

# DIVISÃO 1 - SOLO NO ESPAÇO E NO TEMPO

## 1.1 - Gênese e morfologia do solo

### RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOBRE SUBSTRATO GRANÍTICO EM SANTO ANTÔNIO DO MATUPI, MANICORÉ (AM)<sup>(1)</sup>

Milton César Costa Campos<sup>(2)</sup>, Mateus Rosas Ribeiro<sup>(3)</sup>, Valdomiro Severino de Souza Júnior<sup>(4)</sup>, Mateus Rosas Ribeiro Filho<sup>(4)</sup> & Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de Souza<sup>(5)</sup>

#### RESUMO

Considerando as dimensões da região amazônica e a necessidade de estudos que estabeleçam conexões entre os solos e a expressão da paisagem, o objetivo deste trabalho foi estudar as relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM. Foi estabelecido um caminhamento de 3.000 m a partir do “espigão” da vertente, no seu sentido mais suave, com identificação dos segmentos da vertente com base na “quebra” do declive do terreno. Foram abertas trincheiras nos segmentos de vertente mapeados, e perfis foram caracterizados morfologicamente, coletando-se amostras de seus horizontes. Foram realizadas análises físicas (textura, ADA e GF, Ds e Dp, Pt e CHSS), químicas (pH em água e KCl, Ca, Mg, K, Na e Al trocáveis, P disponível, H + Al e C orgânico; SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (método do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e óxidos de Fe “livres” extraído com ditionito-citrato-bicarbonato e o Fe mal cristalizado extraído com oxalato de amônio) e mineralógicas (frações areia, silte e argila), usando difratometria de raios X. As variações do relevo favoreceram a presença de solos distróficos nos topos e solos eutróficos no sopé de transporte. As variáveis ΔpH, relação silte/argila, V % e relação Fed/Fet indicaram a presença de solos mais intemperizados nas áreas de topo da paisagem e solos com menor grau de evolução na encosta e no sopé de transporte. A composição mineralógica da fração argila

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese Doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Recebido para publicação em setembro de 2009 e aprovado em novembro de 2010.

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Instituto de Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Rua 29 de Agosto 786, Centro, CEP 69800-000 Humaitá (AM). E-mails: agromccc@yahoo.com.br; mcesarsolos@ufam.edu.br

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife (PE). Bolsista do CNPq. E-mail: mrosas@depa.ufrpe.br

<sup>(4)</sup> Professores do Departamento de Agronomia, UFRPE. E-mail: vsouzajr@yahoo.com; mateusrf@depa.ufrpe.br

<sup>(5)</sup> Doutorando em Ciências do Solo, UFRPE. E-mail: rvccsouza@yahoo.com.br

**mostrou-se relativamente homogênea, com predominância de caulinita e gibbsita e menor proporção de mica e quartzo.**

**Termos de indexação: solo-paisagem, gênese do solo, taxonomia de solos, ambiente amazônico.**

**SUMMARY: SOIL-LANDSCAPE RELATIONSHIPS ON A GRANITE SUBSTRATE TOPOSEQUENCE IN SANTO ANTÔNIO DO MATUPI, MANICORÉ, AMAZONAS**

*In view of the size of the Amazon region and the need to establish connections between landscape and soil characteristics, the aim of this study was to investigate soil-landscape relationships in a toposequence on granite substrate in Santo. Antônio Matupi, Manicoré, AM. The study was carried out along a transect of 3,000 m from the top downwards, where different slope segments were identified. Profile pits were opened in each slope segment, the soils were morphologically characterized and samples collected from the horizons for physical, chemical and mineralogical analysis. For the physical analysis, particle size distribution, water dispersible clay and flocculation degree, soil and particle density, total porosity, and hydraulic conductivity were measured. Chemical analysis involved pH in water and KCl; Ca, Mg, K, exchangeable Na and Al, available P, Al + H and organic C; SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> method); free iron oxides extracted with dithionite-citrate-bicarbonate and poor crystalline iron oxides extracted with ammonium acid oxalate). The mineralogy of the sand, silt and clay fractions was determined by X ray diffraction. The changes in the relief favored the occurrence of dystrophic soils on the summit and eutrophic soils at the foot. The variables ??pH, silt/clay ratio, base saturation and Fed/Fet ratio indicated that the most weathered soils were related with the top positions of the landscape, while soils with lower development degree were related to slope and foothill positions. The clay fraction mineralogy with prevailing kaolinite and gibbsite and small amounts of mica and quartz was relatively uniform in the transect.*

*Index terms: soil-landscape, soil genesis, soil taxonomy, Amazon environments.*

## INTRODUÇÃO

A paisagem é a combinação das feições da superfície da terra com os componentes de subsuperfície (material de origem), enquanto o solo é um corpo natural tridimensional e dinâmico que está inserido na paisagem (Minasny & Mcbratney, 2006). Dessa forma, a relação “solo-paisagem” pode ser entendida como o padrão de distribuição espacial dos atributos do solo e suas relações de dependência com a disposição do relevo (Bui et al., 1999). Entretanto, condições climáticas, características geológicas e os aspectos hidrológicos são fundamentais para o entendimento dessas relações.

Na prática, os fatores essenciais para estudar essas relações são o material de origem e os aspectos topográficos; estes últimos imprimem grande variabilidade aos atributos do solo, pois condicionam os fluxos da água e orientam o transporte e acúmulo de massa (erosão e deposição) (Barthold et al., 2008). O material de origem, por sua vez, induz alterações no comportamento dos atributos do solo em função de sua natureza genética e mineralógica (Seibert et al., 2007). Para Samouëlian & Cornu (2008), as relações solo-paisagem permitem a análise desses fatores em conjunto, favorecendo um melhor entendimento dos processos geomórficos e de evolução da paisagem.

Segundo Sommer (2006), essas relações favorecem uma melhor compreensão e entendimento dos solos na paisagem, por dois aspectos: (a) permitem vislumbrar a variabilidade espaço-temporal dos atributos do solo e (b) permitem visualizar os processos dinâmicos, por exemplo, transporte de água, solutos (orgânicos e inorgânicos) e sedimentos. Nesse sentido, Gobin et al. (2001) afirmaram que o movimento da água nas paisagens é o principal responsável pelo processo de desenvolvimento do solo e, por isso, a compreensão das formas do relevo é o primeiro passo para fazer inferências e predições sobre os atributos do solo em diferentes feições da superfície da terra.

As informações sobre a distribuição e o comportamento dos solos na região do médio rio Madeira são baseadas, principalmente, em levantamentos generalizados, já que poucos são os trabalhos em nível de reconhecimento ou semidetalhado. Pode-se, entretanto, afirmar que, não obstante a monotonia da paisagem, os solos são diversificados. Uma boa maneira de constatar essas variações é associar os solos aos padrões de vegetação e às feições do relevo existentes.

Assim, considerando as dimensões da região amazônica e a necessidade de estudos que estabeleçam conexões entre os solos e a expressão da paisagem, o objetivo deste trabalho foi estudar as relações solo-

paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Meio físico

A área de estudo localiza-se nas imediações da comunidade de Santo Antônio do Matupi, às margens da BR 319 - Transamazônica, município de Manicoré, sentido Apuí-AM, situada nas coordenadas geográficas de 07° 59' 77,1" S e 61° 39' 51,2" W. O relevo é marcado pela presença de platôs, nas partes mais elevadas, combinada com áreas rebaixadas de sopé. Os platôs exibem superfícies topográficas planas, sendo a zona de borda marcada por colinas e cristas alinhadas, enquanto as áreas de planícies têm características de superfície pediplanada, localmente interrompida por colinas de topo plano (CPRM, 2001).

Com relação à geologia, a área de estudo está localizada sobre saprolitos de Granitos Rondonianos, que se caracterizam por apresentar muscovita, biotita, adamelitos e granodioritos, de origem intrusiva cratogênica, em forma de "stocks" e batólitos (Brasil, 1978). De acordo com o ZEE-Sul-Sudeste do Amazonas (2008), os solos presentes na região são os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos. A vegetação característica dessa região é a Floresta Tropical Densa, constituída por árvores adensadas e multiestratificadas de 20 a 50 m de altura, com clima úmido, elevadas temperaturas e alta precipitação.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração (Am), temperatura média de 26 °C e precipitação pluvial média anual de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando-se em outubro e prolongando até junho, e umidade relativa do ar entre 85 e 90 % (BRASIL, 1978).

### Métodos de campo, laboratório e escritório

Foi estabelecido um caminhamento, seguindo o "espigão" da vertente no sentido do seu caimento mais suave, partindo-se do topo até a área de sopé. Ao longo do caminhamento foram realizadas mensurações das altitudes, para confecção do perfil altimétrico. Com base no modelo de Dalrymple et al. (1968), foram reconhecidos os segmentos da vertente. O reconhecimento baseou-se principalmente na declividade do terreno ao longo da transeção escolhida.

Foram abertas trincheiras nos diversos segmentos de vertente, para descrição, identificação e coleta de amostras de solo, visando à caracterização morfológica, física, química e mineralógica. A identificação dos horizontes e a descrição morfológica foram realizadas conforme Santos et al. (2005). Os solos foram classificados segundo critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Solo (SiBCS) (Embrapa, 2006).

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> como dispersante químico, e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 10 min. A fração argila foi separada por sedimentação; as areias grossa e fina, por tamisação; e o silte, calculado por diferença. Foi determinada a argila dispersa em água e feito o cálculo do grau de floculação, segundo método da Embrapa (1997).

A densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico, e a densidade de partícula, pelo método do balão volumétrico, conforme método da Embrapa (1997). A porosidade total foi calculada a partir dos dados obtidos das densidades do solo e das partículas, empregando-se a seguinte expressão:  $Pt = 100(1 - Ds/Dp)$ .

A condutividade hidráulica saturada dos solos foi determinada em amostras deformadas (TFSA), utilizando-se cilindro plástico com 23 cm de altura e 2,5 cm de diâmetro, com permeâmetro de carga constante. A condutividade hidráulica foi calculada conforme a lei de Darcy e expressa em cm h<sup>-1</sup>.

Cálcio, magnésio e Al trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; o potássio, Na e fósforo disponível, por Mehlich-1; e a acidez potencial (H + Al), com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio, utilizando-se método proposto pela Embrapa (1997). Com base nos resultados das análises químicas, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por bases (V %) e por Al.

O pH foi determinado potenciométricamente, utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e KCl (Embrapa, 1997).

O C orgânico total foi determinado pelo método de oxidação via úmida, com aquecimento externo (Yoemans & Bremner, 1988), e a matéria orgânica, estimada com base no C orgânico total.

Na terra fina seca ao ar (TFSA) foram determinados os óxidos por meio do "método do ataque sulfúrico" (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1, seguido de dissolução alcalina para determinação do SiO<sub>2</sub>), segundo método descrito por Embrapa (1979).

As formas cristalinas de Fe (Fe<sub>d</sub>), Al (Al<sub>d</sub>) e Si (Si<sub>d</sub>) foram extraídas com ditionito-citrato-bicarbonato de Na (DCB), segundo método de Mehra & Jackson (1960). Na extração dos óxidos mal cristalizados de Fe (Fe<sub>o</sub>), Al (Al<sub>o</sub>) e Si (Si<sub>o</sub>) foi utilizado o oxalato ácido de amônio (Camargo et al., 1986).

Após as extrações das frações areia, silte e argila, a identificação dos minerais foi feita por difratometria de raios X (DRX). Os difratogramas foram obtidos empregando-se difratômetro Shimadzu, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação de CuK $\alpha$ , com monocromador de grafite. A amplitude de varredura foi de 5 a 70 ° (2 $\theta$ ) e a velocidade de registro de 3° 2 $\theta$  min<sup>-1</sup> para areia e silte; para a argila

pó, a amplitude foi de 3 a 70° ( $2\theta$ ) e mesma velocidade. Quanto às amostras saturadas com KCl (temperatura ambiente e aquecidas a 550 °C) e com MgCl<sub>2</sub> com posterior solvatação com glicerol, a amplitude de varredura foi de 3 a 35° ( $2\theta$ ), com velocidade de registro de 2° 20 min<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Classificação e distribuição dos solos na paisagem

De maneira geral, foi observada nessa região uma fisionomia formada por platôs, nos divisores de águas da paisagem, intercalados por áreas de encosta e sopé de transporte, próximo aos fundos dos vales. Essa configuração ocorreu, provavelmente, em consequência da ação de processos erosivos intensos que esculpiram esses ambientes geomórficos (Figura 1). Essas vertentes repetem-se na região, evidenciando um processo de dissecação do relevo, propiciado, sobretudo, pelos fluxos superficiais de água dos afluentes dos rios locais.

Partindo da geografia regional e utilizando-se os conceitos de Dalrymple et al. (1968), que estabeleceram nove unidades hipotéticas de vertente, as quais podem estar parcialmente ausentes ou repetidas na encosta, foram identificados e mapeados quatro segmentos de vertente em uma toposequência representativa da região (Figura 1).

O topo alto corresponde ao ponto mais alto e plano da paisagem, ou seja, o divisor de águas, e situa-se nas cotas de 178 a 180 m (Figura 1). Por conta de sua conformação, apresenta maior estabilidade no comportamento de seus atributos. O segundo segmento é a encosta (150 a 175 m), que se inicia a partir das bordas do topo alto, apresentando configuração suavemente inclinada em direção aos cursos d'água principais, sendo originada pela dissecação do topo alto e por ciclos de erosão. A área de sopé de transporte situa-se em altitude de 130 m, com caráter erosional residual, correspondendo ao fundo dos vales, que se apresentam preenchidos por sedimentos de erosão recente. Finalmente, tem-se o topo baixo, que apresenta menores altitudes que o topo alto, entre 157 e 160 m, porém com características topográficas semelhantes, podendo também ser considerado um ambiente geomórfico estável.

Em termos de pedogênese, as classes de solos da toposequência são muito semelhantes, exceto na encosta, considerando que estas desenvolveram-se sobre um mesmo material de origem, o granito, sendo os ambientes geomórficos os principais causadores de alterações nos atributos do solo, em magnitudes diferentes. Exemplo desse comportamento foi observado no sopé de transporte, que favoreceu a ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (LV Ae), enquanto no topo alto verificou-se presença de Latossolo Vermelho distrófico típico (LV d), ou seja, solos distróficos no topo alto e solos eutróficos no sopé de transporte, indicando maior intemperismo no LV d (Figura 1).

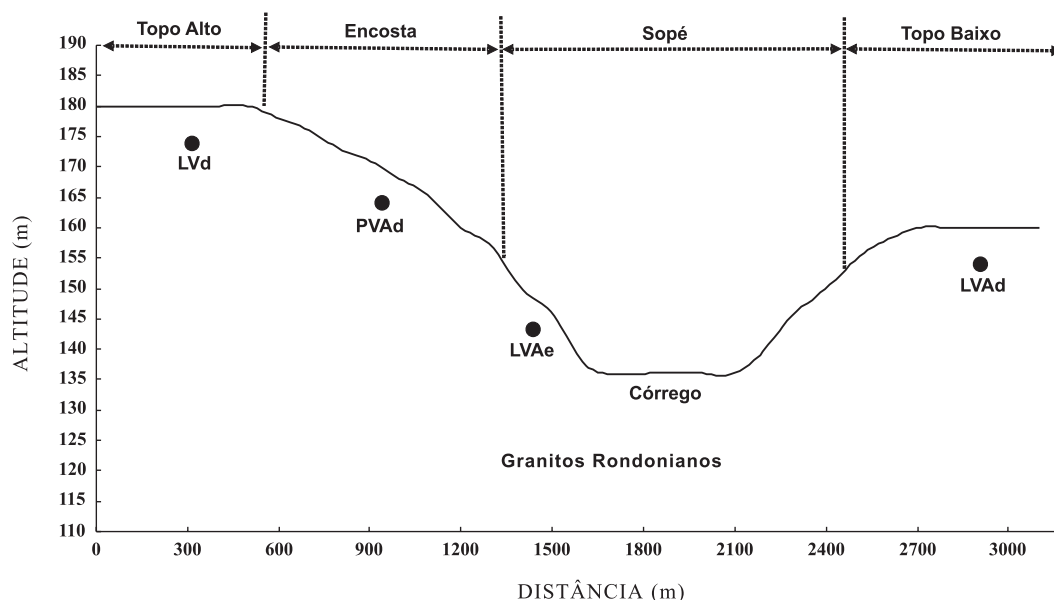


Figura 1. Perfil topográfico, superfícies geomórficas, segmentos de vertente e respectivas classes de solos e substrato rochoso em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM. LVd: Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado; PVAd: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argila/muito argilosa, A moderado; LV Ae: Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argilosa, A moderado; LV Ad: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado.

**Atributos morfológicos**

No topo alto foi mapeado o Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado (LVd), desenvolvido a partir de granitos, com boa drenagem, profundo e com sequência de horizontes A-AB-BA-Bw<sub>1</sub>-Bw<sub>2</sub>. Esse solo apresentou coloração vermelha em todos os horizontes, com matiz 2,5YR, refletindo aspectos do material de origem e das boas condições de drenagem (Quadro 1).

Na encosta da paisagem foi identificado o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argila/muito argilosa, A moderado (PVAd), originado a partir de granitos, moderadamente drenado e medianamente desenvolvido, com sequência de horizontes A-AB-Bt<sub>1</sub>-Bt<sub>2</sub> e cores variando de bruno-forte a vermelho-amarelado (Quadro 1). Devido à posição de encosta, esses solos parecem ter sofrido um processo de rejuvenescimento com o processo erosivo, com provável perda de argila dos horizontes superficiais, resultando em uma mudança textural abrupta.

No sopé de transporte o solo foi descrito e identificado como Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argilosa, A moderado (LVAe). Esse perfil é influenciado pelas contribuições

de sedimentos pré-intemperizados oriundos das partes mais a montante de sua posição e também do próprio material de origem (menores proporções). É bem drenado e apresentou caráter eutrófico, possivelmente devido à sua natureza coluvial dominante. Tem sequência de horizontes A-BA-Bw<sub>1</sub>-Bw<sub>2</sub>-Bw<sub>3</sub>, com cor vermelho-amarelada (5YR 5/8) em todo o B (Quadro 1).

No segmento de vertente topo baixo onde ocorre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, com textura muito argilosa, A moderado (LVAd), foram constatadas condições e características semelhantes às encontradas no topo alto, com boa drenagem e grau de desenvolvimento, apresentando a sequência de horizontes A-BA-Bw<sub>1</sub>-Bw<sub>2</sub>-Bw<sub>3</sub>. Em relação à cor, esse solo apresenta coloração predominante vermelho-amarelada (Quadro 1).

As cores variaram do vermelho, na área de topo alto, ao amarelo na encosta, com matiz de 7,5YR nos horizontes superficiais, passando a vermelho-amarelado nas áreas de sopé de transporte e topo baixo. Isso concorda com a afirmação de Peterschmitt et al. (1996), de que solos vermelhos dominam as posições de topos, bem drenados, e solos amarelos são mais comuns em posições de encosta, moderadamente

**Quadro 1. Características morfológicas dos solos em uma toposequência sobre granito em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM**

Segmento de Vertente	Horiz.	Prof.	Cor (úmida)	Classe textural	Estrutura <sup>(1)</sup>	Consistência <sup>(2)</sup>	Transição <sup>(3)</sup>
<b>Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>							
Topo Alto	A	0-16	2,5YR 4/6	argila	fo., peq. a mpeq., bl.ang. e bl.sub.	dr.,mfri., plás. e peg.	gra. e pla.
	AB	16-35	2,5YR 3/6	argila	fo., peq. a mpeq., bl.sub.	mdr., fri., plás. e peg.	dif. e pla.
	BA	35-67	2,5YR 3/6	muito argilosa	mod., mpeq. a méd., bl.sub.	mdr., fri., plás. e lig.peg.	dif. e pla.
	Bw <sub>1</sub>	67-120	2,5YR 3/6	muito argilosa	fr., mpeq. bl.sub.	dr., fri., plás. e lig.peg.	dif. e pla.
	Bw <sub>2</sub>	120-150+	2,5YR 4/6	muito argilosa	fr., mpeq. bl.sub.	dr., fri., plás. e lig.peg.	-
<b>Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argilosa/muito argilosa, A moderado</b>							
Encosta	A	0-28	7,5YR 4/6	argiloarenosa	mod., peq. a méd., gran.	lig.dr., mfri., plás. e peg.	cla. e pla.
	AB	28-57	7,5YR 4/6	argiloarenosa	mod., méd. a gr., bl.sub.	lig.dr., fri., mplás. e mpeg.	cla. e pla.
	Bt <sub>1</sub>	57-82	7,5YR 4/6	muito argilosa	mod., peq. a méd., bl.ang. e bl.sub.	dr., fri., mplás. e mpeg.	cla. e pla.
	Bt <sub>2</sub>	82-120+	5YR 5/8	muito argilosa	mod., peq. a méd., bl.ang. e bl.sub.	dr., fir., mplás. e mpeg.	-
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>							
Sopé de Transporte	A	0-18	7,5YR 4/6	muito argilosa	fo., peq. a méd., gran.	lig.dr., fri., plás. e peg.	gra. e pla.
	BA	18-42	5YR 5/8	argila	fr., peq. a méd., bl.sub.	lig.dr., mfri., plás. e peg.	gra. e pla.
	Bw <sub>1</sub>	42-71	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a méd., bl.sub.	lig.dr., fri., plás. e peg.	gra. e pla.
	Bw <sub>2</sub>	71-103	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a mpeq., bl.sub.	lig.dr., fri., plás. e peg.	gra. e pla.
	Bw <sub>3</sub>	103-170+	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a méd., e bl.sub.	mac., fri., plás. e peg.	-
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, texura muito argilosa, A moderado</b>							
Topo Baixo	A	0-22	7,5YR 5/6	muito argilosa	fo., peq. a méd., gran.	lig.dr., fri., plás. e lig.peg.	gra. e pla.
	BA	22-47	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a méd., bl. sub.	lig.dr., mfri., plás. e peg.	gra. e pla.
	Bw <sub>1</sub>	47-77	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a méd., bl. sub.	lig.dr., mfri., plás. e peg.	gra. e pla.
	Bw <sub>2</sub>	77-107	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a méd., bl. sub..	lig.dr., fri., plás. e peg.	gra. e pla.
	Bw <sub>3</sub>	107-145+	5YR 5/8	muito argilosa	fr., peq. a méd., bl. sub.	mac., mfri., plás. e peg.	-

<sup>(1)</sup> fr.: fraca; mod.: moderada; fo.:forte; peq.: pequena; méd.: média; gr.: grande; mgr.: muito grande; mpeq.: muito pequena; gran.: granular; bl. ang.: blocos angulares; bl. sub.: blocos subangulares;prism.:prismática. <sup>(2)</sup> so.: solto; mac.: macio; lig.dr.: ligeiramente duro; dr.: duro; mdr.: muito duro; ext.dr.: extremamente duro; mfri.: muito friável; fri.: friável; fir.: firme; mfir.: muito firme; ext.fir.: extremamente firme; nplás.: não plástico; lig.plás.: ligeiramente plástico; plás.: plástico; mplás.: muito plástico; npeg.: não pegajoso; lig.peg.: ligeiramente pegajoso; peg.: pegajoso; mpeg.:muito pegajoso. <sup>(3)</sup> cla.: clara; pla.: plana; gra.:gradual; ond.: ondulada; dif.: difusa; abr.:abrupta.

drenados. Segundo Demattê et al. (1991), o comportamento da cor é condicionado pelo movimento de água no sentido do declive, por ação do fluxo superficial e subsuperficial e, portanto, influenciado pela posição do solo na paisagem.

Os solos estudados apresentaram classes texturais muito semelhantes, variando de argila a muito argilosa, exceção feita aos horizontes superficiais (A e AB) do Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto com textura argilarenosa (Quadro 1).

Todos os solos estudados na topossequência apresentaram grau de desenvolvimento de estrutura moderado a forte nos horizontes superficiais, devido aos elevados teores de matéria orgânica desses horizontes. Quanto aos tipos de estrutura, foi observada dominância de estrutura granular nos horizontes superficiais. Em profundidade, todos os solos da sequência apresentaram estrutura em blocos angulares e subangulares com grau de desenvolvimento de fraco a moderado (Quadro 1).

### Atributos físicos

No quadro 2 são apresentados os dados da caracterização física dos solos da topossequência sobre granitos rondonianos. De maneira geral, as frações granulométricas apresentaram comportamento

semelhante em todas as unidades de vertente estudadas, com predomínio da fração argila, em função do material de origem, concordando com Botschek et al. (1996), que estudaram uma topossequência na região de Itacoatiara, AM.

De acordo com Camargo et al. (1987), valores da relação silte/argila (S/A) inferiores a 0,50 indicam solos muito intemperizados – fato observado neste estudo. Entretanto, quando os valores dessa relação são comparados nos diversos segmentos de vertente, constata-se que eles foram ligeiramente mais elevados nas áreas de encosta e sopé de transporte. Nesse caso, os valores mais altos devem-se ao pequeno aumento da fração silte ou perda de argila, sugerindo que as pequenas variações do relevo proporcionam perdas ou ganhos relativos e, possivelmente, não são motivadas por variações no material de origem.

Os valores de densidade do solo variaram entre 1,0 e 1,2 kg dm<sup>-3</sup> para as posições de topo alto e baixo, ao passo que nas posições de encosta e sopé de transporte os valores foram mais altos e situaram-se entre 1,3 e 1,6 kg dm<sup>-3</sup> (Quadro 2).

A porosidade total seguiu a tendência inversa da densidade do solo, exibindo valores mais elevados nos topos alto e baixo e valores de menores magnitudes nas áreas de encosta e sopé de transporte. Já a

**Quadro 2. Caracterização física dos solos em uma topossequência sobre granito em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM**

SV <sup>(1)</sup>	Horiz.	Prof.	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila natural	GF	S/A	Ds	Dp	Pt	CHSS
		cm	g kg <sup>-1</sup>					%		—kg dm <sup>-3</sup> —	%	cm h <sup>-1</sup>	
<b>Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>													
Topo Alto	A	0-16	195	97	137	569	47	92	0,2	1,1	2,7	61	36,5
	AB	16-35	169	96	156	578	3	99	0,3	1,1	2,7	60	18,1
	BA	35-67	85	93	146	674	1	99	0,2	1,0	2,7	64	13,2
	Bw <sub>1</sub>	67-120	86	89	171	652	13	98	0,3	1,0	2,7	64	5,6
	Bw <sub>2</sub>	120-150+	85	89	177	648	7	98	0,3	1,0	2,7	61	4,0
<b>Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argilosa/muito argilosa, A moderado</b>													
Encosta	A	0-28	232,7	227	135	404	90	78	0,3	1,2	2,7	52	9,6
	AB	28-57	226	241	130	401	4	99	0,3	1,6	2,6	42	9,5
	Bt <sub>1</sub>	57-82	102	103	170	624	24	96	0,2	1,3	2,5	46	5,1
	Bt <sub>2</sub>	82-120+	89	100	155	654	10	98	0,2	1,3	2,7	52	5,8
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>													
Sopé de Transporte	A	0-18	75	89	230	604	6	99	0,4	1,3	2,7	49	9,5
	BA	18-42	129	85	231	553	4	99	0,4	1,3	2,7	49	9,4
	Bw <sub>1</sub>	42-71	104	80	211	603	9	98	0,3	1,4	2,6	48	8,3
	Bw <sub>2</sub>	71-103	100	74	222	602	12	98	0,3	1,3	2,6	48	8,1
	Bw <sub>3</sub>	103-170+	113	81	204	600	5	99	0,3	1,3	2,9	52	3,5
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>													
Topo Baixo	A	0-22	128	126	120	624	9	98	0,2	1,2	2,6	52	7,4
	BA	22-47	83	91	110	714	1	99	0,1	1,1	2,7	60	5,7
	Bw <sub>1</sub>	47-77	115	99	80	704	1	99	0,1	1,0	2,6	59	3,4
	Bw <sub>2</sub>	77-107	66	68	120	744	4	99	0,1	1,1	2,7	58	2,8
	Bw <sub>3</sub>	107-145+	85	69	100	744	1	99	0,1	1,2	2,7	56	1,8

<sup>(1)</sup> Segmento de vertente. GF: grau de floculação; S/A: relação silte/argila; Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partícula; Pt: porosidade total; CHSS: condutividade hidráulica do solo saturado.

densidade de partículas, que depende do material de origem, apresentou resultados semelhantes em todos os solos ao longo da topossequência.

A condutividade hidráulica saturada apresentou comportamento decrescente com a profundidade em todos os solos, devido às modificações estruturais, de porosidade e ao aumento dos teores de argila (Quadro 2). Entre os segmentos de vertente, verificou-se que as maiores taxas de condutividade hidráulica foram encontradas no ambiente geomórfico de topo alto. Hikmatullah & Prasetyo (2003) encontraram resultados semelhantes para uma topossequência de solos na Indonésia. Segundo esses autores, esse comportamento deve-se à menor declividade e ao maior grau de intemperismo, que proporcionam maior estabilidade estrutural ao solo, favorecendo a melhor drenagem.

### Atributos químicos

Quanto à caracterização química do solo, observou-se que os valores de pH tanto em água como em KCl foram similares em todos os ambientes geomórficos (Quadro 3). Contudo, em relação ao ΔpH, constatou-se que seus maiores valores foram observados no solo do sopé de transporte, estando de acordo com os maiores valores de Ki desse segmento (Quadro 4). Isso evidencia que esse segmento de vertente é o mais

rejuvenescido, onde ocorrem solos com menor grau de evolução, assim como observaram Scatolini & Moniz (1992), trabalhando em uma encosta em Mococa, SP.

Os teores de C orgânico total foram mais elevados nos horizontes superficiais e diminuíram em subsuperfície, resultado já esperado em razão da incorporação de MO pela vegetação. Entre os segmentos de vertente, verificou-se que nas áreas de topo (alto e baixo) os teores são mais elevados – resultados atribuídos às melhores condições de drenagem, acumulação de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes (Boling et al., 2008), além de menor incidência de erosão. Quanto aos teores de P disponível, observou-se que no topo alto os valores são mais baixos que nas áreas de encosta, sopé de transporte e topo baixo.

O cálcio trocável apresentou tendência de crescimento partindo do topo alto, passando pelo topo baixo e encosta, até o sopé de transporte, indicando maior teor desse elemento nos ambientes geomórficos mais jovens. Para o magnésio, esse comportamento somente é observado em subsuperfície. Resultados semelhantes foram encontrados por Schawe et al. (2007), que estudaram uma sequêcia de solos na floresta tropical úmida da Bolívia.

Considerando apenas os valores médios dos conteúdos destes elementos (Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>) nos

**Quadro 3. Caracterização química dos solos em uma topossequência sobre granito em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM**

SV <sup>(1)</sup>	Hor. <sup>(2)</sup>	Prof.	pH		ΔpH	COT <sup>(3)</sup>	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	V	m
			H <sub>2</sub> O	KCl													
		cm				g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					— % —				
<b>Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>																	
Topo Alto	A	0-16	4,6	4,3	-0,3	24,8	0,2	0,8	0,6	0,1	0,0	0,9	12,8	1,6	11,1	14	29
	AB	16-35	4,6	4,2	-0,4	12,8	0,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,6	8,7	0,8	9,4	8	44
	BA	35-67	4,5	4,3	-0,2	7,5	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,4	6,5	0,6	7,1	8	41
	Bw <sub>1</sub>	67-120	4,8	4,8	0,0	5,1	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	4,3	0,4	4,8	9	35
	Bw <sub>2</sub>	120-150+	5,1	4,8	-0,3	4,1	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	5,3	0,5	5,8	8	28
<b>Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argilosa/muito argilosa, A moderado</b>																	
Encosta	A	0-28	4,5	4,1	-0,4	10,1	2,9	0,9	0,3	0,1	0,2	0,4	3,0	1,5	4,6	34	21
	AB	28-57	5,0	4,7	-0,3	5,2	0,8	1,0	0,1	0,1	0,1	0,4	3,6	1,3	4,9	26	24
	Bt <sub>1</sub>	57-82	4,0	3,8	-0,2	5,8	1,3	0,8	0,1	0,1	0,1	0,9	3,2	1,1	4,3	25	45
	Bt <sub>2</sub>	82-120+	5,0	4,6	-0,4	4,6	0,9	0,7	0,1	0,0	0,1	0,4	1,2	1,0	2,2	44	29
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>																	
Sopé de Transporte	A	0-18	5,1	4,4	-0,7	6,4	1,6	0,6	0,0	0,0	0,1	0,4	1,3	0,8	2,1	37	34
	BA	18-42	4,7	4,0	-0,7	3,9	1,2	1,0	0,2	0,0	0,1	0,7	1,5	1,3	2,8	48	34
	Bw <sub>1</sub>	42-71	4,9	4,1	-0,8	3,2	0,8	1,3	0,2	0,0	0,1	0,5	1,5	1,6	3,1	52	24
	Bw <sub>2</sub>	71-103	4,8	4,2	-0,6	2,4	1,4	1,0	0,2	0,0	0,1	0,4	1,2	1,3	2,5	51	24
	Bw <sub>3</sub>	103-170+	5,0	4,3	-0,7	1,7	1,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,5	1,0	0,5	1,5	35	48
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado</b>																	
Topo Baixo	A	0-22	4,2	3,9	-0,3	10,6	3,4	0,6	0,1	0,1	0,1	1,1	4,8	0,8	5,6	14	58
	BA	22-47	4,6	4,3	-0,3	8,8	1,4	0,7	0,1	0,0	0,1	0,7	3,5	0,9	4,4	21	43
	Bw <sub>1</sub>	47-77	4,6	4,2	-0,4	5,5	1,0	0,5	0,1	0,0	0,1	0,8	3,5	0,7	4,2	17	53
	Bw <sub>2</sub>	77-107	4,8	4,4	-0,4	4,8	1,6	0,6	0,1	0,0	0,1	0,7	2,5	0,8	3,2	24	47
	Bw <sub>2</sub>	107-145+	4,6	4,3	-0,3	3,8	1,1	0,7	0,1	0,0	0,1	0,4	2,1	0,9	3,0	30	30

<sup>(1)</sup> Segmento de vertente. <sup>(2)</sup> Horizonte. <sup>(3)</sup> Carbono orgânico total.

**Quadro 4. Teores dos óxidos do ataque sulfúrico ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxidos livres extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e formas amorfas extraídas com oxalato ácido de amônio ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e relações entre eles em uma topossequência sobre granito em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM**

SV <sup>(1)</sup>	Horiz. <sup>(2)</sup>	Óxidos do ataque sulfúrico			Relações		Ditionito citrato bicarbonato			Oxalato ácido de amônio			Relações			
		$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ki	Kr	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\frac{\text{Fe}_{\text{ox}}}{\text{Fe}_d}$	$\frac{\text{Al}_{\text{ox}}}{\text{Al}_d}$	$\frac{\text{Si}_{\text{ox}}}{\text{Si}_d}$	$\frac{\text{Fe}_d}{\text{Fe}_t}$
———— g kg <sup>-1</sup> ————																
Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argiloso, A moderado																
Topo	A	8,5	68,6	34,1	0,4	0,2	3,0	37,5	16,2	2,2	0,9	2,7	0,02	0,17	0,74	0,55
Alto	AB	9,3	78,8	38,3	0,4	0,2	3,4	38,8	16,6	2,1	0,4	2,5	0,01	0,15	0,62	0,49
	Bw <sub>1</sub>	8,7	80,0	44,5	0,3	0,1	2,5	39,4	17,2	2,1	0,4	2,2	0,01	0,12	0,84	0,49
Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argilosa/muito argiloso, A moderado																
Encosta	A	8,7	41,4	18,7	0,8	0,3	2,8	17,1	8,3	2,3	0,2	3,1	0,01	0,37	0,82	0,46
	AB	11,6	42,3	22,7	0,9	0,4	2,4	18,9	8,1	2,3	0,4	2,9	0,02	0,35	0,96	0,40
	Bt <sub>1</sub>	11,4	41,9	26,4	0,7	0,3	2,5	19,0	9,1	2,1	0,1	2,2	0,01	0,24	0,84	0,45
Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argilosa, A moderado																
Sopé	A	14,9	48,5	28,2	0,9	0,4	2,9	17,0	9,0	2,4	0,3	3,1	0,02	0,34	0,83	0,35
	BA	13,1	40,3	23,1	0,9	0,4	3,1	17,3	7,8	2,4	0,3	2,7	0,02	0,35	0,77	0,43
	Bw <sub>1</sub>	10,6	41,8	21,7	0,8	0,3	2,3	17,5	7,9	2,1	0,2	2,9	0,01	0,37	0,91	0,42
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado																
Topo	A	12,8	54,3	27,2	0,8	0,3	3,7	25,9	12,4	2,4	0,4	3,1	0,01	0,25	0,65	0,50
Baixo	BA	15,3	55,8	33,0	0,8	0,3	3,0	27,1	17,1	2,4	0,5	2,6	0,01	0,15	0,80	0,51
	Bw <sub>1</sub>	14,0	49,2	31,1	0,8	0,3	3,0	28,3	13,4	2,3	0,4	2,5	0,01	0,37	0,77	0,53

<sup>(1)</sup> Segmento de vertente. <sup>(2)</sup> Horizontes.

horizontes diagnósticos subsuperficiais, observou-se que ambos apresentaram maiores resultados no sopé de transporte da vertente (0,9 e 0,2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, respectivamente).

Na encosta, os valores do Ca<sup>2+</sup> e do Mg<sup>2+</sup> foram de 0,8 e 0,1 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Os ambientes de topo apresentaram diferenças entre os dois ambientes, com o topo alto apresentando os valores mais baixos, de 0,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup> e 0,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup>. No topo baixo os valores foram de 0,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para o Ca<sup>2+</sup> e 0,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para o Mg<sup>2+</sup>. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Uberti & Klamt (1984), que estudaram as relações solo-superfície geomórfica no nordeste do Rio Grande do Sul.

A expressão da acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) e a da acidez potencial (H + Al) foram maiores nas áreas planas, topos baixo e alto do que nas áreas de encosta e sopé de transporte (Quadro 3). Esse fato pode ser explicado pela maior penetração da água no relevo plano, favorecendo o aumento da lixiviação das bases trocáveis no perfil do solo, corroborando assim Vidal-Torrado et al. (1999). Resultados contrários foram observados para a soma de bases (SB) e V %, com menores valores no topo baixo e topo alto, ocorrendo o oposto na encosta e no sopé de deposição, ou seja, predomínio de solos eutróficos no sopé e de solos distróficos no topo da vertente. Esses resultados são similares aos encontrados por Perez et al. (1980), que estudaram a relação solo-geomorfologia em duas vertentes no vale do rio Mogi-Guaçu, SP.

A capacidade de troca catiônica apresentou valores mais elevados nos horizontes superficiais de todos os perfis, visto que a CTC dos solos amazônicos é dependente da matéria orgânica (Rocha & Cerri, 1994). A comparação entre os segmentos de vertente mostrou que a CTC das áreas de topo alto e topo baixo apresentou valores maiores que a das áreas de encosta e sopé de transporte, resultado atribuído aos maiores teores de matéria orgânica das superfícies planas.

Os teores dos óxidos de Si, Fe e Al ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) são apresentados no quadro 4. Verificou-se que os teores totais de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  apresentaram resultados mais expressivos nas áreas de topo, quando comparados às áreas de encosta e sopé de transporte. Essa tendência também foi observada por Andrade et al. (1997), que estudaram a pedogeomorfologia de uma vertente com seqüência Latossolo-Areia Quartzosa Hidromórfica sobre rochas cristalinas no Estado do Amazonas.

Em todos os ambientes geomórficos os valores de Ki foram baixos, indicando solos bastantes intemperizados; apesar disso, verificou-se que valores ligeiramente mais elevados foram encontrados na encosta e no sopé de transporte. Isso mostra que, em vertentes sob um mesmo material de origem, os solos mais evoluídos expressam-se nas posições de topo, e solos mais jovens, nas áreas de encosta e sopé. Esse fato deve-se possivelmente à menor estabilidade geomórfica desses ambientes quando comparados aos ambientes de topo, sendo bastante influenciado pela posição topográfica nos solos na paisagem, conforme destacam Scatolini & Moniz (1992).



Os dados de  $Al_2O_3$  e  $Fe_2O_3$  extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) evidenciaram uma distribuição semelhante àquela mostrada pelo ataque sulfúrico, ou seja, teores mais elevados de óxidos de Fe e de Al ocorrem nas áreas de topo, reduzindo-se nas áreas de encosta e sopé de transporte – resultados concordantes com os encontrados por Demattê et al. (1994), que estudaram uma encosta na região de Tucuruí, PA.

Os óxidos de Fe, Si e Al extraídos com oxalato de amônio (OAA) apresentaram valores entre 0,1 e 0,9  $g\ kg^{-1}$  para o Fe e entre 2,2 e 3,1  $g\ kg^{-1}$  para o Al, distribuindo-se similarmente em todos os segmentos de vertente. A relação entre o Fe extraído por DCB e por OAA, que indica o grau de cristalinidade dos óxidos de Fe, no presente estudo não mostrou variação entre os diversos solos, mostrando que, apesar de os óxidos de Fe ficarem menos cristalinos, em superfície, são mais facilmente removidos do solo e transportados para as partes mais baixas do terreno.

Quanto aos teores dos óxidos de Al extraídos por OAA, verificou-se sensível aumento nas áreas de encosta e sopé de transporte em relação às áreas de topo, refletindo um maior valor na relação  $Al_{ox}/Al_d$  nas áreas de encosta e sopé de transporte em relação às posições de topo.

Os valores da relação ( $Al_{ox}/Al_d$ ) tendem a decrescer com a profundidade do perfil e aumentar ao longo da vertente, pois, à medida que os óxidos vão ficando menos cristalinos, eles são mais facilmente removidos do solo e posteriormente depositados nas áreas de menores cotas, onde predominam ambientes mais úmidos (Demattê et al., 1994).

A relação ( $Fe_d/Fe_t$ ) tem sido utilizada como indicador do grau de desenvolvimento do solo, sendo maior nos solos mais intemperizados. Os maiores valores dessa relação (entre 0,49 e 0,55) foram encontrados no Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Verme-

lho-Amarelo distrófico (LVd e LVAd) que ocorrem nas posições de topo da paisagem, indicando um estágio mais avançado de intemperização, em comparação ao Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto (PVAd) da encosta, com valor entre 0,40 e 0,45, e ao Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico (LVAe) do sopé de transporte (0,35 a 0,43).

O resultados indicam que o sopé de transporte e a encosta, por conta de suas posições instáveis na paisagem, favorecem o maior rejuvenescimento, por isso mais jovens quando comparado aos demais segmentos de vertente.

### Atributos mineralógicos

Em relação à mineralogia da fração areia (Quadro 5), observou-se que o quartzo predomina em todos os horizontes dos solos estudados. Além desse mineral, observou-se no segmento de topo alto (LVd) pequena quantidade de hematita e gibbsita nos horizontes A e  $Bw_1$ , assim como presença de ilmenita. No segmento de topo baixo (LVAd) verificou-se presença de hematita nos dois horizontes diagnósticos estudados (A e  $Bw_1$ ) e de gibbsita e anatásio no horizonte  $Bw_1$ .

De acordo com Ferreira et al. (2003), a presença dos óxidos de Fe (hematita) e do hidróxido de Al (gibbsita), assim como dos óxidos de titânio (ilmenita), é comum em solos de ambientes tropicais, devido às condições de intensa lixiviação. Alguns desses óxidos podem ter dominância quantitativamente importante no pedossistema, conforme a litologia dominante no material de origem e os mecanismos de pedogênese.

A fração silte apresentou assembleia mineralógica mais complexa que a da fração areia, exibindo outros minerais além do quartzo, podendo-se destacar: gibbsita, caulinita, hematita, anatásio, ilmenita e pequena quantidade de feldspatos para todos os segmentos de vertente (Quadro 5). Ademais, foi

**Quadro 5. Composição mineralógica das frações areia, silte e argila dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais em uma toposequência sobre granito em Santo Antônio do Matupi, Manicoré, AM**

Segmentos de Vertente	Horizonte	Areia	Silte	Argila
	Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argiloso, A moderado			
Topo Alto	A	Gb, Hm e Q	Ct, Gb, Q, Gh, An, Fd e Im	Ct e Gb
	$Bw_1$	Gb, Hm, Q, e Im	Ct, Gb, Q, Gh, An, Fd e Im	Ct e Gb
	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, textura argilosa/muito argiloso, A moderado			
Encosta	A	Q e Hm	Ct, Gb, Q, Gh, An, Fd e Im	M, Ct, Gb e Q
	$Bt_1$	Q e Im	Ct, Gb, Q, Gh, An, Fd e Im	M, Ct, Gb e Q
	Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, textura muito argiloso, A moderado			
Sopé	A	Q	M, Ct, Gb, Q, Gh e Im	M, Ct e Gb
	$Bw_1$	Q	M, Ct, Gb, Q, Gh, Fd e Im	M, Ct e Gb
	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura muito argiloso, A moderado			
Topo Baixo	A	Q e Hm	Ct, Gb, Q, Gh, An, Fd e Im	M, Ct e Gb
	$Bw_1$	Q, Hm, Gb e An	Ct, Gb, Q, Gh, An, Fd e Im	M, Ct e Gb

Q: quartzo; Gb: gibbsita; Ct: caulinita; Hm: hematita; An: anatásio; Im: ilmenita; Fd: feldspatos; M: mica.

observada no segmento de sopé da paisagem a presença de mica, que pode ser originada a partir de sedimentos translocados, com posterior neoformação (Melo et al., 2006).

A composição mineralógica da fração argila mostrou-se relativamente homogênea (Quadro 5), com predominância de caulinita e gibbsita, menor proporção de mica e pouco quartzo. De acordo com Marques et al. (2002), a mineralogia mais residual é característica dos ambientes amazônicos, devido principalmente à pobreza do material de origem, às excelentes condições de drenagem e à maior ação do intemperismo sobre os sedimentos.

Ainda em relação à mineralogia da fração argila dos solos na topossequência, verificou-se que, entre os segmentos de vertente, apenas os difratogramas do topo alto não apresentaram expressão de mica, diferindo assim dos demais segmentos (encosta, sopé de transporte e topo baixo). Esse fato está, possivelmente, associado à maior estabilidade desse ambiente e, conseqüentemente, à maior ação do intemperismo. De acordo com Lima et al. (2006), as condições de drenagem favoráveis, resultantes das características ambientais e da permeabilidade dos materiais de origem, levam a um processo de intemperismo acentuado, o que resulta em perfis mais profundos e de menor riqueza em minerais primários.

## CONCLUSÕES

1. As variações do relevo favoreceram a presença de solos distróficos no topo alto (Latossolo Vermelho distrófico típico) e solos eutróficos (Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico) no sopé de transporte.

2. As variáveis  $\Delta pH$ , relação silte/argila,  $V\%$  e relação  $Fe_d/Fe_t$  indicam solos mais intemperizados nas áreas de topo da paisagem e solos em menor grau de evolução na encosta e sopé de transporte.

3. A composição mineralógica da fração argila mostrou-se relativamente homogênea, com predominância de caulinita e gibbsita e menor proporção de mica e quartzo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a FAPEAM pelo financiamento da pesquisa e pela concessão de Bolsa respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- ANDRADE, H.; SCHAEFER, C.E.; DEMATTÊ, J.L.I. & ANDRADE, F.V. Pedogeomorfologia e micropedologia de uma seqüência Latossolo - Areia Quartzosa Hidromórfica sobre rochas cristalinas do Estado do Amazonas. *Geonomos*, 1:55-66, 1997.
- BARTHOLD, F.K.; STALLARD, R.F. & ELSENBEEER, H. Soil nutrient-landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama. *For. Ecol. Manag.*, 255:1135-1148, 2008.
- BOLING, A.A.; TUONG, T.P.; SUGANDA, H.; KONBOON, Y.; HARNPICHITVITAYA, D.; BOUMAN, B.A.M. & FRANCO, D.T. The effect of toposequence position on soil properties, hydrology, and yield of rainfed lowland rice in Southeast Asia. *Field Crops Res.*, 106:22-33, 2008.
- BOTSCHKE, J.; FERRAZ, J.; JAHNEL, M. & SKOWRONEK, A. Soil chemical properties of a toposequence under primary rain forest in the Itacoatiara vicinity (Amazonas, Brazil). *Geoderma*, 72:119-1321, 1996.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil, folha SB. 20, Purus. Rio de Janeiro, 1978. 561p.
- BUI, E.N.; LOUGHEAD, A. & CORNER, R. Extracting soil-landform rules from previous soil surveys. *Austr. J. Soil Res.*, 37:495-508, 1999.
- CAMARGO, M.N.; KLAMT, E. & KAUFFMAN, J.H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. *B. Infor. SBCS*, 12:11-33, 1987.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. & VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do IAC. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106)
- CENTRO DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens. Manaus, 2001. 93p. (Relatório Técnico)
- DALRYMPLE, J.B.; BLONG, R.J. & CONACHER, A.J. A hypothetical nine unit land a surface model. *Z. Geomorphol.*, 12:60-76, 1968.
- DEMATTÊ, J.A.M.; ALOISI, R.R. & DEMATTE, J.L.I. Seqüência Latossolo Amarelo - Podzólico Amarelo - Areias Quartzosas sob material da formação barreiras na região de Tucuruí, estado do Pará. *Sci. Agric.*, 51:345-356, 1994.
- DEMATTÊ, J.L.I.; MARCONI, A.; SPAROVEK, G. & VIDAL-TORRADO, P. Estimativa da evolução do intemperismo mediante ganhos e perdas de íons numa seqüência de solos desenvolvidos de diabásio e influenciados pela drenagem em Piracicaba, SP. *R. Bras. Ci. Solo*. 15:69-73, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 2006. 354p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 179p.

- FERREIRA, B.A.; FABRIS, J.D.; SANTANA, D.P. & CURI, N. Óxidos de ferro das frações areia e silte de um Nitossolo desenvolvido de basalto. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:405-413, 2003.
- GOBIN, A.; CAMPLING, P. & FEYEN, J. Soil-Landscape modelling to quantify spatial variability of soil texture. *Physics Chem. Earth*, 26:41-45, 2001.
- HIKMATULLAH, H.S. & PRASETYO, B.H. Soil properties of the eastern toposequence of Mount Kelimutu, flores island, east Nusa Tenggara and their potential for agricultural use. *Indonesian J. Agric. Sci.*, 4:1-11, 2003.
- LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C. & LIMA, A.M.N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da Bacia Sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. *R. Bras. Ci. Solo*. 30:59-68, 2006.
- MARQUES, J.J.G.S.M.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G. & CURI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. *Clay Mineral.*, 37:651-661, 2002.
- MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAYS MINERALS, 7., Washington, 1958. Proceedings. New York, 1960. p.317-327.
- MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.R.G.; FONTES, L.E.F.; CHAGAS, A.C.; LEMOS JÚNIOR, J.B. & ANDRADE, R.P. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:1039-1050, 2006.
- MINASNY, B. & McBRATNEY, A.B. Mechanistic soil-landscape modelling as an approach to developing pedogenetic classifications. *Geoderma*, 133:138-149, 2006.
- PEREZ, A.; DONZELLI, J.L. & LEPSCH, I.F. Relação solos geomorfologia em várzea do Rio Mogi Guaçu, (SP). *R. Bras. Ci. Solo*, 4:181-187, 1980.
- PETERSCHMITT, E.; FRITSCH, E.; RAJOT, J.L. & HERBILLON, A.J. Yellowing, bleaching and ferritisation processes in soil mantle of the Western Ghâts, South India. *Geoderma*, 74:235-253, 1996.
- ROCHA, G.C. & CERRI, C.C. Características e organização de uma topossequencia de solos sobre rocha básica na Amazônia brasileira. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:117-123, 1994.
- SAMOUËLIAN, A. & CORNU, S. Modelling the formation and evolution of soils, towards an initial synthesis. *Geoderma*, 145:401-409, 2008.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- SCATOLINI, F.M. & MONIZ, A.C. Influencia do material de origem, lençol freático surgente e da posição topográfica nos solos de uma encosta em Mococa (SP). *R. Bras. Ci. Solo*, 16:379-388, 1992.
- SCHAWWE, M.; GLATZEL, S. & GEROLD, G. Soil development along an altitudinal transect in a Bolivian tropical montane rainforest: Podzolization vs. hydromorphy. *Catena*, 69:83-90, 2007.
- SEIBERT, J.; STENDAHL, J. & SØRENSEN, R. Topographical influences on soil properties in boreal forests. *Geoderma*, 141:139-148, 2007.
- SOMMER, M. Influence of soil pattern on matter transport in and from terrestrial biogeosystems—A new concept for landscape pedology. *Geoderma*, 133:107-123, 2006.
- UBERTI, A.A. & KLAMT, E. Relações solos-superfícies geomórficas na encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 8:229-234, 1984.
- VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I.F.; CASTRO, S.S. & COOPER, C. Pedogênese em uma seqüência Latossolo-Podzólico na borda de um platô na Depressão Periférica Paulista. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:909-921, 1999.
- YOEMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.
- ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO SUL-SUDESTE DO AMAZONAS – ZEE, AM. Zoneamento Ecológico Econômico do Sul-Sudeste do Amazonas. Manaus, IPAAM, 2008. 53p.