*, 35:33-45, 1976.
- FERREIRA, M.M. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos brasileiros. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988. 79p. (Tese de Doutorado)
- FONTES, M.R. Interactions of goethite and humic acid in some Oxisols from Brazil. Raleigh, North Carolina State University, 1990. 75p. (Tese de Doutorado)
- HILLEL, D. Introduction to soil physics. New York, Academic Press, 1982. 364p.
- KÄMPF, N. & SCHWERTMANN, U. The 5M NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. *Clays Clay Miner.*, 30:401-408, 1982.
- LIMA, P.C. Micromorfologia de "horizonte B" de Latossolos do Sudeste e Sul do Brasil. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS/SBCS, 1988. p.391-411. (SNLCS Documentos, 12)
- LIMA, P.C.; CURTI, N. & LEPSCH, I.F. Terminologia de micromorfologia do solo. *Soc. Bras. Ci. Solo*, 10:33-43, 1985. (Boletim Informativo)
- LOW, A.J. The study of soil structure in field and laboratory. *J. Soil Sci.*, 5:57-74, 1954.
- MARCOS, Z.Z. Estrutura, agregação e água do solo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1968. 55p. (Tese de Doutorado)
- MARSHALL, T.L. The nature, development and significance of soil structure. In: NEALE, G.J., ed. TRANS. OF JOINT MEETING OF COMMISSIONS, 4 & 5. (ISSS). Palmerston North, New Zealand, 1962. p.243-257.
- MONIZ, A.C. & BUOL, S.W. Formation of an Oxisol-Ultisol transition in São Paulo, Brazil: I - Double-water flow model of soil development. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46:1128-1233, 1982.
- RESENDE, M. Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil. West Lafayette, Purdue University, 1976. 237p. (Tese de Doutorado)
- RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. *Inf. Agropec.*, 11:3-18, 1985.
- RESENDE, M.; BAHIA FILHO, A.F.C. & BRAGA, J.M. Mineralogia da argila de Latossolos estimada por alocação a partir do teor de óxidos do ataque sulfúrico. *R. Bras. Ci. Solo*, 11:17-23, 1987.
- RESENDE, M.; CARVALHO FILHO, A. & LANI, J.L. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Goiânia, 1990. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1992. p.32-67.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. Pedologia: base para distinção de ambientes. 2.ed. Viçosa, NEPUT, 1997. 367p.
- RESENDE, M.; CURTI, N. & LANI, J.L. Tropical soils: implications on sustainable development. In: SCIENCE for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 1999. não publicado.

- RIBEIRO, L.P. Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: gênese, evolução e degradação. Salvador, SEPLANTEC/CADCT, 1998. 99p.
- SANTOS, M.C.D.; MERMUT, A.R. & RIBEIRO, M.R. Micromorfologia de solos com argila de atividade baixa no sertão de Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo, 15:83-91, 1991.
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MARQUES, J.J.G.S.M.; LIMA, L.A.; FERREIRA, M.M. & LIMA, J.M. Resistência ao salpico provocado por impacto de gotas de chuva simulada em Latossolos e sua relação com características químicas e mineralógicas. Ci. Prát., 19:176-182, 1995.
- SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; CURI, N. & LIMA, J.M. Relação entre parâmetros de chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO). R. Bras. Ci. Solo, 21:131-137, 1997.
- SILVA, M.L.N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J.M.; MARQUES, J.J.G.S.M. & CARVALHO, A.M. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. Pesq. Agropec. Bras., 33:97-103, 1998.
- STOOPS, G.; MARCELINO, V.; ZAUYAH, S. & MAAS, A. Micromorphology of soils of the humid tropics. In: RINGROSE-VOASE, A.J. & HUMPREYS, G.S., eds. Soil micromorphology: studies in management and genesis. Amsterdam, Elsevier, 1994. p.1-15. (Developments in Soil Science, 22)
- VIDAL-TORRADO, P. & LEPSCH, I.F. Morfogênese dos solos de uma toposseqüência com transição B latossólico/B textural sobre migmatitos em Mococa (SP). R. Bras. Ci. Solo, 17:109-119, 1993.