

# **Reconhecimento de unidades deposicionais de média e baixa encosta no município de Lapa (PR) por meio da construção de topossequências**

## **The recognition of deposit units in the low and medium terraces in Lapa (PR, Brazil) through the construction of toposequences**

Gisele Pietrobelli<sup>1</sup>

Luiz Gilberto Bertotti<sup>2</sup>

Leandro Vagner Mascarelo<sup>3</sup>

Melina Mara de Souza<sup>4</sup>

Wellington Barbosa da Silva<sup>5</sup>

Maurício Camargo Filho<sup>6</sup>

### **Resumo**

A construção de topossequências para reconhecimento de unidades deposicionais de média e baixa encosta no município de Lapa (PR) foi usada para identificar as propriedades morfológicas, texturais e de estrutura interna dos depósitos de média e baixa encosta com vistas ao reconhecimento e seu significado paleoidrológico. A metodologia consistiu em levantamento topográfico de encosta, sondagens com trado holandês, descrição em campo dos materiais sedimentares, pedológico e paleopedológico que recobrem a encosta, análise do teor de matéria orgânica e construção de topossequências para reconhecimento da distribuição espacial destes materiais sobre a encosta. Foram construídas

---

1 Dra.; Geógrafa; Professora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO; E-mail: gipietrobelli@hotmail.com

2 Dr.; Licenciado em Geografia; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO; E-mail: bertotti@unicentro.br

3 M.Sc.; Licenciado em Geografia; E-mail: mascarelo.leandro@gmail.com

4 Licenciada em Geografia; Mestranda em Geociências na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; Departamento de Geologia e Recursos Naturais; Bolsista do CNPq; E-mail: melina@ige.unicamp.br

5 Licenciado em Geografia; Mestrando em Geografia na Universidade Estadual do Oeste – UNIOESTE; E-mail: w\_barbosa@hotmail.com

6 Dr.; Geógrafo; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO; E-mail: mcamargo12@hotmail.com

dez topossequências que resultaram na identificação das unidades sedimentares e pedológicas que formam a encosta e na identificação da sua distribuição tridimensional. Nas porções de média e baixa encosta da área foram identificados, além dos diferentes tipos de rocha, três horizontes-organo-minerais soterrados, três unidades alúvio-coluviais e duas aluviais. Os três horizontes organo-minerais auxiliaram na definição da estratigrafia local. A análise das propriedades dos depósitos que recobrem a média e baixa encosta colocou em evidência processos aluviais como dominantes na deposição das unidades sedimentares.

**Palavras-chave:** estratigrafia; unidades deposicionais; evolução do relevo.

### **Abstract**

The construction of topo-sequences for the identification of deposit units at low and medium terraces in Lapa (PR) was used to verify the morphology, texture and internal structure properties of the low and medium terraces in order to establish their paleo-hydrological meaning. The methodology consisted in a topographic survey of the terraces, sampling with a Dutch auger, field description of the sedimentary, pedological and paleopedological materials which occur in the terraces, analysis of the organic content, and construction of the topo-sequences for identification of the spatial distribution of these materials on the terraces. Ten topo-sequences were verified, which allowed for the identification of the sedimentary and pedological units that form the terraces and of their tridimensional distribution. In the areas of medium and low terraces, in addition to different rock types, three buried organic horizons, three alluvial-colluvial and two alluvial units were identified. Data regarding the three organic-mineral horizons helped to produce the local stratigraphy. The analysis of the properties of the deposits which occur at the medium and low terraces revealed that alluvial processes are the dominant ones in the accumulation of sedimentary units.

**Key words:** stratigraphy; deposit units; relief evolution.

### **Introdução**

Estudos de evolução de encosta em cabeceira de vales fluviais, efetuados na porção sul do estado do Paraná, município de Lapa, reconheceram a presença de níveis coluviais e organo-minerais

recobrimo eixos de concavidades. Esses sedimentos constituem importante registro das propriedades de fluxos que transportaram e depositaram o material pela encosta e das condições ambientais sob as quais se formaram paleohorizontes. Como a sequência e a natureza dos

processos de superfície pretéritos, em grande parte, controlados pelas condições paleoclimáticas, encontram-se preservadas nos depósitos sedimentares antigos, procurou-se identificar as propriedades morfológicas, texturais e de estrutura interna dos depósitos de média e baixa encosta com vistas ao reconhecimento de seu significado paleoambiental.

Com objetivo de reconhecer as diferentes unidades de solo e sedimentos que recobrem a média e baixa encosta, foram efetuados trabalhos de sondagem com trado holandês, descrições de materiais e campo, análises granulométricas e de teor de matéria orgânica. A partir desses dados levantados, foram construídas topossequências que possibilitaram identificar a distribuição lateral e vertical das unidades de solo e sedimentos nestes setores da encosta. A análise das propriedades dos depósitos que recobrem a média e baixa encosta colocou em evidência processos aluviais e alúvio-colúviais como localmente predominantes na deposição das unidades sedimentares.

As encostas sob clima tropical e subtropical estão sujeitas aos processos de intemperismo, erosão e, conseqüente, produção de sedimentos. A efetividade destes processos é controlada pela litologia, cobertura vegetal, disponibilidade para transporte de partículas de solo e rocha, comprimento, declividade e forma de encosta (SELBY, 1994). Wolman e Miller (1960) sustentam que no sistema geomorfológico o transporte de sedimentos é, geralmente, efetuado mais por eventos de magnitude

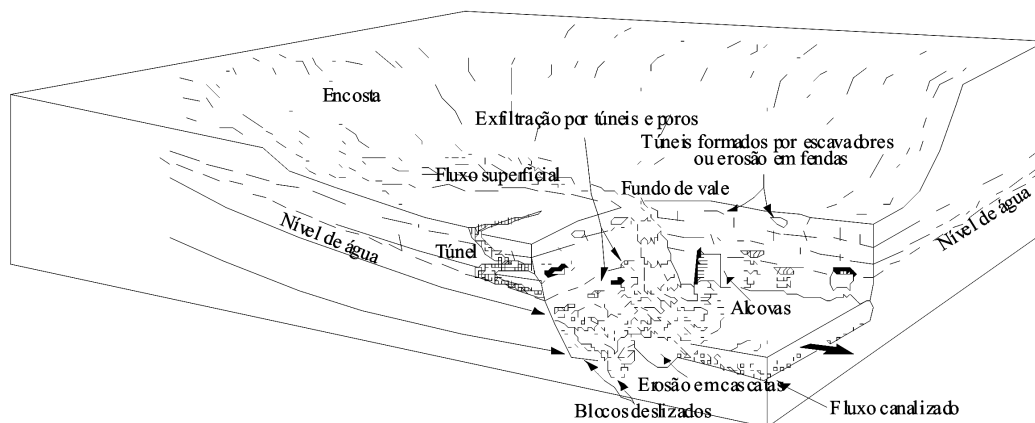
moderada, que ocorrem com relativa frequência, do que por eventos de rara magnitude. A sequência e a natureza dos processos de superfície pretéritos, em grande parte, controlados pelas condições paleoclimáticas, encontram-se preservadas nos depósitos sedimentares antigos (TURCQ et al., 1993). Para Van Loon (1999), as mais detalhadas reconstituições de climas pretéritos se referem ao final do Pleistoceno e Holoceno.

Os depósitos de encosta, segundo Selby (1994) e Bertran e Texier (1999) estão, em geral, relacionados a processos como escoamento superficial (laminar e concentrado), ravinamento, voçorocamento e movimentos de massa. Esses processos estão representados na figura 1.

O fluxo superficial hortoniano ocorre somente quando a intensidade da chuva excede à capacidade de infiltração do solo (MORGAN, 1986). Esta categoria de fluxo, associada ao destacamento de partículas do solo pelo impacto das gotas de chuva (*splash*), é responsável, segundo Morgan (1986), por mais de 95% das perdas de solo em áreas de solo nu ou cultivado. Por outro lado, o fluxo superficial de saturação, o fluxo subsuperficial e em túneis são responsáveis por pequenas quantidades de descarga de sedimentos (SELBY, 1994).

Bertran e Texier (1999) propõem classificação de processos de encosta que refletem a forma e a velocidade do movimento, as propriedades reológicas e o tamanho do material em movimento (Quadro 1).

**Figura 1.** Processos de erosão em encostas



Fonte: Modificado de Dietrich e Dunne, (1993)

**Quadro 1.** Classificação de processos de encosta

Concentração de sedimentos	Baixa		Intermediária	Alta	
Principal fluido intersticial	Ar	Água	Água + finos	Ar	Água + finos
Processos	Queda de blocos	Escoamento superficial Fluxo canalizado	Escoamento superficial Fluxo hiperconcentrado	Fluxo de grãos	Fluxo de detritos (liquefação) Deslizamento de terra

Fonte: Modificado de Bertran e Texier, (1999)

No caso de queda de blocos, as rochas caem de uma encosta inclinada como partículas individuais ou assembléias altamente dispersas por rolamento, saltação ou deslizamento. No escoamento superficial a concentração de sedimentos é intermediária. A espessura da água que flui na encosta é, em geral, de poucos milímetros, o que promove uma pobre separação de carga de leito e partículas suspensas. Fluxo de grão e avalanches correspondem

ao fluxo de pequenos fragmentos de rochas ou grandes volumes de material que se desintegraram no processo de deslizamento ou colapso em encosta inclinadas. O fluxo de detritos constitui o fluxo de sedimentos oriundos da remoção de material acumulado em voçorocas ou de deslizamentos acrescidos de água (BERTRAN e TEXIER, 1999).

Os processos dominantes na encosta diferem através da paisagem e variam em magnitude e frequência e através do

tempo (SELBY, 1994). Variáveis como forma, declividade e comprimento da encosta, cobertura vegetal, condições climáticas no que se refere às condições de temperatura e precipitação devem ser consideradas nesta abordagem (THOMAS, 1994; VANDENBERGHE, 2002).

Sob perspectiva genética, o material transportado por escoamento superficial através da encosta é denominado colúvio. Sob o ponto de vista descritivo, o colúvio corresponderia ao material que “desce” a encosta (MOUSINHO e BIGARELLA, 1965), independentemente dos mecanismos ou processos envolvidos. Em geral, os colúvios são pouco estratificados ou não apresentam qualquer tipo de estratificação (MOUSINHO e BIGARELLA, 1965; BIGARELLA e MOUSINHO, 1966; SELBY, 1994). A estratificação incipiente, verificada em alguns colúvios é, portanto, segundo Selby (1994), diagnóstico de transição para o alúvio.

O termo alúvio (*alluvium*) compreende os sedimentos selecionados de argila, silte, areia, cascalho ou qualquer material detrítico inconsolidado, depositado em períodos geológicos recentes por rio ou outro corpo de água corrente, em leito de rio, planícies de inundação, delta, cone ou leque, ou na base de encostas com maior declividade (BATES e JACKSON, 1997). É importante ter-se em mente o conceito de alúvio porque a ocorrência de estratificações, muitas vezes incipientes, em depósitos de baixa encosta e/ou de eixos de concavidade, são feições relativamente comuns na área em estudo (CAMARGO e OLIVEIRA, 1998,

CAMARGO, 2005). No que se refere aos paleorizontes organo-minerais, estes foram reconhecidos inicialmente pela cor escura, pela textura mais argilosa e pelo teor de matéria orgânica.

### Área de estudo

A área de estudo deste trabalho situa-se ao sul do rio Iguaçu, no município de Lapa(PR), no sul do Segundo Planalto Paranaense (Figura 2). Trata-se de encosta que apresenta, em seu setor mais baixo, em seção de corte de estrada, nítidos níveis estratificados, intercalados com horizontes organo-minerais e estrutura de corte e preenchimento com estruturas sedimentares internas bem preservadas.

O sul do Segundo Planalto Paranaense é representado, basicamente, por sedimentos paleozóicos permocarboníferos pertencentes ao Grupo Itararé do Super-Grupo Tubarão e esparsos sedimentos quaternários que se concentram nos vales dos rios (SCHNEIDER et al., 1974). A drenagem nesse setor do Segundo Planalto Paranaense é representada pelo sistema hidrográfico do rio Iguaçu, que transpõe os planaltos limítrofes em grandes boqueirões (*canyons*) epigenéticos. A morfologia do terreno é marcada por interflúvios muito amplos com vertentes convexas, que se desdobram em patamares e degraus estruturais sustentados, principalmente, pelos arenitos do Grupo Itararé; essa homogeneidade na configuração da paisagem é rompida por mesetas estruturais conservadas nos arenitos mais resistentes à erosão. A morfologia do terreno exhibe sistemas paralelos de diques pós-triássico de

rochas intrusivas básicas, com orientação NW-SE, que ocorrem associadas aos fraturamentos e falhamentos relacionados aos fenômenos de distensão ocorridos no juro-cretáceo e gerados a partir de

movimentos epirogenéticos decorrentes do grande dobramento de fundo, relacionado ao arqueamento de Ponta Grossa (COLANERI et al., 1977; PETRI e FÚLFARO, 1983).

**Figura 2.** Localização da área de estudo



## **Materiais e métodos**

Com a finalidade de reconhecer as unidades de solo e sedimentos que formam a média e a baixa encosta, foram efetuados trabalhos de sondagem com trado holandês com capacidade de perfuração de cinco metros que permite atingir o substrato rochoso. Foram efetuados 46 furos de sondagem, cujas localizações foram plotadas no levantamento planialtimétrico da encosta. Os trabalhos de sondagem consistiram na perfuração do solo e sedimento a cada 21 cm e retirada do material. O material retirado é descrito em formulário apropriado, em que se observam textura, cor (Tabela de Munsell) (2000), mosqueamento, estrutura, teor de umidade, cerosidade, presença de concreções, raízes, composição mineralógica e litológica dos constituintes visíveis a olho nu. Uma parte desse material foi acondicionada em pedocomparador para posterior trabalho em gabinete. Amostras foram coletadas para análise de teor de matéria orgânica.

Como critério de identificação pedológica, priorizaram-se feições pedológicas, visíveis à vista desarmada, e que são resultantes dos movimentos e da transferência de matéria que ocorrem dentro do solo, como revestimento ou cerosidade, bandas onduladas, nódulos ou pedotubulos. Observou-se também cor, agregados e porosidade. Em laboratório, os níveis organo-minerais soterrados foram reconhecidos pelo teor de matéria orgânica.

As unidades sedimentares foram identificadas por critérios como variação

textural, relação matriz/clastos grossos (superiores a grânulo), tipos de transições entre camadas, presença de concreções ou litorrelíquias, plasticidade e cor.

Cada furo de sondagem foi amarrado ao levantamento topográfico da encosta para a construção de topossequências. A construção da topossequência consiste em representar graficamente, em escala, os furos de sondagem de acordo com a reta estabelecida, para identificar, a partir das descrições, as diferentes unidades de sedimento, solo, e paleossolo presentes no perfil. As escalas, horizontal e vertical das topossequências são idênticas.

Nos setores de média e baixa encosta da área de estudo (Figura 3), que compreendem a vertente estudada, foram reconhecidas unidades sedimentares, pedológicas e paleopedológicas. Através de sondagens foram construídas dez topossequências, as quais permitiram individualizar unidades litológicas, material de alteração, depósitos sedimentares e material pedológico. O intercruzamento de dados obtidos da rede de topossequências possibilitou reconhecer a distribuição lateral e tridimensional das unidades na encosta.

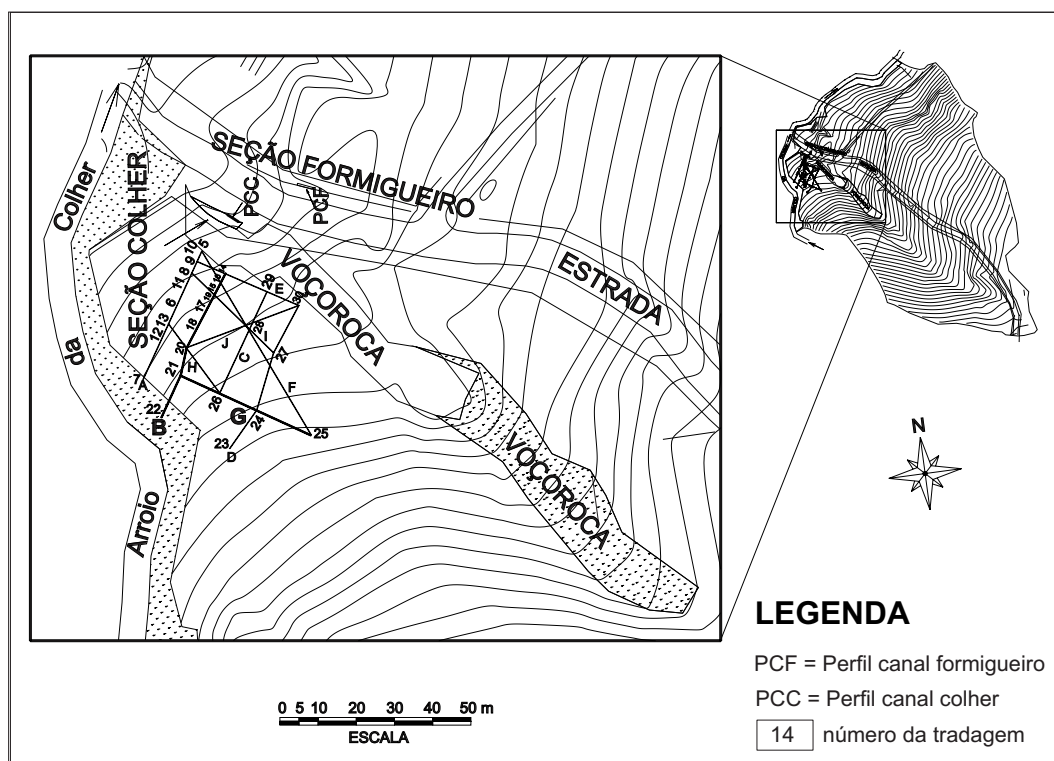
Os teores de matéria orgânica foram determinados pela técnica da queima (método 2.2 da EMBRAPA, 1979). Esse ensaio laboratorial foi realizado integralmente no Laboratório de Geomorfologia da UNICENTRO.

## **Resultados e discussões**

Dentre as topossequências transversais à encosta, a Topossequência B é a que melhor representa a distribuição das unidades deposicionais. Esta



**Figura 3.** Localização das 10 topossequências construídas nos setores de média em baixa encosta da área de estudo



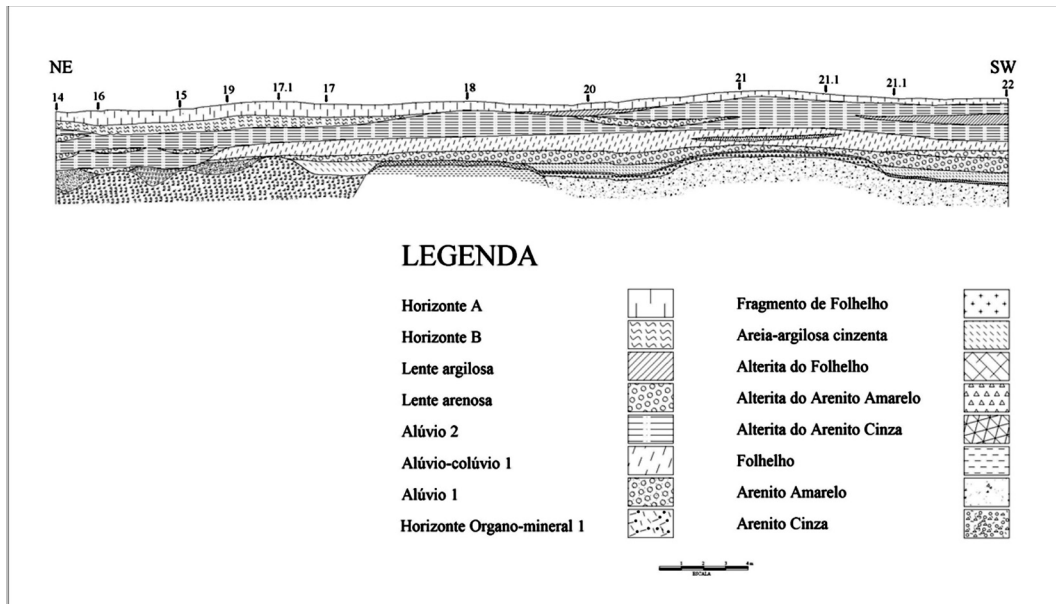
Fonte: CAMARGO, G. (2005)

topossequência se estende por 43 m, com espessura que varia entre 2,60 e 3,90 m, sendo mais delgada na porção central em razão de irregularidade topográfica de subsuperfície decorrente de discontinuidades litológicas (Figura 4). As unidades identificadas foram: Substrato rochoso, Saprólito, Horizonte Organo-mineral 1, Alúvio 1, Alúvio-colúvio 1, Alúvio 2, Horizonte B, Horizonte A.

O substrato rochoso nesta seção é representado por Arenito Cinza, Folhelho e Arenito Amarelo. A topossequência exibiu irregularidades na superfície da rocha onde o contato do Folhelho com o Arenito Amarelo e com o Arenito

Cinza evidencia desnível de 45 cm. O Arenito Amarelo apresenta superfície irregular que se configura como *domo* na topografia. Imediatamente acima do saprólito, aparece a unidade denominada Areia-argilosa Cinzenta que se estende por todo o perfil, à exceção do ressalto do folhelho. À esquerda da seção, essa unidade é interrompida por torre de rocha que caracteriza o Arenito Cinza. O Horizonte Organo-mineral 1, que ocorre nesta unidade, apresenta igualmente distribuição descontínua nesta seção em razão das irregularidades da superfície da rocha. Sobrejacente à Areia-argilosa Cinzenta, ocorre o Alúvio



**Figura 4.** Topossequência B

Fonte: CAMARGO, G. (2005)

1. Nesta seção, esta unidade torna-se mais delgada em direção à baixa encosta até tornar-se descontínua e apresentar geometria de lente com espessura de vinte a trinta centímetros. Na porção mais espessa ocorrem as três subunidades que formam essa camada. O Alúvio-colúvio 1 constitui a camada subjacente. Ela apresenta espessura relativamente uniforme e, à esquerda da seção, essa unidade desaparece. A camada seguinte é o Alúvio 2 que, nesta seção, apresenta espessura máxima de 1,5 m, próximo à área rebaixada do terreno. Neste setor ela é constituída pelas seis subunidades que a formam. Lentes arenosas ocorrem acima da 2ª, 3ª e 4ª subunidades. Sobrejacente ao Alúvio 2 ocorrem os horizontes A e B. As características das unidades identificadas estão sintetizadas no quadro 2.

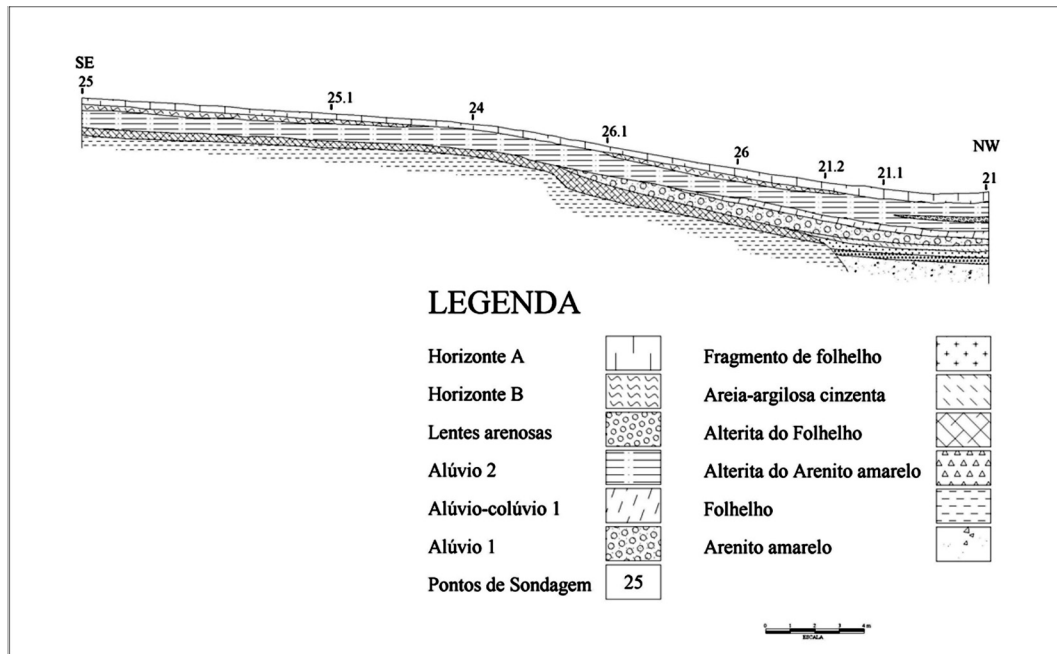
Dentre os perfis longitudinais à encosta, a toposequência G melhor

caracteriza a distribuição das unidades deposicionais aliada à configuração da encosta. Esta toposequência estende-se por 37 m, com espessura entre 1,24 m e 2,84 m (Figura 5). As unidades identificadas foram Substrato rochoso, Saprolito, Fragmentos do folhelho, Areia-argilosa Cinzenta, Alúvio 1, Alúvio-colúvio 1, Alúvio 2, Horizonte B e Horizonte A. Esta toposequência representa corte longitudinal à encosta, com inclinação média de 7°. Ela exibe desnível de 45 cm no contato do Folhelho com o Arenito Cinza. A porção rebaixada, formada por desnível topográfico local, exibe, logo acima do Saprolito oriundo do Arenito Cinza, camada formada por fragmentos do Folhelho. Acima dela ocorre, com espessura de vinte centímetros, a unidade Areia-argilosa Cinzenta. Em direção à baixa encosta, ocorre o Alúvio 1 com espessura entre

**Quadro 2.** Síntese das principais características dos materiais que compõem a toposequência B

Unidade	Subunidade	Textura	Grandes classes	Constituição	Cor Dominante	Cor na tabela	% Mosqueamento	Característica principal
<b>Horizonte</b>	A	Areno-siltosa			Bruno-muito-escuro	10YR2/2	15 (Bruno-forte, amarelo-avermelhado)	Estrutura em grumos de 2 a 4 mm
	B	Argilo-siltosa			Bruno-acinzentado-escuro	10YR3/2	5 (amarelo-avermelhado e Bruno-forte.)	
	Conglomerado Muito Grosso de Rocha	Arenosa	Seixos principalmente de 0,50 a 1 cm	Arenito, siltito e folhelho	Amarelo e amarelo-oliváceo	2,5Y7/6; 2,5Y6/8		Na base da unidade ocorrem concreções de Mn e migração de ferro em mesoporos de raízes pedotubulares. Na base apresenta mica
<b>Alúvio 2</b>	Grânulos Alterados	Areno-siltosa	Grânulos e seixos de até 1 cm	Arenito, siltito e folhelho	Amarelo-claro-acinzentado e amarelo-claro	2,5Y8/2; 2,5Y7/6		
	Areia Muito Grossa	Areno-argilosa	Areia muito grossa	Folhelho e quartzo	Bruno-amarelado-claro	10YR6/4	30 (amarelo-avermelhado)	Fragmentos bem preservados
	Conglomerado Muito Grosso de Folhelho	Areno-argilosa	Grânulo e seixos 0,50 a 1 cm	Folhelho e quartzo	Amarelo-brunado	10YR6/6; 10YR6/8		
<b>Lentes arenosas</b>		Areno-siltosa			Bruno-oliváceo-claro	2,5Y5/6		Muito incoerente e frável
<b>Alúvio-cólvio 1</b>		Argilo-siltosa			Bruno-amarelado-claro / amarelado-claro-acinzentado	10YR6/4 / 2,5Y8/6	40 (vermelho-amarelado, Bruno-avermelhado, amarelo-oliváceo)	
	Conglomerado Médio	Argilo-siltosa	Grânulos e seixos de até 6 mm	Arenito, folhelho e siltito	Bruno-amarelado e Bruno	10YR5/8; 7,5YR5/4	20 – 30 (Bruno-forte, vermelho-amarelado)	
<b>Alúvio 1</b>	Areia Muito Grossa	Areno-argilosa	Areia muito grossa	Arenito, folhelho e quartzo	Bruno	7,5YR5/4	30 (Bruno-forte, vermelho-amarelado)	
	Horizonte Organo-mineral 1	Areno-argilosa /			Cinzentomuito-escuro e preto	2,5Y3/1; 2,5Y2,5/1		6% do teor de MO
<b>Areia-argilosa Cinzenta</b>		Areno-argilosa			Cinzentom-claro	2,5Y7/1; 5Y7/1	10 (bruno-forte, amarelo-brunado)	
	Arenito-cinza	Areno-agilosa	Grânulos	Quartzo	Cinzentom-claro e branco	2,5Y7/2; 2,5Y8/1	30 (amarelo-brunado, bruno-amarelado)	
<b>Saprólito</b>	Folhelho	Argilo-siltosa			Vermelho-acinzentado-bruno	2,5YR4/2		
	Arenito-amarelo	Areno-siltoso			Amarelo-claro-acinzentado	2,5Y8/2	5 (Bruno-muito-claro-acinzentado – 10YR8/3)	
<b>Rocha</b>	Arenito-amarelo							
	Folhelho							

Fonte: CAMARGO, G. (2005)

**Figura 5.** Topossequência G

Fonte: CAMARGO, G. (2005)

30 e 74 cm. Ela é formada pelas camadas Areia Muito Grossa e Conglomerado Médio com Concreções. Neste setor, recobrimdo parte do Alúvio 1 ocorre o Alúvio-colúvio 1, com espessura de 25 a 40 cm. Acima, estendendo-se por toda a seção, ocorre o Alúvio 2 com espessura entre 65 cm e 1,2 m, espessando-se em direção à baixa encosta. No setor mais espesso, essa camada exhibe quatro subunidades; camadas de Conglomerado Muito Grosso de Folhelho, Areia Muito Grossa, Grânulos Alterado e Conglomerado Muito Grosso de Rocha. Entre a primeira e a segunda camada e acima da quarta camada ocorrem lentes arenosas com espessura de quinze centímetros. O Horizonte B ocorre somente na parte central da seção e o Horizonte A estende-se por toda seção com espessura entre quinze e

trinta centímetros. As características das unidades identificadas estão sintetizadas no quadro 3.

Esta abordagem foi estabelecida com o objetivo de conhecer e caracterizar os depósitos presentes na média e baixa encosta. No setor onde foram efetuadas as sondagens, os depósitos alúvio-colúviais constituem três grandes unidades sedimentares que englobam depósitos justapostos. Em duas dessas unidades, o Alúvio 1 e Alúvio 2, foram individualizadas diferentes subunidades, de acordo com os constituintes granulométricos. Neste caso foi considerado, primeiramente, o tamanho dos clastos e, secundariamente, aspectos relativos à proporção de clastos, presença de matriz, grau de alteração dos fragmentos e tipo de rocha predominante entre eles.

**Quadro 3.** Síntese das principais características dos materiais que compõem a toposequência G

Unidade	Subunidade	Textura	Grandes Clastos	Constituição	Cor Dominante	Cor na tabela	% Mosqueamento	Característica principal
Horizonte	A	Areno-siltosa e siltico-arenosa	Grumos de até 3 mm		Bruno-muito-escuro, Bruno-escuro e bruno	10YR2/2, 10YR3/3, 10YR4/3		
	B	Argilo-siltosa			Bruno e Bruno-amarelado	10YR4/3, 10YR5/6	5 (vermelho-amarelado - 5YR5/8)	
Alívio 2	Conglomerado Muito Grosso de Rocha Grânulos Alterados	areno- argilosos	Com areia muito grossa e grânulos de 2 a 3 mm	Fragmentos de rocha de 2 a 3 mm	Bruno-amarelado, amarelo-brunado e amarelo-brunado e cinzento-fosado	10YR5/6, 10YR6/8, 10YR5/6, 10YR6/8, 7.5YR7/2		
						Areia Muito Grossa		
	Lente arenosa				1 a 2 mm	Bruno- amarelado e Bruno- amarelado- muito-escuro	10YR5/6, 10YR4/6	
Alívio-collúvio 1	Conglomerado Muito Grosso de Folhelho	Matriz argilo-siltosa	1 e 3 m e 2 e 4 mm (folhelho)		Bruno-muito-claro-acinzentado, branco, amarelo- claro -acinzentado	10YR7/3, 2.5Y8/1, 2.5Y8/2	15 Bruno-amarelado - 10YR5/	Acima desta camada há lente ferruginosa
Alívio 1	Conglomerado Médio	Material areno-siltoso e siltoso	3 a 6 mm e 5 a 10 mm (arenito e folhelho)		Cinzento-claro e amarelo	10YR7/2, 10YR7/6	(vermelho-amarelado - 5YR5/8, 5YR4/6, Bruno-oliváceo-claro - 2.5Y5/6)	
	Areia Muito Grossa	Material siltico-argiloso e siltico-argiloso	1 a 3 mm		Bruno-amarelado e Bruno-amarelado-escuro	10YR5/6, 10YR4/6, 10YR7/6, 10YR4/3, 10YR6/1	20 (vermelho-escuro - 2.5YR3/6, bruno- avermelhado-escuro - 2.5YR3/4 e vermelho - 2.5YR4/8)	
Areia-argilosa Cinzenta	Fragmen-tos de Folhelho	argilosa	1 a 3 mm (poucos)	Fragmentos de folhelho	Amarelo e cinzento	10YR7/6, 10YR6/1	5 Bruno-amarelado - 10YR5/	
Saprólito	Folhelho	argilosa			Bruno-oliváceo e bruno amarelo-brunado e amarelo-oliváceo	7.5YR4/3, 2.5YR4/3, 10YR6/8, 2.5Y6/6		
						Arenito	argilosa	
Rocha	Arenito Folhelho	Areno-siltosa	Com areia muito fina					

Fonte: CAMARGO, G. (2005)

### As unidades deposicionais, pedológicas e paleopedológicas

A construção das topossequências mostrou que o setor de média e baixa encosta é formado por depósitos aluviais e aluvio-coluviais predominando os de caráter conglomerático. As sondagens mostraram que o substrato neste setor da encosta é formado por três diferentes litologias e que, principalmente, no contato entre elas, ocorrem depressões e degraus ou patamares.

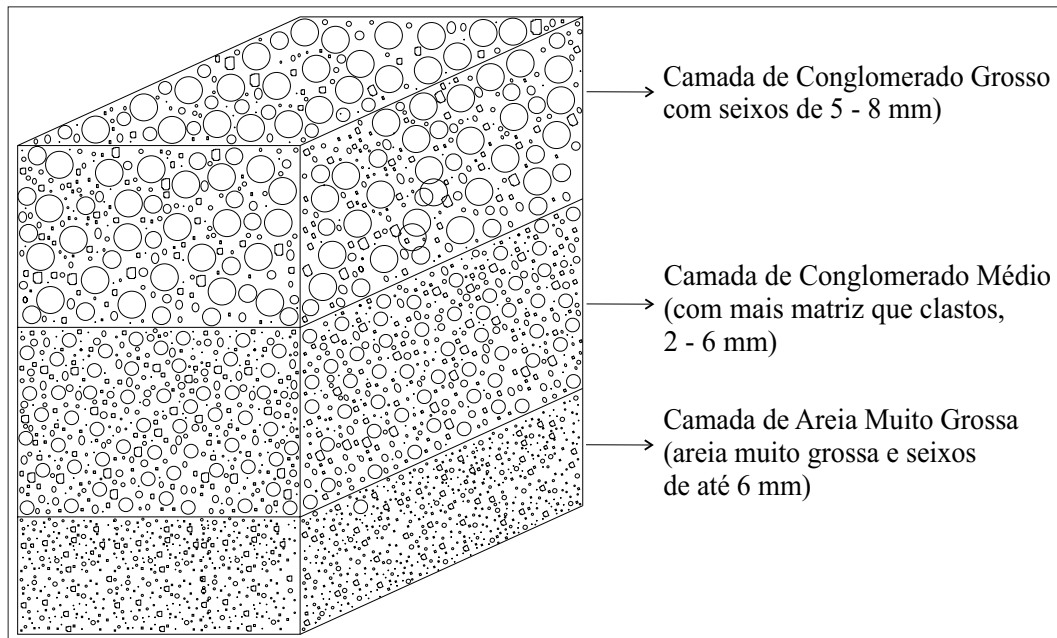
A primeira unidade assentada sobre o substrato ou sobre o saprolito é a Areia-argilosa Cinzenta. Essa unidade situa-se acima da rocha diretamente ou do saprolito de qualquer um dos tipos rochosos reconhecidos, portanto atribuiu-se a ela caráter coluvial. O Horizonte Organo-mineral 1 se desenvolveu nessa unidade sedimentar e apresenta espessura

de até 1,10 m e teor de matéria orgânica de 11%. Na baixa encosta, esse horizonte encontra-se restrito às depressões da superfície da rocha.

A unidade subsequente - Alúvio 1 – constitui depósito de sedimentos de composição granulométrica grossa, organizada em três camadas distintas. Da média para a baixa encosta há variação textural, com redução aparente no tamanho dos clastos constituintes. Por vezes, esta unidade está restrita à depressão gerada pela descontinuidade do substrato rochoso. Os sedimentos são areno-argilosos com grande conteúdo de fragmentos maiores que variam de areia muito grossa a seixo (Figura 6).

As topossequências da base da encosta dão indícios de que esta unidade foi truncada em direção à baixa encosta. Na sequência, depositaram-se os sedimentos do Alúvio-colúvio 1 de

**Figura 6.** As diferentes camadas que compõem o Alúvio 1



Fonte: CAMARGO, G. (2005)

caráter essencialmente areno-argiloso, que hoje se concentram na parte baixa da encosta, enquanto em direção ao divisor, ocorre na forma de lentes. Internamente podem ser encontradas lentes arenosas ou conglomeráticas com espessura variável de 1 a 35 cm. Os Horizontes Organo-minerais 2 e 3 se desenvolveram nessa unidade, em posições estratigráficas distintas: o primeiro se encontra estratigraficamente abaixo, portanto formou-se antes. Uma fase deposicional subsequente recobriu esse horizonte com sedimentos de 35 cm de espessura; o contato entre os dois materiais é abrupto. Nesses novos sedimentos, desenvolveu-se o Horizonte Organo-mineral 3, que aparece em cotas mais altas na encosta. Os Horizontes organo-minerais que ocorrem na base das seções foram individualizados pela cor escura e pelo maior teor de argila que domina entre os materiais; eles apresentaram percentual de matéria orgânica entre 6 e 8%.

Todo o setor estudado é recoberto por sedimentos do Alúvio 2, formados por seis diferentes camadas que representam seis fases distintas de deposição de sedimentos heterométricos e com concentração de diferentes classes texturais dos constituintes grossos (Figura 7).

Essas subunidades encontram-se separadas por lentes arenosas. As unidades pedológicas, horizontes A e B, recobrem os sedimentos do Alúvio 2; a origem desse material não pode ser atribuída macroscopicamente, face aos processos pedogenéticos que mascaram as características dos materiais. Esse quadro apresentado conduz a proposição de hipóteses evolutivas para as unidades de relevo destacadas. A conformação da

topografia de subsuperfície, no contato entre as rochas, é marcada por degraus que atingem até 2,5 m.

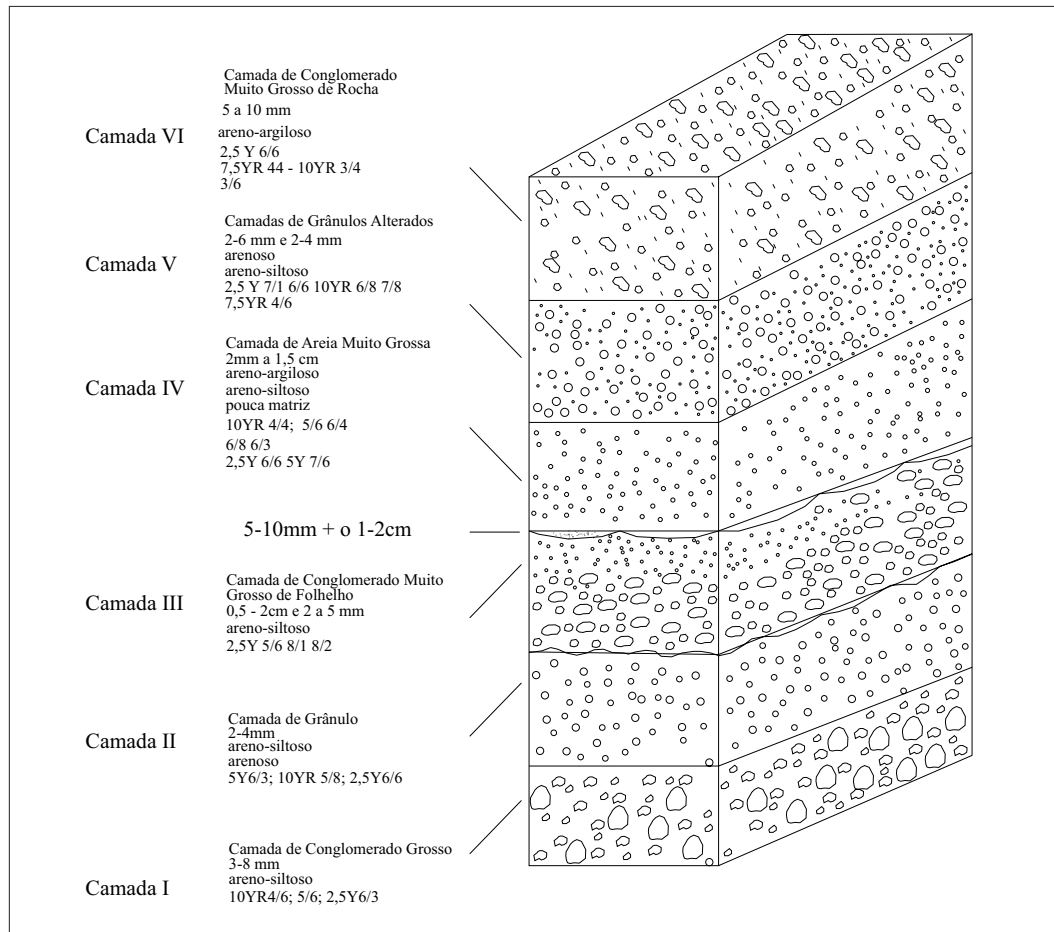
A Areia-argilosa Cinzenta é interpretada como a primeira unidade coluvial por assentar-se acima dos diferentes tipos rochosos destoando granulometricamente deles. O Horizonte Organo-mineral 1 se desenvolveu nessa unidade sedimentar, configura-se, no presente, como o topo da unidade e aparece restrito às depressões no contato das rochas. Para formação desse horizonte, elevação da zona de saturação na encosta e condições de estabilidade ambiental são requeridas para acumulação de matéria orgânica. Na baixa encosta, é provável que esse horizonte tenha sido parcialmente removido pela erosão, e que somente porções residuais concentradas às depressões no contato das rochas foram preservadas.

### **Interpretações paleoidrológicas**

Para formação do Alúvio 1, são requeridas condições de fluxos densos que depositaram sedimentos heterométricos em meio à matriz areno-argilosa. São três camadas caracterizadas por essas condições, separadas por lentes arenosas que indicam breve interrupção das condições reinantes. As toposequências A e B indicam que esta unidade foi truncada em direção à baixa encosta.

Para a deposição dos sedimentos areno-argilosos que predominam no Alúvio-colúvio 1, considera-se que esteve envolvido escoamento laminar difuso que, em geral, tem baixa capacidade de transporte. Para a deposição das lentes conglomeráticas, são consideradas flutuações com aumento na descarga da



**Figura 7.** Representação das seis camadas que formam o Alúvio 2

Fonte: CAMARGO, G. (2005)

encosta. A essa unidade estão relacionados dois horizontes organo-minerais que, sob a perspectiva ambiental, representam período de estabilidade em termos de regime de fluxo e condições redutoras para permitir o acúmulo de matéria orgânica. Tais condições se repetiram para formar o Horizonte Organo-mineral 2 e 3. O Alúvio-colúvio 1 por apresentar-se mais delgado na baixa encosta teria sido parcialmente truncado.

As propriedades granulométricas do Alúvio 2 se assemelham às do Alúvio 1, ou seja, matriz areno-argilosa ou

areno-siltosa e constituintes grossos heterométricos que se repetem em seis camadas distintas. Assim, fluxos densos transportam toda variedade granulométrica de sedimentos. As lentes arenosas que separam essas subunidades representam interrupções dos fluxos densos e predomínio de fluxos aquosos seletivos que carregaram e depositaram, predominantemente, sedimentos arenosos ou areno-siltosos.

Thomas e Thorp (1996) apontaram colúviação generalizada, leitos de lagos e pântanos secos, grandes leques com

material grosso—que coletivamente indicam relativa aridez e supressão de processos fluviais como evidência do Último Máximo Glacial na atual área tropical. Segundo os referidos autores, esses parâmetros sugerem inclusive redução de 30–66% da precipitação, em comparação com valores atuais. As incertezas permanecem com relação à resposta da cobertura vegetal nas áreas de planalto e planícies da América do Sul e África. Prevê-se igualmente a agradação dos vales fluviais em períodos de alta descarga de sedimentos.

No Brasil, algumas sequências de sedimentos de encostas têm apresentado paleossolos, porém com ausência ou quantidade muito pequena de matéria orgânica (MODENESI-GAULTIERIE e NUNES, 1998). As características desse tipo de material, com ausência de matéria orgânica, tais como, macrofósseis de arbustos ou árvores, ajudam a sustentar a hipótese de que estes depósitos teriam se originado quando a paisagem esteve comparativamente mais desprovida de vegetação. A construção das topossequências, o reconhecimento e a análise das propriedades dos depósitos que formam esse setor da encosta mostraram que os processos alúvio-colúviais foram dominantes na deposição das unidades sedimentares. Em direção à baixa encosta, aumenta o número de unidades sedimentares e, por conseguinte a complexidade da organização dessas unidades porque há interdigitação de lentes arenosas nos depósitos conglomeráticos, redução de espessura das camadas da base que assumem geometria de lentes e espessamento da camada do topo – o Alúvio 2. Os três horizontes organominerais, além de indicarem estabilidade

na evolução da encosta, auxiliaram na definição da estratigrafia local.

## **Conclusão**

Nas topossequências, o primeiro evento que se evidencia é a remoção parcial do saprólito em direção à baixa encosta. Posteriormente, deu-se a deposição da Areia-argilosa Cinzenta sob condições de fluxos densos nos quais predominaram fluidos enriquecidos de finos (areia muito fina, silte e argila) e menor proporção de grânulos e seixos. Secundariamente, ocorreram fluxos densos enriquecidos de grânulos e seixos. Esses fluxos foram de caráter episódico que formaram camadas de um a dois centímetros de espessura. Após a deposição, sucedeu período de estabilidade ambiental que formou o Horizonte Organo-mineral 1. A camada sobrejacente, o Alúvio 1, indica mudanças nas condições de fluxo e fluido transportado, pois é marcada por sedimentos heterométricos com variações na proporção de matriz de finos e tamanhos dos constituintes granulométricos grossos. Essas condições se repetiram por três vezes formando subunidades distintas; pressupõe-se fluxos mais vigorosos que aqueles das condições anteriores que depositaram a Areia-argilosa Cinzenta. As condições de fluxo e fluido que formaram a Areia-argilosa Cinzenta se repetiram e depositaram o Alúvio-colúvio 1. Sob esses sedimentos, as condições de estabilidade no ambiente mantiveram, em equilíbrio, processos de pedogênese e sedimentação neste setor da encosta e formaram o Horizonte Organo-mineral 2. Posteriormente, expressivo incremento nos processos de sedimentação recobriu

rapidamente esse horizonte até que sobre esses novos sedimentos se desenvolveu um terceiro nível organo-mineral, formando o Horizonte Organo-mineral 3. Acima desta unidade, depositaram-se os sedimentos do Alúvio 2 em pelo menos seis etapas distintas, em que estiveram envolvidos fluxos mais viscosos enriquecidos por constituintes grossos de areia muito grossa, grânulo e seixo. Essas deposições foram interrompidas por eventos episódicos que depositaram sedimentos predominantemente arenosos.

Os depósitos de encosta mostram que uma sucessão de eventos na qual se alternaram fluxos mais ou menos viscosos e períodos de estabilidade do ambiente, que favoreceu o desenvolvimento de horizontes organo-minerais foram determinante na configuração estratigráfica da baixa encosta. Digno de destaque é que o preenchimento de vales remete à instabilidade do ambiente nos quais estão envolvidos processos de erosão linear acelerada nas cabeceiras e o entulhamento nos vales.

## Referências

- BATES, R. L.; JACKSON, J. A. (Eds). *Glossary of Geology*. 4. ed. Virginia: Julia A. Jackson Ed., 1997. 769p.
- BERTRAN, P.; TEXIER, J. P. Facies and microfacies of slope deposits. *Catena*. Amsterdam, v. 35, n. 2 [-4], p. 99-121, 1999.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, n. 16/17, p. 7-16, jul. 1966
- CAMARGO, G. *O significado paleoambiental de depósitos de depósitos de encosta e de preenchimento de canal no município de Lapa no sul do Segundo Planalto Paranaense*. 2005. 302 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina
- CAMARGO, G.; OLIVEIRA, M. A. T. de. Análise tridimensional de volumes de solo e evolução de encosta em área afetada por erosão em voçorocas e em túneis no sul do Segundo Planalto paranaense. *Geosul*. Florianópolis, v. 14, n.27, p. 430-437, 1998.
- COLANERI, S.; CARVALHO, M. A. da S.; BATOLLA JÚNIOR, F. Projeto Leste do Paraná. *Relatório Geológico Final*. Folha Palmeira - SC.22-X-C-II-4. São Paulo: DNPM/CPRM, 1977.
- DIETRICH, W. E.; DUNNE, T. The channel head. In: BEVEN, K.; KIRKBY, M. J. (Ed): *Channel Network Hydrology*. John Willey & Sons Ltd, Chichester, p. 175-219, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análise de Solos*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 247 p.

MODENESI-GAUTTIERI, M. C.; NUNES, L. H. Processos geocriogênicos quaternários nas cimeiras da Mantiqueira, com considerações climáticas. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 19-30, 1998.

MORGAN, R. P. C. *Soil erosion and conservation*. London: Longman Group, 1986. 298 p.

MOUSINHO, M. R.; BIGARELLA, J. J. Movimentos de massa no transporte dos detritos da meteorização das rochas. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, n. 16/17, p. 43-84, 1965.

MUNSELL soil collar chart. Baltimore, Munsell Collor Company, 2000. Tab.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. *Geologia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1983.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. p. 41-65.

SELBY, M. J. Hillslope sediment transport and deposition. In: PYE, K. (Ed.) *Sediment transport and depositional processes*. London: Blackwell Scientific Publications, 1994. 397 p.

THOMAS, M. F. *Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes*. Londres: John Wiley & Sons Ed., 1994.

THOMAS, M. F.; THORP, M. The response of geomorphic systems to climatic and hydrological change during the Late Glacial and early Holoceno in the humid and sub-humid tropics. In: BRANSON, J.; BROWN, A. G.; GREGORY, K. J. *Global Continental Changes: the context of Palaeohydrology*. Geological Society Special Publication, n. 115, p. 139-153, 1996.

TURCQ, B.; SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. Registros milenares nos sedimentos dos lagos da serra de Carajás. *Revista Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v.16, n.93, p. 31-35, ago 1993.

VANDENBERGHE, J. The relation between climate river processes, landforms and deposits during the Quaternary. *Quaternary International*, v. 91, p. 17-23, 2002.

VAN LOON, A. J. The meaning of "abruptness" in the geological past. *Earth-Science Reviews*, Cambridge, v. 45, n. 3 e 4, p. 209-214, mar. 1999.

WOLMANN, M. G.; MILLER, J. P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. *Journal of Geology*, v. 68, p. 54-72, 1960.