

## **Caracterização dos Solos em Duas Toposseqüências sobre Diferentes Litologias em Áreas Altimontanas na Serra da Mantiqueira**



**República Federativa do Brasil**

*Luís Inácio Lula da Silva*

Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa*

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

Diretores Executivos

**Embrapa Solos**

*Doracy Pessoa Ramos*

Chefe Geral

*Maria Aparecida Sanches Guedes*

Chefe Adjunto de Administração

*Celso Vainer Manzatto*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2003

## *Documentos 57*

# **Caracterização dos Solos em Duas Toposseqüências sobre Diferentes Litologias em Áreas Altimontanas na Serra da Mantiqueira**

Vinícius de Melo Benites  
Tony Jarbas Ferreira Cunha  
Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz  
Alessandra Nasser Caiafa  
Felipe Nogueira Simas  
Eduardo de Sá Mendonça

Rio de Janeiro, RJ  
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)

**Supervisor editorial:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**Revisor de texto:** *André Luiz da Silva Lopes*

**Normalização bibliográfica:** *Cláudia Regina Delaia*

**Tratamento de ilustrações:** *Rafael Simões Bodas Fernandes*

**Editoração eletrônica:** *Rafael Simões Bodas Fernandes*

**1ª edição**

1ª impressão (2003): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

Caracterização dos solos em duas toposequências sobre diferentes litologias em áreas altimontanas na Serra da Mantiqueira / Vinicius de Melo Benites... *[et al.]*. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.  
31 p. - (Embrapa Solos. Documentos; nº 57)

ISSN 1517-2627

1. Solo - Classificação. 2. Solo – Classificação – Brasil - Serra da Mantiqueira. I. Benites, Vinicius de Melo. II. Cunha, Tony Jarbas Ferreira. III. Ferraz, Rodrigo Peçanha Demonte. IV. Caiafa, Alessandra Nasser. V. Simas, Felipe Nogueira. VI. Mendonça, Eduardo de Sá. VII. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). VI. Série.

---

CDD (21.ed.) 631.4

© Embrapa 2003

## **Autores**

### **Vinícius de Melo Benites**

DSc em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador III Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro - RJ. CEP: 22460-000. E-mail: [vinicius@cnps.embrapa.br](mailto:vinicius@cnps.embrapa.br)

### **Tony Jarbas Ferreira Cunha**

MSc em Pedologia, Pesquisador II Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico. Rio de Janeiro-RJ. CEP: 22460-000. E-mail: [tony@cnps.embrapa.br](mailto:tony@cnps.embrapa.br)

### **Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz**

MSc em Ciências do Solo, Pesquisador II Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico. Rio de Janeiro-RJ. CEP: 22460-000. E-mail: [rodrigo@cnps.embrapa.br](mailto:rodrigo@cnps.embrapa.br)

### **Alessandra Nasser Caiafa**

MSc em Botânica. Departamento de Botânica, Instituto de Biociências (IB), UNICAMP. Cidade Universitária Zeferino Vaz s/n Campinas, SP. Caixa Postal: 6109. CEP: 13083-970. E-mail: [ancaiafa@yahoo.com.br](mailto:ancaiafa@yahoo.com.br)

### **Felipe Nogueira Simas**

MSc em Solos e Nutrição de Plantas. Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H.Rolfs, s/nº, Campus Universitário. Viçosa, MG. CEP: 36.571-000. E-mail: [fsimass@yahoo.com.br](mailto:fsimass@yahoo.com.br)

### **Eduardo de Sá Mendonça**

PhD em Ciências do Solo, Professor Adjunto Depto Solos UFV Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H.Rolfs, s/nº, Campus Universitário. Viçosa, MG. CEP: 36571-000. E-mail: [esm@ufv.br](mailto:esm@ufv.br)

## Sumário

<b>Introdução</b> .....	7
<b>Material e Métodos</b> .....	8
<b>Resultados e Discussão</b> .....	10
Vegetação e o Ecossistema de Altitude .....	10
Morfologia e Física dos Solos .....	14
Características Químicas dos Solos .....	20
<b>Conclusões</b> .....	27
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	29

# Caracterização dos Solos em Duas Toposseqüências sobre Diferentes Litologias em Áreas Altimontanas na Serra da Mantiqueira

---

*Vinicius de Melo Benites*

*Tony Jarbas Ferreira Cunha*

*Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz*

*Alessandra Nasser Caiafa*

*Felipe Nogueira Simas*

*Eduardo de Sá Mendonça*

## Introdução

A Serra da Mantiqueira constitui um dos conjuntos montanhosos mais importantes da região Sudeste, abrigando remanescentes significativos do bioma Mata Atlântica. Localizada na interface entre os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, representa o grande divisor de águas das bacias do Paraíba do Sul e Paraná, responsáveis por grande parte do abastecimento das regiões Sul e Sudeste.

Em 1985, com o objetivo de proteger e preservar uma das principais cadeias montanhosas do país, os remanescentes de ecossistemas naturais da Mata Atlântica, a vida selvagem e elementos da cultura tradicional, criou-se a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira (Decreto nº 91.304), com uma área total de 445.000 ha (IBAMA, 2003). No entanto, passadas quase duas décadas, ainda não existem estudos suficientes, notadamente na área da pedologia, para embasar o planejamento ambiental da região.

Nas porções mais elevadas da serra, ocupando o topo da paisagem, ocorrem os Complexos Rupestres de Altitude que são ecossistemas de características singulares e que se diferem dos ecossistemas regionais predominantes pelas características dos solos, da flora e da fauna, apresentando alta biodiversidade e grande quantidade de organismos endêmicos (Benites *et al.*, 2003).

Os solos são em geral arenosos, ácidos, distróficos, com alto teor de alumínio trocável. As baixas temperaturas médias, aliadas à pobreza química do solo, causam o acúmulo de matéria orgânica. A presença de fragmentos de carvão e a alta melanização da matéria orgânica sugere a origem pirogênica destes compostos, o que está relacionado à sua alta estabilidade (Silva & Vidal-Torrado, 1999; Benites *et al.*, 2001).

Nestes ambientes altamente expostos à lixiviação, a ciclagem de nutrientes e a geração de cargas no solo pela fração orgânica constituem mecanismos indispensáveis para a sustentação da vegetação e para o controle da qualidade da água, além de participar ativamente dos processos pedogenéticos. Assim, apesar da sua inaptidão agrícola e por estarem em áreas de proteção ambiental, o conhecimento das características destes solos é de fundamental importância para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas de montanha e, por conseguinte, para subsidiar medidas de conservação destes ambientes.

## Material e Métodos

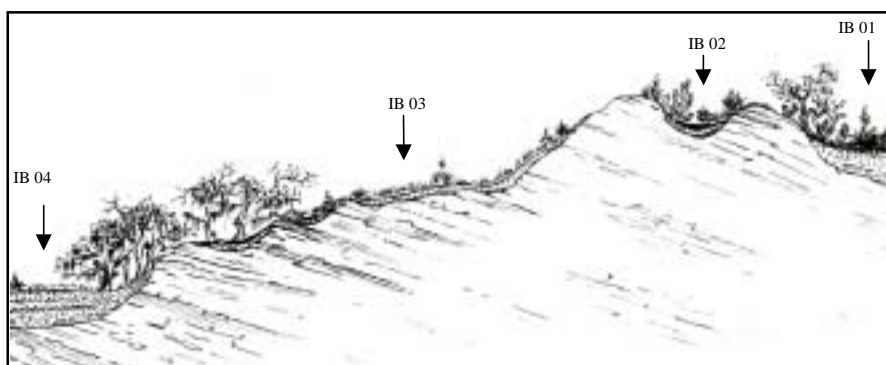
Foram estudados 12 perfis de solos em duas topossequências em áreas de preservação ambiental na Serra da Mantiqueira. A primeira topossequência, representada por 4 perfis de solo, está localizada no Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte, MG (Perfis IB). A litologia dominante é o quartzito (Figura 1). A segunda topossequência, constituída de 8 perfis de solos, está localizada na RPPN do Matutú, município de Aiuruoca, MG (Perfis MAT). A litologia dominante é o granito (Figura 2). As áreas foram visitadas em março de 2002, quando foram obtidas as amostras de solos e observados os aspectos gerais da vegetação.

Os perfis foram descritos e amostrados segundo as normas e definições constantes em Lemos & Santos (1996), onde foram definidos os horizontes diagnósticos identificados no campo e laboratório e, posteriormente classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Embrapa (1999).

As amostras secas ao ar foram destorroadas e peneiradas, obtendo-se a fração com diâmetro menor que 2 mm (TFSA). Após a secagem, nas amostras coletadas, efetuaram-se análises físicas (granulometria: areia, silte e argila; e argila dispersa em água) e químicas (cátions trocáveis – Ca, Mg, K, Na; acidez extraível –Al, H; pH em água; matéria orgânica). Foram obtidos índices: soma de bases (S) = Ca +

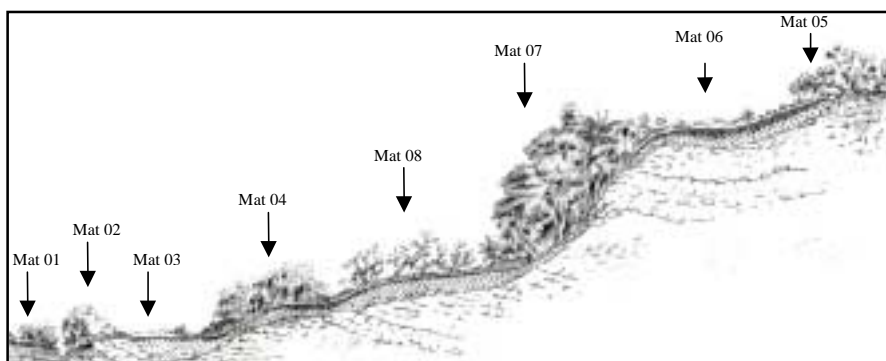


Mg + K + Na; capacidade de troca de catiônica (T) = S + Al + H; saturação por bases (V%) =  $100 \text{ S/T}$ ; saturação por alumínio M(%) =  $100 \text{ Al/(S + Al)}$ ; atividade de argila =  $100 \text{ T/\% argila}$ , em que  $T_a > \text{ou} = 27 \text{ cmol.kg}^{-1}$  e  $T_b < 27 \text{ cmol.kg}^{-1}$ , conforme indicado por Embrapa (1999).



Perfis: IB 01 e IB 04. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico; IB 02 NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura arenosa, IB 03. NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico.

**Fig. 01** - Corte esquemático (sem escala e com exagero vertical) da topossequência sobre quartzito, em Ibitipoca.



Perfis: MAT 01 - CAMBISSOLO HÚMICO Distroférico típico textura média; MAT 02 e MAT 03 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico; MAT 04 e MAT 06 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média; MAT 05 e MAT 07 - NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média; MAT 08 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média.

**Fig. 02** - Corte esquemático (sem escala e com exagero vertical) da topossequência sobre granito no Matutú.

## Resultados e Discussão

### Vegetação e o Ecossistema de Altitude

Barreto (1949), ao estudar a vegetação em áreas altimontanas da Mantiqueira, utilizou o termo “Campos Alpinos”, assim como Rizzini (1963), que propôs o termo “Campos Altimontanos”. Joly (1970) utiliza o termo introduzido por Magalhães (1966) “Campos Rupestres”, referindo-se exclusivamente às formações sobre quartzito. Em trabalho posterior, Rizzini (1979) melhor subdividiu estes biomas em “Campos Quartzíticos”, para áreas sobre quartzito como o Espinhaço, e os “Campos Altimontanos”, sobre rochas cristalinas diversas, como os ocorrentes nas Serras do Mar e da Mantiqueira. Da mesma forma, Ferri (1980) dividiu essa formação em “Campos Rupestres” e “Campos de Altitude”, e Eiten (1983), em “Campo Rupestre” e “Campo Montano”, para formações sobre quartzito e sobre granito, respectivamente. Veloso (1991) classificou tal formação como “Refúgios Vegetacionais ou Relíquias de Vegetação”, que segundo ele, são toda e qualquer vegetação floristicamente diferente do contexto geral da flora dominante.

No presente trabalho, utilizar-se-á o termo Complexos Rupestres de Altitude (CRA) por se considerar importante separar as áreas altimontanas de outros complexos rupestres como, por exemplo, os que ocorrem em ambiente costeiro, os que ocorrem associados à caatinga e aos “inselbergs” constituídos por rocha graníticas. Observa-se que devem ser separados os CRA sobre rochas ígneo-metamórficas (granito/gnaisses) daqueles sobre rocha quartzítica. Os CRA sobre rochas ígneas encontram-se na serra da Mantiqueira e na serra do Mar, dentro do domínio da Mata Atlântica (Foto 1). Na Mantiqueira predominam os granitos e os gnaisses, e rochas de grau metamórfico intermediário, como migmatitos. Ocorrem também algumas áreas de quartzito em menor escala, como no Ibitipoca, onde ocorre associado ao xisto (Dias, 2000). A fisionomia mais freqüentemente encontrada é a de platôs relativamente extensos, compostos por mosaicos de arbustos, especialmente espécies da família Asteraceae como *Baccharis*, *Vernonia*, vários representantes da tribo Eupatorieae, Melastomataceae como *Tibouchina* e *Leandra*, além de espécies da família Myrtaceae e pequenas árvores, como por exemplo, *Escallonia* (Convolvulaceae), *Weinmannia* (Cunoniaceae), *Rapanea* (Myrsinaceae), *Symplocos* (Styraceae), *Maytenus* (Celastraceae) e *Roupala* (Proteaceae), inseridos em uma matriz de touceiras de gramíneas (p. ex. *Cortaderia*, *Calamagrotis* e *Andropogon*) e bambus (*Chusquea* ssp.), com esparsas ervas e pteridófitas (Safford, 1999). Figuram ainda como elementos da paisagem extensões variáveis de rocha aflorada (Safford & Martinelli, 2000). A vegetação sobre os afloramentos é composta por espécies epilíticas, ou

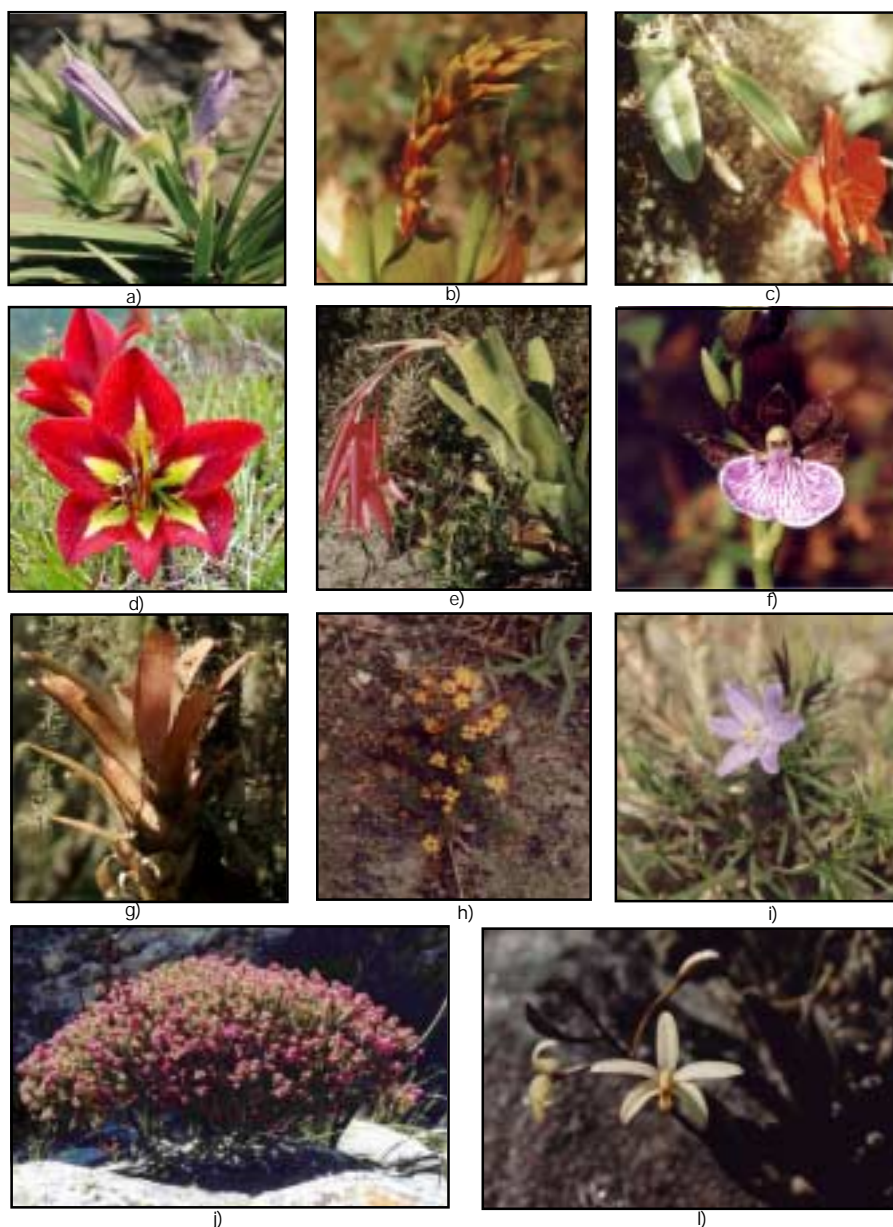
seja diretamente assentadas sobre a rocha nua, e espécies de *Cyperaceae* e *Velloziaceae* (Foto 2) tidas como formadoras de tapetes de monocotilêneas (Barthlott *et al.*, 1993). Essas espécies propiciam o suporte para os próximos passos sucessionais, principalmente por aumentar a heterogeneidade do ambiente em termos de disponibilidade de água e suporte mecânico (Meirelles, 1996). Ocupando secundariamente esses “tapetes”, encontram-se várias espécies geófitas e terófitas. As famílias sempre bem representadas são *Orchidaceae*, *Asteraceae*, *Bromeliaceae*, *Melastomataceae*, *Velloziaceae* e *Cyperaceae* (Foto 3) (Caiafa, 2002).



Foto 1 - Vista geral de complexo rupestre de altitude sobre granito (RPPN do Matutú).



Foto 2 - *Velloziaceas* sobre afloramento rochoso.



**Foto 3** - a) Velloziaceae; b) Bromeliaceae; c) *Sophronites coccinea* (Orchidaceae); d) *Hippeastrum ssp.* (Amaryllidaceae); e) Bromeliaceae; f) *Zigopetalum ssp.* (Orchidaceae); g) Bromeliaceae; h) *Cambessedesia ssp.* (Melastomataceae); i) *Vellozia ssp.* (Velloziaceae); j) *Microlicia ssp.* (Melastomataceae); k) *Laelia montana* (orchidaceae)

Os CRA sobre quartzito ocorrem em Ibitipoca (Foto 4). A vegetação dos CRA sobre quartzitos consiste basicamente em dois grandes grupos segundo Pereira (1994): os campos, onde são observados espécies herbáceas crescendo sobre solo areno pedregoso, com elevado número de indivíduos pertencentes às famílias Poaceae, Cyperaceae e Eriocaulaceae, além das Xyridaceae e algumas Velloziaceae. Ocupam extensas áreas da Serra do Cipó, Chapada Diamantina e na Serra da Canastra, onde muitas vezes rodeiam os afloramentos rochosos quartzíticos; os afloramentos rochosos, onde predominam os arbustos e subarbustos das famílias Velloziaceae, Asteraceae, Melastomataceae e algumas espécies de Poaceae, herbáceas com cerca de um metro de altura. Estes arbustos fixam suas raízes em fendas da rocha ou aglomeram-se em pequenas depressões dentro do próprio afloramento, onde pode haver maior deposição de areia, resultante da decomposição das rochas, e matéria orgânica. Em Ibitipoca ocorrem ambos os grupos reproduzindo uma versão miniaturizada das áreas do Espinhaço.



**Foto 4** - Vista geral de complexo rupestre de altitude sobre quartzito (PE do Ibitipoca).

## Morfologia e Física dos Solos

Em virtude das elevadas altitudes e do relevo movimentado, com muitos afloramentos rochosos, estas áreas apresentam um alto índice de erosão. Os perfis estudados apresentaram classes de profundidade variando de profundo (MAT01, MAT 02, MAT 03, MAT 04, IB 01, IB 04) a raso (MAT 07, IB 02, IB 03) e pouco profundo (MAT 05, MAT 06, MAT 08).

A estrutura dos solos da topossequência estudada na RPPN de Matutú (MAT) quanto à forma, variou de maciça, grão simples e blocos subangulares, com unidades estruturais pequenas a médias e graus de desenvolvimento variando de fraco/moderado a forte. Destaca-se que, na superfície da maioria dos solos, a estrutura em blocos subangulares, fracamente desenvolvidos, encontra-se associada a grãos simples. Quanto à cor, os horizontes superficiais de todos os perfis apresentam valor e croma baixos, caracterizados pela coloração escura destes horizontes (Fotos 5,6,7,8). Apenas no perfil MAT 04, foi observada coloração variegada nos horizontes subsuperficiais (Bi e C). As transições observadas nesses perfis (MAT) foram, na sua maioria, planas e graduais, apesar de em alguns horizontes terem sido registradas transições abruptas e claras (Tabela 1). Quanto à variabilidade da textura dos solos estudados nestas topossequências, observa-se que os Cambissolos e os Neossolos apresentaram texturas médias e arenosas, respectivamente (Tabela 2).

No campo, durante o estudo morfológico, foram observadas feições pedogenéticas relacionadas a processos de podzolização (Foto 9). Entretanto, com base nos critérios de classificação, a expressão dos atributos morfológicos observada não foi suficiente para enquadrar estes solos na classe dos Espodossolos.

Nos solos da topossequência de Ibitipoca (IB), Neossolos (Litólicos ou Quartzarênicos), a estrutura na maioria dos perfis se constituiu de grãos simples, exceto nos horizontes A1 e A2 do perfil IB 04, onde a estrutura se constituiu de blocos subangulares, pequenos, fracamente desenvolvidos. Nos perfis IB, a maior parte das transições entre horizontes foi caracterizada como ondulada e abrupta, excetuando-se no perfil IB02, onde foi encontrada uma transição plana e clara entre os horizontes A e Cr (Tabela 1). Em quase todos os solos estudados na topossequências de Ibitipoca a textura dominante foi a arenosa (Tabela 2).

De um modo geral, os atributos morfológicos observados são bastante característicos de solos pouco desenvolvidos cuja pedogênese se encontra

estritamente marcada pelo material de origem, rico em quartzo, sob ambiente e clima altimontano, dando origem a solos arenosos com horizontes superficiais escurecidos devido ao acúmulo de matéria orgânica.

**Tabela 1** - Características morfológicas dos perfis.

Horizonte	Profundidade cm	Cor úmida	Estrutura			Transição
			Grau	Tamanho	Forma	
MAT 01 - CAMBISSOLO Húmico Distroférico típico textura média						
A	0-29	2,5 Y 2,5/1	fraca a mod.	med. e peq.	bloc. subang	plana e gradual
AB	29-39	2,5 Y 3/1	mod.	peq.	bloc. subang	plana e clara
Bi	39-52	10 YR 4/4	mod.	med.	bloc. subang.	plana e gradual
C1	52-74	2,5 YR 5/6		maciça		plana e gradual
C2	74-116	2,5 Y 6/6		maciça		plana e gradual
C3	116-160*	2,5 Y 6/6		maciça		
MAT 02 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico						
A1	0-18	N 2/0	fraca.	peq.	bloc. subang	plana e difusa
A2	18-46	N 2/0	fraca a mod.	peq.	bloc. subang	plana e difusa
A3	46-86	2,5 Y 2,5/1	fraca a mod.	med. e peq.	bloc. subang.	plana e gradual
A/C	86-94	2,5 Y 2,5/1	fraca a mod.	med. e peq.	bloc. subang.	plana e abrupta
C	94-120+	2,5 Y 5/4		maciça		
MAT 03 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico						
A	0-24	N 2,5/0	forte	peq.	gran.	plana e abrupta
C	24-43	7,5 Y 6/1		grãos simples		plana e abrupta
2C1	43-56	7,5 Y 4/2		maciça		plana e abrupta
2C2	56-120*	7,5 Y 5/3		maciça		
MAT 04 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média						
A	0-17	10 YR 3/3	fraca a mod.	peq.	bloc. subang.	plana e difusa.
AB	17-29	10 YR 4/3	fraca a mod.	peq.	bloc. subang.	plana e gradual
BA	29-40	10 YR 5/6	fraca a mod.	peq.	bloc. subang.	plana e gradual
Bi	40-73	variegada <sup>(1)</sup>	fraca a mod.	peq.	bloc. subang.	plana e gradual
C	73-110*	variegada <sup>(2)</sup>	fraca	peq	bloc. subang.	
MAT 05 – NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média						
A	0-15	5 YR 2,5/1	forte	peq.	gran. e grumosa	plana e clara
AC	15-33	7,5 YR 2,5/2	fraca a mod.	peq.	bloc. subang.	plana e clara
Cr	33-50*	5 YR 6/6		maciça		
MAT 06 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média						
A1	0-10	10 YR 2,5/1	fraca	peq.	bloc. subang.	plana e difusa
A2	10-23	2,5 YR 2,5/1	fraca a mod.	med. e peq.	bloc. subang.	plana e gradual
AB	23-33	10 YR 4/2	fraca a mod.	med. e peq.	bloc. subang.	plana e gradual
Bi	33-51	10 YR 5/6	mod.	med. e peq.	bloc. subang.	plana e clara
Cr	51-80			maciça		
MAT 07 – NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média						
A	0-25	2,5 YR 2,5/1	mod.	peq.	gran.	abrupta
R	25*					
MAT 08 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média						
A	0-10	10 YR 3/3	fraca	peq.	bloc. subang.	plana e gradual
Bi	10-32	10 YR 4/4	fraca a mod.	méd. e peq.	bloc. subang.	plana e gradual
Cr	32-60+					

<sup>(1)</sup> 10 YR 6/8 e 2,5 YR 5/8; <sup>(2)</sup> 5 YR 5/6 e 10 YR 7/8;

**Nota:** mod.: moderada; peq.: pequena; bloc. subang: blocos subangulares;  
méd.: média; gran.: granular.



**Tabela 1** - Características morfológicas dos perfis (continuação).

Horiz.	Profundidade cm	Cor úmida	Estrutura			Transição
			Grau	Tamanho	Forma	
IB 01 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico léptico						
A	0-10	7,5 Y5/2		grãos simples		ond. e abrupta
C1	10-19	7,5 Y 3/2		grãos simples		ond. e clara
C2	19-51	7,5 YR 3/1		grãos simples		ond. e abrupta
C3	51-115	7,5 YR 2,5/1		grãos simples		ond. e abrupta
IB 02 - NEOSSOLO LITÓLICO húmico típico textura arenosa						
A	0-20	10 YR 2,5/1		grãos simples		plana e clara
Cr	20-52	10 YR 3/1				
IB – 03 NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico						
A	0-23	10 YR 2,5/1		grãos simples		ond. e abrupta
IB 04 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico						
A1	0-25	10 YR 2,5/1	fraca	peq.	bloc. subang.	ond e difusa
A2	25-54	10 YR 2,5/1	fraca	peq.	bloc. subang.	ond e gradual
AC	54-80	10 YR 4/4		grãos simples		ond e clara
CA	80-90	10 YR 5/4		grãos simples		ond e abrupta
Cr	90-100+	5 YR 5/6		grãos simples		

**Nota:** mod.: moderada; peq.: pequena; bloc. subang: blocos subangulares; méd.: média; gran.: granular; ond.: ondulada.



Tabela 2 - Características físicas.

Horiz.	profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	AD <sup>(1)</sup>	Silte /argila	ds <sup>(2)</sup>	dp <sup>(3)</sup>	Pt <sup>(4)</sup>
cm		g kg <sup>-1</sup>								
MAT 01 - CAMBISSOLO Húmico Distroférrico típico textura média										
A	0-29	487	215	155	143	82	1,08	1,28	2,53	49
AB	29-39	465	240	112	183	41	0,61			
Bi	39-52	482	211	124	183	41	0,68			
C1	52-74	408	99	432	61	41	7,08			
C2	74-116	435	140	364	61	0	5,97			
C3	116-160 <sup>+</sup>	509	113	317	61	0	5,20			
MAT 02 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico										
A1	0-18	385	157	228	230	84	0,99	0,84	2,44	66
A2	18-46	365	186	219	230	0	0,95			
A3	46-86	486	159	127	228	0	0,56			
A/C	86-94	503	203	111	183	0	0,61			
C	94-120 <sup>+</sup>	602	201	118	61	0	1,93			
MAT 03 - NEOSSOLO LITÓLICO húmico típico textura arenosa										
A	0-24	540	373	47	40	0	1,17	1,45	2,56	43
C	24-43	665	280	15	40	0	0,37			
2C1	43-56	544	242	93	121	0	0,77			
2C2	56-120 <sup>+</sup>	393	176	229	202	0	1,13			
MAT 04 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média										
A	0-17	401	220	133	246	103	0,54	0,62	2,47	75
AB	17-29	381	245	109	265	122	0,41			
BA	29-40	398	244	74	284	81	0,26			
Bi	40-73	344	176	156	324	0	0,48			
C	73-110 <sup>+</sup>	323	200	255	222	0	1,15			
MAT 05 – NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média										
A	0-15	345	219	227	209	84	1,09	0,62	2,25	72
AC	15-33	423	218	154	205	82	0,75			
Cr	33-50 <sup>+</sup>	572	241	147	40	0	3,68			
MAT 06 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média										
A1	0-10	519	193	124	164	41	0,76	-	-	-
A2	10-23	477	228	132	163	41	0,81			
AB	23-33	428	194	133	245	41	0,54			
Bi	33-51	323	117	253	307	0	0,82			
Cr	51-81	375	145	296	184	82	1,61			
MAT 07– NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média										
A	0-25	443	190	161	206	41	0,78	-	-	-
R	25 <sup>+</sup>									
MAT 08 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média										
A	0-10	325	235	175	265	143	0,66	-	-	-
Bi	10-32	314	261	140	285	0	0,49			
Cr	32-60 <sup>+</sup>	495	175	209	121	0	1,73			

<sup>(1)</sup>Argila dispersa em água;<sup>(2)</sup>Densidade do solo;<sup>(3)</sup>Densidade de partículas;<sup>(4)</sup>Porosidade total.

Tabela 2 - Características físicas (continuação).

Horizonte	profundidade cm	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	AD <sup>(1)</sup>	Silte /argila	ds <sup>(2)</sup>	dp <sup>(3)</sup>	Pt <sup>(4)</sup>
IB 01 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico léptico										
A	0-10	844	84	12	60	40	0,20	...	...	...
C1	10-19	847	60	33	60	40	0,55	...	...	...
C2	19-51	925	14	1	60	40	0,02	...	...	...
C3	51-115	920	34	6	40	40	0,15	...	...	...
IB 02 - NEOSSOLO LITÓLICO húmico típico textura arenosa										
A	0-20	811	83	45	61	41	0,74	...	...	...
Cr	20-52	861	68	11	60	40	0,18	...	...	...
IB - 03 NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico										
A	0-23	714	172	53	61	40	0,87	...	...	...
IB 04 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico										
A1	0-25	701	135	103	61	40	34	...	...	...
A2	25-54	725	121	73	81	40	51	...	...	...
AC	54-80	479	111	309	101	81	20	...	...	...
CA	80-90	721	143	35	101	81	20	...	...	...
Cr	90-100	769	113	38	80	40	50	...	...	...

<sup>(1)</sup>Argila dispersa em água;<sup>(2)</sup>Densidade do solo;<sup>(3)</sup>Densidade de partículas;<sup>(4)</sup>Porosidade total.



**Foto 5** - Perfil IB1:  
NEOSSOLO  
QUARTZARÊNICO  
Órtico léptico.



**Foto 6** - Perfil MAT03:  
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO  
Órtico típico.



**Foto 7** - Perfil MAT01:  
CAMBISSOLO HÚMICO  
Distroférico típico textura  
média.



**Foto 8** - Perfil MAT06:  
CAMBISSOLO HÚMICO  
Distrófico típico textura média.

## Características Químicas dos Solos

Todos estes solos têm em comum a pobreza de nutrientes, elevados teores de alumínio trocável e a cor escura nos horizontes superficiais, causada pelo acúmulo de matéria orgânica (Tabela 3).

**Tabela 3** - Características químicas.

Horizonte	pH H2O	Ca	Mg	K	Na	SB(1)	Al	H+Al	CTC	V	Sat. Al.	P	C Org
-----cmol.kg <sup>-1</sup> -----										---%---	mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	
MAT 01 - CAMBISSOLO Húmico Distroférrico típico textura média													
A	4,3	0,2	0,08	0,02	0,3	4,0	18,7	19,0	2	93	1	24,5	
AB	4,6	0,1	0,04	0,01	0,1	3,4	18,7	12,4	1	97	1	14,9	
Bi	4,7	0,1	0,03	0,01	0,1	2,0	7,2	7,3	1	95	1	6,2	
C1	4,8	0,1	0,04	0,01	0,1	1,9	4,1	4,2	2	95	1	3,5	
C2	4,9	0,1	0,04	0,01	0,1	1,6	1,0	2,7	4	94	1	1,6	
C3	4,9	0,2	0,04	0,01	0,2	1,5	2,5	2,7	7	88	4	1,4	
MAT 02 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico													
A1	3,8	1,0	0,35	0,03	1,4	7,8	38,1	39,5	4	85	1	67,9	
A2	4,1	0,2	0,09	0,02	0,3	8,0	8,3	39,8	1	96	2	46,1	
A3	4,5	0,1	0,05	0,01	0,2	4,9	5,1	20,2	1	96	2	23,9	
A/C	4,6	0,1	0,04	0,01	0,1	2,8	2,9	9,6	1	97	1	10,7	
C	4,8	0,1	0,03	0,01	0,1	1,9	2,0	3,7	3	95	17	2,6	
MAT 03 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico													
A	4,2	0,1	0,03	0,01	0,1	1,3	6,6	6,7	1	93	2	12,6	
C	4,6	0,2	0,01	0,01	0	0,8	1,8	1,0	20	0	1	0,8	
2C1	4,4	0,1	0,01	0,01	0,1	2,0	6,6	6,7	1	95	10	4,1	
2C2	4,5	0,1	0,01	0,01	0,1	2,3	7,2	7,3	1	96	3	4,2	
MAT 04 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média													
A	3,9	0,2	0,20	0,02	0,4	3,8	21,2	21,6	2	90	3	37,4	
AB	4,3	0,2	0,06	0,01	0,3	2,0	10,8	11,1	3	87	1	16,1	
BA	4,6	0,2	0,04	0,01	0,2	1,4	5,7	5,9	3	87	1	8,5	
Bi	4,9	0,1	0,02	0,01	0,1	0,5	3,4	2,9	3	83	1	3,8	
C	5,1	0,1	0,01	0,01	0,1	0,1	1,5	1,6	6	50	1	1,4	
MAT 05 – NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média													
A	3,9	0,5	0,46	0,04	1,0	6,8	35,8	36,8	3	87	5	61,4	
AC	4,4	0,1	0,12	0,02	0,2	3,2	18,1	18,3	1	94	2	30,3	
Cr	5,4	0,1	0,01	0,01	0,1	0	1,0	1,1	9	0	1	1,4	
MAT 06 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média													
A1	4,5	0,3	0,16	0,02	0,5	3,0	16,4	16,9	3	86	3	37,3	
A2	4,5	0,2	0,07	0,01	0,3	2,5	14,1	14,4	2	89	2	21,6	
AB	4,7	0,1	0,04	0,01	0,1	2,1	9,3	9,4	1	95	1	12,4	
Bi	4,8	0,1	0,03	0,01	0,1	1,5	7,0	7,1	1	94	1	6,8	
Cr	4,9	0,1	0,03	0,01	0,1	2,4	7,6	7,7	1	96	1	4,9	
MAT 07 – NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média													
A	4,1	0,3	0,20	0,02	0,5	3,8	20,1	20,6	2	88	2	44,4	
MAT 08 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média													
A	4,7	0,3	0,11	0,01	0,4	1,9	10,1	10,5	4	83	2	24,7	
Bi	4,8	0,1	0,04	0,01	0,1	1,3	6,2	6,3	2	93	1	10,6	
Cr	5,3	0,2	0,02	0,01	0,2	0,2	1,3	1,5	13	50	1	2,4	

**Tabela 3** - Características químicas (continuação).

Horizonte	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Na	SB(1)	Al	H+Al	CTC	V	Sat. Al.	P	C Org
-----cmol.kg <sup>-1</sup> -----										----%----		mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
IB 01 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico léptico													
A	3,9	0,3	0,05	0,01	0,4	0,7	5,3	5,7	7	64	3	15,8	
C1	4,5	0,1	0,01	0,01	0,1	0,2	0,7	0,8	12	67	1	2,0	
C2	4,5	0,1	0,01	0,01	0,1	0,3	1,3	1,4	7	75	1	1,7	
C3	5,0	0,1	0,01	0,01	0,1	0	0,3	0,4	25	0	1	0,5	
IB 02 - NEOSSOLO LITÓLICO húmico típico textura arenosa													
A	4,1	0,7	0,05	0,01	0,8	1,3	7,4	8,2	10	62	3	27,8	
Cr	4,5	0,2	0,01	0,01	0,2	0,2	0,8	1,0	20	50	1	1,8	
IB 03 - NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico													
A	4,2	0,2	0,07	0,03	0,3	1,2	5,3	5,6	5	80	2	16,0	
IB 04 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico													
A1	4,7	0,2	0,09	0,03	0,3	1,3	6,7	7,0	4	81	2	11,2	
A2	4,8	0,1	0,02	0,01	0,1	1,1	6,1	6,2	2	92	1	9,5	
AC	4,9	0,1	0,01	0,01	0,1	0,6	3,0	3,1	3	86	1	4,0	
CA	5,0	0,1	0,01	0,01	0,1	0,5	3,0	3,1	3	83	1	3,0	
Cr	5,2	0,1	0,01	0,01	0,1	0,4	3,0	3,1	3	80	1	2,8	

A pobreza em nutrientes observada nestes solos é devida às elevadas perdas que o sistema sofre por lixiviação, uma vez observados o relevo movimentado, a pouca espessura do solum e a textura predominantemente arenosa (Tabela 2). Além disso, observa-se a pobreza do material de origem, especialmente nas áreas de quartzito. Os teores de fósforo são extremamente baixos, e considerando a ausência de entradas deste elemento no sistema, presume-se a existência de mecanismos fisiológicos e estratégias adaptativas para a convivência com esta limitação. Como exemplo de estratégia de sobrevivência à falta de nutrientes no solo, pode-se citar a presença comum de plantas insetívoras em Ibitipoca (Foto 9). A biomassa dos insetos é uma fonte expressiva de nutrientes (especialmente N e P) e deve representar uma porção significativa de todo o fósforo que entra no sistema.

Grande parte destes solos está submetida ao processo de ferrólise. Em virtude da superficialidade da rocha e das chuvas abundantes, alguns solos ficam encharcados durante período suficiente para que ocorra a redução do ferro, reação esta favorecida pela grande concentração de matéria orgânica (Schwertmann e Taylor, 1989). Uma vez reduzido, o  $\text{Fe}^{2+}$  satura o complexo de troca deslocando os demais nutrientes retidos, os quais são lixiviados do sistema (Brinkman, 1979). Este fato pode ser evidenciado pelos teores de Fe extraído pelo KCl que em muitos casos supera os teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  somados (Benites *et al.*, 2001). Quando a condição oxidante retorna, pelo ressecamento do solo, o  $\text{Fe}^{2+}$  oxida, precipitando-se na forma de ferridrita e outros oxi-hidróxidos de ferro de baixa cristalinidade, formando coberturas avermelhadas no contato entre o solo e a rocha, ou mesmo dentro do perfil (Foto 10). O alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) passa a ser o íon predominante no complexo de troca, especialmente ligado às cargas de origem orgânica.



Foto 9 - Planta insetívora (*Drosera sp.*) em Ibitipoca.



Foto 10 - Evidência de eluviação de ferro posteriormente precipitado por oxidação na forma de ferridrita (manchas avermelhadas sobre a rocha).

A intensa condição de lixiviação a qual estão expostos estes solos promove a remoção de sílica e acúmulo de óxidos de Al. É comum a observação de sílica na fração argila a qual é bastante solúvel. A relação Ki reflete os altos teores de sílica solúvel nos solos em Ibitipoca, com valores superiores a 6,0 (Tabela 4). Em um outro extremo, observa-se a presença de gibbsita nas camadas mais profundas dos solos sobre rochas ígneas (Matutú), com valores Ki inferiores a 0,4. Esses valores corroboram a idéia de que estes ambientes se encontram em fase de degradação natural, acelerada por efeito da ação do homem.

Nos solos sob mata, em áreas de rochas ígneas, encontram-se os maiores valores de  $Al^{3+}$ , provavelmente devido à complexação deste elemento por compostos orgânicos liberados na rizosfera, dada a grande quantidade de raízes finas encontradas nestes ambientes. Os solos sob campos, especialmente sobre quartzito, apresentam-se mais pobres em carbono e nutrientes, indicando um processo de degradação por lixiviação, aliado à pobreza natural do material de origem (Tabela 3). Devido às suas características, os solos sob campos em áreas de rochas ígneas parecem ser uma feição degradada dos solo sob mata, uma vez que a vegetação florestal tem um importante papel desta nos processos de ciclagem e manutenção da qualidade do solo. Estes resultados sugerem que a cobertura florestal destas áreas era maior no passado. Esta idéia pode ser suportada pela grande quantidade de carvão encontrada na massa do solo sob vegetação herbácea atual, e às características da matéria orgânica do solo (Benites, 2002).

A maior parte da matéria orgânica encontrada nos solos sob CRA ocorre na forma humificada, sendo os ácidos húmicos, a fração húmica predominante. Os teores de ácidos fúlvicos são superiores aos encontrados em outros solos tropicais (Volkoff & Cerri, 1980; Volkoff *et al.*, 1984; Oliveira, 1999; Benites *et al.*, 2001), indicando uma grande mobilidade da matéria orgânica nestes sistemas. A relação entre as frações húmicas extraídas pela solução alcalina e a humina (relação EA/H) indica o predomínio de compostos orgânicos de menor peso molecular (Benites *et al.*, 2001). Em virtude da textura predominantemente arenosa e da baixa atividade das argilas presentes nestes solos, a matéria orgânica exerce um importante papel na geração de cargas, contribuindo para a CTC do solo. As formas humificadas da matéria orgânica apresentam uma elevada quantidade de grupos funcionais por unidade de carbono. As formas menos solúveis (ácidos húmicos e huminas) garantem a manutenção dos nutrientes nas camadas superficiais do solo.

Durante o período chuvoso, quando se observa excesso hídrico, complexos organo-metálicos são iluviados do solo e carregados pelas águas formando os rios de águas pretas, principalmente nas áreas de solos derivados de rochas quartzíticas (Ibitipoca). Como resultado da iluviação de matéria orgânica associada a metais como o Fe e o Al, o que caracteriza o processo de podzolização, são formadas camadas subsuperficiais enriquecidas em carbono e em óxidos amorfos de Al e Fe (Foto 11), ocorrendo por vezes formação de Espodossolos (Benites, 2002). Os solos desenvolvidos sobre rochas ígneas apresentam teores de silte e argila ligeiramente superiores aos solos desenvolvidos sobre quartzito. No Matutú, embora ocorra a formação de matéria orgânica solúvel pela decomposição de resíduos vegetais, grande parte deste material é retido pela matriz argilosa permanecendo protegido no solo. Observa-se que apesar de serem solos arenosos, a pouca argila presente tem um importante papel no efeito filtrante do solo e favorecendo a manutenção da pouca fertilidade do solo, ao contrário do que ocorre nas áreas sobre quartzito.



**Foto 11** – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO em Ibitipoca, apresentando processo inicial de podzolização. (perfil não coletado)



**Tabela 4** - Análises químicas: ataque sulfúrico e relações moleculares.

Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Ki	Kr
----- % -----						
MAT 01 - CAMBISSOLO Húmico Distroférico típico textura média						
A1	50	54	8	5,7	1,57	1,44
AB	58	59	20	6,7	1,67	1,37
Bi	76	72	30	7,2	1,79	1,42
C1	120	116	33	7,3	1,76	1,49
C2	121	115	32	7,1	1,79	1,52
C3	77	79	36	8,2	1,66	1,28
MAT 02 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico						
A1	77	61	12	9,2	2,15	1,91
A2	81	92	11	11,9	1,50	1,39
A3	70	68	10	9,0	1,75	1,60
A/C	62	64	19	7,5	1,65	1,38
C	69	70	41	6,1	1,68	1,22
MAT 03 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico						
A1	16	1	1	1,6	27,20	16,59
C	8	2	1	1,1	6,80	5,15
2C1	51	41	3	6,0	2,11	2,02
2C2	125	142	9	8,3	1,50	1,44
MAT 04 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média						
A	55	84	33	6,2	1,11	0,89
AB	60	98	40	7,0	1,04	0,83
BA	63	104	47	7,3	1,03	0,80
Bi	81	162	79	9,5	0,85	0,65
C	70	193	99	9,6	0,62	0,46
MAT 05 - NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média						
A1	48	74	45	12,5	1010	0,79
AC	41	78	64	12,9	0,89	0,59
Cr	19	105	58	10,6	0,31	0,23
MAT 06 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média						
A1	45	41	11	4,5	1,87	1,59
A2	48	54	18	5,1	1,51	1,25
AB	59	100	56	6,1	1,00	0,74
Bi	64	150	96	6,7	0,73	0,51
CR	74	146	86	7,6	0,86	0,63
MAT 07 - NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média						
A	54	68	39	12,3	1,35	0,99
MAT 08 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média						
A	63	105	60	14,9	1,02	0,75
Bi	72	126	67	17,1	0,97	0,72
Cr	47	130	74	12,2	0,61	0,45

**Tabela 4** - Análises químicas: ataque sulfúrico e relações moleculares.  
(continuação)

Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Ki	Kr
----- % -----						
IB 01 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico léptico						
A	10	3	1	1,0	5,67	4,67
C1	7	3	1	0,5	3,97	3,27
C2	8	3	1	0,3	4,53	3,74
C3	6	3	1	0,3	3,40	2,80
IB 02 - NEOSSOLO LITÓLICO húmico típico textura arenosa						
A	11	2	1	0,4	9,35	7,08
C	8	2	1	0,2	6,80	5,15
IB 03 - NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico						
A	16	4	2	0,6	6,80	5,15
IB 04 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico						
A1	30	23	4	0,8	2,22	2,00
A2	33	29	5	0,9	1,93	1,74
AC	37	35	6	1,1	1,80	1,62
CA	36	34	9	1,1	1,80	1,54
Cr	38	33	11	1,1	1,96	1,61

## Conclusões

As principais diferenças encontradas entre os solos de CRA estão relacionadas às diferentes litologias, sendo que os solos desenvolvidos sobre quartzito são em média mais pobres em carbono e nutrientes, mostrando feições de maior degradação que indicam uma maior fragilidade destes biomas.

Os solos apresentam características que indicam processos de degradação química, sugerindo a existência de cobertura vegetal de maior porte nestas áreas no passado e a ocorrência de um processo natural de degradação sob as condições climáticas atuais.

A matéria orgânica apresenta um papel fundamental na manutenção da pouca fertilidade que ainda resta nestes sistemas, sendo sua conservação de primordial importância para a preservação destes ambientes.

Em virtude da pobreza nutricional e dos elevados teores de  $Al^{3+}$  destes solos, os organismos adaptados morfológica e fisiologicamente a estes ambientes apresentam grande potencial de exploração, como banco genético, em processos de melhoramento de plantas.

## Agradecimentos

Agradecemos à Coordenadoria de Proteção a Vida Silvestre do IEF-MG, pela autorização para a coleta de solos no Parque Estadual do Ibitipoca, e à direção da RPPN do Matutú pela autorização para as coletas e pelo apoio de campo na reserva do Matutú. Esperamos que de alguma forma as informações contidas neste trabalho possam contribuir para a conservação destas áreas de extrema beleza e cuja preservação é o objetivo maior de todos os pesquisadores envolvidos neste projeto.

## Referências Bibliográficas

BARTHLOTT, W.; GRÖGER, A.; POREMBSKI, S. Some remarks on the vegetation of tropical inselberg: diversity and ecological differentiation. **Biogeographica**, London, v. 69, n.3, p. 105-124, 1993.

BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. R. G.; MENDONÇA, E. S.; MARTIN NETO, L. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p. 661-674, 2001.

BENITES, V. M. **Caracterização de solos e de substâncias húmicas em áreas de vegetação rupestre de altitude**. 2002. 71 p. Dissertação – (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BENITES, V. M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. DE S.; SCHAEFER, C. E. R. G.; KER, J. C. Solos e vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, 2003 (no prelo).

BRINKMAN, R. Ferrollysis, a soil-forming process in hydromorphic conditions. **Agricultural Research Report**, Wageningen, v. 887, 1979. 35p.

CAIAFA, A. N. **Composição florística e estrutura da vegetação sobre um afloramento rochoso no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, MG**. 2002. 51p. Dissertação – (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DIAS, H. T. **Caracterização de pedoambientes no Parque Estadual do Ibitipoca**. 2000. 121p. Dissertação- (Doutorado em Solos e nutrição de plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1983. 305 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação / Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FERRI, M. G. **Vegetação brasileira**. São Paulo: Ed. USP, 1980. 157p.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br> - Acesso em: 10 de fev. 2003.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Ed. Univ. de São Paulo e Polígono, 1970. 165 p.

LEMO, R.C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83 p.

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.38, p. 59 – 70, 1966.

MEIRELLES, S. T. **Estrutura da comunidade e características funcionais dos componentes da vegetação de um afloramento rochoso em Atibaia – SP**. 1996. 270p. Dissertação – (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

OLIVEIRA, C.V. **Atributos químicos, mineralógicos e micromorfológicos, gênese e uso de solos do projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais**. 1999. 161p. Dissertação - (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEREIRA, M. C. A.. **Estrutura das comunidades vegetais de afloramentos rochosos dos campos rupestres do Parque Nacional da Serra do Cipó, MG**. 1994. 163p. Dissertação - (Mestrado em Ecologia)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**.. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1979. v.2; 374p.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. Separata de: **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 1 -35, 1963.

SAFFORD, H. D.; MARTINELLI, G. Southeast Brazil. In: INSELBERGS: biotic diversity of isolated rock outcrops in Tropical and Temperate regions. Berlin: Springer, 2000. p. 339 - 389.

SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos I: an introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, Amsterdam, v.26, p. 693 - 712, 1999.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron oxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Ed.). **Minerals in soils environments**. Madison: SSSA, 1989. p.1051-1088.

SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. Gênese dos Latossolos Húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 329-341, 1999.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123p.

VOLKOFF, B., CERRI, C. C., MELFI, A. J. Húmus e mineralogia dos horizontes superficiais de três solos de campos de altitude dos estados de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p. 277-283, 1984.

VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Comparação de húmus de um Solonchak, uma Rendzina e um Litólico da região semi-árida do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, p.49-56, 1980.