

SEÇÃO V - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

QUALIDADE E RELAÇÕES PEDOGENÉTICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA DE ALGUNS SOLOS DA REGIÃO DE IRECÊ (BA)⁽¹⁾

T. J. F. CUNHA⁽²⁾ & L. P. RIBEIRO⁽³⁾

RESUMO

Foram estudados seis perfis de Cambissolos (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ e P₆) desenvolvidos sobre calcário na microrregião de Irecê (BA), no ano de 1991, objetivando avaliar as principais características da matéria orgânica e as suas possíveis relações com a organização estrutural e com os processos agradativos e, ou, degradativos que vêm sofrendo estas coberturas pedológicas, principalmente quando submetidas à utilização agrícola. Com base nas observações morfológicas e nos dados analíticos, com ênfase no fracionamento das substâncias húmicas, verificou-se que, nos perfis P₁ e P₂, a matéria orgânica apresenta-se num estágio de evolução muito avançado e é constituída por quantidades não-negligenciáveis de compostos pouco polimerizados (ácidos fúlvicos), enquanto, nos perfis P₃, P₄, P₅ e P₆, é constituída por quantidades elevadas de compostos bem polimerizados, é bastante estável e exerce papel de agente estabilizador da estrutura. Em todos os solos, a matéria orgânica encontra-se bastante humificada e cerca de 50 a 60% do húmus é constituído por humina. Considerando que, na microrregião, a ação antrópica sobre a dinâmica natural do meio ambiente foi e é muito intensa e devastadora (desmatamentos, queimadas, redução dos aportes orgânicos, pulverização do solo pelo uso indiscriminado de máquinas e implementos agrícolas, etc); considerando, ainda, os aspectos degradativos observados nos perfis P₁ e P₂, o teor e a composição das frações húmicas, acredita-se que estas, em consequência da ação antrópica, estejam contribuindo com os processos de alteração e desorganização estrutural observados nestes solos.

Termos de indexação: desorganização estrutural, fracionamento húmico, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, humina, degradação de solo.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao Curso de Geociências, Universidade Federal da Bahia - UFBA, financiada pela CAPES e EBDA. Trabalho apresentado no XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Goiânia, 25 a 31 de julho de 1993. Recebido para publicação em abril de 1997 e aprovado em agosto de 1998.

⁽²⁾ Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000 Rio de Janeiro (RJ).

⁽³⁾ Professor do IGG/UFBA. Rua Caetano Moura, 123, CEP 42200-000 Salvador (BA).

SUMMARY: *QUALITY OF SOIL ORGANIC MATTER IN RELATION TO THE PEDOGENESIS OF SOME CAMBISOLS AT IRECÊ, BAHIA, BRAZIL*

Six calcareous soil profiles (P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 and P_6) were investigated with regard to their main characteristics of soil organic matter related to structural organization. The effect of degrading processes on these soils was also considered, mainly under intensive cultivation. Based on morphological in situ observation and analytical data, the profiles P_1 e P_2 showed organic matter with an advanced level of evolution presenting reasonable amounts of low polymerized materials (fulvic acids). Conversely, profiles P_3 , P_4 , P_5 e P_6 showed a high content of well polymerized components. In all soils, humina comprises 50-60% of the humus. Considering the degrading aspects (i.e. cultivation involving intensive soil tillage) observed on the P_1 e P_2 and the amount and composition of the humic substances, it is suggested that soil organic matter is one of the main factors affecting structural disorganization observed in these soils.

Index terms: structural desorganization, humic substances, humic acid, fulvic acid, humin, soil degradation.

INTRODUÇÃO

A microrregião de Irecê(BA), bastante conhecida pelo potencial agrícola, apresenta grande variedade de solos, dentre os quais se destacam os Cambissolos, pela área de abrangência e pelo uso.

Com a atividade agrícola, o uso desses solos e o desenvolvimento do processo produtivo não se realizam com base nas características edafambientais. Nessas condições, a ação antrópica tem sido um dos fatores que muito vem contribuindo para o desequilíbrio do ecossistema, e os seus efeitos degradativos se fazem presentes pelo uso indiscriminado da motomecanização agrícola, redução dos aportes orgânicos, desmatamentos e queimadas.

Observações de campo têm demonstrado que os solos da região passam por um processo de degradação e apresentam, morfologicamente, uma desestruturação em superfície e adensamento nos horizontes subsuperficiais, onde se percebe a presença de formas subarredondadas endurecidas que, ao serem quebradas, apresentam aspecto coeso com fácies envernizadas, que foram chamadas por Ribeiro (1982) de "manchas nodulares".

Esses processos de degradação refletem-se em determinadas características, como: resistência à penetração da faca e do martelo pedológico; impedimento à penetração do sistema radicular das culturas e diminuição da porosidade, com conseqüente diminuição da taxa de infiltração de água e diminuição do teor de argila nos horizontes superficiais.

Diversos autores têm mostrado que a substituição da vegetação natural por culturas comerciais causa desequilíbrios que levam, com o tempo, a alterações

na quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo, pois a dinâmica desse constituinte é profundamente alterada quando o homem intervém modificando o equilíbrio do ecossistema (Kononova, 1966; Godefroy & Jacquin, 1975; Cerri et al., 1991; Nascimento et al., 1991). Os efeitos negativos dessa perturbação sobre as propriedades dos solos ocasionam modificações das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, principalmente nas regiões tropicais.

Na Bahia, diversos estudos sobre a matéria orgânica dos solos foram realizados por Flexor (1972), Volkoff & Andrade (1976), Flexor & Volkoff (1977), Volkoff et al.(1978), Santa-Isabel (1988) e Borges & Kiehl (1996), dentre outros. Entretanto, na região semi-árida do referido Estado, estes estudos são muito poucos, principalmente em solos derivados de rochas calcárias.

Este trabalho objetivou caracterizar qualitativamente a matéria orgânica de alguns solos da região de Irecê(BA), a partir do fracionamento da sua matéria humificada, e entender as suas possíveis relações com os processos de degradação e, ou, agradação por que vêm passando esses solos, com vistas em identificar as melhores formas de manejo e de conservação dessas coberturas pedológicas, manutenção do estoque orgânico e aumento da produtividade das culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo está situada na microrregião homogênea-135, Chapada Diamantina Setentrional, no centro do estado da Bahia, a uma altitude média de 722 m (Figura 1), caracterizando-se por apresentar

uma litologia bastante uniforme, onde predominam os calcários calcíticos, cinza-escuros, do grupo Bambuí.

As condições climáticas da área estudada caracterizam-se por uma reduzida amplitude térmica entre o dia e a noite, e entre o inverno e o verão. Os índices pluviométricos são baixos e concentrados num curto período chuvoso, contrastando com estações secas bem definidas. O período chuvoso coincide com os dias longos e quentes do verão, quando a atividade biológica é intensa, tornando rápida a decomposição e a humificação dos restos vegetais. O período seco coincide com os dias mais curtos e frios do inverno, tornando o processo de humificação mais lento, graças à baixa atividade biológica nesse período.

O clima da região apresenta uma estação chuvosa irregular de novembro a abril, com precipitação média de 600 mm, e uma estação seca, no período do inverno, com duração de 5 a 6 meses. A temperatura no período de cultivo de sequeiro (novembro a março) varia de 30 a 36°C. No período de inverno (maio a setembro), a temperatura é mais

amena, variando de 18 a 24°C. A evapotranspiração potencial é da ordem de 1.300 mm ano⁻¹, o que enquadra a região, totalmente, no polígono das secas. O relevo da área caracteriza-se por um conjunto de planos rampeados onde as vertentes são longas e até quilométricas com declividades de 1 a 5%.

A vegetação predominante é a caatinga hipoxerófila (Cunha, 1992), apresentando espécies de porte variável, caducifólias de caráter xerófilo e grande quantidade de plantas espinhosas.

Foram avaliados seis perfis de solos, os mais representativos da região, dos quais três (03) encontram-se situados em cortes de estrada ao longo da BA-052 (P₁, P₂ e P₃); um (01) na área da unidade de execução de pesquisas da EBDA, UEP-IRECÊ (P₄); um (01) em uma propriedade agrícola ao longo da BA-033 (P₅), e um perfil na área da Escola Agropecuária de Irecê (P₆). Os perfis P₁ (Cambissolo Ta eutrófico Podzólico textura média/argilosa), P₂ (Cambissolo Tb eutrófico Podzólico textura média/argilosa), P₃ (Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa), P₄ (Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa) e P₅ (Cambissolo Ta eutrófico textura muito

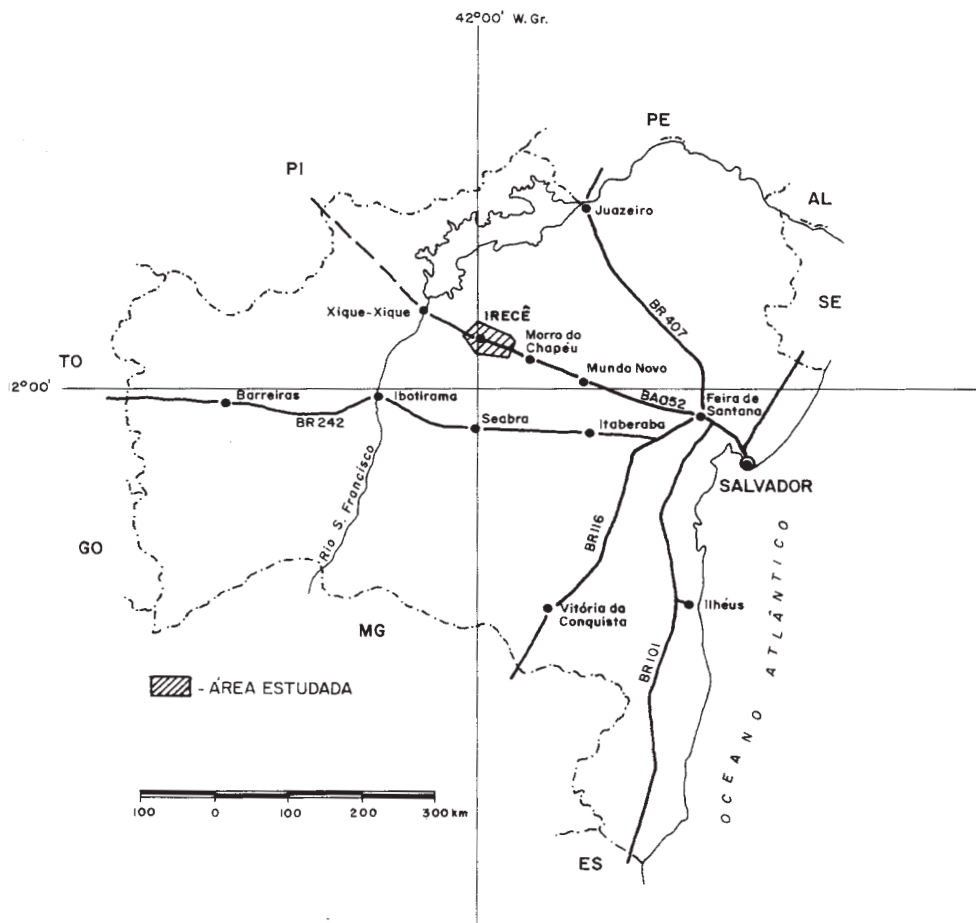


Figura 1. Localização da área estudada.

argilosa) encontram-se sob uso agrícola, após desmatamento, queimada e preparo do solo com arado de discos e grades pesadas, sendo tal preparo realizado muito antes do período chuvoso, o que torna esse sistema de manejo ainda mais problemático em relação à agregação desses solos. O P₆ (Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa) foi descrito sob vegetação de caatinga ainda não modificada pelo uso agrícola (ação antrópica).

Estes perfis foram descritos segundo normas e definições constantes em Lemos & Santos (1982) e alguns critérios utilizados por Ribeiro (1982). As amostras foram coletadas em triplicata, e as análises laboratoriais foram realizadas com três repetições. Portanto, os resultados apresentados correspondem à média de 9 repetições. Para identificar os horizontes, considerou-se a nomenclatura adotada atualmente pelo CNPS/EMBRAPA.

As análises químicas e físicas foram realizadas conforme método da EMBRAPA (1979). Objetivando melhor caracterizar os perfis, foram efetuadas análises mineralógicas e micromorfológicas. As análises mineralógicas foram realizadas em amostras de solos submetidas à separação granulométrica, utilizando-se, como dispersante, o hidróxido de amônio. A caracterização mineralógica foi feita por difração de raio-X, em aparelho Phillips Norelco, com tubo de cobre e filtro de níquel, em lâminas em pó ou orientadas. A fração argila foi analisada "in natura" e com tratamento (magnésio, potássio, glicolada e aquecida a 500°C), após desferrificação, conforme Robert & Tessier (1974). As análises micromorfológicas foram feitas em lâminas orientadas, segundo Perraud et al. (1976) e Ribeiro (1982).

O fracionamento do húmus em ácidos fúlvicos livres (AFL), ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e huminas (HU) foi realizado conforme os princípios do método de Dabin (1971), segundo o esquema seguinte: os AFL foram extraídos com ácido fosfórico 2 mol L⁻¹; AF e AH, com solução de pirofosfato de sódio 0,1 mol L⁻¹ e, posteriormente, com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹; o tratamento do extrato com ácido sulfúrico 1 mol L⁻¹ permitiu a separação dos AF, que permaneceram em solução, dos AH, que se precipitaram. As HU corresponderam ao resíduo no tubo da centrífuga, pois não são solúveis em ácidos nem em bases. A baixa quantidade de matérias vegetais leves (ML) deveu-se à diferença entre o teor de carbono total e o carbono correspondente a cada fração anteriormente descrita. O teor de carbono total de cada fração foi determinado por oxidação sulfocrômica, conforme EMBRAPA (1979).

No final do processo, foram obtidas as seguintes frações: ML: matéria leve; AFL: ácidos fúlvicos livres; AHP: ácidos húmicos piro; AFP: ácidos fúlvicos piro; AHS: ácidos húmicos soda; AFS: ácidos fúlvicos soda, e H: humina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características morfológicas

Do ponto de vista da morfologia (Quadro 1), os solos estudados apresentam uma seqüência de horizontes A-Bi-BC, nos perfis P₁ e P₆, e A-Bi, nos perfis P₂, P₃, P₄ e P₅, com espessura do solum variando de 75 cm, no P₅, a 200 cm, no P₁. Apresentam cores relativamente uniformes ao longo de todos os perfis. Os perfis apresentam variações nas suas estruturas, revelando estrutura fraca em blocos subangulares com aspecto maciço poroso coeso no P₁ e maciço poroso pouco coeso no P₂. Os perfis P₃, P₄ e P₅ apresentam estrutura do tipo moderada e forte em blocos subangulares e angulares em alguns horizontes. O perfil P₆ apresenta estrutura do tipo fraca em blocos subangulares.

Em profundidade, os perfis P₁ e P₂ são caracterizados por apresentarem, em meio à massa do solo, a presença de formas nodulares ("bolas") endurecidas. Essas feições evidenciam processo gradual de degradação estrutural, conforme observado no estudo micromorfológico.

Características físicas e químicas

A análise granulométrica (Quadro 2) revela ligeiro aumento dos teores de argila dos perfis P₁ e P₂ no sentido da profundidade. Nos perfis P₃ a P₆, o comportamento dessa fração é bastante semelhante em todos os perfis. A textura varia de franca a muito argilosa, sendo esta última predominante, principalmente nos perfis P₄ e P₅. Do ponto de vista da manutenção do estoque húmico, este comportamento textural mostra-se bastante favorável, haja vista a proteção que a fração argila exerce sobre a matéria orgânica, Duchaufour (1977).

O valores de argila natural variam de 28 g kg⁻¹, no Ap do P₁, a 136 g kg⁻¹, no Bi2 do P₄, indicando que a maior parte da argila encontra-se floculada (grau de floculação > 80% na maioria dos horizontes de todos os perfis).

Quanto às características químicas, os solos são, em geral, alcalinos a fortemente alcalinos (pH variando de 7,3 a 8,4), com média a muito alta soma de bases (valores variando de 54 a 362,6 mmol_c kg⁻¹). No P₁, a capacidade de troca varia de média a alta (valores variando de 133,7 a 153,3 mmol_c kg⁻¹). No P₂, a CTC é baixa e, nos demais perfis, varia de medianamente alta a alta (valores variando de 166,8 a 362,6 mmol_c kg⁻¹). Todos os perfis são eutróficos, com valores de saturação por bases que variam de 84,20% no P₂ a 99,76% no P₄.

O cálcio apresenta os menores teores no P₂ (46,1 a 68,4 mmol_c kg⁻¹); teores intermediários no P₁ e P₆ (107,6 a 250,5 mmol_c kg⁻¹) e teores considerados altos no P₃, P₄ e P₅ (239,1 a 354,9 mmol_c kg⁻¹). Esses teores elevados de cálcio devem, possivelmente, favorecer a precipitação das substâncias húmicas menos

Quadro 1. Características morfológicas dos perfis estudados

Horizonte	Profundidade	Cor	Estrutura			Transição ⁽⁴⁾
			Grau ⁽¹⁾	Tamanho ⁽²⁾	Forma ⁽³⁾	
P1 – Cambissolo Ta eutrófico Podzólico textura média/argilosa⁽⁷⁾						
	cm					
Ap	0-20	7,5 YR 4/4	flaca	peq. a méd.	bloc. subang.	clara e plana
BA ⁽⁵⁾	20-45	7,5 YR 5/4	flaca	peq. a méd.	bloc. subang.	clara e plana
Bi1 ⁽⁵⁾	45-75	7,5 YR 4/4	flaca	peq.	bloc. subang.	difusa e plana
Bi2 ⁽⁵⁾	75-130	7,5 YR 5/6	forte	mui. peq.	gran.	difusa e plana
Bi3 ⁽⁵⁾	130-150	10 YR 5/8	forte	mui. peq.	gran.	difusa e plana
BC ⁽⁵⁾	150-200	10 YR 5/8	forte	mui. peq.	gran.	abrup. e ondul.
P2 – Cambissolo Tb eutrófico Podzólico textura média/argilosa⁽⁷⁾						
Ap	0-25	7,5 YR 5/8	fraca	peq.	bloc. subang.	grad.
AB	25-35	10 YR 4/4	fraca	peq. a méd.	bloc. subang.	grad.
Bi1 ⁽⁶⁾	35-65	7,5 YR 5/4	fraca	peq. a méd.	bloc. subang.	difusa e plana
Bi2 ⁽⁶⁾	65-120	10 YR 6/6	forte	peq. e mui. peq.	gran.	difusa e plana
Bi3 ⁽⁶⁾	120-135	10 YR 6/6	forte	peq. e mui. peq.	gran.	difusa e plana
P3 – Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa						
Ap	0-5	7,5 YR 4/2	forte	peq. e mui. peq.	grum.	clara e plana
AB	5-15	10 YR 4/4	mod.	méd.	bloc. subang.	clara e plana
Bi1	15-45	10 YR 4/4	mod.	méd.	bloc. subang.	clara e plana
Bi2	45-90	10 YR 5/6	mod.	peq. a méd.	bloc. sub. e ang.	abrup. e ondul.
P4 – Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa						
Ap	0-15	10 YR 4/2	mod. a forte	peq. a méd.	bloc. subang.	clara e plana
AB	15-25	10 YR 4/4	mod.	peq. a méd.	bloc. subang.	grad. e plana
Bi1	25-45	10 YR 4/4	mod.	méd.	bloc. subang.	grad. e plana
Bi2	45-90	10 YR 4/4	mod.	méd.	bloc. sub. e ang.	abrup. e ondul.
P5 – Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa						
Ap	0-15	10 YR 4/4	mod.	peq. a méd.	bloc. subang.	clara e plana
AB	15-35	10 YR 4/4	mod.	peq. a méd.	bloc. subang.	grad. e plana
Bi1	35-65	10 YR 4/4	mod.	peq. a méd.	bloc. subang.	difusa. e plana
Bi2	65-75	10 YR 4/4	mod.	méd.	bloc. sub. e ang.	abrup. e ondul.
P6 – Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa						
A	0-10	10 YR 4/4	fraca	mui. peq. a peq.	bloc. subang.	clara e plan
AB	10-30	7,5 YR 4/4	fraca	peq. a méd.	bloc. subang.	difusa e plana
Bi1	30-50	7,5 YR 4/4	fraca	mui. peq. a peq.	bloc. subang.	difusa e plana
Bi2	50-90	7,5 YR 4/4	fraca	mui. peq. a peq.	bloc. sub e gran.	difusa e plana
Bi3	90-130	7,5 YR 4/4	fraca	mui. peq. a peq.	bloc. sub e gran.	gradual e plana
BC	130-160	7,5 YR 4/4	fraca	peq.	bloc. subang.	abrup. e ondul.

⁽¹⁾ mod. = moderada; ⁽²⁾méd. = média; mui. = muito; peq. = pequena; mui. peq. = muito pequena; ⁽³⁾bloc. subang. ou sub. = blocos subangulares; gran. = granular; ang. = angular; grum. = grumosa; ⁽⁴⁾abrup. = abrupta; ondul. = ondulada; grad. = gradual; ⁽⁵⁾apresenta-se com aspecto maciço poroso coeso; ⁽⁶⁾apresenta-se com aspecto maciço poroso pouco coeso; ⁽⁷⁾presença de bolas endurecidas de tamanho pequeno nas partes mais altas do perfil, aumentado de tamanho e quantidade nos horizontes mais profundos, constitui cerca de 95% do BC no P1.

polimerizadas, que, em seguida, passam por uma policondensação provocada pela ação do ferro (Jacquin et al., 1980), transformando-se em substâncias húmicas mais polimerizadas.

Os teores de matéria orgânica variam de baixos a médios em P₁ e P₂ (valores variando de 4,58 a 17,32 g kg⁻¹) e médios a altos em P₃, P₄, P₅ e P₆ (valores variando de 7,22 a 78,45 g kg⁻¹).

Características mineralógicas

A mineralogia da fração argila é verticalmente uniforme e constituída principalmente por caulinita

nos perfis P₁, P₂ e P₆. A esmectita (montmorilonita) aparece nos perfis P₃, P₄ e P₅. O quartzo é o principal componente das frações silte e areia. Nesta última, mostrando diferentes graus de arredondamento e esfericidade, encontra-se quase a totalidade dos grãos, sendo apenas observadas pequenas quantidades de mica em P₁ e P₂ (Figura 2).

Características micromorfológicas

A análise micromorfológica deu ênfase aos perfis P₁ e P₂ objetivando melhor caracterizar as microfieções desses solos, bem como as "manchas nodulares".

Quadro 2. Características granulométricas dos perfis estudados

Horizonte	Profundidade cm	Areia grossa	g kg ⁻¹				Grau de floculação %	Silte/Argila
			Areia fina	Silte	Argila	Argila natural		
P1 – Cambissolo Ta eutrófico Podzólico textura média/argilosa								
Ap	0-20	146	186	363	240	28	88,33	1,51
BA	20-45	119	169	249	378	39	89,68	0,65
Bi1	45-75	118	155	208	435	67	84,59	0,47
Bi2	75-130	115	147	225	430	58	86,51	0,52
Bi3	130-150	114	153	229	414	65	84,29	0,55
BC	150-200	143	287	322	158	41	74,05	2,03
P2 – Cambissolo Tb eutrófico Podzólico textura média/argilosa								
Ap	0-25	213	260	267	186	31	83,33	1,43
AB	25-35	241	228	234	245	31	87,34	0,93
Bi1	35-65	261	198	154	348	37	89,36	0,44
Bi2	65-120	293	200	131	328	32	90,24	0,39
Bi3	120-135	243	178	109	433	32	92,60	0,25
P3 – Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa								
Ap	0-5	480	105	211	530	80	84,90	0,39
AB	5-15	450	92	235	537	87	83,79	0,43
Bi1	15-45	440	93	217	561	87	84,49	0,38
Bi2	45-90	480	80	272	523	107	79,15	0,52
P4 – Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa								
Ap	0-15	50	67	217	568	109	80,80	0,38
AB	15-25	25	74	236	605	112	81,48	0,39
Bi1	25-45	26	73	214	625	98	84,32	0,34
Bi2	45-90	33	72	267	578	136	76,47	0,46
P5 – Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa								
Ap	0-15	36	92	230	589	80	86,41	0,39
AB	15-30	30	84	224	613	108	82,38	0,36
Bi1	30-65	25	79	237	619	106	82,87	0,38
Bi2	65-75	30	76	270	586	103	82,42	0,46
P6 – Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa								
A	0-10	68	138	159	485	29	94,02	0,32
AB	10-30	57	184	129	523	72	86,23	0,24
Bi1	30-50	69	170	162	494	89	81,98	0,32
Bi2	50-90	54	177	123	533	79	85,17	0,23
Bi3	90-130	50	175	166	496	64	87,09	0,33
BC	130-160	70	191	207	422	53	87,44	0,49

O estudo da rocha em processo de alteração mostrou fraca presença de grãos de quartzo, quase sempre alterados quimicamente, subarredondados, alguns angulosos e outros arredondados, mostrando uma baixa seleção; além de minerais opacos. O plasma apresenta-se com coloração bruno-avermelhada a bruno-amarelada para o solo de coloração amarelada (P2), com pequenos glóbulos de coloração brunada. Apresenta estrutura do tipo porfirósquela já se organizando em micropedes. Esse tipo de plasma quase sempre se associa a um material plásmico esbranquiçado, possivelmente um alteroplasma que ocorre em alguns setores da lâmina.

O horizonte B desses solos apresenta um esqueleto constituído basicamente por quartzo e alguns grãos de minerais opacos. A porcentagem

varia entre 20 e 30%, sem apresentar muitas variações de formas e tamanhos em relação à base dos perfis.

O P1 apresenta material plásmico vermelho-brunado a bruno-avermelhado, bem como estrutura do tipo argilasépica, raramente e pontualmente esquelósépica, organizada em forma de micropedes. Na base do horizonte, os pedes apresentam-se com contornos planos. Porém, na direção do topo do perfil, tais contornos passam a se apresentar flagelados (ou serrilhados), evidenciando uma degradação e perda de material plásmico, Ribeiro (1982). Em alguns pontos, percebeu-se um material plásmico mais escuro (brunado), associado a concentrações de matéria orgânica.

Os vazios ocorrem em percentagens da ordem de 30 a 40%, sendo mais comuns os vazios de empacotamento (packing voids), ocorrendo também ortovazios

Quadro 3. Propriedades químicas dos perfis estudados

Horizonte	Profundidade	pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	S	T	V	Fe	M.O.
	cm		mmol _c kg ⁻¹						%	g kg ⁻¹		
P1 - Cambissolo Ta eutrófico Podzólico textura média/argilosa												
Ap	0-20	8,2	127,5	10,5	3,3	0,8	0	142,1	143,4	99,09	44,7	17,32
BA	20-45	8,1	126,1	7,7	2,7	0,2	0	136,7	145,9	93,69	48,3	16,60
Bi1	45-75	7,8	107,8	13,4	1,5	0,1	0	122,8	133,7	91,85	51,8	10,49
Bi2	75-130	7,7	119,6	9,1	1,0	0,1	0	128,9	137,1	94,02	48,3	6,06
Bi3	130-150	7,8	133,3	9,2	0,9	0,2	0	143,6	152,8	93,98	51,8	4,94
BC	150-200	8,2	145,1	4,9	0,2	1,4	0	151,6	153,3	98,89	48,3	4,58
P2 - Cambissolo Tb eutrófico Podzólico textura média/argilosa												
Ap	0-25	8,0	50,0	8,8	0,2	0,5	0	59,5	60,5	98,35	37,5	19,91
AB	25-35	7,8	46,1	8,4	0,2	0,1	0	54,8	62,1	88,24	33,7	13,67
Bi1	35-65	7,9	53,9	10,4	0,6	0,1	0	65,0	77,2	84,20	35,8	9,15
Bi2	65-120	7,7	68,4	9,6	1,1	0,2	0	79,3	87,9	90,22	35,8	5,65
Bi3	120-135	7,1	55,3	9,8	4,2	0,4	0	69,7	86,9	87,18	44,7	5,60
P3 - Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa												
Ap	0-5	8,1	314,9	12,0	1,9	0,8	0	329,6	333,9	98,71	46,5	29,99
AB	5-15	8,3	308,2	5,7	0,6	0,9	0	315,4	318,4	99,06	55,4	22,77
Bi1	15-45	8,3	302,9	4,9	0,6	1,0	0	309,4	312,0	99,17	55,4	13,72
Bi2	45-90	8,2	278,4	3,0	0,3	1,3	0	283,0	286,0	98,85	51,8	10,53
P4 - Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa												
Ap	0-15	7,6	307,3	25,1	4,0	1,2	0	337,6	338,8	99,65	51,8	21,11
AB	15-25	8,1	336,9	12,9	2,5	1,1	0	353,4	354,4	99,72	41,1	21,18
Bi1	25-45	8,2	354,9	4,8	1,9	1,0	0	362,6	363,6	99,76	46,5	18,89
Bi2	45-90	8,2	321,1	5,0	0,5	1,3	0	327,9	328,9	99,70	46,5	15,89
P5 - Cambissolo Ta eutrófico textura muito argilosa												
Ap	0-15	7,5	239,1	8,9	3,5	0,6	0	252,1	253,1	99,60	45,6	22,48
AB	15-30	8,3	246,2	11,5	1,3	0,6	0	259,6	260,6	99,62	51,8	15,01
Bi1	30-65	8,1	249,0	6,9	1,3	0,7	0	257,9	258,9	99,61	50,1	11,08
Bi2	65-75	8,3	250,0	8,7	1,3	1,2	0	260,2	261,2	99,62	42,9	11,05
P6 - Cambissolo Ta eutrófico textura argilosa												
A	0-10	7,3	250,5	9,0	8,0	0,9	0	268,4	276,7	97,00	44,7	78,45
AB	10-30	7,8	163,2	3,8	2,0	0,4	0	169,4	176,0	96,25	57,2	16,06
Bi1	30-50	7,9	146,2	19,2	1,0	0,4	0	166,8	168,5	98,99	51,8	11,55
Bi2	50-90	8,1	162,2	12,1	0,9	0,6	0	175,8	176,8	99,43	55,4	7,22
Bi3	90-130	8,0	169,0	14,4	1,0	0,6	0	185,0	188,3	98,25	53,6	7,87
BC	130-160	8,4	182,1	5,8	0,4	1,4	0	189,7	190,7	99,48	44,7	7,43

irregulares, cavidades e fissuras interconectadas (craze plane). Alguns vazios, principalmente na parte superior do horizonte B, apresentam-se preenchidos por material esbranquiçado.

Como feições pedológicas, observou-se a presença de concentrações ferruginosas do tipo nódulos e raras concentrações na base do horizonte. Perceberam-se, também, concentrações de material plásmico branco leitoso, algumas vezes levemente amarelado ou avermelhado, identificado como sílica secundária.

As "bolas coesas" foram isoladas e estudadas separadamente. O fundo matricial se apresenta, à pequena magnitude de observação, como se fosse apedal, com raros poros, porfirosquélica com estrutura plásmica argilasépica, fracamente esquelvosépica; a coloração passa a bruno-avermelhada-escura, ou seja, um pouco mais escura

que a matriz do solo. À grande magnitude de observação, nota-se que o material plásmico encontra-se organizado em micropedes de tamanhos pequenos, com arestas serrilhadas (ou flageladas), apresentando, ainda, deformações possivelmente devidas à perda de materiais. Essa organização lembra a estrutura de uma colméia de abelhas. Observam-se, ainda, lineamentos irregulares de coloração esbranquiçada, interpretados como sílica secundária microcristalizada, preenchendo os vazios e associados às borbas das microestruturas. Considerando que, no material parental (rocha alterada), o início da organização do plasma ocorre pela formação de micropedes que não revelam aspectos de degradação e que, com a maturação pedológica, estes evidenciam as feições de degradação anteriormente descritas, fica claro que

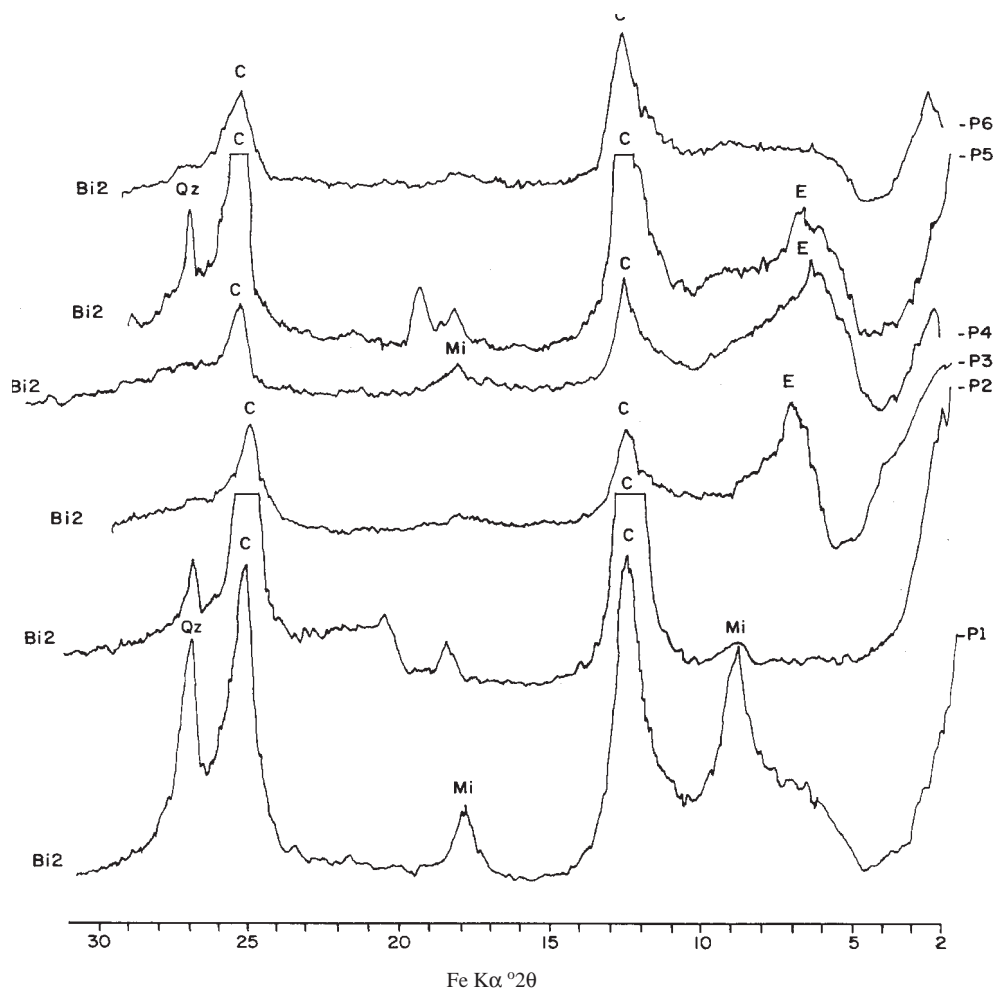


Figura 2. Difratoograma de raio-X da fração argila, analisada em estado natural, de horizontes diagnósticos dos perfis P1, P2, P3, P4, P5 e P6. C: caulinita; Mi: mica; Qz: quartzo; E: esmectita.

ocorrem nos perfis P₁ e P₂ processos e agentes degradativos que vêm contribuindo com a desorganização estrutural dessas coberturas pedológicas.

Fracionamento e caracterização da matéria orgânica

Observou-se pequena quantidade de matéria orgânica leve em razão da elevada taxa de humificação (Figura 3), possivelmente decorrente da favorável reação dos solos à atividade dos microrganismos e ao processo de humificação dos produtos orgânicos (Duchaufour, 1977). Exceto no P₆, nenhum dos solos estudados mostrou quantidade elevada de matéria orgânica, notadamente no horizonte A (0-10 cm) (Quadro 3).

De modo geral, constatou-se uma diminuição da fração fúlvica em profundidade nos solos estudados (Figura 3), podendo tal fato estar relacionado com os elevados teores em cálcio e com a transformação

imediate dos hidrossolúveis precursores, desfavorecendo a sua migração. Segundo Jacquín et al. (1980), o cálcio (elemento químico predominante, principalmente nos perfis P₃, P₄, P₅ e P₆) provoca uma precipitação precoce dos ácidos fúlvicos, e esta precipitação é seguida por uma polimerização provocada pela ação do ferro, favorecendo a formação de substâncias húmicas mais polimerizadas.

Os resultados obtidos com o fracionamento do húmus (Figura 3) revelaram que as diferentes frações variam umas em relação às outras. Comparando os teores de matéria orgânica entre os solos sob cultivo e o solo sob vegetação natural, observam-se, nos primeiros centímetros dos solos sob cultivo, teores orgânicos mais baixos. Acredita-se que esta menor quantidade esteja relacionada com a degradação da cobertura vegetal (desmatamentos), uma vez que esses solos estão sob a influência dos mesmos fatores climáticos (temperatura e precipitação).

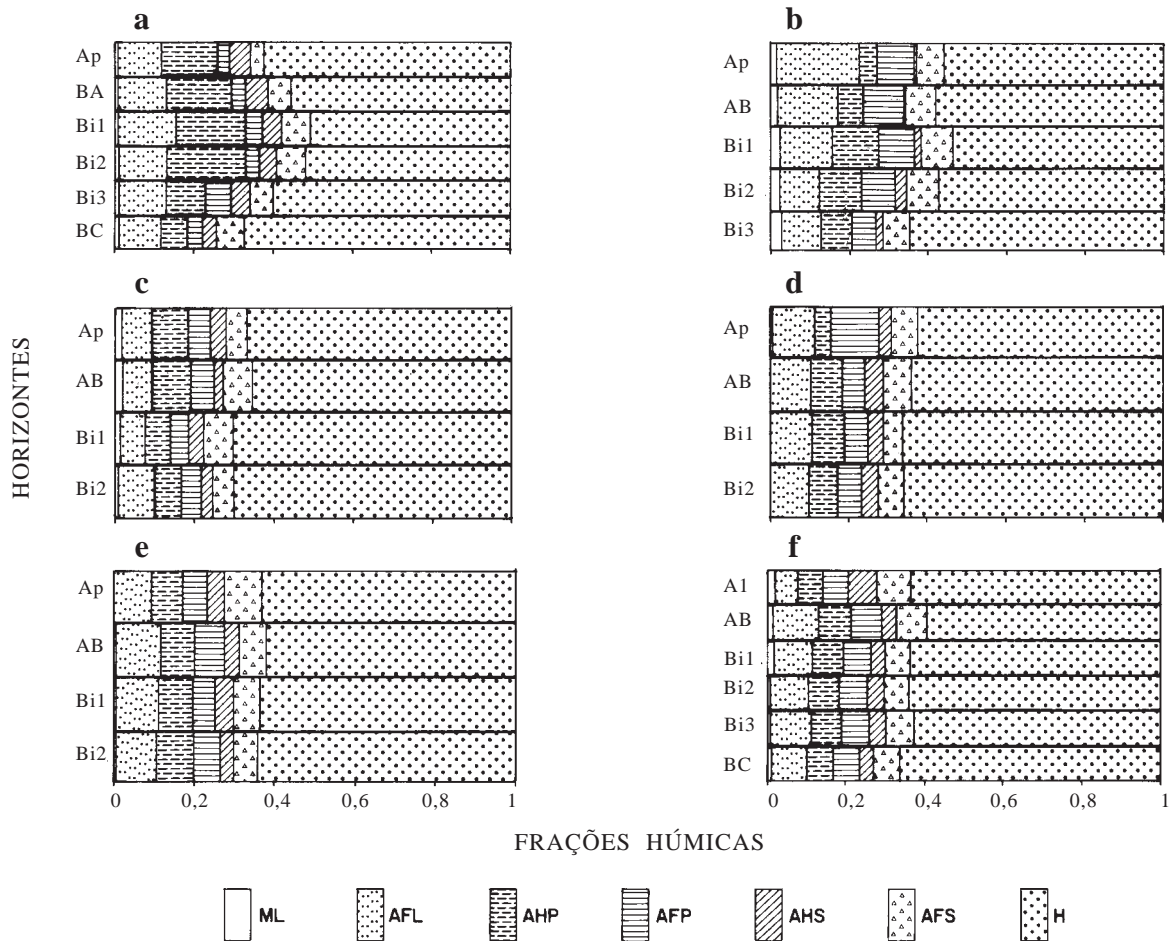


Figura 3. Frações do húmus em percentagem relativa do carbono total no a) P1, b) P2, c) P3, d) P4, e) P5, f) P6. ML: matéria orgânica leve; AFL: ácidos fúlvicos livres; AHP: ácidos húmicos piro; AFP: ácidos fúlvicos piro; AHS: ácidos húmicos soda; AFS: ácidos fúlvicos soda; H: humina.cto de sílica (amorfa ou coloidal) em alguns poros e intercrescimento de grãos de quartzo.

No quadro 2, nota-se que os perfis P₃, P₄ e P₅ apresentam teores de cálcio muito elevados (mais de 80% do complexo sortivo). Por outro lado, os resultados do fracionamento da matéria orgânica revelaram que esses solos apresentam os menores teores em ácidos fúlvicos livres (valores relativos que variam de 6,4 a 11,02% do carbono total, ao contrário do P₁ e P₂, cujos valores variam de 10,21 a 20,92% do carbono total). É possível que esses baixos teores estejam sendo favorecidos pela presença de argila de atividade alta (montmorilonita), pois, quando presentes, condicionam a polimerização das pequenas moléculas orgânicas em substâncias húmicas altamente condensadas e pouco móveis (Volkoff, 1980; Volkoff & Cerri, 1981; Volkoff et al., 1984). Juntamente com a composição mineralógica, as condições do meio (reação do solo e complexo sortivo) devem estar contribuindo para diminuir os teores de ácidos fúlvicos livres nestes solos, visto que tais condições favorecem a mineralização e, ou, polimerização mais rápida dessa fração húmica, por

processos de descarboxilação biológica. Nesse caso, os ácidos fúlvicos presentes estão, possivelmente, integrados nos polímeros fenólicos, participando da cimentação dos agregados estáveis e insolúveis, que são perfeitamente resistentes a processos de degradação (Bruckert, 1970). Os maiores teores em ácidos fúlvicos livres foram constatados no perfil P₁ e principalmente no P₂. Esses solos têm a sua suite mineralógica dominada por monossilatos e alitos e apresentam os menores teores em cálcio entre os perfis estudados.

Das frações húmicas, a humina representa a maior parte do carbono nos solos estudados (> 50%). Acredita-se que ela seja constituída de humina de insolubilização e humina herdada (Duchaufour, 1977). Isto resulta da transformação moderada de alguns compostos insolúveis (lignina), os quais, segundo Duchaufour (1973), são estabilizados e protegidos contra a biodegradação, visto que, em região de clima contrastado, os compostos húmicos sofrem uma maturação e uma polimerização que lhes

rendem resistência aos processos de renovação (Volkoff et al., 1978). Boissezon (1973), citado por Santa-Isabel (1988), atribui esta estabilidade à insolubilização desta humina, possivelmente favorecida pelos óxidos de ferro.

As frações extraídas com o pirofosfato de sódio e hidróxido de sódio são quantitativamente as frações mais presentes nos solos estudados depois da humina. Apresentam teores elevados e, possivelmente, nos perfis P₃, P₄, P₅ e P₆, são formadas, em sua maioria, de ácidos húmicos cinzentos. N'Guyen Kha (1972) assinalou que, nos solos bem aprovisionados em cálcio, os complexos argilo-húmicos estáveis, à base de ácidos húmicos cinzentos "evoluídos", muito polimerizados e resistentes à atividade microbiana, podem ser encontrados. Por outro lado, no P₁ e P₂, devem existir também quantidades significativas de ácidos húmicos menos evoluídos (ácidos húmicos marrons), extraídos com o pirofosfato, e que, segundo Dabin (1981), são compostos orgânicos pouco polimerizados, pouco resistentes à biodegradação e devem originar-se do resultado da polimerização rápida dos compostos hidrossolúveis por oxidação enzimática (Audreux et al., 1970). Foi constatado também o predomínio da fração fúlvica "soda", que Dabin (1981) considera como ácidos precursores, pouco polimerizados, mais ativos e mais móveis que os ácidos fúlvicos "piro" (Figura 3).

A matéria orgânica dos perfis P₃, P₄, P₅ e P₆ diferencia-se da matéria orgânica dos perfis P₁ e P₂ por apresentar menor quantidade de ácidos fúlvicos livres e maior quantidade de humina, além de uma "matéria húmica total" constituída por compostos mais polimerizados.

Estudos realizados sobre a composição húmica de solos derivados de calcário (Duchaufour, 1970; Jacquín et al., 1980), que apresentam textura argilosa e complexo sortivo dominado pelo cálcio, revelam que a matéria orgânica encontrada nesses tipos de solos é composta, em sua maioria, por frações húmicas bem polimerizadas que mantêm estreita relação com os argilominerais, contribuindo, dessa maneira, com a estabilidade estrutural desses solos. Entretanto, conforme demonstram os dados do fracionamento da matéria húmica dos solos estudados, pode-se observar, no P₁ e P₂, a predominância dos ácidos fúlvicos (tanto os ácidos fúlvicos livres, como os ligados piro + soda) em todos os horizontes. Nos perfis P₃, P₄ e P₅, os ácidos fúlvicos piro + soda dominam em superfície, pois, em profundidade, os resultados revelam que estes são muito poucos ou mesmo apresentam teores iguais aos de ácidos húmicos.

No P₁, apesar de os teores dos ácidos fúlvicos piro + soda se apresentarem menores que os teores dos ácidos húmicos, os teores em ácidos fúlvicos livres, que também são ácidos pouco polimerizados e muito móveis, se comparados aos outros ácidos, são significativos, não podendo, assim, serem negligenciados.

Relações pedogenéticas

Os estudos de campo e as análises laboratoriais revelaram que os perfis P₁ e P₂ vêm sofrendo processos de degradação, que se evidenciam pela destruição das estruturas em superfície, pela presença de "bolas" coesas ("manchas nodulares", Ribeiro, 1982), em meio à massa do solo, e pelo aspecto corroído das bordas das microestruturas (degradação do sistema de micropedes) observadas por meio do estudo micromorfológico. Foi constatada, também, perda da fração argilosa nos horizontes superficiais desses solos (Quadro 2).

Diversos autores (Duchaufour & Lelong, 1967; Kotto Same et al., 1989/90; Schnitzer & Khan, 1972; Volkoff et al., 1984) admitem que a matéria orgânica, por meio de suas frações húmicas mais ácidas e pouco polimerizadas, é capaz de favorecer os processos de degradação de argilominerais, podendo, assim, ser responsável pela alteração da caulinita. Apesar de os solos estudados apresentarem reação neutra ou ligeiramente alcalina e, nessas condições, o pH não ser suficientemente ácido para provocar a hidrólise dos argilominerais, Schnitzer (1978) admitiu que, mesmo nessas condições, os ácidos fúlvicos e os ácidos húmicos menos polimerizados (ácidos húmicos marrons) podem atacar e degradar argilominerais para formar complexos metálicos solúveis e insolúveis.

Considerando os resultados do fracionamento do húmus, das análises granulométricas e das análises micromorfológicas, pode-se pensar numa possível participação da matéria orgânica, por meio de suas frações menos polimerizadas na desorganização da estrutura e destruição dos argilominerais nos perfis P₁ e P₂, principalmente no P₂. Essa destruição, liberando sílica e alumínio, poderia estar favorecendo a presença de gel silicoso, observado algumas vezes preenchendo os pequenos vazios dos horizontes subsuperficiais desses perfis, como no estudo micromorfológico, conforme admitiram Duchaufour & Lelong, (1967). Tal fenômeno poderia ser responsável pelo aumento da coesão do material e adensamento do horizonte subsuperficial.

A presença de sílica microcristalizada, preenchendo os espaços vazios e cimentando os microagregados, foi admitida por Ribeiro (1986) como um agente de grande influência na gênese de horizontes coesos em solos da região de Jequié (BA). Por revelarem os resultados do estudo micromorfológico dos perfis P₁ e P₂ a presença de material de coloração esbranquiçada, caracterizado como sílica microcristalizada, preenchendo os espaços vazios, não se pode deixar de pensar que a coesão observada na estrutura desses solos possa estar ligada também à presença da sílica, oriunda dos argilominerais degradados.

Nos perfis P₃, P₄, P₅, não foram constatadas evidências de degradação de estruturas em subsuperfície. Apenas nos horizontes superficiais, foi observada a destruição de agregados em consequência

do uso indiscriminado da motomecanização agrícola (uso de arados de discos e grade pesada em condição de solo muito seco). Como os resultados do fracionamento húmico revelaram que a matéria húmificada desses solos é mais polimerizada e mais estável que a dos perfis P₁ e P₂, pode-se admitir que esta matéria húmica apresenta todas as características de agente estabilizador da estrutura.

No caso dos perfis P₁ e P₂, é possível que outros fatores estejam contribuindo com os processos de degradação observados. Porém, estes fogem do objetivo deste estudo. Acredita-se que a perda da argila, a mobilização de certos elementos e a degradação da estrutura detectadas nestes solos estejam ligadas à sua matéria orgânica, principalmente à sua composição qualitativa (frações húmicas mais ácidas e mais agressivas).

CONCLUSÕES

Considerando o comportamento e a qualidade das substâncias húmicas dos perfis estudados, os sistemas de manejo inadequados e as feições macro e micromorfológicas observadas, concluiu-se que:

1. Nos perfis P₁ e P₂, a matéria orgânica é constituída por quantidades relativamente elevadas de compostos pouco polimerizados do tipo ácidos fúlvicos e ácidos húmicos marrons.

2. Nos perfis P₃, P₄, P₅, a matéria orgânica é mais polimerizada e mais estável, apresentando todas as características de agente estabilizador da estrutura.

3. Nos perfis P₁ e P₂, a perda da argila, a mobilização de certos elementos e a degradação da estrutura estão possivelmente ligadas à sua matéria húmica menos polimerizada e mais agressiva; ao uso indiscriminado da motomecanização agrícola e ao próprio envelhecimento da sua matéria orgânica.

4. A ação antrópica vem contribuindo para o desequilíbrio do processo de humificação da matéria orgânica e, nos perfis P₁ e P₂, talvez esta matéria orgânica, pela sua composição qualitativa, seja um dos fatores que contribuem para o desequilíbrio entre os processos de degradação e degradação do sistema, favorecendo, dessa forma, os processos de alteração e desorganização estrutural identificados nestas coberturas pedológicas.

LITERATURA CITADA

AUDREUX, F.; JACQUIN, F. & METCHER, M. Etude de la minéralisation et de l'humification biologique d'autolysats foliaires de juglans regia. *Comp. R. Hebd. Séanc. Acad. Sci., Ser. D*, 270:3017-3020, 1970.

BORGES, A.L. & KIEHL, J.C. Alteração da matéria orgânica de um Latossolo Amarelo álico de Cruz das Almas (BA), pelo cultivo com frutíferas perenes e mandioca. *R. Bras. Ci. Solo*, 20:313-318, 1996.

BRUCKERT, S. Influence des composés organiques solubles sur la pédogenèse en milieu acide. I. Étude in terrain. *Ann. Agron.*, 21:421-452, 1970.

CERRI, C.C.; FELLER, C. & CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. *Cah. ORSTOM, Ser. Pedol.*, 26:37-50, 1991.

CUNHA, T.J.F. Matéria orgânica de alguns solos de Irecê-BA: sua dinâmica e algumas relações pedogenéticas. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1992. 221p. (Tese de Mestrado)

DABIN, B. Étude d'une méthode de fractionnement des matières humiques du sol. *Science Sol*, 1:47-63, 1971.

DABIN, B. Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés. *Cah. ORSTOM, Ser. Pedol.*, 28:197-215, 1981.

DUCHAUFOR, Ph. Humification et écologie. *Cah. ORSTOM, Ser. Pedol.*, 18:379-390, 1970.

DUCHAUFOR, Ph. & LELONG, F. Entrainement ou destruction d'argile dans les horizons éluviaux de sols lessivés. *Comp. R. Hebd. Séanc. Acad. Sci., Ser. D*, 264:2884-2887, 1967.

DUCHAUFOR, Ph. Action des cations sur les processus d'humification. *Science Sol*, 3:151-161, 1973.

DUCHAUFOR, Ph. Pédogenèse et classification. In: DUCHAUFOR, Ph.; SOUCHIER, B., eds. *Pédologie*, Paris, 1977. v.1. 478 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 247p.

FLEXOR, J.M. Medida de radioatividade específica 14C/12C. Aplicação ao estudo do comportamento dinâmico do carbono no solo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972, 93p. (Tese de Doutorado)

FLEXOR, J.M. & VOLKOFF, B. Distribution d'isotope stable 13C dans la matière organique d'un sol ferrallitique de l'Etat de Bahia (Brésil). *Comp. R. Hebd. Séanc. Acad. Sci., Ser. D*, 284:1655-1657, 1977.

GODEFROY, J. & JACQUIN, F. Influence de la végétation sur l'humification d'un sol ferrallitique. *Cah. ORSTOM, Ser. Pedol.*, 23:279-298, 1975.

JACQUIN, F.; HAIDOUTI, C. & MULLER, J.C. Dynamique de la matière organique de sols carbonates cultivés. *Science Sol*, 1:27-36, 1980.

KONONOVA, M.M. Soil organic matter: it's role in soil formation and soil fertility. Londres, Pergamon, 1966. 544p.

KOTTO SAME, J.; BITON, D. & VOLKOFF, B. Matière organique et transformations structurales superficielles dans un sol ferrallitique rouge de la zone forestière du Cameroun. *Cah. ORSTOM, Ser. Pedol.*, 25:231-241, 1989/90.

- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2. ed. Campinas, SBSC/EMBRAPA-SNLCS, 1982. 45p.
- N'GUYEN KHA. Essai de caractérisation des complexes argilo-humiques de quelques types de sols en fonction des formes de liaison entre le fer et les composés organiques. *Science Sol*, 2:61-70, 1972.
- NASCIMENTO, E.J.; MOURA FILHO, W.; COSTA, L.M.; CRUZ, J.C. & REGAZZI, A.J. Dinâmica da matéria orgânica em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, fase cerrado, submetido a diferentes sistemas de manejo. *R. Ceres*, 38:513-521, 1991.
- PERRAUD, A. Métodos de análises utilizados nos laboratórios de pedologia do Instituto de Geociências da UFBA. Salvador, 1976. (Mimeografado)
- RIBEIRO, L.P. Ferralitização no nordeste semi-árido: os solos vermelhos de Jequié-BA. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1982. 306 p. (Tese de Doutorado)
- RIBEIRO, L.P. Silica em horizontes coesos de solos da Bahia. *R. Univer.*, 38:59-80, 1986.
- ROBERT, M. & TESSIER, D. Méthode de préparation des argiles des sols pour l'étude minéralogique. *Ann. Agron.*, 25:859-882, 1974.
- SANTA-ISABEL, L.M. Caracterização e algumas relações pedogenéticas da matéria orgânica de uma topossequência de solos em região de clima semi-árido de Itaberaba-BA. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 1988. 175 p. (Tese de Mestrado)
- SCHNITZER, M. & KHAN, S.U. Humic substances in the environment. New York, Dekker, 1972. 327p.
- SCHNITZER, M. Humic substances: chemistry and reation. In: SCHNITZER, M. & KHAN, S.U., eds. *Soil organic matter*. Amsterdam, Elsevier, 1978. p. 1-64. (Developments in Soil Science, 8)
- VOLKOFF, B. & ANDRADE, M.J. Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia: aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1976. Anais. Campinas, SBSC, 1976. p. 116-126.
- VOLKOFF, B. & CERRI, C.C. Húmus em solos da floresta amazônica na região do rio Madeira. *R. Bras. Ci. Solo*, 5:15-21, 1981.
- VOLKOFF, B. Comparação do húmus de um Solontchak., um Rendizina e um solo litólico da região semi-árida do Rio Grande do Norte. *R. Bras. Ci. Solo*, 4:49-56, 1980.
- VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. & MELFI, A.J. Húmus e mineralogia dos horizontes superficiais de três solos de campo de altitude dos Estados de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. *R. Bras. Ci. Solo*, 8:277-283, 1984.
- VOLKOFF, B.; FLEXOR, J.M.; SANTA-ISABEL, L.M. & SANTA-ISABEL, M. Natureza do húmus nos Latossolos distróficos da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*, 2:59-63, 1978.