



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbcs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Brasil

OLIVEIRA, C. V.; KER, J. C.; DUARTE, M. N.; CURI, N.; FONTES, L. E. F.  
ATRIBUTOS MICROMORFOLÓGICOS DE SOLOS DO PROJETO JAÍBA, NORTE DE MINAS  
GERAIS

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 24, núm. 1, 2000, pp. 117-128

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218272015>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# ATRIBUTOS MICROMORFOLÓGICOS DE SOLOS DO PROJETO JAÍBA, NORTE DE MINAS GERAIS<sup>(1)</sup>

C. V. OLIVEIRA<sup>(2)</sup>, J. C. KER<sup>(3)</sup>, M. N. DUARTE<sup>(4)</sup>,  
N. CURI<sup>(5)</sup> & L. E. F. FONTES<sup>(6)</sup>

## RESUMO

Amostras indeformadas de horizontes representativos de solos do Projeto Jaíba, norte de Minas Gerais, e camadas compactadas e não compactadas de solos sob uso intensivo foram coletadas e analisadas micromorfolologicamente, com vistas em obter maiores informações relativas ao seu grau de evolução e avaliar as alterações causadas nos solos pelo uso agrícola. Foram estudados quatro solos derivados de calcário (P1, P2, P3 e P4) e um originado a partir de sedimentos detríticos (P5), além das camadas com e sem indícios de compactação. A micromorfologia revelou que os solos apresentam características bastante distintas e variáveis, dependendo da classe e do material de origem. O Cambissolo originado de calcário tem como característica marcante o fluxo vertical de sílica e argila, sem, no entanto, caracterizar horizonte B textural, além de maior desenvolvimento de estrutura em blocos. O Cambissolo originado de sedimentos detríticos apresenta fluxo lateral de argila, presença marcante de cutãs de difusão de ferro e estrutura menos desenvolvida tendendo a granular. O Podzólico Vermelho-Escuro apresentou estrutura em blocos e presença de cutãs de deposição, muitos destes incorporados pela matriz, o que pode indicar transição para Latossolo. Os Latossolos apresentam-se com estrutura granular, mas esta é muito menos desenvolvida que a observada para os Latossolos gibbsíticos já analisados no País, o que pode indicar um menor grau de evolução destes solos. A atividade da fauna parece ser o principal agente responsável pelo desenvolvimento da microestrutura do Podzólico e dos Latossolos. Quanto à compactação, a micromorfologia relevou diferenças na organização do plasma e na forma dos poros, quando se compararam camadas compactadas com não compactadas. De maneira geral, o plasma das camadas compactadas é mais denso e os poros se apresentam alterados em razão do esforço físico impingido aos solos.

**Termos de Indexação:** microestrutura, calcário, sedimentos detríticos, compactação.

<sup>(1)</sup> Trabalho extraído da Tese de Doutorado da primeira autora, financiado pela FAPEMIG e apresentado no XXVII CBCS, Brasília, junho de 1999. Recebido para publicação em maio de 1999 e aprovado em dezembro de 1999.

<sup>(2)</sup> Professora-Adjunto do Departamento de Geografia, IGC, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Av. Antônio Carlos 6627, CEP 31270-090 Belo Horizonte (MG). E-mail: cristian@igc.ufmg.br.

<sup>(3)</sup> Professor-Adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs s/n, CEP 36571-000 Viçosa (MG).

<sup>(4)</sup> Pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, CEP 22460-000 Rio de Janeiro (RJ).

<sup>(5)</sup> Professor-Titular do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras. CEP 37200-000 Lavras (MG).

<sup>(6)</sup> Professor Titular do Departamento de Solos, UFV.

**SUMMARY:** *MICROMORPHOLOGICAL ATTRIBUTES OF SOILS FROM JAÍBA PROJECT, NORTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL*

*Undisturbed samples of representative horizons of soils from Jaíba Project, northern Minas Gerais, Brazil, and compacted and non-compacted layers of soils under intensive use were collected and micromorphologically analyzed to obtain more information on their evolution degree and also to evaluate the soil alterations caused by agricultural use. Four soils derived from limestone (P1 to P4) and one originated from detritic sediments (P5) were studied, as well as layers with and without indication of compaction. The micromorphological study revealed that the soils have very distinct and variable characteristics as a function of their classes and parent materials. The Cambisol (Inceptisol) originated from limestone has as a remarkable characteristic the vertical flux of silica and clay, without, however, characterizing textural (similar to argillic) horizon and a higher development of blocky structure. The Cambisol derived from detritic sediments presents a lateral flow of clay, a remarkable presence of iron diffusion skins and a less developed tendency to granular structure. The Dark-Red Podzolic soil (Alfisol) showed blocky structure and the presence of deposition skins, many of these features being incorporated by the s-matrix, possibly an indication of transition to Latosol (Oxisol). The Latosols present granular structure, but this is much less developed than the corresponding one observed for the gibbsitic Latosols already analyzed in the country, what may indicate a smaller degree of evolution of these soils. The faunal activity seems to be the main responsible agent for the development of the Podzolic and Latosols microstructures. As for compaction, the micromorphological studies revealed differences in the plasm organization and in the form of pores when compacted and non-compacted layers were compared. In general, the plasm of the compacted layers is denser and the pores are altered as a function of the physical effort imposed to the soils.*

*Index terms: microstructure, limestone, detritic sediments, compaction.*

## INTRODUÇÃO

Com uma atividade agrícola, ainda dominada pela pecuária extensiva, o norte de Minas Gerais vem experimentando profundas alterações quanto ao uso dos solos, graças à instalação de projetos de irrigação. Neste contexto, destaca-se o Projeto Jaíba, que, após concluído, prevê a irrigação de cerca de 100 mil hectares de terra, a maior parte das quais será utilizada com fruticultura, sendo a banana cultura de destaque.

A variabilidade de solos é grande (EPAMIG, 1976; EMBRAPA, 1979) e parece guardar estreito relacionamento com o material de origem. No domínio de rochas calcárias, ocorrem Litólicos nas poucas morrarias da região, Podzólicos Vermelho-Escuros nos sopés dessas morrarias, Latossolos Vermelho-Escuros e Cambissolos Tb nas áreas planas, Cambissolos Ta e, mais raramente, Vertissolos e Rendzinas nas áreas de dolinas. Sobre os sedimentos detriticos arenosos e argilo-arenosos, desenvolveram-se Areias Quartzosas, Latossolos Vermelho-Amarelos de textura média e Cambissolos de textura média e argilosa leve (Medeiros, 1977; Oliveira et al., 1998). Estes solos têm como material de origem a formação geológica descrita como coluviões constituídos por areias finas e médias,

argilas amarelas e marrom-avermelhadas e, localmente, cascalhos (TQd - Terciário/Quaternário detritico) (CETEC, 1981).

Observações dos solos da área têm revelado atributos morfológicos peculiares com destaque para fendilhamentos em alguns perfis tipicamente latossólicos, coloração bruno-amarelada nos Cambissolos de calcário que, não raramente, apresentam-se muito fendilhados no horizonte B imediatamente acima do calcário; dureza quando secos e estrutura maciça no horizonte B dos Cambissolos de sedimentos detriticos, além de coloração pálida com mosqueados difusos e avermelhados, quando em áreas deprimidas, entre outros.

Além disso, nos locais do Projeto onde a irrigação já está instalada, o uso intensivo do solo, sobretudo nos Latossolos, já começa a resultar em degradação, principalmente no que se refere à compactação/adensamento do solo. Nestas áreas, alguns agricultores já estão fazendo uso da subsolagem, com o objetivo de destruir camadas subsuperficiais compactadas. Normalmente, camadas compactadas têm densidade do solo aumentada (Froehlich et al., 1985) e porosidade total diminuída (Barber & Romero, 1994), fatores que podem comprometer a capacidade de produção de um solo.

Para complementar as descrições dos perfis e observações realizadas no campo, outras informações relativas ao grau de evolução, não só dos Latossolos, mas também de outros solos representativos da área, e relativas às alterações na estrutura do solo, conseqüentes da compactação, podem ser obtidas por meio da análise micromorfológica.

A micromorfologia é uma técnica que estuda a microfábrica dos solos, em seu arranjo natural (Wilding & Flach, 1985). A fábrica dos solos pode ser definida como a constituição física do material do solo expressa pela organização espacial das partículas sólidas e dos poros associados (Wilding & Flach, 1985; Fitzpatrick, 1993).

A micromorfologia tem sido considerada uma ferramenta de grande utilidade nos sistemas de classificação dos solos (EUA, 1975; EMBRAPA, 1997), uma vez que a morfologia, por ser um marcador de processos de formação, pode ser avaliada de forma mais detalhada (Wilding & Flach, 1985).

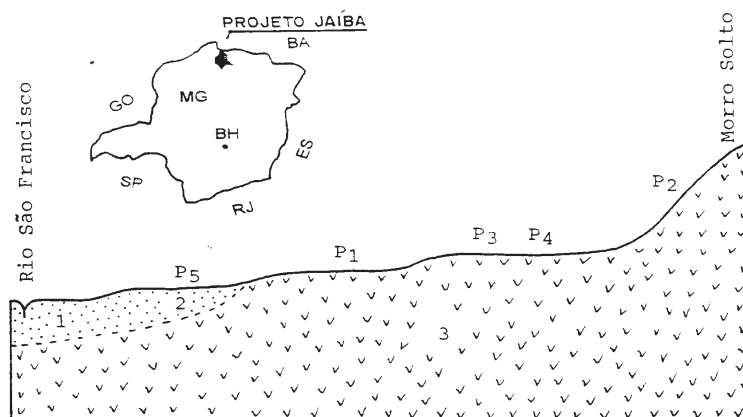
Assim, características específicas de horizontes diagnósticos têm sido estudadas e detectadas pelo uso da micromorfologia, tais como: a presença de argilãs ou cutãs de iluviação em horizonte argílico ou B textural de Alfisols, Ultisols e Podzólicos (Bullock & Thompson, 1985; Fedoroff & Eswaran, 1985; Melo & Santos, 1996); a estrutura microgranular, ausência ou traços de minerais primários facilmente decomponíveis; ausência de argilãs de iluviação, micropeds arredondados típicos de horizontes Bw de Latossolos (Stoops & Buol, 1985; Lima, 1988; Santos et al., 1991); a existência de estrutura apédica; a presença de minerais primários relacionados com o desenvolvimento incipiente do horizonte Bi de Cambissolos (Auroseau et al., 1985) e, ainda, a presença de cutãs de difusão de ferro, próximos a áreas de remoção deste elemento em horizontes com drenagem imperfeita (Bullock & Thompson, 1985).

Diante da expressiva diferenciação morfológica dos solos, foi objetivo deste trabalho relacionar a micromorfologia de alguns solos da área do projeto Jaíba ao seu grau de evolução, além de avaliar as alterações causadas na micromorfologia de horizontes superficiais pela compactação, conseqüente do uso intensivo dos solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os solos estudados encontram-se localizados entre o município de Jaíba e a sede do Distrito Agroindustrial do Jaíba em Mocambinho, norte de Minas Gerais, entre os paralelos 15° 07' e 15° 22' de latitude sul e os meridianos 43° 45' e 43° 58' a oeste de Greenwich.

Foram coletadas amostras indeformadas de alguns horizontes selecionados de Cambissolo com argila de atividade alta (P1 - horizontes: Bi2; BCv), Podzólico Vermelho-Escuro (P2 - horizontes: Bt2 - seção transversal e longitudinal) e Latossolos Vermelho-Escuros (P3 - horizontes: Bw1; Bw4 e P4 - horizontes: Bw1; Bw2), todos desenvolvidos de calcário, e de Cambissolo com argila de atividade baixa (P5 - horizontes: Bi1; BC1; BC2) originado a partir de sedimentos detríticos (Figura 1). Além destas, foram coletados blocos indeformados das camadas entre 15 e 30 cm (horizonte AB ou BA), com evidências de compactação (resistência à penetração do trado e da faca), e entre 30 e 45 cm (horizonte BA ou Bw1), a fim de avaliar os efeitos do uso agrícola na estrutura dos solos, do P4 e de outros dois Latossolos (P6 e P7). Destes solos, o P4 já foi utilizado com milho e algodão de sequeiro e hoje se encontra em pousio, o P6 (Latossolo Vermelho-Escuro) vem sendo intensamente utilizado com irrigação com culturas diversas (milho, feijão e cebola) e o P7



**Figura 1.** Mapa de localização da área e perfil esquemático, mostrando a localização de alguns dos perfil na paisagem. (1) sedimentos detríticos quaternários; (2) sedimentos detríticos terciários/quaternários; (3) rochas calcárias e pelíticas do Grupo Bambuí.

**Quadro 1. Características físicas e químicas de alguns horizontes dos perfis de solos estudados**

Horizonte	Análise granulométrica				pH		C org.	Complexo sortivo								V	m
	AG	AF	Silte	Argila	H <sub>2</sub> O	KCl		K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	Al <sup>3+</sup>	H + Al	T		
	—— dag kg <sup>-1</sup> ——						dag kg <sup>-1</sup>	————— cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —————								—— % ——	
<b>P1 – Cambissolo eutrófico Ta A moderado textura argilosa</b>																	
A	14	11	27	48	7,1	5,9	2,36	0,3	0,2	12,7	1,1	14,3	0,0	0,9	15,2	94	0
Bi1	13	10	29	48	6,4	5,2	0,76	0,1	0,0	11,4	0,6	12,1	0,0	1,7	13,8	88	0
Bi2	11	8	29	52	5,3	4,3	0,38	0,1	0,0	12,2	0,3	12,6	0,1	2,6	15,2	83	1
Bi3	12	8	29	51	5,3	3,8	0,31	0,1	0,0	13,4	0,1	13,6	0,3	3,5	17,1	80	2
BCv	10	10	32	48	7,8	6,0	0,25	0,1	0,0	20,8	0,2	12,1	0,0	1,1	22,3	95	0
<b>P2 – Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico Tb A moderado textura argilosa</b>																	
A	12	3	43	42	5,6	4,3	1,43	0,3	0,3	6,1	1,7	8,4	0,3	3,8	12,2	69	3
Bt2	8	3	36	53	5,7	4,5	0,33	0,1	0,1	6,7	0,9	7,8	0,3	1,7	9,5	82	4
BC	7	4	34	55	6,2	4,6	0,38	0,2	0,1	7,4	1,1	8,8	0,0	1,5	10,3	85	0
<b>P3 – Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura muito argilosa</b>																	
A	9	5	24	62	5,2	4,0	1,91	0,1	0,1	3,4	1,0	4,6	0,6	4,4	9,0	51	12
Bw1	5	5	22	68	4,7	3,7	0,23	0,1	0,0	0,2	0,8	1,1	1,8	3,9	5,0	21	63
Bw3	3	4	19	74	4,6	3,6	0,19	0,1	0,0	0,2	0,8	1,1	2,3	4,4	5,5	20	68
<b>P4 - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado textura muito argilosa</b>																	
A	5	9	25	61	6,3	5,1	2,39	1,2	1,0	5,3	0,9	8,4	0,0	3,1	11,5	73	0
Bw2	5	8	22	65	4,6	3,8	0,21	0,1	0,0	1,2	1,2	2,5	0,8	3,1	5,6	45	24
<b>P5 - Cambissolo eutrófico Tb A moderado textura argilosa</b>																	
A	22	31	10	37	5,5	4,5	1,45	0,1	0,1	5,0	0,8	6,0	0,1	3,3	9,3	64	2
Bi1	16	28	9	47	4,7	3,9	0,44	0,1	0,0	3,5	1,3	4,9	0,3	2,6	7,5	65	6
BC1	15	29	9	47	4,6	3,6	0,13	0,0	0,0	1,9	0,9	2,8	1,6	3,8	6,6	43	36

AG = areia grossa; AF = areia fina; SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>; T = SB + H + Al; V = SB x 100/T; m = Al<sup>3+</sup> x 100/SB + Al<sup>3+</sup>.

(Latossolo Vermelho-Escuro) com crotalaria de sequeiro cultivada com grade pesada. Algumas características físicas e químicas dos solos são apresentadas no quadro 1. A descrição morfológica dos solos e um resumo da descrição micromorfológica são apresentados nos quadros 2 e 3, respectivamente.

As amostras foram secas em estufa de circulação forçada, em temperatura de 35°C, e, em seguida, impregnadas, utilizando-se, para um volume final de um litro, uma mistura de 740 ml de resina poliéster (POLYLITE T-208), 260 ml de estireno, 37 gotas de catalisador e 6 gotas de pigmento ultravioleta. Após secagem à temperatura ambiente, as amostras foram cortadas e confeccionadas lâminas finas de 6 x 2 cm, no Centro de Pesquisa Manuel Teixeira da Costa do Instituto de Geociências da UFMG, as quais foram descritas no Laboratório de Solos do Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPq-EMBRAPA), em um Fotomicroscópio III petrográfico Zeiss, usando as terminologias sugeridas por Brewer (1976), Lima et al. (1985) e Brewer & Sleeman (1988).

Pela avaliação visual foram sugeridas proporções para os componentes dos solos como grãos, plasma, poros e estruturas associadas. As medições de poros,

agregados e estruturas associadas foram realizadas com o auxílio de lâmina graduada (régua milimetrada e centimetrada) (Quadro 3).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Solos não cultivados

#### Cambissolos

Os dois Cambissolos analisados (P1 e P5) apresentaram características micromorfológicas distintas (Quadro 3). O Cambissolo Ta (P1) aparentou maior volume de poros que o Cambissolo Tb, principalmente no horizonte com características vérticas. O volume de plasma de ambos os solos, entretanto, mostrou-se semelhante e a participação dos grãos de quartzo na composição do material do P1 foi aparentemente 50% menor que no P5, ocorrendo predominantemente na fração silte, o que pode estar subestimando a estimativa visual.

Diferença marcante ocorreu na estrutura do plasma, praticamente isotrópica no P5 e bastante anisotrópica no P1, principalmente no horizonte com características vérticas deste último. Essa alta

**Quadro 2. Classificação, descrição morfológica e classe de drenagem dos solos estudados**

Horizonte		Cor úmida	Mosqueado	Textura	Estrutura	Cerosidade	Consistência		
Símbolo	Profundidade						Seca	Úmida	Molhada
P1 – Cambissolo eutrófico Ta A moderado textura argilosa									
Classe de Drenagem: Imperfeitamente drenado									
Ap	0-22	10YR 5/4		r	2pBS e 3mpGr		LD	Fr	Pl,Pe
Bi1	22-51	10YR 5/8		r	2pmBS		LD/D	Fr	Pl,Pe
Bi2	51-84	2,5Y 6/4		r	2pmBS		LD/D	Fi	Pl,Pe
Bi3	84-118	2,5Y 6/4		r	2pmBS		LD/D	Fi	Pl,Pe
BCv	118-135	2,5Y 5/4		r	3gBABS		MD	MFi	MPl,Mpe
P2 – Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico Tb A moderado textura argilosa									
Classe de Drenagem: Bem drenado									
A	0-10	2,5YR4/4		r	2pmBS		LD	Fr	Pl,Pe
Bt1	10-40	2,5YR4/6		r	23pBS	2c	LD	Fr/Fi	Pl,Pe
Bt2	40-70	2,5YR4/6		r	3pBS	2c	LD	Fr/Fi	Pl,Pe
Bt3	70-120	2,5YR4/8		r	3pBS		LD	Fr/Fi	Pl,Pe
BC	160-180	2,5YR4/8		r	2pBS		Ma/LD	Fr	Pl,Pe
P3 – Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura muito argilosa									
Classe de Drenagem: Bem drenado									
A	0-20	2,5YR3/4		mr	2pBS		Ma	Fr	Pl,Pe
BA	20-40	2,5YR4/4		mr	1pmBS		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw1	40-120	2,5YR4/6		mr	1pmBS		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw2	120-160	2,5YR3/6		mr	12pBS		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw3	160-210	2,5YR3/6		mr	12pmBS		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw4	210-250	2,5YR3/6		mr	12pmBS		Ma	Fr	Pl,Pe
P4 – Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado textura muito argilosa									
Classe de Drenagem: Bem drenado									
A	0-15	2,5YR3/4		mr	2pBS e 2pGr		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw1	15-80	2,5YR4/4		mr	1mBS <sup>(1)</sup>		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw2	80-120	2,5YR3/6		mr	1mBS <sup>(1)</sup>		Ma	Fr	Pl,Pe
Bw3	120-220	2,5YR3/6		mr	1mBS <sup>(1)</sup>		Ma	Fr	Pl,Pe
P5 – Cambissolo eutrófico Tb A moderado textura argilosa									
Classe de Drenagem: Moderadamente a imperfeitamente drenado									
A1	0-20	10YR 4/3		r	1pBS e 2pGr		D	Fr	Pl,Pe
A2	20-42	2,5Y 6/6		r	1pmBS <sup>(2)</sup>		D	Fr	Pl,Pe
Bi1	42-64	2,5Y 6/4		r	1pmBS <sup>(2)</sup>		D/MD	Fr	Pl,Pe
Bi2	64-88	2,5Y 7/6		r	1pmBS <sup>(2)</sup>		D/MD	Fr	Pl,Pe
Bi3	88-120	2,5Y 7/5	ppedis 7,5YR 5/6	r	1pmBS <sup>(2)</sup>		D/MD	Fr	Pl,Pe
BC1	120-164	2,5Y 7/5	cpemproe 10YR 5/6	r	1pmBS <sup>(2)</sup>		D/MD	Fr	Pl,Pe
BC2	164-185	2,5Y 6/4	abgrproe 10YR 5/6	r	1pmBS <sup>(2)</sup>		D/MD	Fr	Pl,Pe

<sup>(1)</sup> que se desfaz em 3mpGr. <sup>(2)</sup> os torrões esborroam-se na forma de blocos placóides, paralelos à face do perfil.

Estrutura: grau (1 – fraca, 2 – moderada, 3 – forte); tamanho (mp – muito pequena, p – pequena, m – média, g – grande); tipo (Gr – granular, BA – blocos angulares, BS – blocos subangulares). Textura: (r – argilosa, mr – muito argilosa). Cerosidade: grau (idem estrutura); quantidade (c – comum). Consistência: seca (Ma – macio, LD – ligeiramente duro, D – duro, MD – muito duro); úmida (Fr – friável, Fi – firme, MFi – muito firme); molhada (Pl – plástico, MPl – muito plástico, Pe – pegajoso, MPe – muito pegajoso). Mosqueado: (p – pouco, c – comum, ab – abundante, pe – pequeno, m – médio, gr – grande, dis – distinto, proe – proeminente).

anisotropia ótica deveu-se à maior capacidade de orientação das plaquetas do argilomineral 2:1 expansivo do que da caulinita, decorrente da expansão e contração do material com o umedecimento e secagem (Oliveira et al., 1998).

A presença de áreas com mosqueado nos horizontes BC1 e BC2 do P5, constituídas por estruturas impregnativas simples (Fedoroff & Eswaran, 1985), caracterizadas por cutãs de difusão de ferro (Figura 2) associados a áreas de depleção e

a ausência dessas estruturas no P1, demonstrou a diferença de regime de umidade a que estão submetidos os dois solos. O P5 apresentou, no campo, mosqueados em profundidade, condizente com sua posição na paisagem, já que ele tende a ocupar áreas de baixada, sujeitas ao acúmulo de água durante o período chuvoso. A amostra do horizonte BC1 de outro Cambissolo, coletada para comparação numa cota um pouco mais elevada, não apresentou as estruturas impregnativas de Fe.

**Quadro 3. Principais características micromorfológicas dos solos estudados**

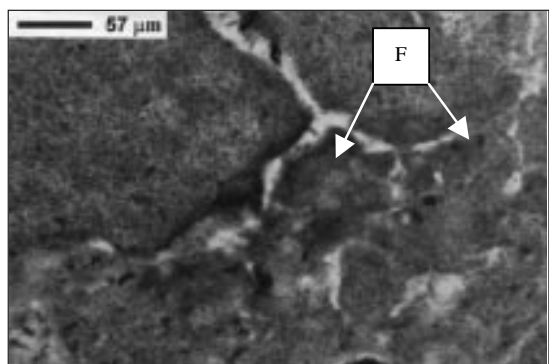
Horizonte e profundidade	Grãos <sup>(1)</sup>	Plasma	Poros <sup>(2)</sup>	Estrutura associada <sup>(3)</sup>
<b>P1 – Cambissolo eutrófico Ta A moderado textura argilosa</b>				
Bi2 60 – 84	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica. Quartzo (100%) subesf., subang. subar.; min opacos (tr). Ocupam cerca de 10% da área da lâmina.	Insépico. 10YR7/3 luz plana e 2,5Y7/4 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 55% da lâmina	Cavidades ( $\phi$ entre 0,05 e 0,5 mm); fendas, câmaras, canais; poros aplain. irreg. na parte superior da lâmina.	Concreções ferro-manganosas com $\phi$ entre 0,1 e 5 mm, as maiores irreg. e amareladas e as menores arred. e vermelho-amareladas. Nódulos sesquiox., reg. e irreg., limites nítidos e difusos. Silãs preenchendo fendas; argilãs de tensão ao redor de nódulos, grãos e concreções; argilãs de deposição amarelo-vivos, birrefringência forte, laminação perfeita, revestindo poros do tipo cavidade.
BCv 120 – 135	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica. Quartzo (100%) subesf., subar.; min opacos (tr). Ocupam cerca de 5% da área da lâmina.	Insépico, massépico, latissépico e granossépico. 10YR7/8 luz plana, 10YR 6/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 60% da lâmina	Fendas (largura entre 0,01 e 0,1 mm e comprimento entre 0,1 e 30 mm); canais, cavidades e poros aplain. irreg.	Concreções e fragmentos de ferro-manganosas com $\phi$ médio de 0,2 mm, arred., limites nítidos, amarela- avermelhadas a pretas. Nódulos sesquiox., reg. e irreg., limites claros a nítidos, amarelos a pretos. Nódulos calcários irreg. com $\phi$ entre 0,05 e 10 mm, com matriz com dendritos de dióxido de manganês. Argilãs de tensão ao redor de nódulos e concreções; cutân de difusão (ferrãs) em algumas fendas.
<b>P2 – Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico Tb A moderado textura argilosa</b>				
Bt2 50-65 (seção transversal)	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica. Quartzo (100%) arred., subar., esf. Ocupam cerca de 10% da área da lâmina.	Mossépico e ortobimassépico em áreas localizadas. 5YR6/8 luz plana, 5YR5/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 35% da lâmina	Fendas (largura entre 0,02 e 0,5 mm) com distribuição paralela à superfície; canais, câmaras e poros aplain. irreg.	Nódulos sesquiox., arred., limites nítidos, e alguns irreg., limites difusos, $\phi$ entre 0,02 e 1,5 mm. Nódulos argilosos, amarelo-vivos, along., limites nítidos, chegando a $\phi$ de 2 mm. Concreções vermelho-escuras a pretas com até 2,5 mm de $\phi$ . Ferro-argilãs de deposição nos poros aplain. e fendas, birrefringência forte e laminação pouco definida, amarelo-avermelhados. Argilãs de tensão (tr.) ao redor de nódulos e têm aspecto estriado. Pedotubo: ocupa cerca de 10% da lâmina com $\phi$ de 10 mm com microagregados em forma de blocos.
Bt2 50-65 (seção longitudinal)	Como acima.	Como acima mas ocupa 30% da lâmina	Como acima, sem o padrão paralelo entre as fendas	Como acima, mas os ferro-argilãs aparecem como tr. Silãs (tr.) dentro dos poros aplain. irreg., com birrefringência forte, variando do branco ao cinza-escuro. Pedotubo: ocupa 25% da lâmina com 5 mm de largura e 30 mm de comprimento.
<b>P3 – Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura muito argilosa</b>				
Bw1 70 – 90	Distribuição em relação ao plasma: intertética e agglutinic em áreas localizadas. Quartzo (100%) subar., subesf., esf.; min opacos (tr). Ocupam cerca de 8% da área da lâmina.	Insépico, estriado paralelo e circular em algumas áreas. 2,5YR6/8 luz plana, 2,5YR 5/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 70% da lâmina	Cavidades ( $\phi$ médio 0,5 mm); pequenas fendas; poros aplain. irreg. incomp.	Nódulos ferro-manganosos, vermelho-escuros a pretos, irreg. e arred., limites difusos a difusos, ( $\phi$ entre 0,05 e 3 mm). Pequenos nódulos argilosos amarelos (tr). Argilãs de tensão muito finos, amarelo-avermelhados, ao redor de nódulos. Argilãs de deposição amarelo-avermelhados, birrefringência fraca, pouco laminados e descontínuos nas cavidades, poros aplain. irreg. e fendas.
Bw4 220 – 250	Como acima, mas a distribuição em relação ao plasma é intertética e porfirogrânica.	Como acima, mas insépico, massépico e bimassépico em pontos localizados.	Cavidades intrapedais ( $\phi$ entre 0,02 e 0,2 mm); poros empilh. composto; poros aplain. irreg.; fendas transpedais finas e canais.	Como acima, mas os nódulos têm $\phi$ entre 0,05 e 1,5mm e limites nítidos. Argilãs de tensão localizados imediatamente abaixo da superfície dos poros aplain. irreg.. Argilãs de deposição em quantidade ligeiramente maior.
<b>P4 – Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado textura muito argilosa</b>				
Bw1 15 – 30	Distribuição em relação ao plasma: agglutinic a porfirogrânica. Quartzo (100%) arred., subar., subang., subesf., esf. Ocupam cerca de 5% da área da lâmina.	Silassépico a isótico. 5YR6/8 luz plana, 5YR 5/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 70% da lâmina	Poros empilh. compostos, canais, poros aplain. irreg., câmaras e cavidades.	Todas as estruturas associadas ocorrem como traço. Nódulos argilosos amarelo-vivos, arred., limites nítidos e $\phi$ médio de 0,1mm. Nódulos orgânicos, arred. e irreg., marrom escuros, limites claros a nítidos, $\phi$ entre 0,01 e 0,5 mm. Nódulos de ferro arred., vermelho-escuros, limites nítidos e $\phi$ entre 0,01 e 0,23 mm. Concreções arred., cujas faixas concêntricas variam do amarelo-vivo ao vermelho-escuro, limites claros a nítidos e $\phi$ médio de 2 mm.
Bw2 60 – 70	Distribuição em relação ao plasma: agglutinic. Quartzo (80%) arred., subar., subesf., esf.; fragmentos de carvão (20%). Ocupam cerca de 10% da área da lâmina.	Insépico tendendo a estriado circular onde o plasma é mais denso. 2,5YR5/8 luz plana, 10YR 4/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 69% da lâmina	Poros empilh. compostos. Nas áreas de plasma mais denso ocorrem cavidades e fendas. Canais em toda lâmina.	Nódulos ferro-manganosos vermelho-escuros, arred., limites nítidos, $\phi$ entre 0,05 e 0,25 mm. Nódulos argilosos, amarelo-vivos, arred., limites nítidos com $\phi$ menor que 0,05 mm. Argilãs de tensão amarelo-avermelhados ao redor de alguns nódulos (tr.). Pedotubos: ocorrem em toda a lâmina atingindo até 4 mm de comprimento por 1 mm de largura; são poros do tipo canal preenchidos por microagregados.

Continua...

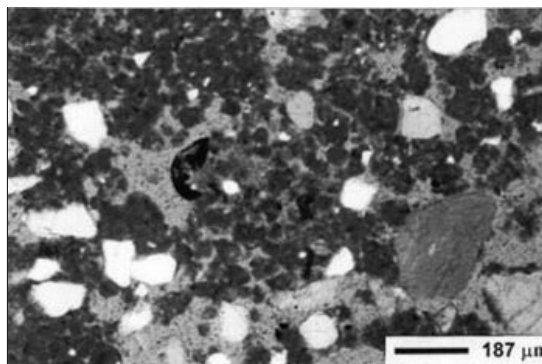
Quadro 3. Continuação,

Horizonte e profundidade	Grãos <sup>(1)</sup>	Plasma	Poros <sup>(2)</sup>	Estrutura associada <sup>(3)</sup>
<b>P5 – Cambissolo eutrófico Tb A moderado textura argilosa</b>				
Bi1 42 – 55	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica/intertéctica, tornando-se aglutinica em áreas localizadas. Quartzo (100%) arred., subar., esf. Ocupam cerca de 20% da área da lâmina.	Isótico. 2,5Y 7/6 luz plana, 2,5Y 7/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 64% da lâmina.	Cavidades (φ entre 0,05 e 0,2 mm); canais; poros empilh. compostos em áreas localizadas.	Nódulos sesquioxídicos amarelo-vivos a vermelho-escuros, arred. e irreg., limites nítidos, φ médio de 0,05 mm. Fragmentos de concreções com 1,5 mm de comprimento, faixas concêntricas variando de vermelho-escuro ao preto, limites nítidos.
BC1 130 – 150	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica a intertéctica. Quartzo (100%) arred., subar., subang., esf. Ocupam cerca de 20% da área da lâmina.	Isótico. 2,5Y 7/2 luz plana, 2,5Y 7/4 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 65% da lâmina. 20% do plasma está impregnado por óxidos de ferro formando uma estrutura impregnativa simples	Cavidades (φ entre 0,05 e 0,5 mm); canais e poros empilh. compostos em áreas localizadas.	Nódulos sesquioxídicos, amarelo-avermelhados a vermelho-escuros, irreg. e arred., limites claros a difusos, φ entre 0,01 e 0,5 mm), ocorrem principalmente ao redor de áreas de mosqueado. Ferro-argilas de deposição amarelo-avermelhados a vermelho-escuros, birrefringência fraca, com cerca de 0,03 mm de espessura. Ferrãs e neoferrãs que constituem a estrutura impregnativa simples, amarelo-avermelhados a vermelho-escuros e concentram-se ao redor de alguns poros e grãos.
BC2 160-180	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica/intertéctica/aglutinica. Quartzo (100%) arred., subar., subang., ang. esf. Ocupam cerca de 20% da área da lâmina.	Como acima, sendo que a maior parte do plasma está impregnada por óxidos de ferro.	Poros aplain. irreg., canais e algumas cavidades; poros empilh. compostos em áreas localizadas.	Concreções cujas faixas concêntricas variam do vermelho-vivo ao vermelho-amarelado, com até 2,5 mm de φ, limites nítidos. Pápula com φ de 0,5 mm, perfeitamente laminada, birrefringência forte e formato subangular. Argilas de deposição amarelo-claras a amarelo-vivos, birrefringência moderada, laminação de perfeita a discreta. Ferrãs, neoferrãs e quaseferrãs amarelo-avermelhados a vermelho-escuros localizados nas áreas de mosqueado. Argilas de tensão discretos que concentram-se ao redor dos grãos.
<b>P6 – Latossolo Vermelho-Escuro A moderado textura argilosa</b>				
AB 15 - 30	Distribuição em relação ao plasma: intertéctica e porfirogrânica a áreas localizadas. Quartzo (100%) arred., subar., subesf., esf., minerais opacos (tr.) Ocupam cerca de 15% da área da lâmina.	Undúlico a isótico. 7,5YR 6/8 luz plana, 7,5YR 5/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 60% da lâmina	Cavidades com até 1 mm de φ. Poros empilh. compostos, canais e fendas paralelas à superfície do solo.	Nódulos ferro-manganesos amarelo-vivos a pretos, arred. e along., limites nítidos a claros e φ entre 0,05 e 0,5 mm. Concreções e fragmentos de concreções, arred., cujas faixas concêntricas variam do amarelo-vivo ao vermelho-escuro, limites claros a nítidos e φ médio de 2 mm Nódulos orgânicos, arred. e irreg., marrom escuros, limites nítidos, φ médio de 0,5 mm. Alguns fragmentos apresentam-se recapados por novos aportes de ferro.
BA 30 – 45	Como acima, sendo que a distribuição em relação ao plasma é aglutinica e porfirogrânica na área central da lâmina.	Como acima	Poros empilh. compostos e canais.	Nódulos ferro-manganesos amarelo-vivos a pretos, arred. e irreg., limites nítidos a claros e φ entre 0,1 e 1 mm. Nódulos argilosos amarelo-claros e arred. (tr.). Fragmentos de concreções cujas faixas concêntricas variam do amarelo-vivo ao vermelho-escuro, limites nítidos e φ atingindo até 2 mm.
<b>P7 – Latossolo Vermelho-Escuro A moderado textura argilosa</b>				
BA 15 – 30	Distribuição em relação ao plasma: porfirogrânica a intertéctica. Quartzo (100%) arred., subar., subesf., carvão (tr.) Ocupam cerca de 5% da área da lâmina.	Silassépico. 7,5YR 5/8 luz plana, 5YR 6/8 nicóis cruzados. Ocupa cerca de 65% da lâmina	Cavidades com φ entre 0,03 e 0,2 mm. Poros empilh. compostos, canais, câmaras e algumas fendas.	Nódulos orgânicos, irreg., marrom escuros, limites nítidos a difusos, φ variando de microns a 1 mm. Nódulos de ferro vermelho-amarelados a vermelho-vivos, arred., limites nítidos e φ entre 0,1 e 0,5 mm. Concreções ferro-manganesas cujas faixas concêntricas variam do amarelo-vivo ao preto, limites nítidos podendo atingir 1 mm de φ (algumas estão rachadas e quebradas).
Bw1 30 – 45	Como acima, sendo que a distribuição em relação ao plasma é aglutinica a intertéctica.	Como acima, mas ocupa cerca de 70% da lâmina	Poros empilh. compostos. Cavidades com até 0,5 mm de φ fendas e canais.	Nódulos ferro-manganesos, arred. e irreg., amarelo-claros a pretos, limites nítidos a difusos, φ variando da fração silte até 1 mm. Nódulos de ferro cuja matriz interna é constituída por gotículas de ferro que variam do amarelo-claro ao vermelho. Pedotubo com estrutura cilíndrica e cerca de 5 mm de comprimento, cujo limite externo caracteriza-se por um maior adensamento do plasma e a trama interna é constituída por microagregados arred. e irreg. não acomodados (trama grânica).

<sup>(1)</sup> subesf. = subesféricos; subang. = subangulosos; subar. = subarredondados; ang. = angulosos; esf. = esféricos; arred. = arredondados; min. = minerais; tr. = traços. <sup>(2)</sup> aplain. irreg. = aplainados irregulares; empilh. = empilhamento; incomp = incompletos. <sup>(3)</sup> irreg. = irregulares; arred. = arredondados; sesquiox. = sesquioxídicos; reg. = regulares; along. = alongados; aplain. = aplainados; tr (traços)



**Figura 2.** Fotomicrografia em nicóis cruzados de neocutãs de difusão (ferrãs - F), no horizonte BC1 do CeTb (P5).



**Figura 3.** Fotomicrografia em luz plana de área sob influência da fauna do solo do horizonte Bi1 do CeTb (P5), mostrando a microestrutura granular.

Os dois Cambissolos apresentaram argilãs de deposição. No P1, as características destes argilãs revelaram um processo de iluviação, sem caracterizar, no entanto, horizonte B textural. O fato de estarem localizados em poros do tipo cavidade revela que o processo deve ser lento e constante.

No P5, os argilãs encontravam-se impregnados por óxidos de ferro, como consequência dos períodos de encharcamento. Apresentavam laminação discreta, birrefringência moderada a fraca e estavam localizados, preferencialmente, em poros aplainados irregulares. Estas estruturas não foram encontradas numa amostra coletada em cota mais elevada sem indícios de restrição de drenagem. Os argilãs do P5, portanto, parecem ter sido formados com argila do próprio horizonte, como consequência de períodos de encharcamento e secagem, o que pode acarretar fluxo lateral de argila e ferro (Moniz et al., 1982), com tendência à formação de horizonte plíntico. Segundo Lima (1981), a compressão da parede dos poros, quando o solo está molhado, libera para a água do solo partículas de argila, que ficam em suspensão até à secagem, quando se depositam na superfície dos agregados, de forma pouco orientada, formando assim, argilãs pouco laminados como os que foram encontrados no P5 (Quadro 3).

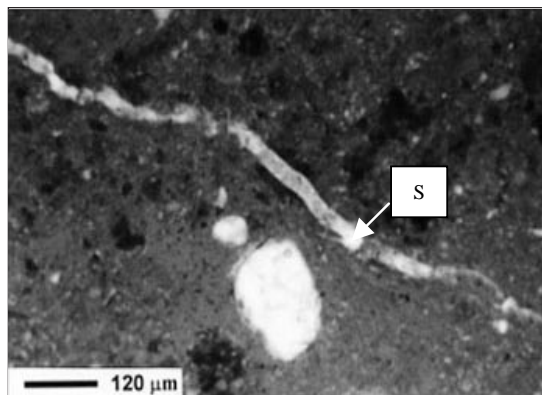
Em relação à microestrutura, observa-se que o P5 apresentou forte tendência à organização do tipo granular, com intensa influência da atividade da fauna do solo, principalmente nos horizontes mais superficiais (Figura 3). Ressalta-se que, no campo, este solo foi classificado como Cambissolo intermediário para Plintossolo. No P1, observa-se que a tendência é para uma organização do tipo blocos (Quadro 3), que se acentua bastante no horizonte com características vérticas.

O intemperismo e a liberação de sílica do horizonte superficial do P1 estão evidenciados pela presença de silãs preenchendo fendas e alguns poros

aplainados irregulares no horizonte Bi3 (Figura 4), dados comprovados por microscopia eletrônica e não apresentados. No horizonte com características vérticas, os silãs não foram encontrados.

A característica mais marcante do Cambissolo Ta é a grande quantidade de concreções e nódulos ferromangânicos no horizonte Bi3 e nódulos carbonáticos no horizonte com características vérticas (Quadro 3).

Resumindo, a movimentação vertical de sílica e argila tem relevante participação na pedogênese do P1. Parte da sílica e parte da argila liberadas na superfície encontram-se em subsuperfície, enquanto o processo mais relevante no P5 parece ser a mobilização do ferro devido à drenagem do solo e à movimentação (e provavelmente formação) de argila em subsuperfície, ou seja, a característica diferencial no desenvolvimento dos dois Cambissolos está na movimentação dos materiais e fluidos ao longo dos



**Figura 4.** Fotomicrografia em nicóis cruzados do horizonte Bi3 do CeTa (P1), mostrando uma fenda preenchida por material silicoso (S).

perfis. No P1, o movimento vertical parece ser predominante e, no P5, o movimento horizontal ou nos próprios horizontes, parece estar tendo maior influência na pedogênese, o que parece estar associado à estratificação litológica, pois, como se observa na figura 1, não há diferenças marcantes entre os perfis no que diz respeito ao declive e a posição que ambos ocupam na paisagem (toposequência).

#### *Podzólico*

Ressalta-se que o Podzólico Vermelho-Escuro (P2) só é constatado na área em relevo ondulado e com condições de drenagem mais livre, o que pode causar fluxo lateral de argila e tendência de estruturação conforme os ciclos de umedecimento e secagem.

Os argilões de deposição (iluviação), encontrados no P2, apresentavam sinais de degeneração, visualizados pela perda de birrefringência, interrupção de continuidade, variação na cor e incorporação pela matriz. Essas observações, aliadas à intensa atividade da fauna, caracterizada principalmente pela presença de pedotubos, demonstram a ocorrência de pedoturbação, responsável pela homogeneização do material do solo. De acordo com Fitzpatrick (1993), essa homogeneização física é normalmente acompanhada por alterações mineralógicas. Segundo esse autor, a ação do intemperismo sobre a caulinita libera sílica que é iluviada e se cristaliza nos horizontes mais profundos sob a forma de calcedônia ou opala. Silões preenchendo alguns poros aplainados irregulares foram observados no horizonte Bt2 e demonstram a ocorrência do processo de iluviação de sílica. Adicionalmente, observam-se óxidos de ferro colorindo os argilões de deposição, o que mascara a laminação destes e reduz a anisotropia ótica (Quadro 3).

Esse conjunto de observações indica, de acordo com Fedoroff & Eswaran (1985), a degradação do horizonte "argílico" (semelhante, porém menos abrangente que o horizonte B textural), processo característico da transição de solos com B textural para B latossólico, indicando estar o Podzólico num processo de transição para Latossolo.

O aspecto mais interessante deste solo está na matriz do material que preenche o pedotubo. Ela se caracteriza por uma trama frágica constituída por unidades parcialmente acomodadas, isto é, microagregados na forma de blocos subangulares (Figura 5a). A matriz do material que envolve o pedotubo tem uma trama porfírica fissurada, isto é, os grãos de quartzo ocorrem numa massa densa de caulinita e óxidos de ferro, cortada por fendas (Figura 5b). A existência dos microagregados em blocos deve-se, portanto, principalmente à atividade da fauna, fato condizente com o grande número de cupinzeiros observados na área.

#### *Latossolos*

Para os Latossolos Vermelho-Escuros estudados (P3 e P4), as estruturas plásmicas, aliadas à presença de cutãs de tensão, indicam que estes solos estiveram sujeitos a algum estresse como resultado dos processos de umedecimento e secagem, sendo inclusive constatada no campo presença de fendas verticais com cerca de 2 cm de largura, da superfície até aproximadamente 150 cm de profundidade. Os horizontes superficiais destes dois perfis têm microestrutura fortemente influenciada pela atividade biológica do solo, principalmente, da fauna (Figura 6). Em subsuperfície, as evidências da influência da fauna na formação da microestrutura são bem menores que nos horizontes superficiais. Microagregados granulares pouco individualizados se unem em agregados maiores do tipo blocos, que, por sua vez, são pouco desenvolvidos (Quadro 3).

Indícios de atividade da fauna do solo são muito fortes nos Latossolos. A grande quantidade de canais e pedotubos, a presença de pelotas fecais/orais, o grau de individualização dos microagregados granulares e a organização geral da matriz indicam, baseando-se em Fitzpatrick (1993), que o principal agente responsável pela organização interna desses solos é a fauna, principalmente cupins e formigas. Na área em estudo, a presença expressiva de cupinzeiros (murunduns) indica serem os cupins os principais agentes envolvidos na organização interna destes solos, o que concorda com as informações de Corrêa (1989). De acordo com Buol & Eswaran (1977), o grau de expressão de microagregados granulares fortemente desenvolvidos depende do regime de umidade do solo e seu máximo desenvolvimento se dá sob regime ústico. Para Eschenbrenner (1986), entretanto, esta distribuição comum nos solos tropicais altamente intemperizados com "altos" teores de Fe (Latossolos) resulta da atividade de cupins. Ainda, a este respeito, Wielemaker (1984), além de atribuir aos cupins a formação dos microagregados granulares observados em solos do Quênia, chama a atenção para a importância da fauna na manutenção e restauração da microestrutura e conseqüentemente da porosidade.

Nos Latossolos analisados, os microagregados granulares individualizados normalmente encontravam-se reunidos em áreas localizadas ou preenchendo canais e câmaras. Fora desses limites, encontravam-se parcial ou totalmente, fundidos uns nos outros (Figura 6). Mesmo nas áreas onde o plasma era mais denso, a forma e os limites individuais dos microagregados eram perfeitamente visíveis, ocasionalmente ressaltados por estrutura plásmica estriada envolvente (Bullock et al., 1985). Essas observações levam à interpretação de que a fauna do solo é responsável pela individualização dos grânulos por meio da manipulação de um material que, em razão de seus teores de Fe mais

elevados ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 12 \text{ dag kg}^{-1}$ ) e dos ciclos de umedecimento e secagem, tem agregados granulares previamente formados, porém não individualizados.

Reforça-se esse parecer pela constatação de que o material misturado pela fauna, encontrado no interior do pedotubo do Podzólico Vermelho-Escuro (P2), também caracteriza-se por microagregados individualizados, porém, em formato de blocos (e não de grânulos) (Figura 5a), seguindo a tendência de organização da matriz que envolve o pedotubo. Assim, a fauna do solo parece ser responsável pelo grau de desenvolvimento da microestrutura, tanto do Podzólico Vermelho-Escuro (P2) quanto dos Latossolos (P3 e P4), sem exercer, porém, influência na forma dos microagregados (blocos ou grânulos).

A intensidade de ocorrência de microagregados individualizados, grânulos ou blocos, parece ser, portanto, uma questão de maior ou menor grau de bioturbação. Se o menor grau de bioturbação significa menor grau de desenvolvimento pedogenético, os Latossolos analisados apresentam características micromorfológicas que indicam grau de desenvolvimento pedogenético menor que Latossolos Vermelho-Escuros textura argilosa mais gibbsíticos, encontrado na literatura (Lima, 1988), sob condições de formação diferenciada. Aliás, a CTC já bastante elevada para a classe, a presença de ilita como um dos minerais dominantes (Oliveira et al., 1998) e o fendilhamento observado em campo já sugeriam tal fato.

Ferro-argilãs parcialmente incorporados pelo plasma ocorreram no P3, sendo mais abundantes em subsuperfície. A ocorrência do processo de degeneração dos cutãs demonstra que o solo em questão passa por um estágio de mudança (desenvolvimento) e não de estabilidade. A incorporação de argilãs pelo plasma indica, segundo Eswaran et al. (1979), a homogeneização que o material está sofrendo, causada, de acordo com Fitzpatrick (1993), pela atividade da fauna, pela expansão e contração do solo como resultado dos processos de umedecimento e secagem e do crescimento de raízes.

#### *Solos cultivados*

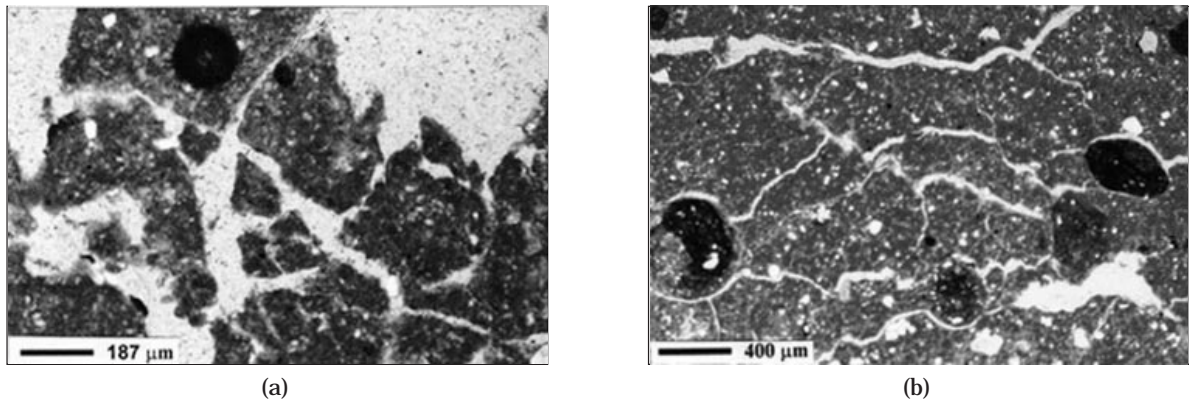
Perceberam-se diferenças significativas de microestrutura entre as camadas de 15-30 e 30-45 cm dos Latossolos analisados. Nas camadas de 15-30 cm, o plasma, em grande parte, mostrou-se denso, com poros (cavidades) interligados, cujo tamanho, forma e arranjo evidenciaram ser o material formado por forte coalescência de microagregados granulares (Figura 7a). Nas camadas de 30-45 cm, os microagregados encontravam-se frouxamente empilhados, praticamente inteiramente rodeados por poros (poros de empilhamento compostos) (Figura 7b). Essas características confirmam as observações de campo (dificuldade de penetração da

faca, trado e estrutura maciça) de que as camadas de 15-30 cm apresentaram-se mais compactadas que as camadas de 30-45 cm. Na camada compactada, observou-se a presença de poros do tipo fenda paralelos à superfície do solo, indicando a ocorrência de esforço físico, provavelmente em razão do uso intensivo de máquinas, resultando na compactação.

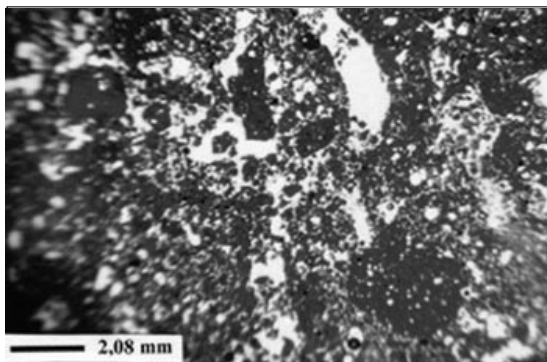
Observaram-se, ainda, tanto nas camadas de 15-30 como nas de 30-45 cm, vários fragmentos de nódulos sesquioxídicos e concreções de ferro e mangânes. Essa fragmentação dos nódulos e concreções pode ser provocada pela utilização de máquinas e práticas de preparo de solo de ação profunda, condizente com a maquinaria pesada utilizada no manejo deste solo junto ao pisoteio de gado, pois este solo também é utilizado no plantio de milho e, após a colheita, o gado é solto na área. Evidências para esta interpretação foram obtidas em tradagens e minitrincheiras, onde a dureza do solo foi uma constante. Ainda, nesta área, o manejo com máquinas agrícolas foi intenso por quase uma década. A grande quantidade de carvão (20% do total de grãos) encontrada na camada de 15-30 cm do P5 é um forte indicio de fogo como instrumento de manejo na área. Características como o fendilhamento observado nos Latossolos da área, fato pouco comum para esta classe de solo no Brasil, associado aos ciclos de umedecimento e secagem, podem levar à destruição da camada compactada, principalmente para os solos em pousio.

## CONCLUSÕES

1. A direção preferencial do fluxo dos materiais e soluções constitui o fator de maior influência na pedogênese dos Cambissolos estudados. No solo desenvolvido de rocha calcária, o movimento vertical parece predominar e, no solo originado de sedimentos detriticos, o movimento horizontal parece ter maior influência.
2. O Podzólico Vermelho-Escuro apresenta-se em processo de transição para Latossolo.
3. Os Latossolos estudados encontram-se em estágio de desenvolvimento pedogenético inferior aos Latossolos Vermelho-Escuros gibbsíticos já analisados no País.
4. Os cupins participam do desenvolvimento da microestrutura do Podzólico e dos Latossolos, porém sem influir na forma dos agregados (blocos e grânulos).
5. A principal diferença entre as camadas compactadas e não compactadas está na organização relativa dos componentes do solo e, conseqüentemente, na morfologia e não na quantidade dos poros.



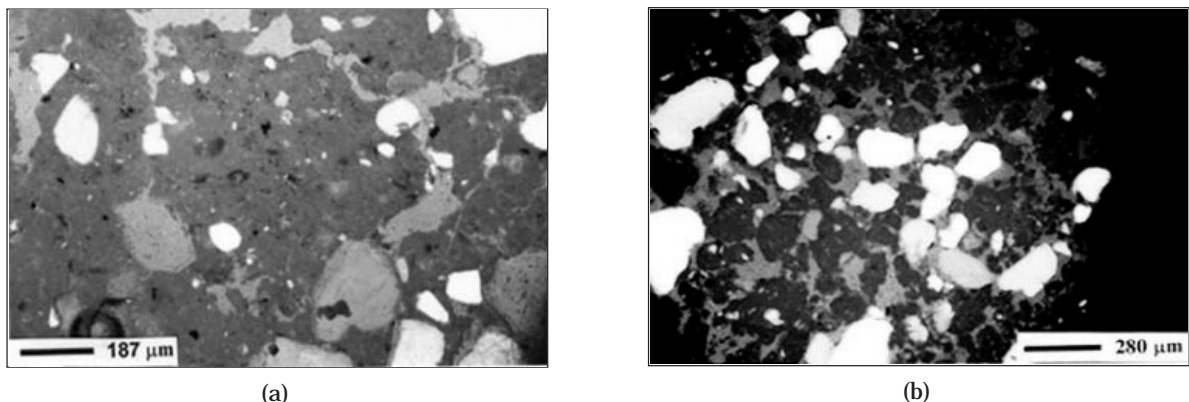
**Figura 5. Fotomicrografias em luz plana do horizonte Bt2 do Podzólico Vermelho-Escuro (P2) (a) detalhe do interior do pedotubo constituído por microagregados individualizados, em bloco; (b) aspecto da matriz ao redor do pedotubo.**



**Figura 6. Fotomicrografia em luz plana do horizonte superficial do LE (P7), mostrando a forte influência da fauna do solo na organização da microestrutura.**

## LITERATURA CITADA

- AUROSSEAU, P.; CURMI, P. & BRESSON, L.M. Microscopy of cambic horizon. In: DOUGLAS, L.A. & THOMPSON, M.L. eds. Soil micromorphology and soil classification. Madison, Soil Science Society of America, 1985. p.49-62. (Special Publication, 15)
- BARBER, R.G. & ROMERO, D. Effects of bulldozer and clearing on soil properties and crop yields. Soil Sci. Soc. Am. J., 58:1768-1774, 1994.
- BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. New York, Robert Krieger Publishing Company, 1976. 482p.
- BREWER, R. & SLEEMAN, J.L. Soil structure and fabric. Adelaide, CSCIRO, 1988. 173p.



**Figura 7. Fotomicrografia em nicóis cruzados do LE (P6), mostrando a organização do plasma: (a) camada compactada; (b) camada não compactada.**

- BULLOCK, P. & THOMPSON, M.L. Micromorphology of alfisols. In: DOUGLAS, L.A. & THOMPSON, M.L., eds. Soil micromorphology and soil classification. Madison, Soil Science Society of America, 1985. p.17-47. (Special Publication, 15)
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A., STOOPS, G. & TURSINA, T. Handbooll for soil thin section description. Wolverhampton, Waine Research Publication, 1985. 150p.
- BUOL, S.W. & ESWARAN, H. Micromorphology of oxisols. In: INTERNATIONAL WORKSHOP MEETING OF SOIL MICROMORPHOLOGY, 5, Granada, 1977. Proceedings. Granada, 1977. p.325-348.
- CORRÊA, G.F. Les microreliefs "murundus" et leur environnement pédologique dans l'oué du Minas Gerais, région du plateau central brésilien. Vandoeuvre-les-Nancy, Univers de Nancy I, 1989. 144p. (Tese de Doutorado)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos - 4ª aproximação. Rio de Janeiro, 1997. 169p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Norte de Minas Gerais (Área de atuação da SUDENE). Recife, 1979. 407p. (Boletim Técnico, 60)
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG. Levantamento de Reconhecimento com Detalhes dos Solos do Distrito Agroindustrial de Jaíba - Minas Gerais. Belo Horizonte. 1976. 242p. (Boletim Técnico, 54)
- ESCHENBRENNER, V. Contribution des termites à la micro-agrégation des sols tropicaux. Cah. Orstom, 22:397-408, 1986.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. Soil taxonomy; a basin system of classification for making and interpreting soil survey. Washington, 1975. 330p.
- ESWARAN, H.; van WAMBEKE, A. & BEINROTH, F.H. A study of some highly weathered soils of Puerto Rico: micromorphological properties. Pedology, 29:139-162, 1979.
- FEDOROFF, N. & ESWARAN, H. Micromorphology of ultisols. In: DOUGLAS, L.A. & THOMPSON, M.L., eds. Soil micromorphology and soil classification. Madison, Soil Science Society of America, 1985. p.145-164. (Special Publication, 15)
- FITZPATRICK, E.A. Soil microscopy and micromorphology. New York, John Wiley & Sons, 1993. 304p.
- FROELICH, H.A.; MILES, D.W.R. & ROBBINS, R.W. Soil bulk density recovery on compacted skid trails in Central Idaho. Soil Sci. Soc. Am. J., 49:1015-1017, 1985.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. 2º plano de desenvolvimento integrado do noroeste mineiro: recursos naturais. Belo Horizonte, 1981. 340p. (Série de Publicações Técnicas, 2)
- LIMA, P.C. Micromorfologia de horizonte B de Latossolos do Sudeste e Sul do Brasil. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3, Rio de Janeiro, 1988. Anais. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS-SBCS, 1988. p.391-411.
- LIMA, P.C. Micromorphological observations of some soils from tablelands of Brazil. Reading, University of Reading, 1981. 140p. (Tese de Mestrado)
- LIMA, P.C.; CURI, N. & LEPSCH, I.F. Terminologia de micromorfologia do solo. Bol. Inf. SBCS, 10:33-43, 1985
- MEDEIROS, L.A.R. Caracterização e gênese de solos derivados de calcário e de sedimentos terciários da região da Jaíba, norte de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1977. 107p. (Tese de Mestrado)
- MELO, F.J.R. & SANTOS, M.C. Micromorfologia e mineralogia de dois solos de tabuleiro costeiro de Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo, 20:99-108, 1996.
- MONIZ, A.C.; BUOL, S.B. & WEED, S.B. Formation of an oxisol-ultisol transition in São Paulo, Brazil II; lateral dynamics of chemical weathering. Soil Sci. Soc. Am. J., 46:1224-1233, 1982.
- OLIVEIRA, C.V.; KER, J.C.; FONTES, L.E.F.; CURI, N. & PINHEIRO, J.C. Química e mineralogia de solos derivados de rochas do Grupo Bambuí no norte de Minas Gerais. R. Bras. Ci. Solo, 22:583-593, 1998.
- SANTOS, M.C.; 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.
- STOOPS, G.J. & BUOL, S.W. Micromorphology of oxisols. In: DOUGLAS, L.A. & THOMPSON, M.L., eds. Soil micromorphology and soil classification. Madison, Soil Science Society of America, 1985. p.105-119. (Special Publication, 15)
- WIELEMAKER, W.G. Soil formation by termites: a study in the Kisii area, Kenya. Wageningen, Agricultural University, 1984. 132p. (Tese de Doutorado)
- WILDING, L.P. & FLACH, K.W. Micropedology and soil taxonomy. In: DOUGLAS, L.A. & THOMPSON, M.L., eds. Soil micromorphology and soil classification. Madison, Soil Science Society of America, 1985. p.1-16. (Special Publication, 15)