



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

FIGUEIREDO, M. A.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FABRIS, J. D.; LOUTFI, I. S.; CARVALHO, A. P.
ALTERAÇÃO SUPERFICIAL E PEDOGEOMORFOLOGIA NO SUL DO COMPLEXO BAÇÃO -
QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 28, núm. 4, julio-agosto, 2004, pp. 713-729
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214040012>

- ▶ 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

ALTERAÇÃO SUPERFICIAL E PEDOGEOMORFOLOGIA NO SUL DO COMPLEXO BAÇÃO – QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)⁽¹⁾

**M. A. FIGUEIREDO⁽²⁾, A. F. D. C. VARAJÃO⁽²⁾, J. D. FABRIS⁽³⁾,
I. S. LOUTFI⁽²⁾ & A. P. CARVALHO⁽²⁾**

RESUMO

Alguns aspectos dos processos de alteração superficial e seus reflexos na pedogeomorfologia Quaternária na sub-bacia do alto Ribeirão Maracujá, no Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, MG, são aqui caracterizados. São investigados caracteres relativos à dinâmica evolutiva de três vertentes (topossequências 1, 2 e 3), situadas sobre gnaisses, mas com graus de erodibilidade diferenciados. Nos segmentos de alta vertente das topossequências 1 e 2, os perfis de solos são pouco desenvolvidos e autóctones. Na toposequência 3, no mesmo segmento, ocorre um Latossolo com feições de aloctonia. Nos segmentos de meia vertente, das três topossequências ocorrem perfis latossólicos espessos, desenvolvidos a partir de sedimentos coluviais provindos da alta vertente. Nos segmentos de baixa vertente, há ruptura nos processos de transporte e deposição dos sedimentos, sendo o perfil de solo da toposequência 2 um Latossolo Câmbico autóctone e, nas topossequências 1 e 3, perfis desenvolvidos a partir de materiais alúvio-coluviais depositados sobre o saprolito gnássico. Apesar de a dinâmica evolutiva das três vertentes corroborar os modelos geomorfológicos tropicais até o segmento de meia vertente, a jusante, a ruptura do coluvionamento na baixa vertente evidencia um recente desequilíbrio morfodinâmico. Além disso, as evidências micromorfológicas e mineralógicas não sinalizam correlação com susceptibilidade erosiva diferenciada verificada na área.

Termos de indexação: intemperismo, micromorfologia, solos gnássicos.

⁽¹⁾ Trabalho referente à parte da Tese de Doutorado em Geociências do primeiro autor, em desenvolvimento no Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Recebido para publicação em outubro de 2002 e aprovado em abril de 2004.

⁽²⁾ Professora Adjunta e Bolsistas de Iniciação Científica do Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Campus Morro do Cruzeiro, CEP 35400-000 Ouro Preto (MG). E-mail: m67f@yahoo.com.br; angelica@degeo.ufop.br

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Campus Pampulha, CEP 31270-901 Belo Horizonte (MG) E-mail: jdfabris@ufmg.br

SUMMARY: *SUPERFICIAL ALTERATION AND PEDOGEOMORPHOLOGY IN THE SOUTH OF THE BAÇÃO COMPLEX - QUADRILÁTERO FERRÍFERO - MG, BRAZIL*

This study defines some aspects of superficial alteration processes and their reflexes on the Quaternary pedogeomorphology in the sub-basin of the upper Maracujá River, in the Complexo Bação, ferriferous zone, State of Minas Gerais, Brazil. Characteristics related to the dynamic evolution of three gneiss-underlayered toposequences (1, 2, and 3) at different erosion stages were investigated. In the top slope segments of the toposequences 1 and 2 the soil profiles are little developed and present an in situ evolution. In toposequence 3, the soil profile of the same top slope segment is a well developed Oxisol with allochthonous features. Similarly, in the mid slope segments of the three toposequences, the soil profiles are thick, Latosolic, originated from the colluvial sediments that descended from the top slope. However, there is a rupture in the sediment transport and deposition process in the low slope segments. The soil profile of toposequence 2 is an autochthonous Cambic Oxisol, while the toposequences 1 and 3 profiles were developed from alluvial - colluvial materials deposited on the gneiss saprolite basement. Despite the fact that dynamic evolution of the top and mid slope segments of the three toposequences corroborate the tropical geomorphological models up to the mid slope segment, the rupture in colluvial deposition to the lower slope segments suggests a recent morphodynamic imbalance. Besides, the micromorphological and mineralogical features do not present any correlation with the differentiated erosive susceptibility verified in the area.

Index terms: weathering, micromorphology, gneiss soils.

INTRODUÇÃO

A evolução da paisagem de ambientes tropicais tem sido bem estudada, principalmente quanto ao intemperismo químico, fator preponderante nos processos de denudação geoquímica (Millot, 1983; Thomas, 1994a). Vários aspectos têm sido abordados e, entre eles, o estádio de desenvolvimento do solo como indicador de variações na dinâmica geomorfológica ao longo do tempo (Thomas, 1994a,b; Figueiredo, 1999; Figueiredo et al., 1999; Vidal-Torrado & Lepsch, 1999). O estádio de intemperismo dos solos está intimamente ligado a processos climáticos e, ou, tectônicos.

Do ponto de vista climático, os solos, quando expostos a ambientes úmidos (tropicais), são alvo de intenso intemperismo químico responsável pela rápida transformação dos minerais primários (Lucas & Chauvel, 1992; Macias & Chesworth, 1992). No entanto, mesmo em condições de intenso intemperismo químico, muitos solos de regiões úmidas tropicais ainda externam uma correlação mineralógica e morfológica direta com as características da rocha mãe (Macias & Chesworth, 1992).

Pelo lado tectônico, determinada região, ao ser submetida a soerguimentos cílicos, possibilita o encaixamento da rede de drenagem local, visto que, em busca de reequilíbrio com o nível de base regional, os cursos fluviais tendem a incidir verticalmente os vales (encaimento), desencadeando, por sua vez, um aumento no gradiente de declividade das vertentes. São geradas as condições para intensificação da erosão, sobretudo nos segmentos

de alta e média vertente. No segmento de baixa vertente, são provocados desequilibrios hidrológicos de subsuperfície, onde o nível da zona piezométrica também se rebaixa, em busca do equilíbrio com o perfil fluvial em mutação. A água, movimentando-se ao longo de planos de fraturas, concentrar-se-ia subsuperficialmente e desencadearia erosão linear acelerada (voçorocas).

Nesta perspectiva, haveria um rebaixamento generalizado na paisagem, com a retirada (erosão) de grande parte da massa dos horizontes superficiais. Com a proximidade do *front* de intemperismo em alguns segmentos de vertente, haveria um rejuvenescimento pedogenético, cujos horizontes B atuais manteriam características de parentesco com o substrato rochoso e, ou, saprolítico (autoctonia). Entretanto, não há dados suficientes que demonstrem, de maneira inquestionável, sua ocorrência na área de investigação deste trabalho.

No Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, particularmente na sua área sul, ocorrem vertentes com baixa declividade em cujo eixo desenvolvem-se solos de origem gnáissica (rocha predominante na área), com diferentes graus de alteração. As características mineralógicas desses solos foram estudadas apenas por Parzanese (1991), cujo trabalho objetivou a relação entre natureza pedológica e gênese de voçorocas na região.

Os solos da área em questão são considerados como Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (Cetec-MG, 1983), Latossolos Vermelho-Escuros e Cambissolos álicos (Radambrasil, 1983). Conforme Parzanese (1991), os Latossolos Vermelho-Amarelos são dominantes, indicando perfis bastante lixiviados.

Nos locais de relevo mais suave, predominam os Latossolos; nas zonas de interflúvios, ocorrem muitos Cambissolos com forte influência da rocha parental gnáissica. O solo é pouco espesso na alta vertente (lítolico/câmbico), espesso na meia (latossólico) e novamente pouco espesso na baixa vertente (latossólico/câmbico).

A correlação pedogeomorfológica entre solos alóctones e solos autóctones é de fundamental importância para a interpretação dos estádios de evolução dos perfis de intemperismo e das vertentes (Queiroz Neto, 2000). Sabe-se que com os ciclos de erosão e sedimentação verificados na região durante o Quaternário (Valadão & Silveira, 1992), os solos produzidos nas zonas de interflúvio foram transportados (gravitacionalmente ou através de erosão hídrica) e depositados em vários pontos da vertente. Nos solos pedologicamente evoluídos da região, Bacellar (2000) relata ter sido impossível determinar, com segurança, a gênese desses solos, se eluvial ou coluvial. Entretanto, o autor supracitado não se valeu da utilização de estudos micromorfológicos que, provavelmente, poderiam ajudar a elucidar tal indagação. Aspectos micromorfológicos, tais como: a organização do fundo matricial, as características texturais dos grãos esqueletais e as microfeições (Brewer, 1976; Eswaran & Stoops, 1979; Bullock et al., 1985; Castro, 1999; Sander, 2002), podem determinar a natureza do geomaterial investigado, inclusive quanto à sua susceptibilidade à erosão (Castro, 1999).

No intuito de contribuir para o entendimento da evolução recente dos solos da região em questão, faz-

se uma avaliação da alteração superficial e da pedogeomorfologia, a partir de estudos macromorfológicos e micromorfológicos, obtidos de análises mineralógicas, químicas e físicas dos materiais.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo localiza-se no sul do Complexo Baçao, entre os paralelos 20° 20' 00" e 20° 23' 16" S e os meridianos 43° 38' 32" e 43° 42' 16" W, abrangendo aproximadamente 38,4 km². O Complexo Baçao encontra-se no SSE do Quadrilátero Ferrífero - QF (Figura 1), no estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, e constitui o embasamento cristalino granito-gnáissico-migmatítico das unidades geológicas do Quadrilátero Ferrífero. Tal complexo é caracterizado como gnaisse Funil (Salaroli, 1999; Vilela, 1999) e tem como características básicas: composição global granodiorítica, com bandas tonalítica (bandas escuras) e granitoide rica em quartzo (bandas claras) (Salaroli, 1999; Vilela, 1999; Bacellar, 2000). Os minerais predominantes são o quartzo e os plagioclásios, que se alternam em faixas de enriquecimento, ora maior em quartzo, ora maior em plagioclásio. As bandas enriquecidas em quartzo (55 % em volume, conforme Salaroli, 1999), são, muitas vezes, resistentes ao encaixamento da drenagem e dissecação do relevo, mantendo-o em níveis de base locais (Bacellar, 2000).

A geomorfologia da área pode ser descrita como uma paisagem de colinas policonvexas de baixa

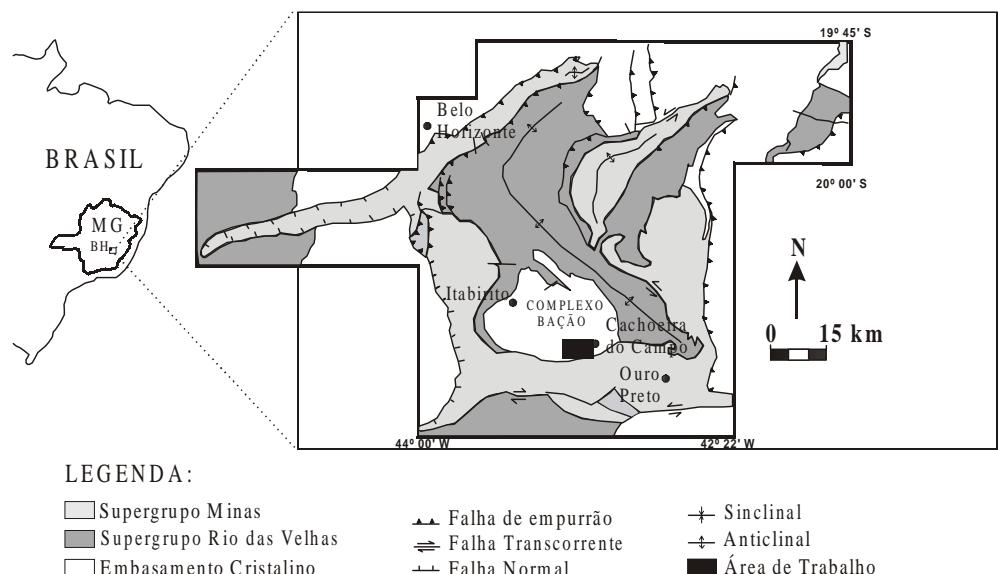


Figura 1. Esboço da Geologia do Quadrilátero Ferrífero com o Complexo Baçao e área de trabalho assinalados.

declividade quando no domínio gnáissico. Os regolitos são espessos, com saprolito profundo, demonstrando intensa atuação de intemperismo químico. A rede de drenagem desenvolve-se sob controle estrutural, com planícies fluviais de agradação sedimentar recentes (Bacellar, 2000). Os sedimentos acumulados nas planícies, cujo volume parece ser incompatível com a capacidade de transporte da rede de drenagem, são provenientes do grande número de voçorocamentos ocorrentes nas vertentes sob domínio gnáissico, evidenciando o processo de agradação. Os cursos fluviais têm profundidade mínima e continuam recebendo grande aporte de sedimentos arenoso-siltosos. Todos os vales fluviais têm fundo plano – considerando a grande acumulação de sedimentos - e o contato entre a planície fluvial e os segmentos de baixa vertente se dá de forma abrupta, em ruptura de declive.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir do levantamento de campo, precedido de interpretações em fotografias aéreas (escala 1: 25.000) e ortofotos (escala 1: 10.000), foram selecionadas três

vertentes para este estudo (Figura 2). A escolha está relacionada com a área não voçorocada (topossequência 1), área de voçorocamento ativo (topossequência 2), área de voçorocamento inativo (topossequência 3).

Objetivando estabelecer o grau de relacionamento evolutivo entre o substrato rochoso gnáissico e o perfil pedológico nas três vertentes analisadas, na toposequência 1, foram abertas quatro trincheiras nos segmentos de alta vertente, meia vertente superior, meia vertente inferior e baixa vertente (Figura 3a). Na toposequência 2, foram abertas três trincheiras, uma em cada segmento de vertente (Figura 3b). A toposequência 3 é caracterizada por quatro trincheiras (Figura 3c), seguindo a mesma técnica das vertentes anteriores. As trincheiras apresentaram profundidade média de 1,9 m e foram complementadas com tradagens em diferentes profundidades.

Nas trincheiras, os perfis foram descritos, utilizando-se técnica adaptada de Lemos & Santos (1996), e foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nos diferentes horizontes e suas transições. As análises granulométricas foram



Figura 2. Mapa planialtimétrico da área investigada com as três toposequências assinaladas.
Toposequência 1. VDB4 = alta vertente; VDB1 = meia vertente superior; VDB2 = meia vertente inferior; VDB3 = baixa vertente. Toposequência 2. VH2 = alta vertente; VH3 = meia vertente; VH4 = baixa vertente. Toposequência 3. VOVH1 = alta vertente; VOVH2 = meia vertente superior; VOVH3 = meia vertente inferior; VOVH4 = baixa vertente.

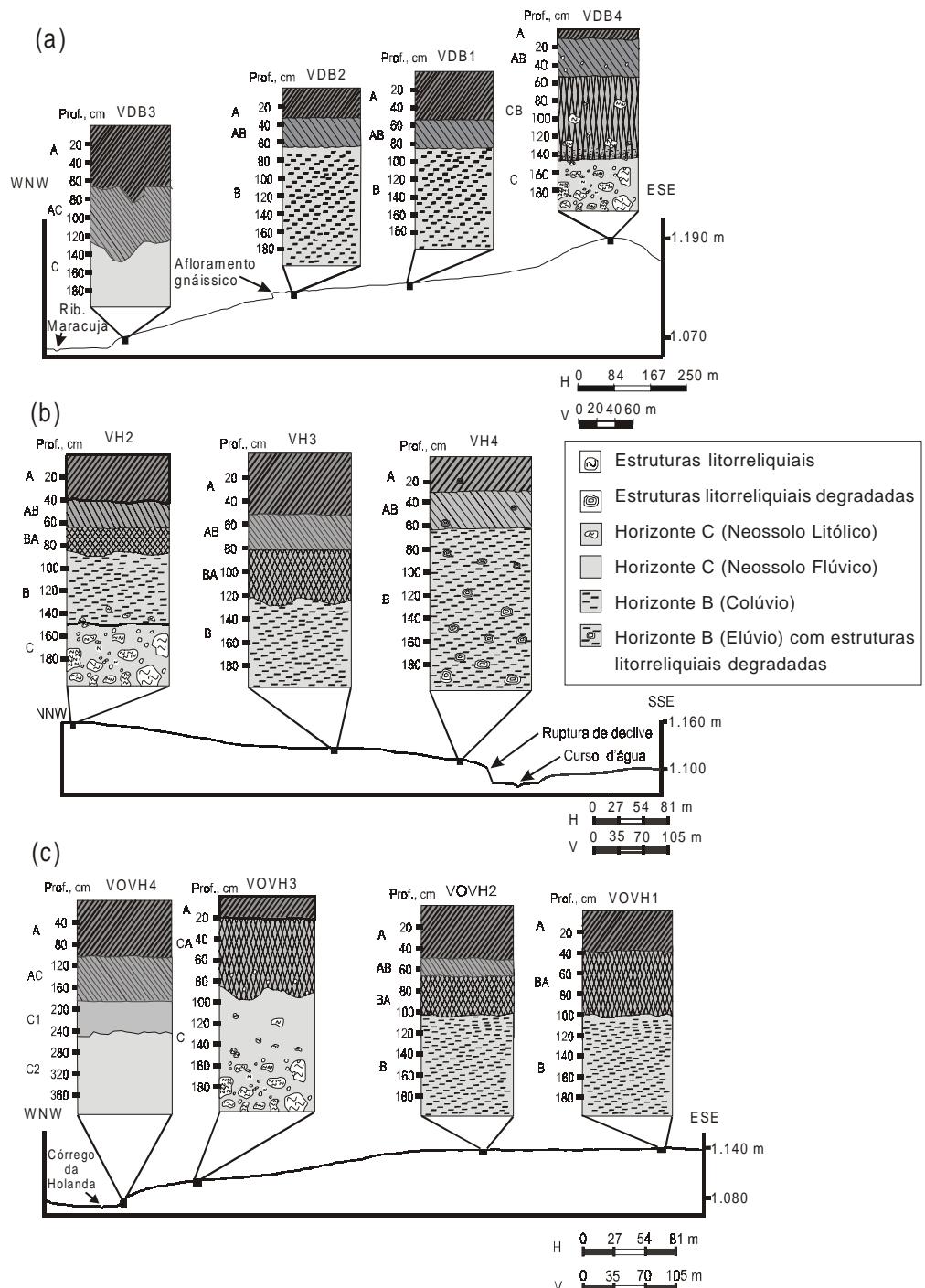


Figura 3. Perfis esquemáticos. (a) = toposequência 1; VDB4 = pouco desenvolvido com influência do material parental em todos os horizontes; VDB1 e VDB2 = Latossolos, cujo materiais constituintes são de natureza alóctone; VDB3 = pouco desenvolvido, oriundo de ambiente redutor fluvial sobre horizonte C parental gnáissico. (b) = toposequência 2; VH2 = Cambissolo de natureza autóctone; VH3 = Latossolo de natureza alóctone; VH4 = Latossolo Cámbico de natureza autóctone. (c) = toposequência 3; VOVH1 e VOVH2 = Latossolos com manchas lito e pedorreliquiais; VOVH3 = solo pouco desenvolvido inteiramente sob influência do material parental gnáissico; VOVH4 = Neossolo Flúvico com horizonte C bastante desferruginizado.

efetuadas, conforme método da Embrapa-Solos (1997). A análise química total dos elementos maiores (óxidos) foi realizada utilizando-se fluorescência de raios-X em um equipamento Rigaku, modelo 3064. As análises mineralógicas foram efetuadas na fração terra fina, destorroada e passada em peneira de malha de 2 mm, assim como na fração argila, utilizando um difratômetro Rigaku, modelo Geigerflex CN D/MAX-B com tubo de cobre, além do equipamento T.A. Instruments, modelo SDT 2960 para análise térmica diferencial e gravimétrica (ATD/ATG). A análise micromorfológica foi realizada em dois modelos de microscópio petrográfico com luz polarizada e plana. Um Leica, modelo DMLP, equipado com câmera digital Nikon, modelo COOLPIX 990, e outro Leitz, modelo Laborlux 12 POL S, equipado com o mesmo equipamento fotomicrográfico. As descrições foram realizadas com base nos métodos de Brewer (1976) e Bullock, et al. (1985), além do suporte dos trabalhos de Curi, et al. (1985) e Resende, et al. (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toposequência 1 (VDB)

Esta toposequência (Figuras 2 e 3a), representada por quatro perfis pedológicos (VDB4 + VDB1 + VDB2 + VDB3), corresponde a uma vertente de perfil longitudinal convexo-côncavo, com cobertura vegetal constituída de pastagem plantada do tipo *Brachiaria brizantha*. Apresenta declividade de 45 % no terço superior; de 15 % no terço médio e de 20–25 % no terço inferior. De acordo com o método preconizado por Lemos & Santos (1996), a cobertura superficial vai de extremamente a muito pedregosa na alta vertente e pouco a não-pedregosa na meia e baixa vertente. Sítios de afloramentos do gnaisse com direção de foliação 45 ° ESE delimitam a variação de declividade da toposequência, caracterizando a passagem da meia vertente para a baixa vertente.

Neste segmento de transição, ocorre uma concentração de cascalhos angulosos associados a *boulders* esparsos de gnaisse. Os solos ocorrentes nesta toposequência são pouco desenvolvidos (ausência de horizonte B) na alta vertente, apresentam veios de quartzo e turmalinitos subhorizontalizados e fragmentados em granulometrias diversas e são bem desenvolvidos e argilosos na meia vertente (horizontes B profundos). Na baixa vertente, os solos são pouco desenvolvidos (ausência do horizonte B), gleizados, argilosos e apresentam feições da atividade fluvial pretérita.

A evolução pedogeomorfológica da toposequência 1 indica importantes mudanças na sua dinâmica recente, revelada pelas descrições, macroscópica (Quadro 1) e micromorfológica (Quadro 2), dos principais horizontes. No segmento de alta vertente

(VDB4), a pedregosidade da superfície diferencia-se dos demais segmentos. É caracterizada por nódulos litorreliquiais gnássicos, de tamanhos variados (1–3 cm de diâmetro), subarredondados, cuja configuração interna mostra halo ferruginoso (2–3 mm de espessura), envolvendo um núcleo de rocha em melhor preservação (Figura 4a). Juntam-se aos nódulos fragmentos de quartzo (de veio) e de turmalinitos angulosos, com tamanhos variando de 2 a 15–20 cm. Micromorfologicamente, o horizonte C (Figura 4b) do perfil de alta vertente (VDB4) apresenta bandamento gnássico reliquial com ferruginizações nas lamelas micáceas e nos bordos e fraturas dos quartzos.

No perfil da meia vertente superior (VDB1), a análise micromorfológica do horizonte B (Figura 4c) evidencia a presença de nódulos litorreliquiais em contato nítido com o plasma argilo-ferruginoso de composição caulinita, gibbsita e goethita (Figura 4d). Adicionalmente, a presença de um esqueleto predominantemente quartzoso com ferruginizações (Figura 4e) semelhantes às do perfil da alta vertente, mas sem continuidade no plasma, revela a aloctonia deste material.

Analogamente, na meia vertente inferior, o perfil VDB3 apresenta o horizonte B espesso com feições pedológicas representadas por nódulos silto-argilosos, indicativas de aloctonia. Ambos os perfis da meia vertente apresentam os atributos diagnósticos necessários para serem considerados B latossólico (Bw). Entretanto, a identificação de elementos litorreliquiais demonstra que ainda há ligações evidentes com a rocha parental, portanto com feições intermediárias para B incipiente (Bi).

No segmento de baixa vertente o perfil de solo é pouco evoluído, com ausência de horizonte B, e desenvolve-se em ambiente redutor a partir de sedimentos aluviais depositados sobre o saprolito gnássico. Observações microscópicas mostram a foliação gnássica reliquial com a ocorrência incipiente de um plasma de composição, caulinita, gibbsita, goethita e sericitina (Figura 4f).

Desta forma, a toposequência 1 tem o seu segmento de alta vertente representado por um perfil pouco desenvolvido, intensamente perturbado por veios intrusivos, numa zona de interflúvio sustentada por geomateriais muito resistentes ao intemperismo (quartzo e turmalinito), dificultando a formação de um perfil de solo homogêneo. Tais circunstâncias demonstram tratar-se de um local onde a erosão laminar é atualmente atuante (aumento da declividade), provocando o desmonte e espalhamento dos fragmentos (nódulos) encontrados no perfil de alta vertente. As frações mais finas (silte e argila) são transportadas mais rapidamente vertente abaixo em direção ao segmento de meia vertente, deixando para trás as frações mais grosseiras (nódulos litorreliquiais e fragmentos de quartzo e turmalinito). Adicionalmente, a presença

Quadro 1. Profundidade, cor, textura e características estruturais macroscópicas dos solos das toposequências investigadas

Horizonte	Profundidade/ espessura (cm)	Cor	Textura	Estruturas litorreliquias e outros atributos morfológicos destacados
Toposequência 1 - Perfil VDB4 (alta vertente)				
AB	11–54	7,5YR 4/6	Franco-argilosa	Estruturas litorreliquias com espessura de 5–6 cm. Veios de quartzo subhorizontalizados, em avançado estádio de degradação. São constituídos de fragmentos da fração areia e cascalho (entre 1 mm e 2 cm).
CB	54–144	5YR 4/6	Franco-argilosa	Partes reliquias gnáissicas em meio veios compostos por fragmentos de quartzo grosseiros e angulares (5–10 cm de diâmetro), mantendo a subhorizontalidade da base do perfil.
C	144–190+	2,5 YR 4/8	Franco-argilosa	Material inconsolidado, com estrutura litológica gnássica preservada, associada a intrusões subhorizontalizadas de quartzo e turmalínito.
Toposequência 1 - Perfil VDB1 (meia vertente superior)				
A	0–56	7,5YR 3/4 5YR 4/6	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes.
AB	56–85	2,5YR 3/6	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes.
B	85–163+	2,5 YR 4/8	Argilosa	Nódulos milimétricos a centimétricos no topo do horizonte, silto-argilosos, com estrutura interna parcialmente preservada (foliação gnássica). Distribuição aleatória, sem continuidade em direção à base do perfil.
Toposequência 1 - Perfil VDB2 (meia vertente inferior)				
A	0–31	7,5YR 4/6	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes.
AB	31–65	2,5YR 4/8	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes.
B	65–180+	2,5YR 4/8	Argilosa	Nódulos silto-argilosos na parte superior deste horizonte.
Toposequência 1 - Perfil VDB3 (baixa vertente)				
A	0–66/83	10YR 2/2	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes.
AC	66/83–125/155	10YR 5/8	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes. Ocorrência de gleização.
C	155/125–176+	2,5Y 7/4	Argilosa	Foliação gnássica incipiente. Ocorrência de gleização.
Toposequência 2 - VH2 (alta vertente)				
BA	40–80/84	5YR 5/8	Argilosa	Fraca e esparsa ocorrência de pequenas manchas nodulares litorreliquias.
B	80/84–150	2,5YR 5/8	Argilosa	Manchas litorreliquias nodulares milimétricas a centimétricas da rocha parental gnássica.
C	150–200+	2,5YR 4/8	Franco-argilo-arenosa	Fragmentos grosseiros subangulares a subarredondados de gnaisses intemperizados, além de quartos fraturados e ferruginizados, associados a veios horizontalizados e concordantes com a foliação gnássica. Difusão, tamanho e intensidade dos fragmentos diminuem na direção do topo.
Toposequência 2 - VH3 (meia vertente)				
B	121–170+	2,5YR 4/8	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes. Intensa bioturbação.
Toposequência 2 - VH4 (baixa vertente)				
A	0–29	10YR 3/6	Argilosa	Algumas pequenas estruturas litorreliquias ainda persistem.
B	29–190+	2,5YR 4/8	Argilosa	Estruturas nodulares litorreliquias parentais milimétricas a centimétricas disseminadas. Diminuição gradativa das litorreliquias da base para o topo do perfil.
Toposequência 3 - VOVH1 (alta vertente)				
BA	39–100	2,5YR 4/8	Argilosa	Estruturas litorreliquias ausentes.
B	100–173+	10R 4/8	Argilosa	Grãos de quartzo milimétricos a centimétricos e nódulos centimétricos a milimétricos, irregulares, ferruginizados e endurecidos, estrutura interna não diferenciada, distribuição aleatória.
Toposequência 3 - VOVH2 (meia vertente superior)				
BA	47–102	2,5YR 4/8	Franco-argilosa	Grãos de quartzo centimétricos dispostos aleatoriamente. Ausência de estruturas litorreliquias.
B	102–200+	10R 4/8	Franco-argilosa	Grãos de quartzo centimétricos dispostos aleatoriamente. Ausência de estruturas litorreliquias.
Toposequência 3 - VOVH3 (meia vertente inferior)				
A	0–20	7,5YR 4/6	Franco-argilosa	Ocorrência de estruturas litorreliquias esparsas de tamanho milimétrico a centimétrico.
CA	20–90	2,5YR 4/8	Franco-argilosa	Ocorrência de estruturas litorreliquias de tamanhos centimétricos.
C	90–197+	10R 5/8	Franco-siltosa	Bolsões reliquias de gnaisse bem alterado com ocorrências de porções locais com estrutura bem preservada que se intensificam em direção à base do perfil.
Toposequência 3 - VOVH4 (baixa vertente)				
A	0–110	10YR 3/6	Argilosa a franco-argilosa	Intensa bioturbação.
AB	110–252	10YR 4/3	Argilosa a franco-argilosa	Parte inferior em ambiente redutor e parte superior intensamente bioturbada (colônias de termitas desabitadas). Aparente desconexão com o horizonte C.
C	252–330+	10YR 8/3	Argilosa a franco-argilosa	Ausência de estruturas litorreliquias. Ambiente fortemente redutor.

Quadro 2. Caracteres micromorfológicos dos horizontes subsuperficiais dos solos das toposequências investigadas

Horizonte	Matiz S				
	Observação	Poros	Esqueleto	Plasma	Feição pedológica
Toposequência 1 - Perfil VDB4 (alta vertente)					
CB	Menor tamanho e intensidade de domínios com estrutura preservada em relação à superfície.	Fendas e cavidades interconectadas nos espaços inter e intra-agregados.	Quartzoso ($\varnothing < 1,95$ mm) ocupando cerca de 15 % do fundo matricial.	Argilo-ferruginoso, fraca anisotropia, estrutura silassépica.	Nódulos argilo-ferruginosos (0,01 a 0,21 mm) e pedotúbulos.
C	Domínios com estrutura conservada e forte pseudomorfismo, à exceção do quartzo. Rede de descontinuidades dos feldspatos completamente sericitizados e caulinizados com padrão de alteração peculiar. Micas (biotitas) totalmente sericitizadas e caulinizadas com impregnações ferruginosas pela exsudação do ferro dos seus retículos.	Fendas e cavidades isoladas e pouco numerosas.	Ocupa 20 % do fundo matricial, é constituído majoritariamente de grãos de quartzo de tamanho e forma variadas ($\varnothing < 2,17$ mm), com impregnações ferruginosas nas fraturas e bordas em continuidade com o plasma. Localmente, associam-se ao esqueleto feldspatos pseudomorfizados, sericitas, turmalinas e zircões.	Pouco abundante, ferruginizado, isotrópico, de cor bruno-avermelhada e constituído mineralogicamente por caulinita, gibbsita e sericita.	Nódulos ferruginosos, isotropos, maciços, com tamanhos de 0,01 a 0,21 mm, estrutura interna homogênea e, alguns pedotúbulos. Frequentes impregnações nas fraturas e bordas dos cristais de quartzo.
Toposequência 1 - Perfil VDB1 (meia vertente superior)					
B	Forma um padrão porfirosquélico e localmente aglomeroplástico.	Fendas e cavidades inter-agregadas muito numerosas e fraturadas.	Representam cerca de 20 % do fundo matricial, sendo majoritariamente quartzoso ($\varnothing < 1,23$ mm), com palhetas de sericita. Ferruginizações dos grãos de quartzo nos bordos e internamente sem continuidade no plasma (Figura 4e).	Abundante, argilo-ferruginoso, fracamente anisotrópico, com estrutura silassépica, cor bruno-avermelhada, mineralogicamente constituído por caulinita, gibbsita e goethita (Figura 4d).	Glébulas de 0,03 mm a 0,6 mm, separadas em dois grupos. O primeiro, nódulos litorreliquiais (Figura 4c) contendo arcabouço gnáissico pseudomorfizado em caulinita e, ou, sericita, envolvido por halo argilo-ferruginoso no seu interior. No segundo, nódulos pedorreliquiais com estrutura interna homogênea e indiferenciada.
Toposequência 1 - Perfil VDB2 (meia vertente inferior)					
B	Nódulos da parte superior do horizonte B	Fendas e cavidades muito numerosas e interconectadas.	Ocupa cerca de 15 % do fundo matricial, predominando quartzos ($\varnothing < 2,70$ mm) e arcabouços pontuais de gnaissae pseudomorfizados mas com resquícios da foliação gnáissica parcialmente preservada.	Argilo-ferruginoso muito abundante, ligeiramente anisotrópico com estrutura silassépica e porfirosquélica.	Ferruginizações nas fraturas e bordas de dissolução dos grãos de quartzo em continuidade com o plasma.
Continua...					
		Fendas e cavidades interagregadas muito numerosas e fraturadas.	Ocupa cerca de 18 %, quartzoso ($\varnothing < 1,79$ mm), com fragmentos pontuais de feldspatos pseudomorfizados, caracterizando um padrão porfirosquélico.	Argilo-ferruginoso, com ligeira anisotropia e estrutura silassépica.	Nódulos litorreliquiais dispersos, de tamanhos milimétricos. Feições ferruginizadas esqueletais abruptamente interrompidas no contato com o plasma.

Quadro 2, Continuação

Horizonte	Observação	Matiz S			
		Poros	Esqueleto	Plasma	Feição pedológica
Toposequência 1 - Perfil VDB3 (baixa vertente)					
C	Foliação gnássica reliquial com intercalação de bandas com constituintes micáceos (sericita), textura lepidoblástica, com bandas quartzosas e feldspatos pseudomorfizados, caracterizando uma textura granolepidoblástica com padrão aglomeroplástico e porfirosquélico.	Fendas e cavidades muito abundantes, mas isoladas.	Quartzoso ($\varnothing < 0,83$ mm), sem quaisquer resquícios de ferruginizações. Ocupa cerca de 20 % do fundo matricial.	Pouco abundante, deferruginizado, acinzentado, anisótropo, com estrutura silassépica, mineralógicamente constituído por sericita, caulinita e gibbsita (Figura 4f).	
Toposequência 2 - Perfil VH2 (alta vertente)					
B	Domínios do tipo porfirosquélico.	Fendas e cavidades abundantes.	Quartzoso ($\varnothing < 1,53$ mm), com partículas subangulosas a subarredondadas, ocupando cerca de 50 % do fundo matricial.	Argilo-ferruginoso, com baixa anisotropia e estrutura silassépica, muito abundante, constituído por caulinita, gibbsita, goethita e traços de sericita.	Ferruginizações nas bordas das litorrelíquias de feldspatos e nas fraturas e cavidades esqueletais quartzosas em continuidade com o plasma. Marcante aumento de litorrelíquias no sentido topo-base.
C	Arcabouço de gnaisse alterado predominante. Os domínios são dos tipos aglomeroplásticos e granulares.		Quartzoso, com litorrelíquias de feldspatos com borda ferruginosa, finas palhetas de sericitas. Há predomínio de grãos subangulosos a subarredondados.	Incipiente, argilo-ferruginoso formado por gibbsita, goethita, caulinita com traços de sericita	Ferruginizações localizadas principalmente nas bordas do arcabouço gnássico e nas descontinuidades inter e intra-grãos.
Toposequência 2 - Perfil VH3 (meia vertente)					
B	Domínios porfirosquélicos e aglomeroplásticos.	Fendas e cavidades numerosas.	Quartzoso ($\varnothing < 0,59$ mm), subangulosos a subarredondados, ocupando cerca de 18 % do fundo matricial.	Plasma argilo-ferruginoso, anisótropo abundante com estrutura silassépica, mineralógicamente constituído por caulinita, gibbsita e goethita	Ferruginizações nas fraturas e cavidades do esqueleto quartzoso que são abruptamente interrompidas no contato com o plasma.
Toposequência 2 - Perfil VH4 (baixa vertente)					
C	Foliação gnássica reliquial com intercalação de bandas quartzosas e feldspatos pseudomorfizados com bandas mais micáceas.	Fendas e cavidades isoladas e pouco numerosas.	Ocupa 20 % do fundo matricial, é constituído majoritariamente de grãos de quartzo de tamanho e forma variadas.	Incipiente, ferruginizado isotrópico, constituído mineralógicamente por caulinita, gibbsita e sericita.	Impregnações ferruginosas nos planos de xistosidade dos minerais micáceos. Impregnações ferruginosas nas fraturas e bordas em continuidade com o plasma incipiente.
Toposequência 3 - Perfil VOVH1 (alta vertente)					
B	Domínios porfirosquélicos e aglomeroplásticos.	Fendas e cavidades abundantes.	Quartzoso ($\varnothing < 138$ mm), subangulosos a subarredondados, ocupando cerca de 20 % do fundo matricial.	Argilo-ferruginoso, anisótropo silassépico, muito abundante de composição caulinitica, goethitica e gibbitica (Figura 6b).	Nódulos argilo-ferruginosos ($\varnothing < 0,10$ mm) abundantes, desorganizados, em contato nítido com o plasma (Figura 6a). Ferruginizações dos quartos nas bordas, fraturas e cavidades em contato abrupto com o plasma.

Quadro 2, Continuação

Horizonte	Matiz S				
	Observação	Poros	Esqueleto	Plasma	Feição pedológica
Toposseqüência 3 – Perfil VOVH2 (meia vertente superior)					
B	Domínios porfirosquélicos e aglomeroplásticos.	Fendas e cavidades abundantes.	Quartzoso ($\varnothing < 0,375$ mm), subangulosos a subarredondados, compreendendo cerca de 20 % do fundo matricial.	Argilo-ferruginoso, silassépico abundante de composição caulinítica e gibásica (Figura 6d).	Nódulos argilo-ferruginosos ($\varnothing < 0,035$ mm), pouco abundantes. Impregnações ferruginosas envolvendo o esqueleto quartzoso em pontos específicos sem continuidade com o plasma.
Toposseqüência 3 – Perfil VOVH3 (meia vertente inferior)					
C	Domínios com preservação da estrutura. Feldspatos total e, ou, parcialmente pseudomorfizados em domínio granular.	n.o.	Quartzoso, com abundantes litorrelíquias de feldspatos com borda de dissolução ferruginosa, palhetas de sericitas e zircão. Grãos subangulosos a subarredondados.	Argilo-ferruginoso incipiente, composto por gibbsita, goethita, caulinita e sericitá.	Nódulos ferruginosos ($\varnothing < 0,20$ mm). Micas pseudomorfizadas, com impregnações ferruginosas (Figura 6e) nos bordos e nos planos de clivagem.
Toposseqüência 3 – Perfil VOVH4 (baixa vertente)					
C	Desferruginizado com raras muscovitas preservadas. Intercalações granulares quartzosas, além de feldspatos e micas pseudomorfizadas. Foliação gnáissica reliquia.	n.o.	Quartzoso, segundo um padrão porfirosquélico.	Feições reliquiais difusas no topo, substituídas por um plasma esbranquiçado, silassépico, de composição caulinítica.	Ferruginizações esparsas e pontuais.

n.o. = não observado

localizada de nódulos litorrelíquiais no horizonte B da meia vertente e as ferruginizações esqueletais interrompidas evidenciam o caráter alóctone de pelo menos parte destes horizontes. Como fonte destes materiais, a zona de alta vertente seria a mais provável.

Do segmento de meia vertente para jusante, observa-se um comportamento pedogeomorfológico distinto, evidenciado pela ruptura de declive onde afloramentos de gnaiss funcionam como um anteparo, sustentando a zona de coluvionamento e interrompendo o fluxo de sedimentos coluviais provindos do transporte gravitacional e hídrico dos segmentos a montante. Ou seja, no segmento de meia vertente, processa-se um acúmulo de sedimentos, proporcionando condições favoráveis ao aprofundamento e intensificação do intemperismo químico, responsável pela formação dos perfis latossólicos ali verificados. A jusante do afloramento gnáissico, as características superficiais são compostas de sedimentos grosseiros (fração cascalho), cuja granulometria vai diminuindo gradativamente em direção ao segmento de baixa vertente.

O perfil do segmento de baixa vertente apresenta marcante diferenciação em relação aos perfis de

montante. Desenvolve-se a partir de material aluvial depositado sobre o saprolito gnáissico deferruginizado, caracterizando um ambiente de saturação hídrica com acúmulo de matéria orgânica nas camadas superficiais e ausência de horizonte B. O local amostrado indica uma zona de forte influência do ambiente fluvial, sem qualquer indício de materiais de natureza coluvial, encontrando-se desenvolvido sobre um terraço (paleoplanície fluvial), que sobrepõe o saprolito gnáissico, caracterizando a incisão do Ribeirão Maracujá.

A distribuição dos elementos maiores (Quadro 3) corrobora estes resultados, destacando-se maior concentração de SiO_2 e K_2O no saprolito do segmento de baixa vertente e uma deferruginização característica do seu perfil glei, onde teores mais baixos de Fe_2O_3 são encontrados.

Toposseqüência 2 (VH)

A toposeqüência 2 (Figuras 2 e 3b) corresponde a uma vertente de perfil longitudinal convexo-côncavo-convexo, com declividades variando de 30–35 % no terço superior, 15–30 % no terço médio e inferior. O extrato vegetacional corresponde a cerrado degradado com fisionomias de campo limpo

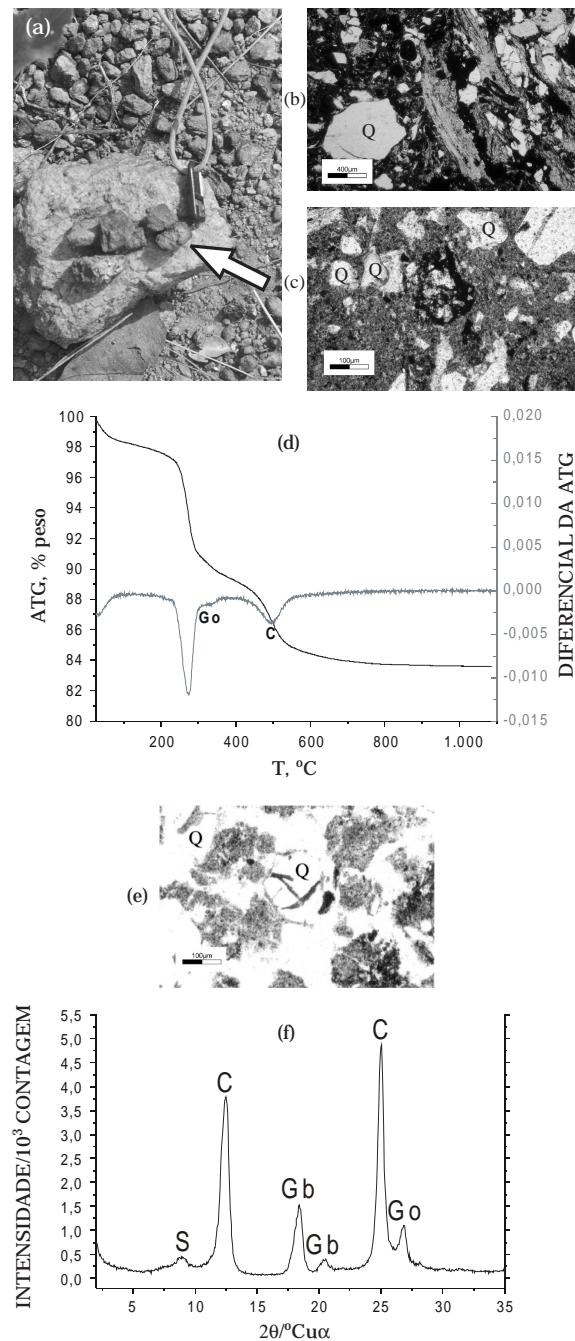


Figura 4. Aspectos micromorfológicos e mineralógicos da topossequência 1. (a) = fotografia da cobertura superficial da alta vertente (VDB4). (b) = fotomicrografia em luz polarizada do horizonte C de VDB4. (c) = fotomicrografia em luz plana do horizonte B de VDB1. (d) = ATG e sua derivada do horizonte B de VDB1. (e) = Fotomicrografia em luz plana do horizonte B de VDB1. (f) = DRX do horizonte C de VDB3. S = sericita, C = caulinita, Gb = gibbsita, Go = goethita, Q = quartzo.

e campo cerrado associado a *Brachiaria brizantha* nas pastagens plantadas. A cobertura superficial vai de não-pedregosa na alta vertente a ligeiramente pedregosa na meia vertente e na baixa vertente. Os perfis de solos ocorrentes nesta topossequência apresentam o horizonte B com variadas espessuras e diferentes graus de evolução. Na alta vertente, o horizonte B é incipiente e aponta para um perfil de natureza câmbica. Na meia vertente, o horizonte B é profundo, apresenta granulometria argilosa e pouca ocorrência de fragmentos de quartzo. Na baixa vertente, o perfil é parcialmente desenvolvido (Latossolo Câmbico), com forte ocorrência de feições granulares litorreliquais, distribuídas por todo o perfil.

Esta topossequência é representada por três perfis pedológicos (VH2 + VH3 + VH4) cujas descrições macroscópicas e microscópicas encontram-se nos quadros 1 e 2, respectivamente. O Perfil de alta vertente (VH2) apresenta um horizonte C saprolítico que, gradualmente, passa para um horizonte B incipiente com estruturas parentais (foliação) do embasamento gnáissico ainda identificáveis macroscopicamente. Microscopicamente, este horizonte C (Figura 5a), à semelhança do perfil da alta vertente da topossequência 1, mostra litorreliquias gnáissicas em associação com o esqueleto quartzoso com ferruginizações nas bordas e nos espaços intergrãos e com um plasma incipiente, argilo-ferruginoso, mineralogicamente composto por caulinita, gibbsita, goethita, com traços de sericita (Figura 5b). No segmento de meia vertente, o perfil (VH3) é bastante desenvolvido, apresentando o horizonte B uma estruturação bastante uniforme, dificultando a identificação macroscópica de qualquer resquício de estruturas parentais. Micromorfologicamente, o horizonte B (Figura 5c), à semelhança do mesmo horizonte da média vertente da topossequência 1, apresenta um esqueleto quartzoso com ferruginizações em contato abrupto com o plasma composto de caulinita, gibbsita e goethita (Figura 5d), revelando aloctonia do material. No perfil da baixa vertente (VH4), são identificadas macro e microscopicamente estruturas litorreliquais pseudomorfizadas distribuídas de forma decrescente no perfil no sentido base - superfície, atestando sua natureza autóctone. Microscopicamente, o horizonte B (Figura 5e) apresenta um plasma argilo-ferruginoso de composição caulinítica e gibásica (Figura 5f), envolvendo o esqueleto quartzoso.

O contato do segmento de baixa vertente com a incipiente planície fluvial se dá numa ruptura de declive (Figura 3b) e não de forma gradacional, de acordo com os modelos geomorfológicos tradicionais de evolução de vertentes (Carson & Kirkby, 1972; Young, 1972; Ollier & Pain, 1996).

Analogamente à topossequência 1, a distribuição dos elementos maiores (Quadro 3) corrobora as

Quadro 3. Resultados granulométricos e químicos de materiais de horizontes selecionados das toposseqüências investigadas. T1 = toposseqüência 1; T2 = toposseqüência 2; T3 = toposseqüência 3

Toposseqüência	Amostra	Profundidade	Granulometria			Textura	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂
			Argila	Silte	Areia						
		cm	% -----								%
T1	AV C	170	29,1	49,6	21,3	Franco-argilosa	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	MVs B	130	48,9	26,9	24,1	Argilosa	39,10	32,80	8,27	0,24	0,90
	MVi B	130	48,9	26,96	24,11	Argilosa	46,50	34,50	3,94	0,21	0,47
	BV C	160	54,4	15,40	30,18	Argilosa	67,20	27,30	1,15	1,29	0,82
T2	AV B	115	40,9	26,20	32,83	Argilosa	39,60	33,00	4,52	0,28	0,60
	AV C	180	30,0	23,60	46,35	Franco-argilo-arenosa	43,80	32,40	3,88	0,57	0,49
	MV B	145	63,1	12,28	24,56	Argilosa	33,70	33,00	5,73	0,10	0,79
	BV B	130	48,7	20,93	30,37	Argilosa	46,40	30,30	4,05	0,22	0,72
	BV C	500	7,5	66,12	26,37	Franco-siltosa	63,90	28,50	2,08	0,49	0,58
T3	AV B	140	54,5	17,06	28,46	Argilosa	50,40	26,70	5,68	0,42	0,89
	MVs B	150	38,7	27,62	33,66	Franco-argilosa	38,40	35,10	2,13	0,42	0,72
	MVi C	160	18,8	52,29	28,85	Franco-siltosa	62,80	29,90	4,00	1,18	0,49
	BV C	290	42,8	23,11	34,06	Argilosa	59,80	34,30	1,15	0,47	0,48

AV = alta vertente; MV = meia vertente; MVs = meia vertente superior; MVi = meia vertente inferior; BV = baixa vertente; B = horizonte B; C = horizonte C; n.a. = não analisado.

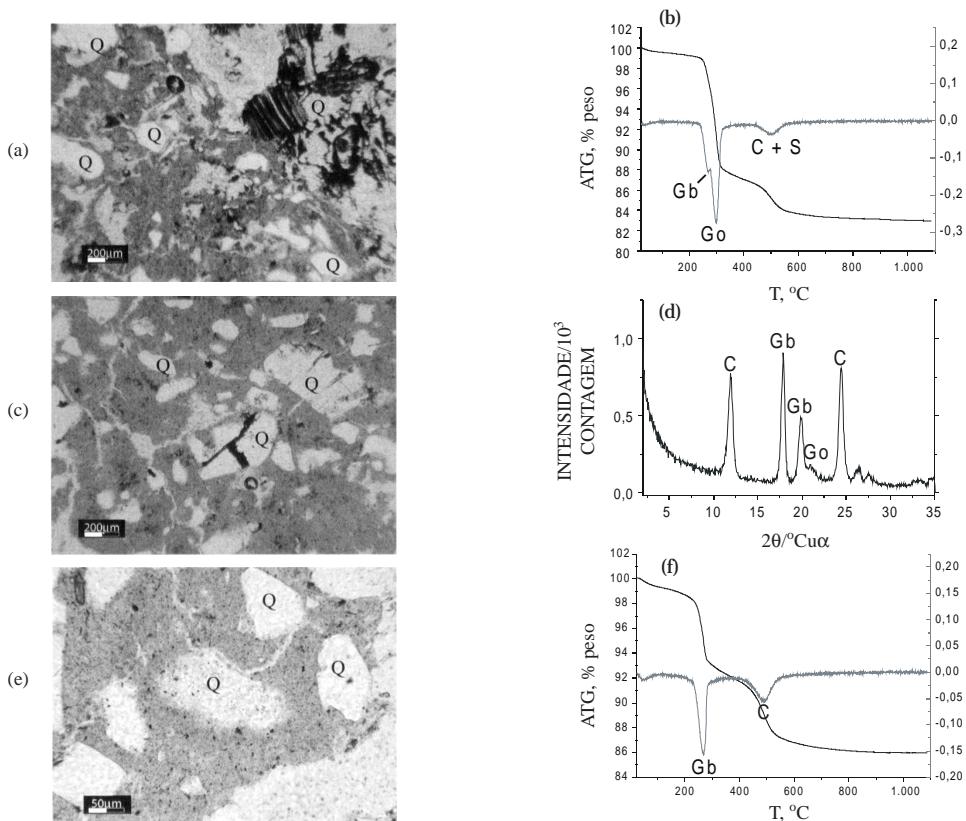


Figura 5. Aspectos micromorfológicos e mineralógicos da toposseqüência 2. (a) = Fotomicrografia em luz plana do horizonte C de VH2. (b) = ATG e sua derivada, mostrando a composição do plasma incipiente do horizonte C de VH2. (c) = Fotomicrografia em luz plana do horizonte B de VH3, mostrando o esqueleto quartzoso (Q) com ferruginização em contato abrupto com o plasma. (d) = DRX do horizonte B de VH3. (e) = Fotomicrografia em luz polarizada do horizonte B de VH4, (Q) = esqueleto quartzoso. (f) = ATG e sua derivada do horizonte B de VH4. C = caulinita, Gb = gibbsita, Go = goethita, S = sericita.

evidências micromorfológicas, ocorrendo uma maior concentração de SiO_2 e K_2O nos horizontes saprolíticos e depleção de ferro na baixa vertente. Desta forma, similarmente à toposseqüência 1 supracitada, conclui-se que os perfis de alta e baixa vertente assumem um processo evolutivo semelhante e distinto do perfil de meia vertente. Os perfis de alta vertente e baixa vertente são caracterizados como autóctones eluviais (Cambissolo e Latossolo Câmbico, respectivamente), evidenciados pela clara relação gradacional decrescente, no sentido base topo, de estruturas litorreliquias. A ausência de qualquer resquício de organização e de relação gradacional com o horizonte C evidencia o caráter alóctone coluvial do perfil de meia vertente.

Toposseqüência 3

A toposseqüência 3 (Figura 3c) corresponde a uma vertente de perfil longitudinal convexo, com declividades variando de 15 % no terço superior e médio a 40–45 % no terço inferior. O extrato vegetacional corresponde a cerradão subperenifólio (mata) na alta vertente, seguido de espécies gramíneas, herbáceas e arbustivas naturais (campo cerrado) no segmento de meia vertente superior; gramíneas e herbáceas rasteiras na meia vertente inferior (aumento da declividade) e vegetação gramínea e herbácea densa no segmento de baixa vertente. A cobertura superficial vai de não-pedregosa na alta vertente a ligeiramente pedregosa na meia vertente e na baixa vertente. Os perfis de solos ocorrentes são bem desenvolvidos (horizonte B profundo) e argilosos na alta vertente e, na meia vertente, transicionam para um pedoambiente litólico (neossolo litólico), com granulometria franco-argilosa a franco-siltosa. Na baixa vertente, o solo é pouco desenvolvido (ausência de horizonte B), argiloso, apresentando forte desferruginização dos horizontes de subsuperfície e feições da atividade fluvial pretérita.

Esta toposseqüência é representada por quatro perfis pedológicos (VOVH1 + VOVH2 + VOVH3 + VOVH4), cuja descrição macroscópica (Quadro 1), acompanhada da descrição micromorfológica (Quadro 2), mostra a mesma ruptura evolutiva evidenciada nas toposseqüências 1 e 2. O perfil de alta vertente (VOVH1) apresenta características de maturidade pedológica, manifestada pela espessura (aproximadamente 3 m, diagnosticada por tradagem) e uniformização estrutural macroscópica do horizonte B. Micromorfologicamente, este horizonte B (Figura 6a) é representado por um plasma argilo-ferruginoso constituído de caulinita, gibbsita e goethita (Figura 6b) envolvendo um esqueleto quartzoso e nódulos pedorreliquias. O segmento de meia vertente superior (VOVH2) apresenta feições macro e micromorfológicas (Figura 6c) similares às do perfil anterior, apresentando o horizonte B um plasma argilo-ferruginoso caulinítico e gibbsítico (Figura 6d), um

esqueleto quartzoso com impregnações ferruginosas abruptamente interrompidas no contato com o plasma e nódulos pedorreliquias. Adicionalmente, no talude da cabeceira da voçoroca situada neste mesmo segmento, constata-se a ocorrência de uma *stone-line* na transição entre o horizonte B e o horizonte C.

A partir do segmento de meia vertente, inicia-se uma descontinuidade evolutiva, ocorrendo no perfil de meia vertente inferior (VOVH3) um pedoambiente imaturo, com as características parentais, macro e micromorfologicamente, ainda bastante pronunciadas. No horizonte C (Figura 6e), os fragmentos de gnaisse encontram-se intensamente pseudomorfizados e com impregnações ferruginosas. A composição mineralógica deste fundo matricial (Figura 6f) é representada predominantemente por caulinita, gibbsita e, secundariamente, por goethita.

No perfil de baixa vertente (VOVH4), observa-se um pedoambiente também pouco desenvolvido, onde a influência fluvial é evidente. O local escolhido representa uma ruptura topográfica entre a baixa vertente e a planície fluvial do Córrego da Holanda. O horizonte C desferruginizado e de natureza flúvica mostra um paleonível piezométrico, cujos indícios podem ser percebidos pela continuidade lateral da referida zona, sobreposto por horizontes intensamente bioturbados. Não há horizonte B característico de ambiente de acumulação sob condições de boa drenagem.

Portanto, a toposseqüência 3 apresenta algumas características distintas das toposseqüências 1 e 2. O Perfil de alta vertente da toposseqüência 3 diferencia-se dos perfis do mesmo segmento nas toposseqüências 1 e 2 por ser constituído de material alóctone. Esta constatação é confirmada pela correlação das suas feições micromorfológicas com as dos perfis de meia vertente das toposseqüências 1 e 2, além da evidente maturidade pedológica.

Nesse sentido, é importante ressaltar que o relacionamento das formas de relevo - ou simplesmente da paisagem geomorfológica - com a pedogênese inclui componentes tanto dinâmicos quanto estáticos, resultantes da interação de processos (erosão, soerguimento, etc.) com materiais (solos e rochas) que recobrem a parte mais elevada da crosta terrestre (Segovia & Foss, 1984). Inversamente, a paisagem, em parte determina as bases que controlam as taxas (intensidade da ação) de processos pedogênicos. Dentre os fatores que constam nestas bases determinantes estão (Segovia & Foss, 1984): natureza do material parental ou sedimentos subjacentes, topografia, idade, hidrologia subsuperficial, estrutura geológica e tectonismo, elevação, exposição e clima; não sendo estes fatores necessariamente independentes.

As paisagens representam uma síntese visível de muitos dos mesmos fatores e processos responsáveis pela formação dos solos, cuja interpretação é uma

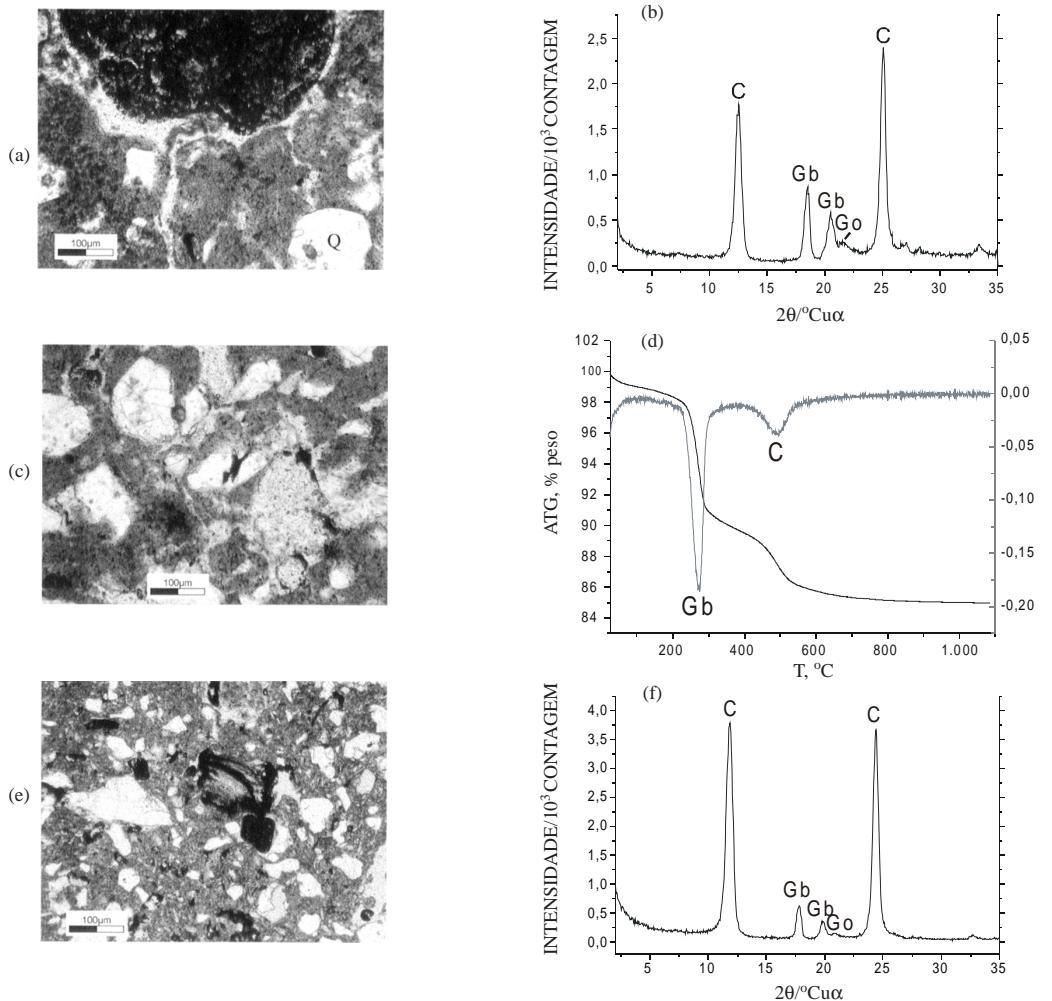


Figura 6. Aspectos micromorfológicos e mineralógicos da topossequência 3. (a) = Fotomicrografia em luz plana do horizonte B de VOVH1. (b) = DRX do horizonte B de VOVH1. (c) = Fotomicrografia em luz plana do horizonte B de VOVH2. (d) = ATG e sua derivada do horizonte B de VOVH2. (e) = Fotomicrografia em luz polarizada do horizonte C de VOVH3. (f) = DRX do horizonte C de VOVH3. C = caulinita, Gb = gibbsita, Go = goethita.

ferramenta muito utilizada em outros países em serviços de levantamento e avaliação de solos, razão pela qual deveria preceder seus estudos. Reciprocamente, uma investigação pedológica de solos atuais, ou paleossolos, também é extremamente útil no entendimento do desenvolvimento das paisagens (Segovia & Foss, 1984). Com o exposto, o presente trabalho apresenta alguns componentes principais que referendam o raciocínio acima, pois procura estabelecer a relação existente entre as características atuais da paisagem local e a dinâmica pedoambiental.

Ollier & Pain (1996) relatam que, em alguns mapas e relatórios de levantamentos de solos e de pedossistemas, falta aos autores uma compreensão de princípios geomórficos. Não se trata de

simplesmente descrever em detalhes as formas de relevo, embora isto seja importante. Quem mapeia o regolito (zona de alteração compreendida desde a rocha sã até à superfície, incluindo-se aí o solo) e as formas de relevo também tem de compreender princípios geomórficos básicos (flutuações paleoclimáticas, tectonismo, etc.) que suportam a explicação da evolução das formas de relevo e o desenvolvimento do regolito. Essas idéias incluem evolução dos padrões de drenagem, processos e evolução de vertentes, processos fluviais e o desenvolvimento de planícies fluviais, terraços e leques aluviais, além de teorias de mudanças das formas de relevo a longo prazo. A evolução do regolito está intimamente ligada à evolução das formas de relevo (paisagem) nas quais os princípios geomórficos devem ser considerados.

Segundo Ollier & Pain (1996), uma completa compreensão da distribuição de regolito em determinada área apenas torna-se possível com o desenvolvimento de um modelo de formas de relevo e evolução de regolito. Tal modelo deve estar baseado em firmes princípios geomórficos e tem de responder pela distribuição da paisagem e dos solos na área de estudo. Os modelos propostos (Carson & Kirkby, 1972; Young, 1972, Ollier & Pain, 1996) apontam para um sistema em que as vertentes podem ser divididas em vários segmentos, de acordo com sua extensão linear. A evolução das vertentes dar-se-ia através de erosão regressiva, diminuindo progressivamente sua inclinação e, ao mesmo tempo, promovendo a denudação (rebaixamento) da paisagem. Ao longo do processo de denudação, ocorreriam vários ciclos pedogenéticos, alternando-se principalmente de acordo com as flutuações climáticas, além de soerguimentos lentos e localizados.

Os materiais intemperizados produzidos na alta vertente tenderiam a uma contínua movimentação lateral para jusante, tendo como agentes de transporte a gravidade e a percolação hídrica, mantendo o front de intemperismo da alta vertente em constante mutação. Isso proporcionaria um pedoambiente permanentemente imaturo (Neossolos Litólicos, Cambissolos, etc.). Os segmentos de meia e baixa vertente seriam uma zona de acumulação (coluvionamento) e na baixa vertente haveria, dadas as condições necessárias em termos de tempo, permeabilidade hídrica e material parental, a formação de argilas 2:1 autigênicas (e.g. montmorilonita), não sendo, entretanto, verificadas nas amostras da presente investigação, mas sim, caulinata. Estas condições poderiam ser denominadas biostásicas, ou seja, haveria um equilíbrio nas inter-relações entre as variáveis envolvidas. Adicionalmente, segundo Ruellan (1986), as variações laterais nas toposequências são determinadas pela topografia. Sabe-se que, em geral, nesses tipos de seqüência todos os limites são dinâmicos, e isso é muito importante para saber como e em que velocidade o limite de diferenciação lateral e vertical evolui.

As variações, principalmente laterais, existentes entre os segmentos de meia vertente para a baixa vertente, no presente trabalho, mostram que os perfis de solos são imaturos, com ausência do horizonte B, sendo classificados como Neossolo Litólico (VOVH3) e Neossolo Flúvico (VOVH4), contrastando fortemente com a dinâmica citada anteriormente por outros autores. Na baixa vertente da toposequência 3, o perfil de base caulinizada e deferruginizada testemunha um paleoambiente de saturação hídrica, revelando um paleossistema de drenagem flúvio-lacustre.

Seguindo o raciocínio previamente exposto, a área de investigação do presente trabalho mostra-se com pequenas, mas importantes diferenciações em relação aos modelos de dinâmica de vertente. Nas vertentes aqui estudadas, as variações laterais das

características pedológicas apontam para uma ruptura entre os segmentos de vertente. Da alta para a meia vertente, há translocação de materiais com consequente acúmulo na meia vertente (colúvios), proporcionando o desenvolvimento de perfis latossólicos. Deste segmento para jusante, as variações laterais apontam para uma mudança. O coluvionamento deveria intensificar-se, mas não é o que se constata nas três toposequências investigadas. A ausência de transição gradual a partir do ambiente coluvial da meia vertente em direção à planície fluvial mostra um meio resistásico capaz de promover erosão no segmento de baixa vertente (saída do colúvio ali residente), desencadeando nova pedogênese, além de aumentar a declividade neste segmento, em relação à da meia vertente. A força motriz que proporcionaria energia para a transformação está relacionada com um encaixamento da rede de drenagem local (Ribeirão Maracujá - toposequência 1, e Córrego da Holanda - toposequências 2 e 3, Figura 2) durante o Pleistoceno Superior e Holoceno Médio (Valadão & Silveira, 1992; Bacellar, 2000); fenômeno este também registrado em outras regiões de rochas do embasamento cristalino de Minas Gerais (Lichte, 1991; Moreira, 1992; Augustin, 1994).

O comportamento erosivo dos solos nas vertentes investigadas está relacionado com a erosão linear acelerada (voçorocas), cuja evolução parece não ter relação direta com as características pedogenéticas apresentadas, mas, sim, com a ocorrência de redes de fraturamentos e falhas observadas na área (Bacellar, 2000). Ou seja, após o encaixamento da rede de drenagem, as vertentes sofreram desequilíbrios hidrológicos de subsuperfície com o rápido rebaixamento do nível piezométrico. Assim, a movimentação hídrica subsuperficial concentrada em falhas e fraturas pode ter desencadeado os voçorocamentos a partir da baixa vertente, regredindo para montante até que os pontos de exfiltração hídrica nos talvegues das voçorocas ficassem em equilíbrio com o nível de base fluvial local (situação atual), arrefecendo, consideravelmente, o ritmo erosivo das feições e proporcionando sua estabilização e colonização vegetal.

Desse modo, a ocorrência de voçorocas em vários estádios evolutivos parece não ter relação direta com as características pedogenéticas apresentadas. A sua gênese está mais relacionada com as falhas e fraturas em conjunção com desequilíbrios hidrológicos subsuperficiais. A única influência pedogenética observada está relacionada com a ocorrência de solos pouco espessos na baixa vertente, cujo horizonte C poderia ser mais facilmente interceptado pela erosão superficial concentrada, fator desencadeador de voçorocamentos no sentido montante da vertente. Tal situação seria inteiramente plausível, pois o fluxo hídrico superficial chegaria ao segmento de baixa vertente com alto potencial erosivo maximizado pelo aumento da declividade.

Não foram investigadas evidências que relacionam a vegetação atual (Cerrado degradado) ou pretérita com a evolução pedogenética.

CONCLUSÕES

1. Observações de campo, suportadas pelos dados micromorfológicos e mineralógicos, mostram uma ruptura na seqüência de transporte e deposição ao longo das três toposequências investigadas. Os produtos intempéricos produzidos no segmento de alta vertente foram transportados e depositados no segmento de meia vertente, constituindo solos coluviais, cuja continuidade foi interrompida em direção ao segmento de baixa vertente.
2. Nos segmentos de baixa vertente, observou-se a ocorrência de solos pouco desenvolvidos (Neossolo e Cambissolo), em discordância com os modelos biostáticos clássicos, que apontam para uma zona de acumulação e autigenia mineral neste segmento.
3. Embora as toposequências investigadas estejam situadas em vertentes com diferentes graus de voçorocamento, as informações levantadas com base nas análises micromorfológicas, mineralógicas, químicas e físicas demonstram forte analogia pedgeomorfogênica entre elas.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, CAPES e CNPq, pelo suporte financeiro.

LITERATURA CITADA

- AUGUSTIN, C.H.R.R. Amphitheaters and hollows with depositional sequences and their significance on the evolution of tropical landscape. In: INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGY CONGRESS, 14., Recife, 1994. Anais. Recife, IAS/UFPE. 1994, p.G5.
- BACELLAR, L.A.P. Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do Rio Maracujá, Ouro Preto, MG. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2000. 226p. (Tese de Doutorado)
- BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. New York, R.E. Krieger, 1976. 482p.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, J.R.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G. & GURSINA, T. Handbook for soil thin section description. Wolverhampton, Wayne Research. 1985. 157p.
- CARSON, M.A. & KIRKBY, M.J. Hillslope form and process. London, Cambridge University Press, 1972. 475p.
- CASTRO, S.S. Micromorfologia de solos aplicada ao diagnóstico de erosão. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G.M., orgs. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999. p.127-163.
- CURI, N.; LIMA, P.C. & LEPSCH, I.F. Terminologia de micromorfologia do solo. Boletim Inf. Soc. Bras. Ci. Solo, 10:33-44, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- ESWARAN, H. & STOOPS, G. Surface textures of quartz in tropical soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 43:420-424, 1979.
- FIGUEIREDO, M.A. Óxidos de ferro pedogênicos e sua influência na agregação de partículas de argila: estudo de caso nos solos da região de Gouveia - Serra do Espinhaço Meridional – MG. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. 95p. (Tese de Mestrado)
- FIGUEIREDO, M.A.; AUGUSTIN, C.H.R.R. & FABRIS, J.D. Mineralogy, size, morphology and porosity of aggregates and their relationship with soil susceptibility to water erosion. Hyperfine Interact., 122:177-184, 1999.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC-MG. Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1983. 158p.
- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3.ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
- LICHTE, M. Arid processes in the SE-brazilian relief evolution during the last glacial. Bol. IG/USP, 8:201-211, 1991.
- LUCAS, Y. & CHAUVEL, A. Soil formation in tropically weathered terrains. In: BUTT, C.R.M. & ZEEGERS, H., eds. Regolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1992, p.57-77.
- MACIAS, F. & CHESWORTH, W. Weathering in humid regions, with emphasis on igneous rocks and their metamorphic equivalents. In: MARTINI, I.P. & CHESWORTH, W., eds. Weathering, soils and Paleosols. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1992, p.283-305.
- MILLOT, G. Planation of continents by intertropical weathering and pedogenetic processes. In: MELFI, A.J. & CARVALHO, A., eds. INTERNATIONAL SEMINAR ON LATERITISATION PROCESSES. 2., São Paulo, 1982. Anais. São Paulo, IUGS-UNESCO-IGCP-IAGC, 1983. p.53-63.
- MOREIRA, C.V.R. Fatores condicionantes das voçorocas na sub-bacia do rio Santo Antônio, bacia do rio Grande, MG. Belo Horizonte, Universidade Federal do Minas Gerais. 1992. 163p. (Tese de Mestrado)
- OLLIER, C. & PAIN, C. Regolith, soils and landforms. Chichester, John Wiley & Sons, 1996. 316p.
- PARZANESE, G.A.C. Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granítóides na região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1991. 117p. (Tese de Mestrado).
- QUEIROZ NETO, J.P. Geomorfologia e Pedologia. R. Bras. Geomorfologia, 1:59-67, 2000.
- RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folhas SF 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, IBGE, 1983. v.32. 767p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa, NEPUT, 1997. 367p.

- RUELLAN, A. Soil vertical and lateral differentiation. Seminário IBSRAM, Khon-Kaen, 1986. p.155-168.
- SALAROLI, I.S. Mapeamento litoestrutural da região de Santo Antônio do Leite - Ouro Preto. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto, 1999 (Relatório do Trabalho Geológico de Graduação em Geologia)
- SANDER, H. The porosity of tropical soils and implications for geomorphological and pedogenetic processes and the movement of solutions within the weathering cover. *Catena*, 49:129-137, 2002.
- SEGOVIA, A.V. & FOSS, J.E. Landforms and soils of the humid tropics. In: LA FLEUR, R.G., ed. *Groundwater as a geomorphic agent*, George Allen & Unwin. U. S. A. 1984. p.78-90.
- THOMAS, M.F. Ages and geomorphic relationships of saprolite mantles. In: ROBINSON, D.A. & WILLIAMS, R.B.G., eds. *Rock weathering and landform evolution*. Chichester, John Wiley & Sons, 1994b. p.287-301.
- THOMAS, M.F. *Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes*. Chichester, John Wiley & Sons, 1994a. 460p.
- VALADÃO, R.C. & SILVEIRA, J.S. Estratigrafia quaternária e evolução do relevo no Complexo Baçāo: dados preliminares. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 6., Ouro Preto, 1992. Anais. R. Escola de Minas, 45:85-87. 1992.
- VIDAL-TORRADO, P. & LEPSCH, I.F. Relações material de origem / solo e pedogênese em uma seqüência de solos predominantemente argilosos e latossólicos sobre psamitos na depressão periférica paulista. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:357-359, 1999.
- VILELA, R.A. Geologia de um segmento do Complexo Matamórfico Baçāo: área entre Glaura e Cachoeira do Campo, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto. 1999 (Relatório do Trabalho Geológico de Graduação em Geologia)
- YOUNG, A. *Slopes*. London, Longman, 1972. 288p.