

EVOLUÇÃO DE ENCOSTAS NO PLANALTO BASÁLTICO COM BASE NA ANÁLISE DE DEPÓSITOS DE COLÚVIO - MÉDIO VALE DO RIO MARRECAS, SW DO PARANÁ

Julio Cesar PAISANI & Francieli GEREMIA

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Francisco Beltrão, Rua Maringá, 1200 – Vila Nova.
CEP 85605-010. Francisco Beltrão, PR. Endereços eletrônicos: juliopaisani@hotmail.com; f_gerencia@hotmail.com

- Introdução
- Área de Estudo
- Métodos
 - Descrição de Seções Estratigráficas
 - Textura da Matriz das Unidades
 - Mineralogia da Fração Argila
 - Descrição Micromorfológica
- Resultados
 - Seções Estratigráficas
 - Seção São Cristóvão
 - Seção Cango
 - Determinações Laboratoriais
 - Mineralogia da Fração Argila
 - Micromorfologia
- Discussão e Inferências
 - Cobertura Pedológica Fonte dos Depósitos de Colúvio
 - Processos Depositionais
 - Evolução das Encostas
- Conclusões
- Agradecimentos
- Referências Bibliográficas

RESUMO – Este artigo apresenta as propriedades de depósitos de colúvios em alta encosta no médio vale do rio Marrecas, como fundamento para compreender a evolução das encostas, comandada pela morfogênese. Procedeu-se: a) a descrição de duas seções estratigráficas no setor de alta encosta; b) a verificação da textura da matriz das unidades colúvias, cujos percentuais granulométricos foram plotados em diagrama triangular de Flemming; c) a determinação da mineralogia da fração argila; e d) a descrição micromorfológica. As propriedades dos depósitos de colúvio das duas seções estratigráficas possibilitaram caracterizar a cobertura pedológica fonte dos materiais colúvios e identificar os respectivos processos deposicionais. Cotejando ambas as informações, pode-se compreender o papel da morfogênese na evolução das encostas da área. A morfogênese esteve presente nas encostas estudadas por meio da ação freqüente do escoamento superficial. Eventos pluviométricos excepcionais foram responsáveis pelo desencadeamento de movimentos de massa no rebordo dos patamares, gerando depósitos de colúvios nas altas encostas. Esses eventos, pouco freqüentes, correspondem aos últimos estágios evolutivos das encostas, acelerando seu recuo e modificando sua morfologia. Acredita-se que esses fenômenos atuaram em escala do médio vale do Rio Marrecas.

Palavras-chave: Evolução de encosta, depósitos de colúvios, rio Marrecas, Planalto Basáltico.

ABSTRACT – *J.C. Paisani & F. Geremia – Evolution of hillslopes in the Basaltic Plateau based on the analysis of colluvium deposits - Middle Valley of Marrecas River – SW Paraná.* This article presents the properties of deposit of colluvium in high slopes as a fundament for understanding the evolution of slopes of middle valley of Marrecas River, commended by morphogenesis. It has been proceeded as it follows: a) the description of two stratigraphic sections in the sector of high slopes; b) the texture matrix of colluvial unities, which the percentages of particle size were plotted in Flemming triangular diagram; c) the determination of mineralogy of clay fraction; and d) the micro morphological description. The properties of colluvial deposits of the two stratigraphic sections made possible to characterize the pedological source cover of its material and to identify the respective disposal process. Exposing both information, it is possible to understand the role of morphogenesis in the evolution of slopes area. The morphogenesis was presented in the studied slopes through the frequent action of superficial running. Exceptional pluviometric events were responsible for the unleashing of mass movements in the rebording of plateau, generating deposits of colluvial in high slopes. These not usual events correspond to the last evolutionary stages of slopes, accelerating its recoil and modifying its morphology. It is believed that these phenomena acted in scale in the middle valley of Marrecas River.

Keywords: slopes evolution, colluvium, Marrecas River, Basaltic Plateau.

INTRODUÇÃO

A evolução das encostas é um problema clássico ricamente modelos hipotéticos dedutivos serviram de base para compreender a evolução das encostas,

mesmo que o foco principal fosse a esculturação da paisagem geomorfológica e o desenvolvimento de superfícies aplainadas (Davis, 1899; Penck, 1924; King, 1956; Wayland, 1933; Büdel, 1957).

Se a esculturação da paisagem geomorfológica resulta da ação de processos relacionados ao intemperismo e a morfogênese (Peuvast & Salles, 2002), cujo grau de atuação varia de lugar para lugar em função das características geográficas, sobretudo climáticas, e geológicas, o mesmo raciocínio pode-se esperar para a evolução das encostas. Estudos em diferentes contextos geográficos por vezes atribuem à ação de processos pedogeoquímicos a evolução das encostas (Queiroz Neto, 2000), mas na maioria dos casos reconhecem a ação de processos morfogenéticos como preponderantes (Bigarella et al., 2003).

No caso das áreas subtropicais, em específico do interior do Estado do Paraná, estudos relacionados à evolução das encostas no Segundo Planalto Paranaense têm revelado ciclos de morfogênese e pedogênese, registrados na forma de depósitos colúviais, colúvio-aluviais e paleossolos enterrados (Paisani & Oliveira, 1998; Camargo Filho, 2005; Camargo, 2005). Essas informações são importantes, pois permitem indicar a sequência de eventos evolutivos das encostas, embora enfoquem as fases de estabilidade e instabilidade da paisagem geomorfológica.

Igual atenção não tem sido dada à compreensão da evolução das encostas no Terceiro Planalto Paranaense, regionalmente conhecido como Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (Almeida, 1956). O grupo de pesquisa Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais, cadastrado no

CNPq, vem se interessando por essa temática, sobretudo para compreender os processos que se destacam na evolução das encostas dessa área e, em sentido amplo, a evolução da paisagem geomorfológica do Planalto Basáltico na região sudoeste do Paraná e noroeste de Santa Catarina. Até o momento, se tem uma vaga compreensão dos fatores e processos responsáveis pelo recuo da encostas nessa região (Paisani et al., 2008a).

Não se sabe se as encostas dessa região teriam sua evolução comandada, prioritariamente, pelos processos pedogenéticos ou pelos processos morfogenéticos. Somente estudos de detalhe a respeito da gênese das formações superficiais encontradas no ambiente de encosta podem ajudar a responder tal questão. Registros de formações superficiais que apontem para à ação da morfogênese na evolução das encostas são escassos. Em escala regional constatou-se a ação desses processos na Superfície de Cimeira (Paisani et al., 2009), Superfície I, mapeada por Paisani et al. (2008a).

Por outro lado, tinha-se como hipótese que encostas estabelecidas em superfícies aplainadas em elaboração, ombreiras dos atuais sistemas de drenagem da região, tenham registros de sua evolução comandada por processos morfogenéticos. De fato, em duas encostas do médio vale do rio Marrecas identificou-se depósitos de colúvio que, à primeira vista, poderiam trazer informações a respeito da evolução das encostas. Neste contexto, o presente artigo apresenta as propriedades de depósitos de colúvios em alta encosta, fácies proximal, como fundamento para compreender a evolução das encostas do médio vale do rio Marrecas, comandada pela morfogênese.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Marrecas possui cerca de 800 km² e se situa na região sudoeste do Paraná, onde se localiza o sítio urbano de Francisco Beltrão (Figura 1). Ela é assimétrica com maior desenvolvimento de afluentes junto a margem esquerda. Esse fato esta relacionado a controle tectônico, possivelmente falhas normais com bloco em ressaltado (Paisani et al., 2005). Sua drenagem promove a denudação de rochas vulcânicas resultantes de derrames de lava eocretáceo (Fodor et al., 1989; Nardy et al., 1993), pertencentes à Formação Serra Geral. A área esta inserida em zona climática subtropical mesotérmica úmida, Cfa na classificação de Köppen, com cerca de 2.000 mm de pluviosidade anual (Martins, 2003).

A paisagem geomorfológica é dominada por: a) topos tabulares suavemente ondulados, devido à presença de cabeceiras de drenagem e depressões fechadas; b) patamares extensos e curtos, sendo os

últimos caracterizados como degraus estruturais (Paisani et al., 2008b); d) vales com seguimentos tanto em canyon quanto com fundo chato, este último constituindo alvéolos; e) rios com meandros estruturais; f) encostas na maioria convexas; g) canais conectados e desconectados à rede hidrográfica; h) relevos residuais (mesetas) e i) formações superficiais lateríticas. Estas formas de relevo são comuns em escala regional e se distribuem pela unidade de relevo designada por Almeida (1956) de Planalto Basáltico do Bacia do Paraná. Especificamente no Estado do Paraná, essa unidade geomorfológica é referida por Maack (1981) como Terceiro Planalto Paranaense (Figura 1).

As seções estratigráficas das encostas estudadas estão situadas no sítio urbano de Francisco Beltrão, respectivamente nos bairros São Cristóvão e Cango (Figura 1). Os depósitos de colúvio se encontram nos terços superiores das encostas, definidas aqui como

setor de alta encosta, com topo a aproximadamente 620 m de altitude. As encostas bordejam uma das classes de patamares (ombreiras) de maior ocorrência

na bacia hidrográfica e se destaca pela influência da estrutura maciça de derrames básicos na sua manutenção (Paisani et al. 2008c).

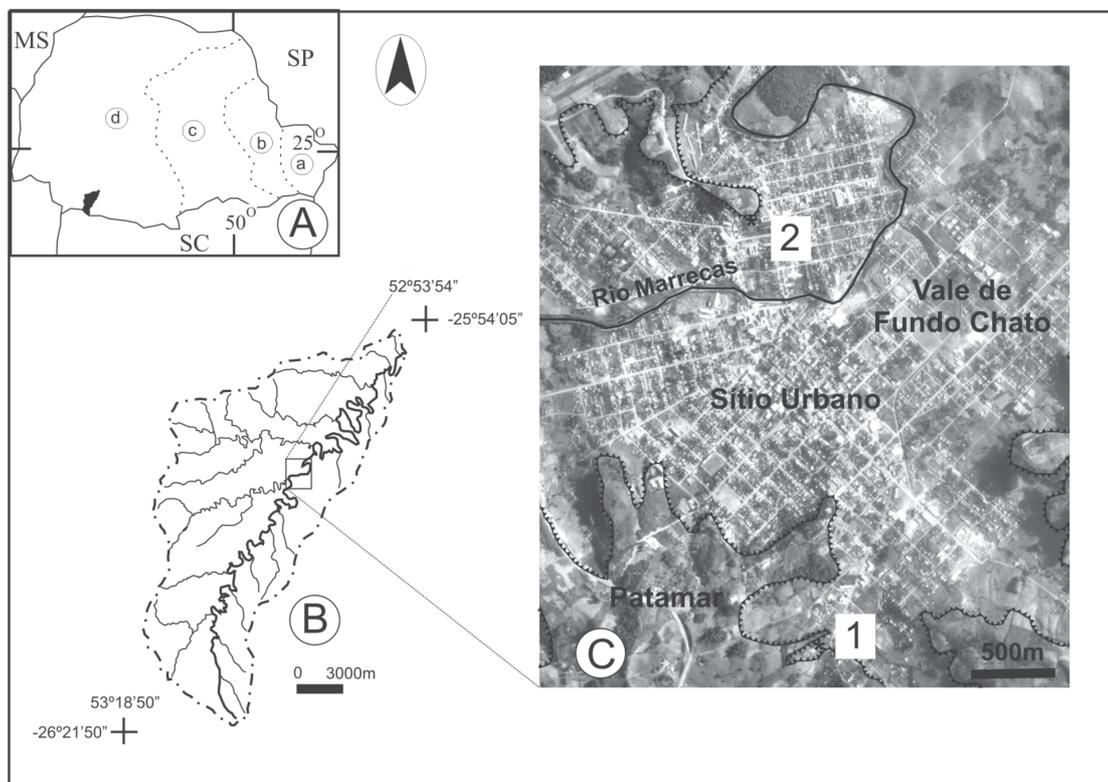


FIGURA 1. Área de estudo. **A:** Unidades fisiográficas do Paraná e o sistema hidrográfico do rio Marrecas. a: Serra do Mar/Litoral. b: Primeiro Planalto. c: Segundo Planalto. d: Terceiro Planalto. **B:** Bacia hidrográfica do rio Marrecas. **C:** Sítio urbano de Francisco Beltrão com a localização das seções estratigráficas estudadas. 1: Seção Estratigráfica em encosta no bairro São Cristóvão. 2: Seção Estratigráfica em encosta no bairro Cango.

MÉTODOS

DESCRIÇÃO DE SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Duas seções estratigráficas expostas, respectivamente em cortes de rua e terraplenagem, exibem depósito de colúvios na área do médio vale do rio Marrecas. As seções foram designadas de Seção São Cristóvão e Seção Cango para indicar as suas localizações. A seção São Cristóvão foi descrita com base nos seguintes procedimentos: a) individualização e denominação das camadas por algarismos romanos da base para o topo; b) tipo de contato entre as camadas; c) estratificação; d) bioturbação; e) atitude das camadas; f) presença de raízes; h) seleção, em função da relação entre os tamanhos dos clastos; j) matriz; k) gradação; e l) cor da matriz (Carta de MUNSELL), além de representar as unidades colúvias em seções colunares (Nichols, 1999). Em relação aos clastos maiores que seixo fino, descreveu-se: a) constituição; b) arredondamento e esfericidade, conforme Pettijohn

et al. (1987, segundo Nichols, 1999). Em relação a seção Cango, atualmente edificada, copiou-se as informações geradas por Paisani (2005). As descrições foram sistematizadas e sintetizadas em propriedades sedimentológicas que possibilitassem comparar as unidades colúvias e classificá-las em fácies deposicionais. Para esta última adaptou-se a nomenclatura de Ghibaudo (1992).

TEXTURA DA MATRIZ DAS UNIDADES

A textura da matriz das unidades colúvias foi estabelecida visando especificar a caracterização dos processos deposicionais. Determinou-se, inicialmente, a granulometria de um total de 12 amostras das unidades colúvias por meio dos clássicos procedimentos sedimentológicos: peneiramento para fração grossa e pipetagem para fração fina, com separação via úmida entre ambas (Suguio, 1973). Essa determi-

nação foi realizada no laboratório de Análise de Formações Superficiais da UNIOESTE, Campus de Francisco Beltrão.

Visando verificar variações hidrodinâmica nos processos deposicionais através de classes texturais, como apontado por Oliveira & Lima (2004) para área de fundo de vale, os percentuais granulométricos foram plotados em diagrama triangular proposto por Flemming (2000). Esses dados foram cotejados com as descrições de campo e utilizados para classificar as fácies sedimentares dos depósitos de colúvio.

MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA

A mineralogia da fração argila, identificação de argilossilicatos e principais óxidos/hidróxidos, foi empregada para verificar o grau de evolução da cobertura pedológica que forneceu material para os depósitos, importante para se estimar o tempo de estabilidade das encostas, e possível retrabalhamento das unidades colúvias. Essa determinação foi estabelecida pelo Laboratório de Fluorescência de Raio X do IGC/USP, por meio da técnica de difração de raio X com amostras orientadas, glicolada e aquecida a 500°C/3h, para as unidades ricas em matriz de ambas as seções, totalizando 5 amostragens.

As fases mais expressivas do difratograma foram previamente interpretadas por técnicos do laboratório. As demais fases foram identificadas em gabinete

utilizando-se do quadro de padrões do *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* - JCPDS e nas informações de Resende et al. (2005). As distâncias interplanares de todas as fases foram calculadas em gabinete a partir da equação de Bragg (Moore & Reynolds Jr., 1997).

DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA

A micromorfologia, também conhecida como microfábrica (Mücher & Morozova, 1983), foi empregada para verificar: a) microestruturas associadas a processos deposicionais; b) microfieções herdadas do material de origem e c) transformações pós-deposicionais. Neste último caso visando estimar o tempo de formação dos depósitos, tendo como princípio que depósitos mais antigos sofrem maior alteração pela ação da pedogênese (Retallack, 1997).

Para a descrição micromorfológica foram coletadas um total de 5 amostras indeformadas das unidades ricas em matriz de ambas as seções. O método de coleta e impregnação das amostras seguiu as orientações de Castro (1989). A confecção de lâminas foi realizada pelo Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências, Departamento de Geologia e Recursos Naturais da UNICAMP. As lâminas foram descritas no Laboratório de Microscopia Ótica da UNIOESTE, Campus Francisco Beltrão, conforme critério e terminologia proposta por Stoops (2003).

RESULTADOS

SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Os resultados das principais propriedades identificadas em campo na descrição das seções estratigráficas e a textura das unidades colúvias ricas em matriz serão apresentadas conjuntamente.

Seção São Cristóvão

A Seção São Cristóvão foi exposta após abertura de uma rua para instalação de loteamento. O assoalho da rua exhibe afloramento do topo de derrames basáltico alterado, como evidenciado pela estrutura amigdaloidal/vesicular. A seção tem 3,90 m de perfil vertical, dos quais 2,90 m foram descritos a partir de barranco de terraplenagem e o restante por intermédio de sondagem com trado holandês. Reconheceu-se 3 unidades colúvias com espessuras variando de 1 a 1,60 m, que são apresentadas na seção colunar da Figura 2.

A unidade I encontra-se na base da seção em discordância com o substrato de basalto. Corresponde a *lama cascalhenta maciça com matriz suportada (matrix support massive gravelly mud – m₁GyM* de

Ghibaudo, 1992; Figura 2). A fração lama tem textura *argila levemente siltosa* (classe E-V; Figura 3) a *lama levemente arenosa muito argilosa* (classe D-V) e cor avermelhada (2.5YR4/6). Apresenta litorrelíquias de basalto tamanho areia grossa, grânulos e seixo com variado estágio de alteração. Devido a alteração do material grosso, não foi possível verificar o grau de arredondamento e esfericidade. Bioturbação é moderada e recente.

A unidade II se encontra sotaposta a unidade I, cujo contato é abrupto (Figura 2). Essa unidade se individualiza pela presença de clastos de basalto maciço com tamanho seixo a bloco em matriz suportada, correspondendo a *cascalho lamoso maciço com matriz suportada (matrix support massive muddy gravel – m₁MyG)* na nomenclatura de Ghibaudo (1992). A fração lama tem cor avermelhada (2.5 YR 4/6) e textura *argila levemente siltosa* (classe E-V) na base passando para *lama levemente arenosa argilosa* (classe D-IV) no topo. Neste último local, registra-se alguns clastos imbricados transversalmente

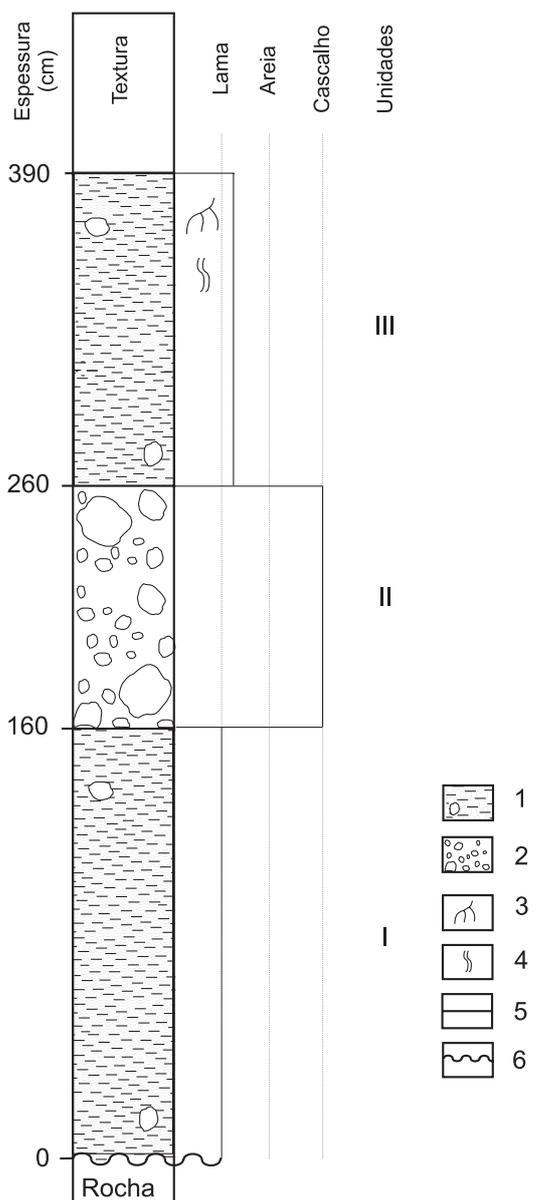
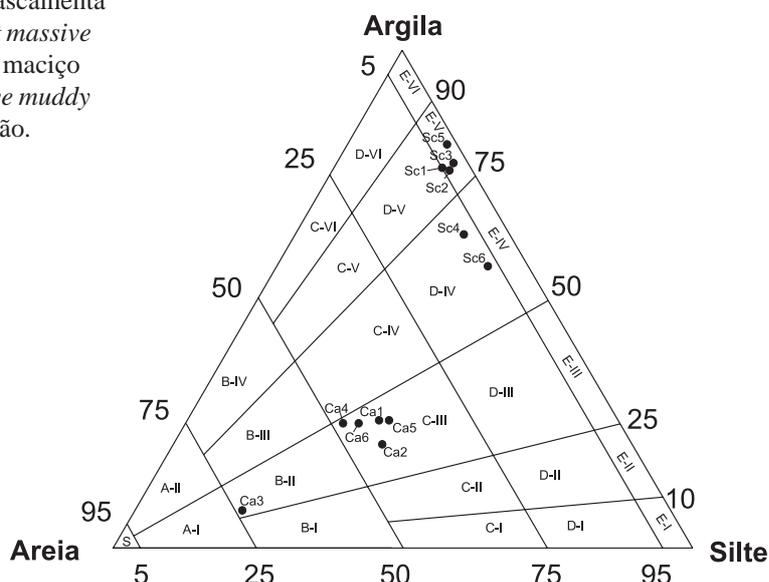


FIGURA 2. Seção colunar esboçando o depósito de colúvios da Seção São Cristóvão. 1: lama cascalhenta maciça com matriz suportada (*matrix support massive gravelly mud* – m_1GyM). 2: cascalho lamoso maciço com matriz suportada (*matrix support massive muddy gravel* – m_1MyG). 3: raízes. 4: bioturbação. 5: limite abrupto. 6: limite erosivo.

FIGURA 3. Diagrama triangular de Flemming (2000) demonstrando a textura da matriz das unidades colúviais. Sc: Seção São Cristóvão. Sc 1,2: unidade I. Sc 3,4: unidade II. Sc 5,6: unidade III. Ca: Seção Cango. Ca 1,2: unidade I. Ca 3: unidade II. Ca 4,5: unidade III. Ca 6: unidade IV.



a direção da sedimentação do material, cuja atitude é de 20° S. Isso sugere que esses clastos foram parcialmente retrabalhados pelo escoamento superficial antes da deposição da unidade subjacente. Não foram encontrados nessa unidade indícios de bioturbação e raízes, além daquelas que ocupam a atual parede da seção. Em relação aos clastos grossos (seixos e blocos), estes são arredondados/subangulosos e com grau de alteração restrito a um córtex levemente descolorido.

Por fim, sobre a unidade II assenta-se a unidade III com contato abrupto (Figura 2). As propriedades sedimentológicas dessa unidade são similares a da unidade I, corresponde a *lama cascalhenta maciça com matriz suportada* (*matrix support massive muddy gravel*). Comparando com a unidade anterior, é nítido sua individualização pela redução da concentração de seixo e bloco. Os clastos grossos são de basalto maciço com baixo grau de alteração. Embora também apresente uma matriz suportada polimodal com textura *argila levemente siltosa* (classe E-V) na base e *lama levemente arenosa argilosa* (classe D-IV) no topo, a cor Bruno avermelhado (5YR4/4) demonstra uma impregnação de matéria orgânica pós-deposicional associada a pedogênese (horizonte A). Raízes e poros tubulares milimétricos são abundantes.

Seção Cango

Igualmente a seção anterior, o depósito de colúvios da Seção Cango se estende até o topo de um derrame basáltico com estrutura amigdaloidal/vesicular de elevado grau de alteração. A seção tem 1,60 m de perfil vertical, exposta em barranco de terraplanagem de

loteamento. Paisani (2005) descreveu essa seção e identificou 4 unidades colúviais delgadas, com espessuras variando de 0,25 a 0,80 m, apresentadas na seção colunar da Figura 4.

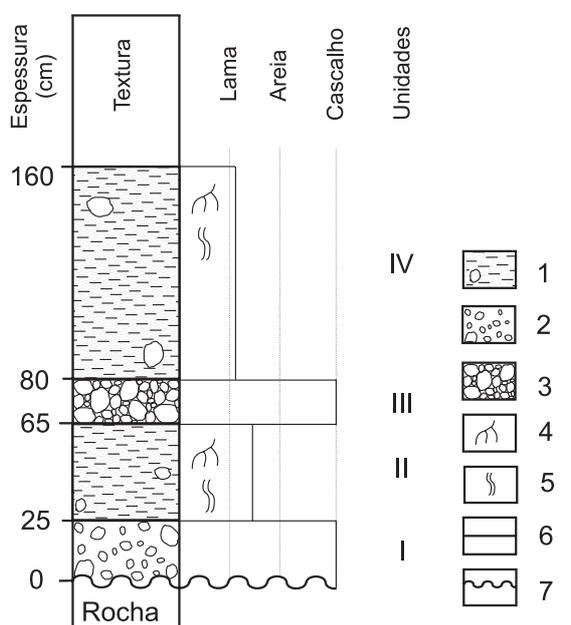


FIGURA 4. Seção colunar esboçando o depósito de colúvios da Seção Cango. 1: lama cascalhenta maciça com matriz suportada (*matrix support massive gravelly mud* – m_1 GyM). 2: cascalho lamoso maciço com matriz suportada (*matrix support massive muddy gravel* – m_1 MyG). 3: cascalho lamoso maciço com clastos suportados (*clast support massive muddy gravel* – m_2 MyG). 4: raízes. 5: bioturbação. 6: limite abrupto. 7: limite erosivo.

Conforme o autor, a unidade I está em discordância erosiva com o substrato de basalto. É caracterizada por aglomerado de seixos, em média com eixo maior variando entre 2 a 18 cm, distribuídos em matriz de *lama areia siltosa* (C-III; Figura 3) cor bruno avermelhada (5YR4/4). Os clastos grossos (seixos e blocos) são arredondados/subangulosos e com grau de alteração restrito a um córtex levemente descolorido. Não foram encontrados nessa unidade indícios de bioturbação e raízes, além daquelas que ocupam a atual parede da seção. Em geral, essa unidade apresenta fácies *cascalho lamoso maciço com matriz suportada* (*matrix support massive muddy gravel* – m_1 MyG).

A unidade II corresponde a fácies *lama cascalhenta maciça com matriz suportada* (*matrix support massive gravelly mud* – m_1 GyM). Seixos centimétricos distribuídos aleatoriamente na matriz são comuns e caracterizadas por córtex de alteração entre 0,5 a 1 cm de espessura. A matriz apresenta textura *areia*

siltosa (B-II; Figura 3) e cor bruno avermelhado (5YR4/3). Em campo não foram encontrados indícios de bioturbação e raízes, além daquelas que ocupam a atual parede da seção. Por outro lado, descrições micromorfológicas revelaram poros gerados tanto pela fauna quanto pela flora (pedotúbulos).

A unidade III é semelhante à unidade I, porém corresponde a fácies *cascalho lamoso maciço com clastos suportados* (*clast support massive muddy gravel* – m_2 MyG). A matriz apresenta textura semelhante da unidade I, *lama areia siltosa* (B-III). O cascalho é constituído predominantemente por seixo médio de basalto maciço completamente alterado. Já a unidade IV possui características semelhantes à unidade II. Exibe alguns seixos completamente alterados, mas na maioria dos casos apenas com grau de alteração restrito a um córtex milimétrico, distribuídos aleatoriamente em sua matriz. A matriz apresenta textura semelhante as unidades I e III, *lama areia siltosa* (C-III; Figura 3).

A unidade IV apresenta características semelhantes a unidade II. Diferencia-se desta pela maior espessura, impregnação de matéria orgânica pós-deposicional associada a pedogênese (horizonte A), e pela abundância de raízes e poros tubulares milimétricos.

DETERMINAÇÕES LABORATORIAIS

Mineralogia da Fração Argila

A mineralogia da fração argila das unidades colúviais são apresentadas nos difratogramas de raio-x das Figuras 5 e 6, exclusivamente para as unidades ricas em matriz.

A unidade I da seção estratigráfica São Cristóvão exibe reflexos médios para ângulos abaixo de $10^\circ 2\theta$ nas determinações orientada, glicolada e aquecida (Figura 5). Nesses locais registra-se sutil diminuição da distância interplanar, de 1,414 a 1,425 nm, correspondendo a reflexo de argilominerais do grupo da clorita (2:1:1). Outros reflexos médios são identificados entre os ângulos de 10 e $15^\circ 2\theta$, com distâncias interplanares de 0,740 a 0,728 nm. Esses resultados são indícios de argilominerais do grupo da clorita, ao mesmo tempo que as distâncias planares entorno de 0,74 nm apontam para presença de argilominerais do grupo da caulinita. Porém, esse último grupo de argilomineral não exibe reflexo na determinação por aquecimento. Tal resultado aponta para argilominerais do grupo da clorita interestratificados (misturados) com argilominerais do grupo da caulinita. Argilominerais do grupo da caulinita podem ser gerados pelos processos de alteroplasmação ou pedoplasmação (neoformados). Nesse caso, a interestratificação de

argilomineral do grupo da clorita (2:1:1), previamente identificado como de origem supérgena, com outro argilomineral do grupo da caulinita (1:1) sugere que essa interestratificação é produto da pedoplasmação. Situação similar ocorre em outro reflexo de baixa intensidade identificado para ângulos entre 20 e 25°2θ, cuja distância interplanar (0,415 nm) sugere a ocorrência de diquita-esmectita (1:1-2:1).

Um reflexo médio na amostra orientada é registrado com ângulo de 25°2θ e distância interplanar de 0,356 nm. Esse resultado sugere a presença da caulinita desordenada (Resende et al., 2005). Logo em seguida, entre os ângulos de 25 e 30°2θ, com distâncias interplanares de 0,332 nm, registra-se com baixo reflexo o quartzo, mineral primário. O baixo reflexo associado a um pico agudo sugere pouca quantidade desse mineral primário na fração argila. Baixos reflexos e picos largos também registram a presença de hematita-goethita entre os ângulos de 30 e 35°2θ, com distâncias interplanares entre 0,271 e 0,269 nm. Em síntese, a unidade I é constituída predominantemente por argilominerais do grupo da clorita (2:1:1) e da caulinita (1:1), por vezes interestratificados entre si e em menor grau com esmectita (2:1).

A unidade II da mesma seção estratigráfica exhibe reflexos médios para ângulos abaixo entre 5 e 10°2θ nas determinações orientadas e glicolada, cujas distâncias interplanares foram de 0,139 e 0,141 nm (Figura 5). A ausência de reflexos médios na determinação aquecida e redução da distância interplanar para 0,107 nm, com deslocamento no ângulo para mais próximo de 10°2θ, aponta para presença do argilomineral vermiculita (2:1). Igualmente, registra-se reflexos médios entre 10 e 15°2θ nas determinações orientada e glicolada, cujas distâncias interplanares foram de cerca de 0,715 nm, e ausência de reflexo na determinação aquecida. Esse argilomineral ocorre novamente com reflexo médio e largo a 25°2θ e com distância interplanar de 0,356 nm. O espaçamento regular e as distâncias interplanares apontam para o argilomineral caulinita nos dois reflexos. Em comparação com os reflexos de caulinita da unidade I, percebe-se que os reflexos desse argilomineral na unidade II são menores que na unidade I, apontando para uma menor quantidade e ou maior desordem da caulinita na unidade II.

Assim como na unidade anterior, entre os ângulos de 25 e 30°2θ, com distâncias interplanares de 0,335 nm verifica-se o quartzo com baixo reflexo e a presença de hematita-goethita também com baixos reflexos entre os ângulos de 30 e 40°2θ, cujas distâncias interplanares ficaram entre 0,271 e 0,252 nm. Em síntese, percebe-se na unidade II os argilominerais vermiculita (2:1) e caulinita (1:1) com reflexos médios, sem inter-

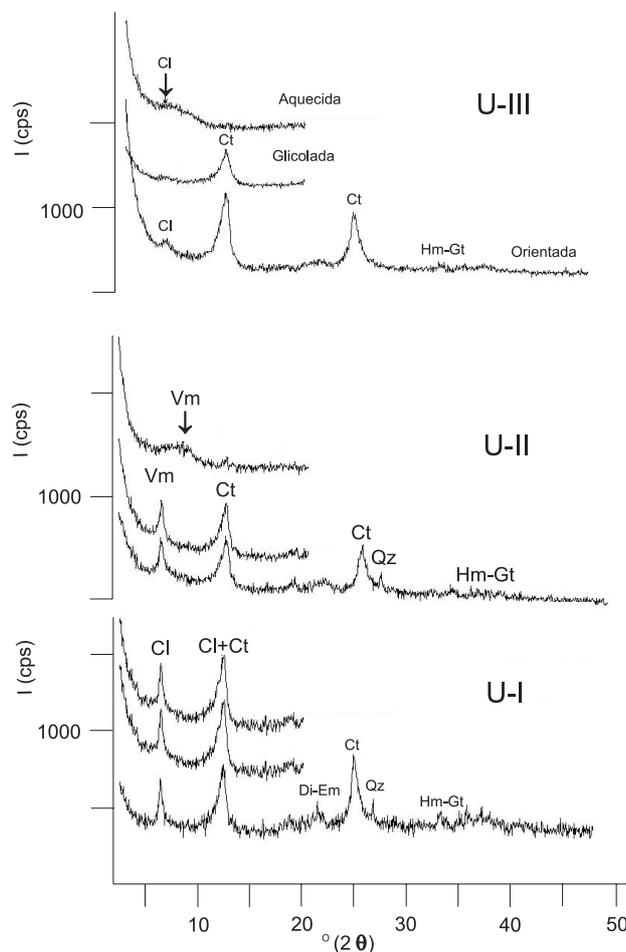


FIGURA 5. Difratomogramas de raio-x da fração argila para as unidades colúvias da seção São Cristóvão. U: I, II, III: unidades colúvias. Cl: clorita. Ct: caulinita. Vm: vermiculita. Di: diquita. Em: esmectita. Qz: quartzo. Hm: hematita. Gt: goethita.

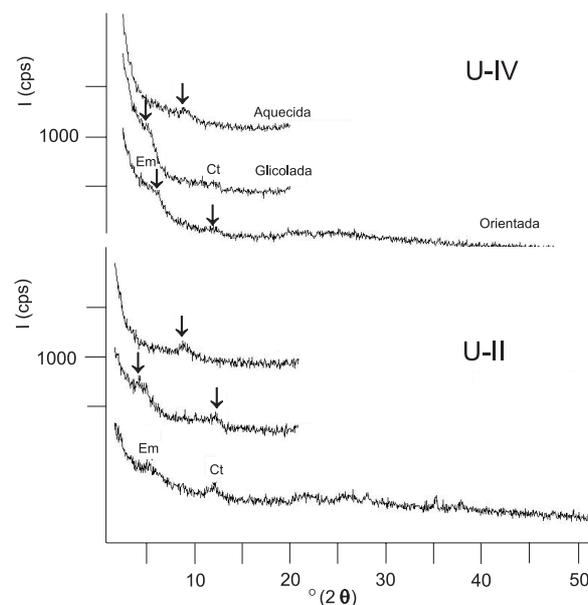


FIGURA 6. Difratomogramas de raio-x da fração argila para as unidades colúvias da seção Cango. U: II, IV: unidades colúvias. Ct: caulinita. Em: esmectita.

estratificação, além de quartzo e hematita-goethita já identificados na unidade anterior. A caulinita com reflexo médio e distância interplanar larga a $25^{\circ}2\theta$ sugere para caulinita desordenada. A presença de vermiculita e caulinita desordenada aponta para um material de pouca evolução geoquímica em relação a unidade I a qual registrou clorita e caulinita com interestratificação da última com esmectita.

A unidade III da seção estratigráfica São Cristóvão apresenta baixo e largo reflexo de argilominerais do grupo de clorita entre 5 e $10^{\circ}2\theta$ (Figura 5). Sendo mais expressivo na determinação orientada, cuja distância interplanar varia 0,147 e 0,137 nm. A caulinita exibe reflexos médios com picos assimétricos nos ângulos de $12,22$ e $24,86^{\circ}2\theta$, com distâncias interplanares de 0,723 e 0,358 nm. Não se registra o quartzo, como verificado nas unidades anteriores, mas hematita-goethita entre os ângulos de 30 e $35^{\circ}2\theta$, com distâncias interplanares de cerca de 0,270 nm. Enfim, os baixos e largos reflexos de argilominerais do grupo da clorita na unidade III apontam para uma pequena quantidade desse grupo na matriz dessa unidade coluvial. Os médios reflexos com picos assimétricos da caulinita sugerem que a mesma se encontra de forma desordenada.

Em relação à seção estratigráfica Cango, a mineralogia da fração argila mostra-se similar para as unidades II e IV (Figura 6). Percebe-se baixos e largos reflexos de argilominerais do grupo da esmectita e caulinita entre 5 e $15^{\circ}2\theta$, com respectivas distâncias interplanares de 0,151 e 0,745 nm. Não se registra o quartzo, como verificado nas unidades da seção São Cristóvão, e hematita-goethita com distâncias interplanares de cerca de 0,270 nm apenas na unidade II. Esses reflexos dos argilominerais de ambas as unidades apontam para um aspecto importante. A fração argila das unidades coluvionares da seção Cango exibe material em estágio inicial de alteração, com a simultânea ocorrência de esmectita (2:1) e caulinita (1:1).

Micromorfologia

As propriedades micromorfológicas das unidades coluviais são semelhantes. Registra-se distribuição relativa de constituintes do tipo porfírica aberta com cerca de 95% de plasma (fração fina), 3% de esqueleto (fração grossa) e 2% de poros (Figura 7A). As unidades apresentam ausência de pedalidade e microestrutura em rachaduras e fendas, ambas associada ao desenvolvimento localizado de blocos subangulares. Essas propriedades mostram que as unidades coluviais não sofreram significativas transformações pós-deposicionais associadas a ação da pedogênese e que a microestrutura esta relacionada ao processo de expansão e contração da matriz rica em argilominerais do grupo 2:1. Microestratificações que indicassem

retrabalhamento das unidades coluvionares pela erosão laminar não estão presentes.

O plasma exibe orientação predominante indiferenciada, porém, localmente a circulação de água é responsável por fraca orientação dos tipos: grano-estriada, poro-estriada, circular, semi-circular, crescente e reticulada. A orientação indiferenciada se deve à isotropia plásmica associada a impregnação por oxihidróxido de ferro, na maioria das unidades de ambas as seções, e à impregnação por matéria orgânica no caso das unidades I, seção São Cristóvão, II e IV da seção Cango (Figura 7B). Percebe-se maior número de microfieções no fundo matricial (90%) que nos poros. No fundo matricial (matriz) foram reconhecidas microfieções pós-deposicionais associadas a circulação de água da chuva, como: hipocutãs de depleção de poro e de impregnação, quasicutãs de impregnação e nódulos mátricos com fraca a moderada impregnação de ferro (Figura 7A).

Microfieções externas ao fundo matricial (intrusivas), tais como: cutãs de crescimento, cutãs típicos, micropans, preenchimentos finos/densos e géis ou argilãs muito finos preenchendo poros foram observadas e estão associadas a perda relativa de plasma da matriz (depleção). Embora a maioria das microfieções intrusivas tenham uma constituição representada pela mistura de ferri-argilãs, no caso dos géis ou argilãs muito finos verifica-se a dissociação de oxihidróxido de ferro em relação aos argilominerais. Fieções herdadas da cobertura pedológica que deu origem aos depósitos são pouco frequentes e restritas, seguindo a ordem decrescente de ocorrência, aos tipos: alteror-reliquias, nódulos litomórficos, nódulos pedomórficos de forte impregnação e pedorrelíquias. Além destas microfieções, registra-se minerais primários isotrópicos como ilmenita e ou magnetita e raros grãos de zeólita e quartzo.

Embora o percentual de poros seja baixo, cerca de 2%, alguns aspectos são relevantes. Predominam rachaduras e fendas, com presença de vesículas, câmaras, fissuras e cavidades. As vesículas estão associadas ao processo deposicional e representam bolhas de ar presas na matriz das unidades coluviais (Bertran & Texier, 1999). As câmaras estão associadas a flora e fauna que cobria atualmente as paredes das seções estratigráficas. No caso das unidades de topo, III da seção São Cristóvão e IV da seção Cango, correspondem a pedogênese atual. Em relação a unidade II da seção Cango, com forte impregnação de matéria orgânica e presença de pedotúbulos, tem-se dúvidas se a bioturbação represente uma incipiente pedogênese ou apenas a atual flora e fauna que colonizou as paredes da seção estratigráfica. Enfim, a porosidade cavitária tem relação direta com a sepa-

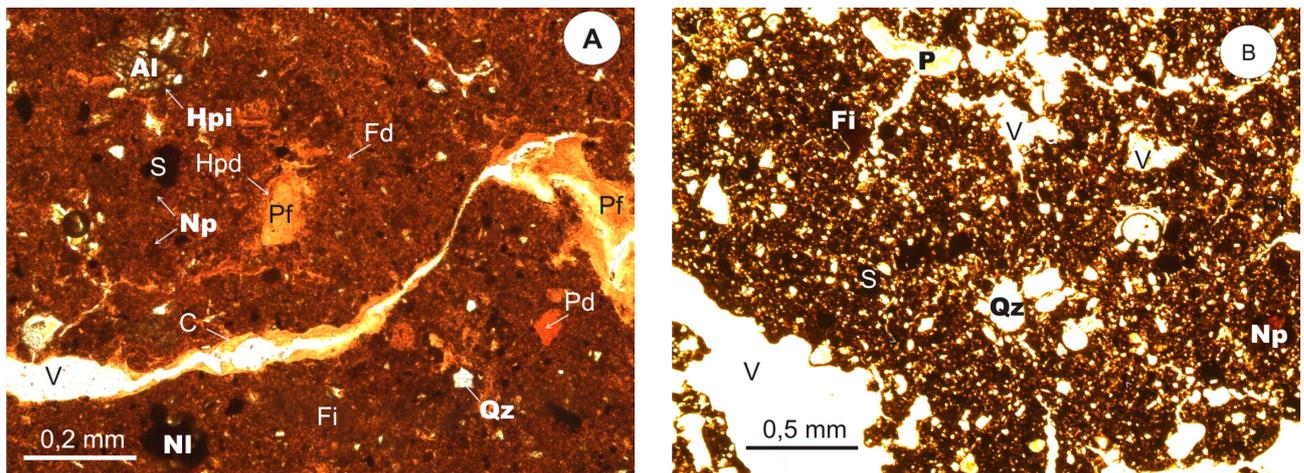


FIGURA 7. Fotomicrografias das unidades colúvias capturadas sobre luz polarizada plana. a: unidade I da seção São Cristóvão. b: unidade II da seção Cango. S: esqueleto (ilmenita ou magnetita). V: poro. Al: alterorrelíquia de basalto. Hpd: hipocutã de depleção de poro. Hpi: hipocutã de impregnação de grão. Fd: microfiação de depleção mátrica. Fi: microfiação de impregnação. Pf = preenchimento fino (contínuo/descontínuo). Pd = preenchimento denso. C = cutã de crescimento + micropan. Qz: quartzo. Np: nódulo pedomórfico de moderada impregnação. Ni: nódulo litomórfico. P: pedotúbulo.

ração plásmica da matriz e está associada ao processo de depleção.

Em síntese as propriedades micromorfológicas trouxeram informações a respeito dos processos deposicionais, mistura de horizontes da cobertura pedológica que forneceu material para os depósitos de colúvios e transformações pós-deposicionais das unidades colúvias. A matriz porfírica com raras pedorrelíquias sugere que o fluxo que gerou as unidades colúvias era viscoso, com elevada concentração de sedimentos e saturado com água. A presença de nódulos litomórficos e alterorrelíquias, comuns nos horizontes C das

coberturas pedológicas, juntamente com nódulos pedomórficos e pedorrelíquias, comuns em horizontes B, aponta para uma mistura de materiais dos diferentes horizontes da cobertura laterítica. Enfim, a presença de microfias associadas ao processo de depleção aponta para um baixo grau de modificação pós-deposicional das unidades colúvias, mesmo para aquelas unidades de topo que sofreram impregnação com matéria orgânica. A ação da depleção parece decorrer da condução de água da chuva de forma heterogênea (anisotrópica) entre as unidades colúvias (Musy & Soutter, 1991).

DISCUSSÃO E INFERÊNCIAS

Com base nos resultados foi possível fazer considerações a respeito das características da cobertura pedológica, fonte dos depósitos de colúvio, e dos processos deposicionais. Com base nessas considerações é proposto modelo evolutivo para as encostas estudadas.

COBERTURA PEDOLÓGICA FONTE DOS DEPÓSITOS DE COLÚVIO

O estabelecimento das unidades no setor de alta encosta em discordância erosiva com a alterita (horizonte C = C₁ + C₂), topo dos derrames com estrutura amigdaloidal/vesicular, sugere que a frente de intemperismo no domínio da encosta foi retardada pela erosão hídrica. Essa idéia se baseia na espessura da cobertura pedológica encontrada em ombreiras nos fundos do alto vale do rio Marrecas. Nessas unidades ocorre

cobertura pedológica laterítica com mais de 9 m de espessura na superfície tabular de topo. Em direção a drenagem local, essa cobertura pedológica torna-se delgada até atingir menos de 2 m de espessura na baixa encosta. Dados hidrológicos levantados na área por Willers & Paisani (2003) apontam para uma alta potencialidade de ocorrência de erosão pelo escoamento superficial nas encostas. Cotejando ambas as informações, pode-se pensar que o escoamento superficial seja responsável pela redução da espessura da cobertura pedológica nas encostas do vale do rio Marrecas. Estendendo essa idéia para a área estudada, pode-se pensar que o escoamento superficial erodiu continuamente a cobertura pedológica nas encostas do médio vale do rio Marrecas até aflorar o substrato basáltico. Assim, a fonte de material para as unidades

colúviais foi a cobertura pedológica laterítica da superfície tabular de topo.

No que se refere à seção São Cristóvão as unidades colúviais exibem mais de 1 m de espessura, sugerindo que a cobertura pedológica que gerou os depósitos, apresentava profundidade significativa, talvez de 3 a 5 vezes a espessura dessas unidades, pois com a remobilização e deposição do material há uma tendência de reduzir significativamente o volume do material de origem, no caso a cobertura pedológica. Na seção Congo, as três unidades basais juntas não chegam a 1 m de espessura, sugerindo que a cobertura pedológica que originou os depósitos era rasa com pouca evolução pedológica.

A presença de cascalho nas unidades, em diferentes proporções, sugere que o horizonte C da cobertura pedológica de ambas as seções estratigráficas corresponde a isalterita (horizonte C₂) rica em blocos de basalto com estrutura maciça. A ausência de lentes de caulinita incorporadas as unidades colúvianas aponta para uma passagem clara ou abrupta entre a isalterita e a aloterita (horizonte C₁).

A mineralogia da fração argila revelou minerais dos grupos da clorita, vermiculita e caulinita com predomínio de reflexos médios na seção São Cristóvão, além de interestratificações, e dos grupos da esmectita e caulinita com reflexos baixos na seção Congo. Em relação à primeira, a ausência tanto de reflexos altos de caulinita quanto de gibsitita demonstram que a cobertura pedológica que forneceu material para o depósito de colúvios estava em estágio de evolução moderado. Como se trata de material rico em oxihidróxido de ferro, cobertura laterítica da superfície de topo, acredita-se que represente o estágio de evolução ferissalítico ou no máximo transitório para ferruginoso (Duchaufour, 1997).

No caso da mineralogia da fração argila do depósito de colúvios da seção Congo, os baixos reflexos de esmectita e caulinita apontam para uma cobertura pedológica incipiente em estágio inicial de alteração. Nesse sentido, pode-se pensar em dois aspectos importantes. Primeiro, que o material fonte do depósito de colúvios da seção São Cristóvão correspondia a uma cobertura pedológica de *nitossolo fersalítico* ou transitando para *ferruginoso*, enquanto que da seção Congo um *neossolo regolítico* ou *cambissolo litólico*. Em segundo, e por decorrência do tipo de cobertura pedológica da área fonte, registra-se, ao longo do tempo, maior estabilidade da superfície geomorfológica na qual se encontra a encosta da seção São Cristóvão e menor estabilidade da superfície na qual se encontra a encosta da seção Congo. Estimativa do tempo necessário para que uma dada cobertura pedológica laterítica atinja o estágio ferissalítico é de aproximadamente de 10⁴ a 10⁵

anos para áreas subtropicais (Duchaufour, 1997). Isso leva a pensar que a mais de 10.000 anos a superfície de topo da encosta do bairro São Cristóvão esteve estável, enquanto que sua encosta recuava mediante a morfogênese da erosão hídrica associada ao escoamento superficial. Já em relação a superfície de topo do bairro Congo, pelo menos a área que bordejia a alta encosta esteve instável no mesmo período, favorecendo a ação da morfogênese pelo escoamento superficial.

PROCESSOS DEPOSICIONAIS

As unidades deposicionais de ambas as seções estratigráficas, ricas em cascalho de basalto maciço, se assentam abruptamente sobre isalterita do topo de derrames amigdaloidal/vesicular, atestando a presença de discordância erosiva. As propriedades texturais e estruturais das unidades colúvianas indicam que os depósitos foram gerados por deslizamento ou escorregamento, cujos fluxos tiveram alta concentração de sedimentos e que a componente água esteve presente no processo deposicional. De fato, a análise micromorfológica revelou matriz porfírica com microestrutura, localmente, em blocos e relacionada à expansão e contração natural do material, associado aos argilominerais 2:1.

Com base nas descrições das seções estratigráficas e na determinação da textura da matriz das unidades colúvianas, dois grupos faciológicos gerais foram encontrados: *lama cascalhenta* (*gravelly mud* - GyM) e *cascalho lamoso* (*muddy gravel* - MyG), ambas com estrutura maciça (*massive muddy gravel* - mMyG e *massive gravelly mud* - mGyM). Essas propriedades sugerem duas categorias de movimento de massa, respectivamente *fluxo de terra* e *fluxo de detritos*. No caso do fluxo de detritos, a fácies cascalho lamoso apresenta variação entre matriz suportada (m₁MyG) e clastos suportados (m₂MyG). Essa variabilidade representa apenas a disponibilidade das frações granulométricas na área fonte, devido à pequena distância percorrida pelo fluxo. O mesmo raciocínio se aplica para a variabilidade na textura da fração lama apontada pelo diagrama de Flemming. Hipoteticamente as unidades com aumento da proporção de argila na matriz implicariam em fluxos cada vez mais viscosos, enquanto que o aumento da proporção de areia representaria fluxos difusos associados ao escoamento superficial. Por outro lado, diante da proximidade dos depósitos de colúvio com a área fonte, as propriedades texturais da matriz refletem apenas o grau de evolução pedológica do material de origem que forneceu sedimentos para as unidades colúvianas.

Deste modo, pode-se pensar que as unidades colúvianas *lama cascalhenta* da seção São Cristóvão

correspondem à mistura de materiais de horizontes B e B/C. No caso da seção da Cango a análise micromorfológica relevou matriz bruna escura impregnada de matéria orgânica, sugerindo que a matriz das unidades colúviais II e IV representam a mistura entre os horizontes A, Bi (incipiente) e C. No caso das unidades colúviais *cascalho lamoso* estes resultam da mistura de materiais dos horizontes C/B e C. Desse modo, essas últimas unidades estariam relacionadas à fonte do material de origem do que a um paleopavimento detritico como é aventado na literatura clássica (Tricart, 1959; Ab'Sáber, 1962; Bigarella & Mousinho, 1965; Pentead, 1969). Ao se comparar a mineralogia da fração argila das três unidades colúviais da seção São Cristóvão, percebe-se variações na constituição dos argilominerais do grupo 2:1. Isso sugere que os materiais foram gerados por movimentos de massa distintos, não se registrando retrabalhamento de unidades colúviais como se esperava. No caso da seção Cango a similaridade mineralógica das unidades sugere que a unidade IV seja retrabalhamento da unidade II, podendo, a unidade III ser retrabalhamento da unidade I.

Em relação ao tempo de recorrência dos movimentos de massa, a ausência de impregnação da matriz do solo com matéria orgânica, nas unidades colúviais em profundidade na seção São Cristóvão é forte evidência de que os processos foram penecontemporâneos. Em relação a seção Cango, a forte impregnação de matéria orgânica na unidade II e a presença de pedotúbulos, indicativo da ação da flora e fauna, levaria a pensar em pedogênese incipiente da unidade antes da deposição da camada sobrejacente. Por outro lado, ainda se tem dúvidas se a bioturbação é pretérita ou relacionada à atual flora e fauna que colonizou as paredes da seção estratigráfica.

EVOLUÇÃO DAS ENCOSTAS

A partir das interpretações dos resultados a cerca das características da cobertura pedológica, fonte dos depósitos de colúvio e dos processos deposicionais, fez-se a tentativa de apresentar modelo evolutivo para as encostas do médio vale do rio Marrecas, sob ação da morfogênese.

Pode-se imaginar, primeiramente, que o topo plano das superfícies nas quais as encostas estudadas bordejam, estiveram sujeitas à ação do intemperismo durante um tempo significativo para desenvolver perfil de solo laterítico (ferruginoso ou transicional para fersialítico), cujo desenvolvimento da frente de alteração se estabeleceu paralelo à superfície. A drenagem local aprofunda seu talvegue com taxas acentuadas e superiores às taxas de aprofundamento da frente de intemperismo no domínio da encosta. Nesse instante, o escoamento superficial domina a morfogênese das

encostas e promove o afloramento da isalterita (horizonte C₂), representado nas encostas da área de estudo pelo topo de derrames com estrutura amigdaloidal/vesicular intemperizado (Figura 8a).

Na seqüência, eventos pluviométricos atípicos propiciam saturação da cobertura pedológica, possivelmente a partir do contato desta com a aloterita. Movimento de massa, talvez deslizamento rotacional, gera fluxo de terra e ou de detritos da cobertura pedológica até o limite da isalterita e, em conseqüência, desenvolve cicatriz erosiva côncava a partir do degrau estrutural na alta encosta (Figura 8b). Com a recorrência de eventos pluviométricos excepcionais, novos movimentos de massa ocorrem e são responsáveis pela degradação da cobertura pedológica remanescente, mistura de horizontes e a deposição de seu material a partir da alta encosta. No caso da encosta do São Cristóvão as unidades I e II representam a mistura e inversão dos horizontes de solo, respectivamente a deposição de um material constituído pela mistura dos horizontes B e B/C (unidade I) e horizontes C/B e C (unidade II; Figura 8c).

Diante da continuidade ou recorrência de eventos pluviométricos excepcionais, novos movimentos de massa são gerados. Esses promovem a degradação da cobertura pedológica remanescente e a deposição do material com a mistura dos horizontes B e B/C formando a unidade III da seção São Cristóvão (Figura 8d). A morfologia da alta encosta passa de convexa para côncava/retilínea. Após esse evento a encosta se estabiliza, do ponto de vista morfodinâmico, desenvolvendo vegetação e impregnação da unidade III com matéria orgânica. Nesse momento a unidade III passa a corresponder a um solo colúvial com horizontes A e B/A.

Em relação a encosta do bairro Cango, sua evolução seria similar ao da encosta do bairro São Cristóvão. No entanto, o escoamento superficial foi mais efetivo antes dos episódios de movimentos de massa, deixando a cobertura pedológica rasa. Em ambas as encostas registram-se eventos que podem ser correlacionáveis, e apenas um evento singular.

Como evento singular tem-se a unidade I da seção Cango, que pode representar remanescente do movimento de massa que gerou a cicatriz erosiva onde se depositaram as demais unidades colúviais. As demais unidades colúviais encontradas na seção do bairro Cango, lama cascalhenta (unidade II), cascalho lamoso (unidade III) e lama cascalhenta (unidade IV) apresentam propriedades faciológicas gerais similares (textura e estrutura), respectivamente, às unidades I, II e III da seção São Cristóvão. Esse fato sugere que essas unidades são correlacionáveis e leva a pensar que os episódios de movimento de massa foram generalizados nas encostas do médio vale do Rio Marrecas.

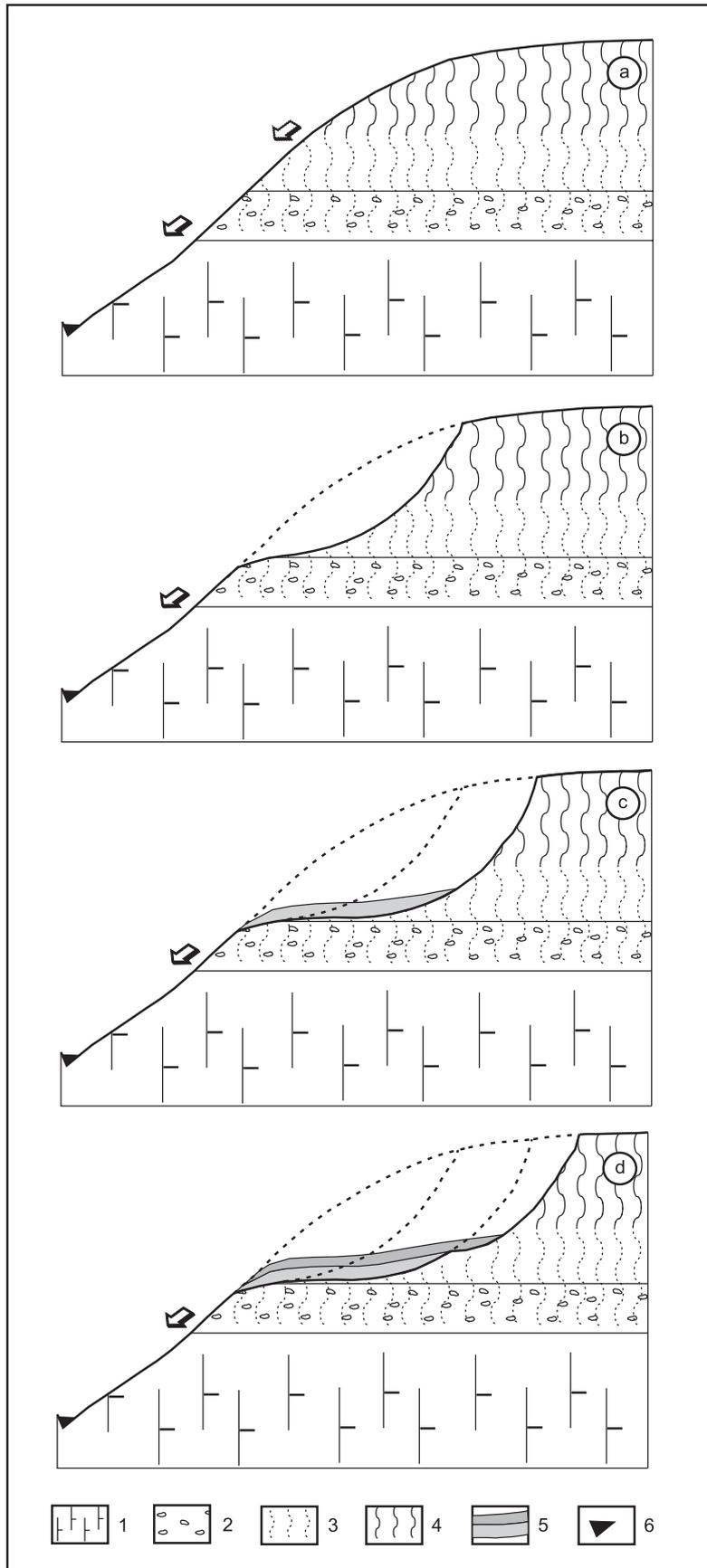


FIGURA 8. Modelo hipotético indutivo a respeito da evolução das encostas estudadas. Seta: escoamento superficial.
 1: basalto maciço (zona estrutural central). 2: basalto amigdaloidal/vesicular (zona estrutural de topo). 3: alterita (horizonte $C = C_1 + C_2$). 4: cobertura pedológica (horizontes Ap, B, B/C). 5: unidades colúviais. 6: drenagem local.

CONCLUSÃO

As propriedades dos depósitos de colúvio de duas seções estratigráficas no médio vale do rio Marrecas possibilitaram caracterizar a cobertura pedológica fonte de seus materiais e identificar os respectivos processos deposicionais. Cotejando ambas as informações, pode-se compreender o papel da morfogênese na evolução das encostas da área estudada. A morfogênese esteve presente nas encostas dos bairros São Cristóvão e Cango por meio da freqüente ação do escoamento superficial. Eventos pluviométricos excepcionais foram responsáveis pelo desencadeamento de movimentos de massa, talvez deslizamentos rotacionais, no rebordo dos patamares, gerando depósitos de colúvios nas altas encostas. Esses eventos, pouco freqüentes, correspondem aos últimos estágios evolutivos das encostas,

acelerando seu recuo e modificando sua morfologia.

A compreensão desses fenômenos evolutivos simultaneamente em duas encostas no mesmo setor do vale do Rio Marrecas, distantes uma da outra, sugerem que a modificação dos processos morfogenéticos, hídrico para movimento de massa, atuou em escala do médio vale do Rio Marrecas. Resta saber que fenômenos paleoambientais foram responsáveis por esta mudança e em que momento da escala de tempo geológica ocorreram. Enfim, como as seções estratigráficas do médio vale do rio Marrecas se encontram no setor de alta encosta, suas propriedades são bom exemplo de fácies colúvias proximal, desenvolvidas a partir da degradação de cobertura pedológica laterítica.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e à UGF/SETI/Gov. Paraná pelo apoio financeiro (Termo de Cooperação Técnica-Financeira n.13/2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB'SÁBER, A.N. Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte sub-superficial de cascalhos inhumados do Brasil Oriental. **Boletim da Universidade do Paraná**, Geografia Física, n. 2, p. 1-32, 1962.
2. ALMEIDA, F.F.M. O Planalto basáltico da Bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 24, p. 3-34, 1956.
3. BERTRAN, P. & TEXIER, J.P. Facies and microfacies of slope deposits. **Catena**, v. 35, p. 99-121, 1999.
4. BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16/17, p. 7-16, 1965.
5. BIGARELLA, J.J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M.L.P.; SANTOS, G.F.; MENDONÇA, M.; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, v. 3, p. 883-1436, 2003.
6. BÜDEL, J. Double surfaces of leveling in the humid tropics. **Zeit. Geomorphologist**, n. 1, v. 2, p. 223-225, 1957.
7. CAMARGO FILHO, M. **Significado paleoambiental de seqüência pedosedimentar em baixa encosta: o caso dos paleossolos Monjolo – Lapa (PR)**. Florianópolis, 2005. 318 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
8. CAMARGO, G. **O significado paleoambiental de depósitos de encosta e de preenchimento de canal no município de Lapa (PR) no sul do Segundo Planalto Paranaense**. Florianópolis, 2005. 297 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
9. CASTRO, S.S. **Micromorfologia de solos – pequeno guia para descrição de lâminas delgadas**. DG-USP/IPT, 87 p., 1989.
10. DAVIS, W. The Geographical cycle. **Geographical Journal**, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.
11. DUCHAUFOR, P. **Abrégé de pédologie**. Paris: Masson, 291 p., 1997.
12. FLEMMING, B.W. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis of ternary diagrams. **Continental Shelf Research**, v. 20, p. 1125-1137, 2000.
13. FODOR, R.V.; MCKEE, E.H.; ROISENBERG, A. Age distribution of Serra Geral (Paraná) flood basalts, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 2, n. 4, p. 343-349, 1989.
14. GHIBAUDO, G. Subaqueous sediment gravity flow deposits: practical criteria for their field description and classification. **Sedimentology**, v. 39, p. 423-454, 1992.
15. KING, L.C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE, ano XVIII, n. 2, p. 147-265, 1956.
16. MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio / Curitiba: Secretaria de Cultura do Governo do Paraná, 2ª ed., 442 p., 1981.
17. MARTINS, G. Caracterização climática do sudoeste do Paraná segundo Maack. In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA – ENGENHO, 8 & ENCONTRO DE GEOGRAFIA DO SUDOESTE DO PARANÁ, 2, 2003, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: UNIOESTE, 2003, p. 29-31.
18. MOORE, D.M. & REYNOLDS JR, R.C. **X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals**. Oxford University Press, 2ª ed., 378 p., 1997.
19. MÜCHER, H.J. & MOROZOVA, T.D. The application of soil micromorphology in Quaternary geology and geomorphology. In: BULLOCK, P. & MURPHY, C.P. (Eds.), **Soil micromorphology, Techniques and applications**, v. 1, p. 151-194, 1983.
20. MUSY, A. & SOUTTER, M. **Physique du sol**. Collection Gérer L'environnement. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Suisse, 335 p., 1991.
21. NARDY, A.J.R.; PICCIRILLO, E.M.; COMINCHIARAMONTI, P.; MELFI, A.J.; BELLINI, G.;

- OLIVEIRA, M.A.F. Caracterização litoquímica e aspectos petrológicos de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral: Região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Geociências**, v. 12, n. 2, p. 275-313, 1993.
22. NICHOLS, G. **Sedimentology & Stratigraphy**. Blackwell Science Ltd., 355 p., 1999.
23. OLIVEIRA, M.A.T. & LIMA, G.L. Classificação de sedimentos quaternários em cabeceiras de vale através da aplicação do diagrama de Flemming: município de Campo Alegre, Norte de Santa Catarina. **Geociências**, v. 23, n. 1, p. 67-78, 2004.
24. PAISANI, J.C. Gênese da cobertura superficial do Morro do Calvário – bases para identificar sua susceptibilidade erosiva. **Relatório Técnico**, Unioeste, Francisco Beltrão, 10 p., 2005.
25. PAISANI, J.C. & OLIVEIRA, M.A.T. Identificação de paleossolos em áreas de cabeceira de drenagem: o caso da Colônia Quero-Quero, Palmeira (PR). **Geosul**, UFSC, v. 14, n. 27, p. 470-475, 1998.
26. PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; GEREMIA, F.; FORTES, J.A.E. Análise de lineamentos na bacia do rio Quatorze – sudoeste do Paraná. **Varia Scientia**, Unioeste, v. 5, n. 10, p. 65-74, 2005.
27. PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; ANDRES, J. Superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná / NW Santa Catarina): primeira aproximação. **Geociências**, v. 27, n. 4, p. 541-553, 2008. (a)
28. PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; PASA, V.; ANDRES, J. Verificação da Influência da Seqüência de Derrames Vulcânicos da Formação Serra Geral na Ocorrência de Patamares na Área Drenada pelo Rio Marrecas – SW PR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2, 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2008, 10 p. CD-ROM. (b)
29. PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; ANDRES, J.; PASA, V.; MARINHO, F.R. Características geológicas da Formação Serra Geral na área drenada pelo Rio Marrecas (SW Paraná): fundamentos para a análise geomorfológica. **Geografia**, UEL, v. 17, n. 2, p. 49-65, 2008. (c)
30. PAISANI, J.C.; PONTELLI, M.E.; BERTOLDO, E.; BASSO, G. Resultados preliminares da caracterização de seção pedostratigráfica em Palmas, PR. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA/SIMPGEIO, 4, 2009, Marechal Candido Rondon. **Anais...** Marechal Candido Rondon, 2009, 10 p. CD-ROM.
31. PENCK, W. **Morphological analysis of land forms – a contribution to physical geology**. London: Macmillan and Co., Limited, 1924, translated by Czech, H. and Boswell, K.C., 429 p., 1953.
32. PENTEADO, M.M. Novas informações a respeito dos pavimentos detríticos (“stone lines”). **Notícia Geomorfológica**, v. 9, n. 17, p. 15-41, 1969.
33. PEUVAST, J.P. & SALES, V.C. Aplainamento e geodinâmica: revisitando um problema clássico em geomorfologia. **Mercator**, UFC, ano 1, n. 1, p. 113-150, 2002.
34. QUEIROZ NETO, J.P. Geomorfologia e pedologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 59-67, 2000.
35. RETALLACK, G.J. **A colour guide to paleosols**. John Wiley & Sons, 175 p., 1997.
36. RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S.B. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações**. Lavras: Editora UFLA, 192 p., 2005.
37. SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP, 317 p., 1973.
38. STOOPS, G. **Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections**. Soil Science Society of America, Madison, WI, 184 p., 2003.
39. TRICART, J. Informações para a interpretação paleogeográfica dos cascalhos. **Notícia Geomorfológica**, n. 4, p. 1-11, 1959.
40. WAYLAND, E.J. Peneplains and some other erosional platforms. **Annual Report Bulletin**. Prot. Uganda Geologist Survivor Department of Mines, Note 1, p.77-79, 1933.
41. WILLERS, S.F. & PAISANI, J.C. Potencialidade de ocorrência de escoamento superficial hortoniano em encostas da bacia do rio Marrecas, PR. In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA – ENGEO, 8 & ENCONTRO DE GEOGRAFIA DO SUDOESTE DO PARANÁ, 2, 2003, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: Unioeste, 2003, p. 161-163.

*Manuscrito Recebido em: 18 de fevereiro de 2010
Revisado e Aceito em: 20 de maio de 2010*