

Topossequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas¹

Milton César Costa CAMPOS², Mateus Rosas RIBEIRO³, Valdomiro Severino de Souza JÚNIOR⁴, Mateus Rosas Ribeiro FILHO⁴, Maria Conceição ALMEIDA⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar as relações solo-relevo em uma topossequência de transição campo/floresta na região de Humaitá, AM. A área do estudo foi selecionada com base na representatividade regional e no grau de preservação do ambiente. O estudo foi realizado ao longo de um caminhamento que atravessou os diferentes pedoambientes, partindo do ambiente de campo natural até o ambiente de floresta. Esses pedoambientes foram identificados e delimitados conforme a curvatura do terreno, expressão dos padrões vegetacionais e características pedológicas. Foram abertas trincheiras nos diversos segmentos e os perfis foram caracterizados morfologicamente e coletados por horizonte. Foram realizadas análises físicas e químicas para caracterização e determinados SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 por ataque sulfúrico, óxidos de Fe “livres” com ditionito-citrato-bicarbonato e o ferro mal cristalizado com oxalato de amônio. Análises mineralógicas foram realizadas por difratometria de raios X. Os resultados sugerem que a variação dos solos na topossequência tem relação direta com a variação do relevo, que condiciona a drenagem e o nível do lençol freático.

PALAVRAS-CHAVE: pedogênese, relações solo-paisagem, classificação do solo.

Soil-relief relationships in a grassland/forest transition in the region of Humaitá, Amazonas State, Brazil

ABSTRACT

The objective of this work was to study soil-relief relations in a grassland-forest transition, in the region of Humaitá, Amazonas State, Brazil. The study area was selected based on the criterion of regional representativity (most common landscape) and in the level of environmental preservation. The sample collection was carried out in a transect from the grassland towards the forest, and the different soil environments were identified and limited according relief position, vegetation patterns and soil characteristics. Soil profiles were morphologically characterized and samples collected from all horizons for physical and chemical analysis for normal profile characterization, including SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3 extracted by H_2SO_4 attack, free iron oxides by DCB extraction and poor crystalline iron oxides extracted by ammonium oxalate. Mineralogical analysis was also carried out by X-ray diffraction. The results suggest that soil variation in the landscape was directly related with the relief, which determines soil drainage and water table level.

KEYWORDS: soil genesis, soil-landscape relations, soil classification

¹ Parte da Tese Doutorado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

² Professor Adjunto do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas. Rua 29 de Agosto, 786, Centro, CEP: 69.800-000, Humaitá-AM. E-mail: agromccc@yahoo.com.br; mcesarsolos@ufam.edu.br

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

⁴ Professores do Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE. E-mail: vsouzajr@yahoo.com; mateusrf@depa.ufrpe.br

⁵ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE. E-mail: marycalmeida@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As relações entre solos, relevo e vegetação caracterizam-se por serem interdependentes. Se as condições de drenagem e a variação dos solos interferem nas formações vegetais, por outro lado, as condições de relevo influenciam em várias propriedades dos solos, como estrutura, porosidade, densidade do solo e teor de nutrientes. Segundo Jafari *et al.* (2003) estas relações são governadas pelas características topográficas do terreno, que têm papel determinante na formação e distribuição da vegetação, pois a topografia condiciona diferenças no regime hídrico, favorecendo solos mais ou menos desenvolvidos, implicando dessa maneira em maior ou menor capacidade de suporte à vegetação.

Para Campos *et al.* (2007) a topografia tem sido frequentemente relatada como sendo causa de variações nos atributos do solo que se refletem na vegetação. Estudos desenvolvidos por Botrel *et al.* (2002) em uma sequência Neossolo-Cambissolo-Argissolo em área de floresta estacional semidecidual revelou um declínio na disponibilidade de água e de nutrientes com as mudanças do relevo. El-Ghani e Amer (2003) destacaram que as variações na fertilidade dos solos em ecossistemas naturais são oriundas das configurações do relevo, bem como do próprio regime de umidade do solo.

A região amazônica apresenta grande diversidade de solos e paisagens, o que justifica estudos dessa natureza. Dentre estas paisagens, inclui-se os chamados Campos Naturais de Humaitá, que compreendem as áreas dos “campos de Puciari – Humaitá”. Este tipo de paisagem inclui várias formações campestres abertas, onde se alternam, pequenas árvores isoladas e florestas de galerias ao longo dos igarapés (Braun e Ramos 1959).

De acordo com Freitas *et al.* (2002) esses campos formam mosaicos com as florestas circundantes, sendo o contato entre essas vegetações, em alguns locais, abrupto, enquanto em outros a transição entre a floresta e o campo natural apresenta-se gradual. Para Martins *et al.* (2006a) e Vidotto *et al.* (2007), que investigaram os atributos do solo em ambientes de campos naturais e florestas na região Sul do Amazonas essas relações são marcantes. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi investigar as relações solo-relevo em uma transição campo/floresta na região de Humaitá, Estado do Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas estudadas

A área de estudo localiza-se na região de Humaitá, sul do Estado do Amazonas, situada nas coordenadas geográficas de 7° 30' 24" S e 63° 04' 56" W. A região apresenta relevo aproximado ao do tipo “tabuleiro”, com desníveis muito pequenos e bordos ligeiramente abaulados. Esses terraços fluviais antigos constituem os divisores de água entre os

pequenos igarapés da região. O desnível dessas zonas tabulares em relação aos igarapés é da ordem de 15 a 29 metros, ocorrendo, entretanto, de maneira abrupta (Braun e Ramos 1959).

A geologia da área estudada é formada por aluviões antigos indiferenciados referidos ao Holoceno. Os sedimentos desta formação são advindos de dois ciclos de sedimentação: a) bancos arenosos, inferiores, que representam a sedimentação plúvio-fluvial e b) sedimentos argilosos superiores, indicando sedimentação lacustre (Braun e Ramos 1959). A região compreende uma vegetação de contato entre campos e florestas, que se caracteriza por áreas que incluem varias formações campestres, onde a vegetação que prevalece é a gramíneo-lenhosa baixa, alternada com pequenas árvores isoladas e floresta de galerias ao longo dos rios (Braun e Ramos 1959).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração, com temperaturas variando entre 25 e 27 °C e precipitação média anual de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho, e umidade relativa do ar entre 85 e 90%.

Métodos de campo, laboratório e escritório

Após a seleção de uma topossequência representativa dos vários ambientes de ocorrência, foi estabelecido um caminhamento, partindo do ambiente de campo natural até o ambiente de floresta (Figura 1). O transecto atravessou os diferentes pedoambientes existentes, os quais foram identificados e delimitados conforme a curvatura do terreno, expressão dos padrões vegetacionais e características pedológicas.

Foram abertas trincheiras em cada pedoambiente da topossequência para caracterização morfológica, física, química e mineralógica dos solos. A identificação dos horizontes e a descrição morfológica foram realizadas conforme Santos *et al.* (2005), com coleta de amostras em todos os horizontes. Os solos foram classificados segundo critérios estabelecidos por SiBCS (Embrapa 2006).



Figura 1 - Perfil esquemático mostrando a vegetação, relevo e as classes de solos em uma topossequência típica da transição campos/floresta na região de Humaitá, AM. Fonte: Adaptado de Braun e Ramos (1959).

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico, e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 10 minutos. 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 metodologia da Embrapa (1997).

A densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico e a densidade de partículas pelo método do balão volumétrico conforme metodologia da Embrapa (1997). A porosidade total (Pt) foi calculada a partir dos dados obtidos das densidades do solo (Ds) e de partícula (Dp), 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 $cm\ h^{-1}$, conforme Embrapa (1997).

Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L^{-1} ; o potássio, sódio e fósforo disponível, foram extraídos com solução de Mehlich-1; e a acidez potencial (H+Al) foi extraída com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio, utilizando-se metodologia proposta pela Embrapa (1997). Com base nos resultados das análises químicas foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) e alumínio. O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e KCl (Embrapa 1997).

O carbono orgânico total foi determinado pelo método de oxidação por via úmida, com aquecimento externo (Yoemans e Bremner 1988).

Na terra fina seca ao ar (TFSA) foram determinados os óxidos do ataque sulfúrico (Al_2O_3 e Fe_2O_3), após digestão com H_2SO_4 1:1, seguido de dissolução alcalina para SiO_2 , segundo método descrito por Embrapa (1979).

As formas cristalinas de ferro (Fe_c) foram extraídas com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), segundo metodologia de Mehra e Jackson (1960). Para extração dos óxidos mal cristalizados de ferro (Fe_o), alumínio (Al_o) e silício (Si_o) foi utilizado o oxalato ácido de amônio (Camargo *et al.* 1986).

Após a separação das frações areia, silte e argila foi realizada a identificação 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. Vale diferenciar que foi utilizada a amplitude de varredura

de 5 a 70° (2 θ) e uma velocidade de registro de 3° 2 θ min^{-1} para as frações areia e silte, e amplitude de 3 a 70° (2 θ) e mesma velocidade para a argila, todos pelo método do pó. Em seguida foram realizados tratamentos específicos para a fração argila, amostras saturadas com KCl (temperatura ambiente e aquecidas a 550 °C) e saturadas com $MgCl_2$ com posterior solvatação com glicerol. A amplitude de varredura foi de 3 a 35° (2 θ) e a velocidade de registro de 2° 2 θ min^{-1} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos pedoambientes

Com base na vegetação e no relevo a paisagem foi subdividida em quatro unidades pedoambientais: **campo alto**, situado no platô rebaixado da paisagem, com ocorrência de gramíneas dos gêneros *Andropogon* e *Paspalum* e árvores retorcidas e espaçadas, como *Curatella americana* L. e *Eupatorium* sp ; **campo baixo**, formado por depressões inundadas durante as chuvas e secas na estiagem, com predominância de gramíneas e ciperáceas, dos gêneros *Andropogon* e *Paspalum*; **zona de ecótono**, caracteriza-se por um ambiente de tensão ecológica entre os dois ecossistemas (campos/floresta), com presença de gramíneas e espécies de pequeno e médio porte, tais como *Sclerolobium paniculatum*, *Himatanthus sucuuba* e *Mabea caudata*; e **florestas**, localizadas nas áreas mais elevadas e de melhor drenagem da paisagem, funcionando como um divisor de água, e exibindo uma fisiografia de floresta densa estabelecida, com presença de espécies como *Euterpe precatoria*, *Vismia guianensis*, *Orbignya speciosa*, *Oenocarpus bacaba* e *Mabea subsessilis* (Figura 1).

Estas fisionomias assemelham-se às encontradas por Braun e Ramos (1959) que afirmaram que a região apresenta o aspecto fitofisionômico de floresta – campo. O relevo por sua vez, apresenta-se próximo ao tipo “tabuleiro”, com um pequeno desnível e pequenas depressões. Essas terras mais altas constituem os divisores topográficos de água entre rios da região. O desnível entre essas zonas mais elevadas e o vale dos igarapés, é da ordem de 15 a 29 metros, ocorrendo, entretanto, de maneira abrupta, com vales encaixados.

De maneira geral, os solos que ocorrem nesta toposequência têm relação direta com a variação do relevo, que condiciona a drenagem e o nível do lençol freático. O grau de desenvolvimento dos perfis, a presença e a profundidade dos mosqueados e horizontes plínticos e glei, corroboram esta afirmação. Estas características assemelham-se às observadas por Vidotto *et al.* (2007) em estudos de dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas.

Classificação dos Solos

Nos pedoambientes de campo baixo e zona de ecótono os horizontes gleizados (Cg), ocorrem a partir de 27 e 90 cm, respectivamente, para Gleissolo Háptico (GXalt) e Cambissolo

Háplico (CXalg). Para os pedoambientes de campo alto e floresta a presença do horizonte plíntico (Cf) ocorre a partir dos 90 e 130 cm de profundidade, respectivamente, para o Cambissolo Háplico (CXalf) e o Argissolo Vermelho (PValf). Este fato evidencia o papel determinante da água nessas variações, pois a presença do horizonte glei reflete a presença do lençol freático e condições anaeróbicas durante a maior parte do ano, coincidindo com as posições mais baixas da toposequência.

Por outro lado, os pedoambientes de campo alto e floresta, de posição mais alta, apresentam o horizonte plíntico, também oriundo da presença de lençol freático, mas que alterna frequentemente com condições de oxidação. Neste caso, o efeito temporário do excesso de umidade, seguido de um

período de aeração, favorece a segregação e concentração dos óxidos de ferro na forma de mosqueados ou coloração variegada, com cores vermelhas (Anjos *et al.* 2007).

Os solos dos diversos pedoambientes foram assim classificados: campo alto - Cambissolo Háplico Alítico plíntico, textura média, A moderado, com seqüência de horizontes A-BA-Bi-BC-Cf; campo baixo - Gleissolo Háplico Alítico típico, textura argilosa, A moderado, com seqüência: A₁-A₂-Cg₁-Cg₂; zona de ecótono - Cambissolo Háplico Alítico gleissólico, textura siltosa, A moderado com seqüência: A-BA-Bi-BC-Cg; e floresta - Argissolo Vermelho Alítico plíntico, textura média (leve)/média, A moderado, com seqüência de horizontes: A-AB-BA-Bt₁-Bt₂-BCf (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos morfológicos dos solos de uma toposequência de transição campos/floresta na região de Humaitá, AM.

Horiz.	Prof. (cm)	Cor Munsell (úmida)		Textura	²Estrutura	³Consistência	⁴Transição
		Matriz	¹Mosqueado				
Campo Alto – Cambissolo Háplico Alítico plíntico							
A	0-14	7,5YR 4/6		franca	maciça coesa	ext.dr., fir., plás. e peg.	cla. e pla.
BA	14-30	2,5YR 5/8		franco-siltosa	mod., mpeq. a peq., bl.sub.	mdr., fir., plás. e peg.	gra. e pla.
Bi	30-66	2,5YR 4/8		franca	fo., mpeq., bl.ang. a bl.sub.	mdr., fir., mplás. e mpeg.	cla. e pla.
BC	66-90	2,5 YR 4/8	10YR 6/3, po., peq. a méd. e pro.	franca	mod., peq. a méd., bl.ang.	mdr., fir., plás. e peg.	gra. e pla.
Cf	90-160	2,5 YR 4/8	2,5YR 5/8 e 10YR 5/8	franca	fr. a mod., méd., bl.ang.	ext.dr., mfir., plás. e peg.	
Campo Baixo – Gleissolo Háplico Alítico típico							
A ₁	0-15	10YR 3/1		franco-argilo-siltosa	maciça a moderadamente coesa	mdr., fri., plás. e peg.	gra. e ond.
A ₂	15-27	10YR 4/1	10YR 5/6, po., peq. e dif.	franco-argilo-siltosa	fr. peq. a méd., bl.sub.	mdr., fri., mplás. e mpeg.	cla. e ond.
Cg ₁	27-80	10YR 5/1	2,5YR 4/6, po., peq. e pro.	franco-argilo-siltosa	fo. gr. a mgr., prism. e bl.sub.	ext.dr., ext.fir., mplás. e mpeg.	dif. e pla.
Cg ₂	80-115	10YR 5/1	2,5YR 4/6, co. peq. e pro.	argilo-siltosa	fo. mgr., prism. e bl.sub.	ext.dr., ext.fir., mplás. e mpeg.	
Zona de Ecótono – Cambissolo Háplico Alítico gleissólico							
A	0-15	10YR 5/4		franco-siltosa	fr., peq. a méd., bl.sub e gran.	mdr., fir., mplás e mpeg.	gra. e pla.
BA	15-32	10YR 5/4		franco-siltosa	fr., peq. a méd., bl.sub.	ext.dr., fir., mplás e mpeg.	gra. e pla.
Bi	32-50	10YR 5/4		franco-argilo-siltosa	fr., méd. a gr., prism. e bl.sub.	ext.dr., mfir., mplás e mpeg.	cla. e pla.
BC	50-90	10YR 6/3	2,5YR 4/8, co., peq. e pro.	franco-argilo-siltosa	fr., peq. a méd., bl.sub.	ext.dr., mfir., mplás e mpeg.	dif. e pla.
Cg	90-140	10YR 6/3	2,5YR 4/8, co., gr. e pro.	franco-argilo-siltosa	fr., peq. a méd., bl.sub.	ext.dr., mfir., mplás e mpeg.	
Floresta – Argissolo Vermelho Alítico plíntico							
A ₁	0-15	10YR 4/4		franco-siltosa	mod., peq. a méd., gran. e bl.sub.	mdr., fri., plás e peg.	gra. e pla.
AB	15-34	7,5YR 5/6		franco-siltosa	mod., mpeq. a peq., bl.ang. e bl.sub.	mdr., fir., mplás e peg.	gra. e pla.
BA	34-67	7,5YR 5/6		franca	mod., peq. a méd., bl.ang. e bl.sub.	mdr., fir., mplás e peg.	gra. e pla.
Bt ₁	67-100	2,5YR 4/8		franco-argilosa	mod., mpeq. a méd., bl.ang. e bl.sub.	mdr., fir., mplás e mpeg.	gra. e pla.
Bt ₂	100-130	2,5YR 5/8	10YR 6/8, co., peq. a méd. e pro.	franco-argilosa	mod., mpeq. a méd., bl.ang.	ext.dr., fir., mplás e mpeg.	gra. e pla.
BCf	130-200	10YR 5/8	2,5YR 5/8, co., peq. a méd. e pro.	franco-argilosa	mod., mpeq. a méd., bl.ang.	ext.dr., mfir., mplás e mpeg.	

¹ co.: comum; ab.: abundante; pro.: proeminente; dif.: difuso; po.: pouco; dis.: distinto. ² fr.: fraca, mod.: moderada; fo.: forte; peq.: pequena, mpeq.: muito pequena; méd.: média; gr.: grande; mgr.: muito grande; gran.: granular; bl. ang.: blocos angulares; bl. sub.: blocos subangulares, prism.: prismática. ³ so.: solto; mac.: macio; lig.dr.: ligeiramente duro; dr.: duro; mdr.: muito duro; ext.dr.: extremamente duro; mfir.: 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. ⁴ cla.: clara; pla.: plana; gra.: gradual; ond.: ondulada; dif.: difusa; abr.: abrupta.

Em relação à taxonomia dos solos, observou-se a formação de três grupos segundo o SiBCS: o primeiro formado pela ordem dos Argissolos (P4), o segundo pela ordem dos Cambissolos (P1 e P3) e o terceiro pela ordem dos Gleissolos (P2). O Argissolo ocorre no pedoambiente de Floresta, mais alto e conseqüentemente mais bem drenado, contribuindo para um maior desenvolvimento pedogenético, apresentando horizonte plíntico a 130 cm.

Os Cambissolos ocorrem em posições mais baixas do relevo e foram enquadrados em uma mesma subordem, apesar de apresentarem diferenças de posição no relevo. O perfil do pedoambiente de campo alto tem posição mais elevada e foi classificado como Cambissolo Háptico Alítico plíntico, apresentando horizonte plíntico a 90 cm de profundidade. O solo da zona de ecótono tem posição mais rebaixada, é menos evoluído e foi classificado como Cambissolo Háptico Alítico gleissólico, com pior condição de drenagem, comprovada pela presença de um horizonte glei a 90 cm de profundidade.

Na posição mais baixa e de restritas condições de drenagem o solo do campo baixo foi classificado como Gleissolo, com cores de redução a partir dos 27 cm. O excesso de água retarda o desenvolvimento pedogenético, predominando o processo de gleização.

Os solos de todos os pedoambientes estudados apresentaram caráter alítico, que influenciou a classificação no terceiro nível, devido aos altos teores de alumínio trocável e argila de atividade alta. Esta característica está relacionada com o material de origem aluvial, proveniente dos afluentes do rio Madeira, que trazem sedimentos com estas características.

Atributos Morfológicos do Solo

Observou-se uma relação entre a cor do solo e as condições de drenagem dos pedoambientes, pois os solos das posições mais altas e de melhor drenagem (campo alto e floresta) apresentaram matiz 2,5YR, predominando cores vermelhas. Para a zona de ecótono, mais baixa e com maior restrição de drenagem, foi observada matiz 10YR, com cores amareladas a acinzentadas e, no pedoambiente de campo baixo, observou-se matiz 10YR, com dominância de cores acinzentadas. Nestes dois últimos pedoambientes predominaram solos com cores de cromas mais baixos indicando assim, as influências do lençol freático elevado e condições redutoras, interferindo no comportamento dos solos (hidromorfismo).

Em relação às classes texturais, verificou-se que os solos dos pedoambientes de campo alto e floresta apresentaram textura semelhante, sendo textura franca no Cambissolo Háptico Alítico plíntico do campo alto, e textura franco-argilosa no Argissolo Vermelho Alítico plíntico da floresta. Para os pedoambientes de campo baixo e zona de ecótono, posições mais baixas e de menor desenvolvimento pedogenético a classe textural dominante foi franco-argilo-siltosa, tanto para

o Gleissolo Háptico Alítico típico, como para o Cambissolo Háptico Alítico gleissólico (Tabela 1).

A estrutura do solo exibiu grau de desenvolvimento moderado para os solos do campo alto e floresta, com estrutura muito pequena a pequena em blocos angulares e subangulares. Para os solos da zona de ecótono e campo baixo, respectivamente, a estrutura apresentou grau de desenvolvimento moderado a forte para todos os horizontes, exceção feita ao horizonte A₁ do Gleissolo que apresentou arranjo maciço moderadamente coeso. O tipo de estrutura foi predominantemente em blocos angulares e subangulares, para os Argissolos e Cambissolos e prismática no Gleissolo (Tabela 1).

A consistência do solo quando seco variou de muito dura a extremamente dura, apresentando-se friável nos horizontes superficiais e firme a extremamente firme nos demais. A consistência molhada oscilou entre plástica e muito plástica e pegajosa e muito pegajosa (Tabela 1).

Verificou-se presença de concreções ferruginosas nos pedoambientes de campo alto e floresta, possivelmente decorrentes da alternância de umedecimento e secagem, conforme destacam Martins *et al.* (2006a), Lima *et al.* (2006) e Fritsch *et al.* (2007), em solos na região amazônica.

Atributos Físicos do Solo

Verificou-se que os conteúdos de argila foram bastante semelhantes em todos os pedoambientes, apresentando valores mais elevados no Gleissolo da parte mais baixa da paisagem. Em contrapartida, os teores de areia foram mais baixos nos pedoambientes de campo baixo e zona de ecótono quando comparados aos pedoambientes de campo alto e floresta (Tabela 2).

A fração silte é dominante em todos os pedoambientes, fato justificável pela natureza aluvial dos sedimentos que constituem o material de origem (Brasil 1978). Comparando os diversos pedoambientes, observou-se que nos pedoambientes campo baixo e zona de ecótono os teores de silte são mais elevados que nos ambientes de campo alto e floresta. Segundo Rosolen e Herpin (2008) esse comportamento se deve, principalmente, à posição rebaixada, e à ocorrência de depressões topográficas que favorecem a deposição de sedimentos mais finos.

Em relação à argila natural, observou-se que os maiores teores são encontrados nos horizontes superficiais, devido aos elevados teores de matéria orgânica da superfície, em combinação com a mineralogia caulínica. Segundo Alleoni e Camargo (1994) um dos fatores que concorre para um valor mais elevado de argila dispersa em água (ADA) na camada superficial é o maior teor de matéria orgânica, uma das principais fontes de carga negativa dos solos. Esses mesmos autores relatam que em solos com elevado teor de alumínio, como é o caso, pode haver dispersão de caulinita pela ação de

Tabela 2 - Atributos físicos dos solos de uma topossequência de transição Campos/Floresta na região de Humaitá, AM.

Horiz.	Prof. cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	G. F. %	S/A	Ds g cm ⁻³	Dp	Pt %	CHSS cm ^{h-1}
Campo Alto – Cambissolo Háplico Alítico plíntico												
A	0-14	14	352	450	183	46	74	2,4	1,3	2,6	50	1,0
BA	14-30	8	259	528	203	11	94	2,5	1,4	2,5	43	1,0
Bi	30-66	38	221	411	328	20	93	1,2	1,5	2,6	43	0,3
BC	66-90	11	316	410	262	17	93	1,5	1,5	2,6	43	0,1
Cf	90-160	15	357	381	244	32	86	1,5	1,5	2,6	41	1,0
Campo Baixo – Gleissolo Háplico Alítico típico												
A ₁	0-15	3	36	631	329	45	86	1,9	0,8	2,4	65	1,9
A ₂	15-27	5	42	632	319	29	90	1,9	1,1	2,6	56	1,6
Cg ₁	27-80	3	51	585	359	19	94	1,6	1,5	2,7	44	0,0
Cg ₂	80-115	3	39	540	416	10	97	1,3	1,6	2,7	39	0,0
Zona de Ecótono – Cambissolo Háplico Alítico gleissólico												
A	0-15	11	71	675	241	43	79	2,8	1,0	2,6	59	1,0
BA	15-32	13	60	668	256	64	72	2,6	1,3	2,6	49	0,1
Bi	32-50	5	50	633	310	10	96	2,0	1,4	2,6	44	0,0
BC	50-90	5	57	661	276	5	98	2,3	1,5	2,5	38	0,6
Cg	90-140	1	90	667	240	7	96	2,7	1,5	2,6	40	0,1
Floresta – Argissolo Vermelho Alítico plíntico												
A1	0-15	13	320	519	146	84	42	3,5	1,0	2,6	61	3,1
AB	15-34	3	313	518	164	41	74	3,1	1,2	2,6	54	0,8
BA	34-67	2	284	498	213	10	95	2,3	1,3	2,6	48	0,6
Bt ₁	67-100	2	230	450	316	20	93	1,4	1,4	2,6	45	0,5
Bt ₂	100-130	2	223	438	335	9	97	1,3	1,4	2,6	46	0,4
BCf	130-200	4	236	443	315	31	90	1,4	1,5	2,6	43	0,3

GF = grau de floculação; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partícula; Pt = porosidade total; CHSS = condutividade hidráulica do solo saturado; S/A = silte/argila.

ânions orgânicos produzidos pela decomposição da matéria orgânica e por exsudados de raízes.

O grau de floculação (GF) refere-se à relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total, obtida após dispersão, esta variável comportou-se de forma contrária à argila natural, com valores mais baixos nos horizontes superficiais e aumentando em profundidade em todos os solos. Os maiores teores de matéria orgânica da superfície também contribuíram para a variação da densidade do solo que teve comportamento semelhante, com valores menores nos horizontes superficiais e aumento em profundidade, resultado comum para solos da região de Humaitá, conforme destacaram Martins *et al.* (2006a).

A condutividade hidráulica do solo saturado apresentou valores mais elevados nos horizontes superficiais decrescendo em profundidade para todos os pedoambientes, com destaque para o pedoambiente de floresta, que apresentou valores mais altos indicando uma condição mais propícia à infiltração de água no solo. Segundo Marques *et al.* (2008), em estudo de

uma topossequência na região amazônica, as mudanças na condutividade hidráulica saturada estão mais relacionadas com alterações nas propriedades físicas do solo e posição no relevo, do que com a cobertura vegetal.

Atributos Químicos do Solo

Os valores de pH em água e KCl não apresentaram grandes variações, situando-se entre 3,8 a 5,2 em água e 3,1 a 4,4 em KCl (Tabela 3). Os valores de Δ pH, entretanto, foram maiores nos solos dos pedoambientes de campo baixo e zona de ecótono (Tabela 3), evidenciando solos pedogeneticamente menos evoluídos, quando comparados ao campo alto e floresta.

Os maiores teores de C orgânico ocorreram nos horizontes superficiais, fato comum na região amazônica. Os teores de matéria orgânica são mais baixos nos solos sob campo alto e floresta e aumentam gradativamente em direção aos pedoambientes de campo baixo e zona de ecótono, influenciados pela topografia e hidromorfismo, corroborando com resultados encontrados por Rosolen e Herpin (2008) que estudaram solos na região Sul do Amazonas.

Tabela 3 - Atributos químicos dos solos de uma toposequência de transição Campos/Floresta na região de Humaitá, AM.

Horiz.	Prof.	pH H2O	pH KCl	ΔpH	C	P	Ca	Mg	K	Na	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
	cm				g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹					cmol _c kg ⁻¹					%
Campo Alto – Cambissolo Háptico Alítico plíntico																
A	0-14	4,4	3,7	-0,7	12,3	0,5	0,1	0,03	0,07	0,04	2,9	7,0	0,3	7,2	3,5	91
BA	14-30	4,5	3,8	-0,7	5,7	0,3	0,1	0,01	0,05	0,08	3,5	7,3	0,3	7,6	3,4	93
Bi	30-66	4,6	3,5	-1,1	3,0	0,5	0,1	0,00	0,04	0,05	5,3	9,4	0,2	9,6	2,0	96
BC	66-90	4,9	3,4	-1,5	1,8	0,3	0,1	0,00	0,04	0,05	5,6	10,4	0,2	10,7	2,0	96
Cf	90-160	4,8	3,4	-1,4	2,0	0,1	0,1	0,03	0,05	0,04	6,3	10,8	0,2	11,0	1,9	96
Campo Baixo – Gleissolo Háptico Alítico típico																
A ₁	0-15	4,4	3,5	-0,9	14,1	0,7	0,2	0,03	0,07	0,05	3,4	14,6	0,4	14,9	2,5	90
A ₂	15-27	4,6	3,4	-1,2	7,9	0,6	0,2	0,02	0,04	0,05	4,3	14,7	0,3	15,0	2,0	93
Cg ₁	27-80	4,8	3,2	-1,6	3,1	0,1	0,2	0,77	0,06	0,13	7,9	16,0	1,2	17,2	6,7	87
Cg ₂	80-115	5,2	3,1	-2,1	2,2	0,1	0,2	2,23	0,11	0,21	9,1	18,2	2,8	20,9	13,1	76
Zona de Ecótono – Cambissolo Háptico Alítico gleissólico																
A	0-15	3,8	3,1	-0,7	15,8	2,3	0,2	0,13	0,18	0,04	4,8	11,1	0,6	11,7	4,9	89
BA	15-32	4,5	3,6	-0,9	7,0	0,3	0,2	0,03	0,06	0,04	5,1	11,6	0,4	11,9	2,9	93
Bi	32-50	4,3	3,3	-1,0	3,9	0,2	0,1	0,02	0,04	0,04	5,7	11,6	0,3	11,9	2,3	95
BC	50-90	4,7	3,4	-1,3	2,9	0,1	0,2	0,01	0,04	0,04	5,5	12,1	0,3	12,4	2,3	94
Cg	90-140	4,8	3,4	-1,4	1,9	0,1	0,1	0,02	0,05	0,04	6,1	18,7	0,2	18,9	1,2	96
Floresta – Argissolo Vermelho Alítico plíntico																
A ₁	0-15	4,0	3,5	-0,5	11,0	1,1	0,2	0,14	0,16	0,03	3,4	16,0	0,5	16,6	3,2	86
AB	15-34	5,0	4,4	-0,6	6,4	0,4	0,1	0,05	0,06	0,03	5,0	17,2	0,3	17,5	1,4	95
BA	34-67	4,6	4,3	-0,3	4,1	0,1	0,1	0,04	0,04	0,04	5,1	17,9	0,3	18,1	1,5	94
Bt ₁	67-100	4,9	4,1	-0,8	3,0	0,1	0,1	0,03	0,04	0,03	5,6	18,7	0,2	18,9	1,3	95
Bt ₂	100-130	4,8	4,1	-0,7	1,9	0,2	0,1	0,01	0,04	0,04	8,5	18,5	0,2	18,8	1,2	97
BCf	130-200	4,5	4,0	-0,5	1,7	0,2	0,1	0,01	0,07	0,04	8,0	18,8	0,2	19,1	1,3	96

SB : soma de bases; CTC : capacidade de troca catiônica; V: saturação de bases; m: saturação por alumínio.

Os teores de P disponível apresentam comportamento similar à matéria orgânica (Tabela 3), concordando com Silva *et al.* (2006), que verificou que o fósforo apresenta tendência decrescente em relação à profundidade, refletindo a pouca mobilidade e a baixa solubilidade de seus compostos, sobretudo em solos de natureza ácida, com elevados teores de óxidos de ferro e alumínio.

Os solos da toposequência são dessaturados e as bases trocáveis (cálcio, magnésio, sódio e potássio) apresentaram valores baixos em todos os pedoambientes. Em oposição, os teores de Al³⁺ trocável, excetuando alguns horizontes superficiais, apresentaram valores > 4 cmol_c kg⁻¹. (Tabela 3). Este fato está relacionado com a natureza dos sedimentos (ricos em minerais 2:1 aluminosos) que formaram o material de origem, conforme destaca Martins *et al.* (2006b) em estudo realizado na região de Humaitá, AM.

Os valores da acidez potencial (H⁺+Al³⁺) são elevados (Tabela 3), com comportamento crescente em profundidade

em todos os pedoambientes. Entre os pedoambientes, verificou-se que a floresta apresentou os maiores resultados, provavelmente, em consequência da maior lixiviação promovida pelo intenso regime hídrico associado às melhores condições de drenagem (Campos *et al.* 2010b).

Os solos apresentaram-se dessaturados, com soma de bases (SB) e saturação por bases (V) muito baixas em todos os pedoambientes. A área de floresta, entretanto, foi a que apresentou os valores menos expressivos (Tabela 3). Por outro lado, a capacidade de troca de cátions (CTC) apresentou valores mais elevados, provavelmente, em consequência da mineralogia dos solos. Em contrapartida, os valores de saturação por alumínio (m%) foram acima de 90% para o pedoambiente de campo alto, entre 86 e 97% para os pedoambientes das zonas de ecótono e floresta, e entre 76 e 93%, no campo baixo, valores coerentes com os encontrados por Martins *et al.* (2006a) que estudou os solos em uma transição campos/mata na região de Humaitá, AM.

Os teores dos óxidos do ataque sulfúrico (SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3) mostraram comportamento crescente em profundidade para todos os pedoambientes (Tabela 4). Os menores teores de SiO_2 , entretanto, foram encontrados no pedoambiente de floresta, evidenciando assim um ambiente mais intemperizado em relação aos demais. Para os teores de Al_2O_3 constatou-se que o pedoambiente de campo baixo apresentou valores mais elevados em relação aos pedoambientes de campo alto, zona de ecótono e floresta (Tabela 4). De acordo com Rosolen e Herpin (2008) em ambientes constantemente saturados por água, ocorre a mobilização, redistribuição e exportação do ferro, sílica e outros elementos químicos.

Em relação aos teores de Fe_2O_3 , foram observados valores diferentes em relação aos pedoambientes, com resultados mais expressivos nos pedoambientes campo alto e floresta do que nos demais pedoambientes (Tabela 4). As condições de maior hidromorfismo podem provocar redução nos teores dos óxidos de ferro. Além disso, de acordo com Schaefer e Dalrymple (1996) os elevados teores de matéria orgânica e a pobreza em ferro do material de origem podem contribuir para estes resultados.

Em relação aos óxidos extraídos por ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), verificou-se que seus valores distribuíram-se de forma crescente com a profundidade do solo (Tabela 4). Os teores dos óxidos de ferro cristalinos variaram nos

pedoambientes, sendo o campo alto (CXalf) o pedoambiente com maiores teores, com o horizonte Bi apresentando os valores mais elevados, coincidindo com o início da ocorrência das concreções ferruginosas.

Os teores de ferro e alumínio extraídos com oxalato ácido de amônio (OAA) foram maiores nos horizontes subsuperficiais, e crescentes com a profundidade. Estes resultados são explicados pela ligação com a matéria orgânica, que desfavorece a cristalização dos óxidos, e corroboram os resultados encontrados por Campos *et al.* (2010a) em estudo sobre a gênese dos solos na região Sul do Amazonas.

Verificou-se também que os teores de alumínio extraídos com oxalato ácido de amônio (OAA) foram elevados em todos os pedoambientes, com maiores valores no campo baixo (Tabela 4), possivelmente, devido à saturação com água. Os óxidos de silício também extraídos com oxalato ácido de amônio (OAA) comportaram-se de maneira mais pronunciada nos ambientes de campo baixo e zona de ecótono, em comparação com os ambientes de floresta e campo alto, provavelmente também em função do regime hídrico conforme destacam Fu *et al.* (2004).

Para Kämpf e Schwertmann (1983) os valores da relação $\text{Fe}_{\text{ox}}/\text{Fe}_d$ (Fe_{ox} = extraído por oxalato ácido de amônio e Fe_d = extraído por ditionito-citrato-bicarbonato) são indicadores do grau de cristalinidade dos óxidos de ferro. Nesse sentido

Tabela 4 - Teores dos óxidos do ataque sulfúrico (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3), óxidos livre extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3) e formas amorfas extraídos com oxalato ácido de amônio (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3) e relações entre eles, nos diversos pedoambientes em uma toposequência de transição Campos/Floresta na região de Humaitá, AM

Pedoambientes	Horiz	Óxidos do Ataque Sulfúrico			Ki	Kr	Ditionito Citrato Bicarbonato			Oxalato Ácido de Amônio			Relações			
		SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3			SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	$\text{Fe}_{\text{ox}}/\text{Fe}_d$	$\text{Al}_{\text{ox}}/\text{Al}_d$	$\text{Si}_{\text{ox}}/\text{Si}_d$	Fe_d/Fe_s
		-----dag kg ⁻¹ -----					-----dag kg ⁻¹ -----									
Cambissolo Háplico Alítico plúntico																
Campo Alto	A	3,7	8,1	8,1	0,78	0,48	2,60	5,00	4,70	0,60	0,30	3,30	0,06	0,70	0,23	0,62
	BA	4,6	10,7	9,4	0,83	0,48	3,70	5,80	5,30	0,80	0,20	4,00	0,03	0,75	0,22	0,54
	Bi	6,1	18,1	12,2	0,85	0,44	4,20	12,80	7,50	1,40	0,10	4,50	0,01	0,60	0,33	0,71
Gleissolo Háplico Alítico típico																
Campo Baixo	A ₁	9,1	7,2	15,1	1,10	0,85	4,20	5,20	6,70	2,20	1,00	5,70	0,19	0,85	0,52	0,72
	A ₂	8,4	4,7	17,1	0,84	0,71	4,30	3,70	7,60	2,30	0,30	7,00	0,08	0,92	0,53	0,79
	Cg ₁	8,9	10,1	17,5	0,86	0,63	5,70	9,20	9,80	2,20	0,40	6,80	0,04	0,69	0,39	0,91
Cambissolo Háplico Alítico gleissólico																
Zona de Ecótono	A	6,0	8,1	10,0	1,02	0,67	2,20	5,70	4,10	2,10	1,10	2,90	0,19	0,71	0,95	0,70
	BA	5,1	9,1	12,0	0,72	0,49	2,60	6,10	5,90	2,20	0,90	2,70	0,15	0,46	0,85	0,67
	Bi	9,3	9,3	14,0	1,13	0,79	3,10	7,30	6,20	2,20	0,60	2,80	0,08	0,45	0,71	0,79
Argissolo Vermelho Alítico plúntico																
Floresta	A ₁	3,3	6,4	4,6	1,22	0,65	1,80	4,20	2,30	1,20	0,50	2,10	0,12	0,91	0,67	0,66
	BA	4,8	8,1	10,1	0,81	0,53	1,20	5,80	5,10	1,10	0,30	3,00	0,05	0,59	0,92	0,72
	Bt ₁	5,1	13,1	13,1	0,66	0,40	2,90	9,20	5,80	2,01	0,30	3,20	0,03	0,55	0,69	0,70

Ki: relação $\% \text{SiO}_2 \times 1,7 / \% \text{Al}_2\text{O}_3$; Kr: $\% \text{SiO}_2 \times 1,7 / (\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0,64)$; Fe_{ox} : Fe_2O_3 extraído pelo oxalato ácido de amônio; Si_{ox} : SiO_2 extraído pelo oxalato ácido de amônio; Al_{ox} : Al_2O_3 extraído pelo oxalato ácido de amônio; Fe_d : Fe_2O_3 extraído pelo ditionito citrato bicarbonato; Si_d : SiO_2 extraído pelo ditionito citrato bicarbonato; Al_d : Al_2O_3 extraído pelo ditionito citrato bicarbonato; Fe_s : Fe_2O_3 extraído com ácido sulfúrico.

verificou-se que estes resultados tendem a decrescer com a profundidade, indicando a maior cristalinidade nos horizontes subsuperficiais. Segundo Demattê *et al.* (1994) a medida que os óxidos vão ficando menos cristalinos, eles são mais facilmente removidos do solo e transportados para as partes mais baixas.

Os valores da relação Fe_d/Fe_s , (Fe_d = extraído por ditionito-citrato-bicarbonato e Fe_s = extraído pelo ataque sulfúrico) distribuíram-se com certa uniformidade, indicando que os solos de todos os pedoambientes, apresentam o mesmo estágio de óxido-redução dos ambientes, o que pode ser atribuído à natureza do material de origem e às próprias características do pedoambiente (Tabela 4).

Atributos Mineralógicos do Solo

A composição mineralógica dos solos, em todas as frações analisadas, revelou uma riqueza em minerais silicatados, com pequenas variações em toda a topossequência estudada. A fração areia nos diferentes pedoambientes comportou-se de maneira bastante uniforme em todos os horizontes diagnósticos estudados, sendo composta exclusivamente por quartzo (Tabela 5).

Em relação à mineralogia da fração silte observou-se que, com exceção do pedoambiente de campo baixo, todos os demais apresentaram nos horizontes diagnósticos subsuperficiais (Bi e Bt₁) presença da muscovita (Tabela 5). Esta fração ainda apresentou outros componentes mineralógicos, como feldspato, anatósio e quartzo em todos os horizontes dos pedoambientes estudados. Por outro lado, a ilmenita foi observada apenas nos pedoambientes de campo alto e floresta, possivelmente devido à melhor drenagem, uma vez que em condições de hidromorfismo o Fe é reduzido conforme destacam Marques *et al.* (2002) em estudos na Amazônia Ocidental.

A fração argila apresentou composição mineralógica semelhante em todos os perfis, com caulinita, mica (ilita) e anatósio. Foi observada a presença de pirofilita nos horizontes de todos os solos, exceto no Bi do campo alto e no Cg₁ do campo baixo. De acordo com Lips e Duivenvoorden (1996), que estudou solos da Amazônia Colombiana, este mineral é bastante encontrado em rochas e saprolitos dos Andes, porém, normalmente ocorre em quantidades muito reduzidas em solos. Esta constatação é um indicativo de que estes solos podem ter recebidos contribuições de materiais andinos. Apesar destas áreas não receberem atualmente contribuições do Rio Madeira, segundo Brasil (1978), como estes solos são formados a partir de sedimentos Aluviais Antigos oriundos do Holoceno e provenientes de sedimentação fluvial ou sedimentação lacustrina, é possível que em algum momento os sedimentos andinos adentraram estas áreas, o que explicaria a presença desse mineral.

Foi observada a presença de mica/ilita em todos os solos, independentemente dos pedoambientes (Tabela 5). Segundo Brasil (1978) este argilomineral foi provavelmente formado a partir do intemperismo dos sedimentos micáceos contidos nas frações mais grosseiras do solo, já que a fração silte de todos eles apresenta muscovita em sua constituição (Tabela 5).

De acordo com Kämpf e Curi (2000) a vermiculita pode ser originada a partir das micas, fato que pode explicar a presença de vermiculita nos solos dos pedoambientes de campo alto, campo baixo e floresta (Tabela 5). Com relação às esmectitas, verificou-se que ocorreram em todos os pedoambientes, estando coerente com os resultados encontrados por Lima *et al.* (2006), que estudou mineralogia e química de solos em uma topossequência da Bacia Sedimentar Alto do Solimões, AM. A possível explicação para a presença na esmectita, está associada com a drenagem restrita e o suprimento de soluções

Tabela 5 - Composição mineralógica das frações areia, silte e argila dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais nos diversos pedoambientes em uma topossequência de transição Campos/Floresta na região de Humaitá, AM.

Pedoambientes	Horizonte	Areia	Silte	Argila
Cambissolo Háplico Alítico plíntico				
Campo Alto	A	Qz	Qz, e Im	Vm, M/II, Pf, Ct, Gt e An
	Bi	Qz	Ms, Q, An e Fd	Em, I, Vm, M/II, Ct, Gt e An
Gleissolo Háplico Alítico típico				
Campo Baixo	A	Qz	Qz, An, Gb e Fd	Vm, M/II, Pf, Ct, e An
	Cg ₁	Qz	Qz, An, Gb e Fd	Em, M/II, K e An
Cambissolo Háplico Alítico gleissólico				
Zona de Ecótono	A	Qz	Qz, An e Fd	Em, M/II, Pf, Ct, Gt e An
	Bi	Qz	Ms, Qz, An e Fd	Em, M/II, Pf, Ct e An
Argissolo Vermelho Alítico plíntico				
Floresta	A ₁	Qz	Qz, An e Fd	Em, M/II, Pf, Ct, Gt e An
	Bt ₁	Qz	Ms, Qz, Im, An e Fd	Vm, M/II, Pf, Ct e An

Ms = muscovita; Ct = caulinita; Gb = gibbsita; Qz = quartzo; An = anatósio; Fd = feldspatos; Im = Ilmenita, I = interestratificados, Pf = pirofilita, Vm = vermiculita, E = esmectita, M/II = mica(ilita), Gt = goethita.

ricas em Si, Al, Mg e Fe, que condicionam a sua formação e preservação (Kämpf e Curi 2000). Neste caso específico, possivelmente, o tipo de esmectita encontrado seria a beidelita, já que pode ser originada do intemperismo das micas.

CONCLUSÕES

A variação dos solos na topossequência tem relação direta com a variação do relevo, que condiciona a drenagem e o nível do lençol freático, favorecendo o aparecimento horizontes glei ou plínticos;

A fração silte foi dominante em todos os pedoambientes estudado, com destaque para os pedoambientes de campo baixo e zona de ecótono, partes rebaixadas do relevo;

Foi constatada presença de pirofilita na fração argila de todos os solos estudados, o que é um indicativo de que estes solos receberam contribuições de materiais mineralogicamente mais jovens, com possível influência andina.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alleoni, L.R.F.; Camargo, O.A. 1994. Atributos físicos de Latossolos Ácricos do norte paulista. *Scientia Agricola*, 51: 321-326.
- Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Pérez, D.V.; Ramos, D.P. 2007. Caracterização e classificação de plintossolos no município de Pinheiro-MA. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1035-1044.
- Botrel, R. T.; Oliveira Filho, A. T.; Rodrigues, L. A.; Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 25: 195-213.
- Brasil. 1978. *Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil - Folha SB. 20*, Purus. Rio de Janeiro. 561 pp.
- Braun, E.H.G.; Ramos, J.R.A. 1959. Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). *Revista Brasileira de Geografia*, 21: 443-497.
- Camargo, O.A.; Moniz, A.C.; Jorge, J.A.; Valadares, J.M.A.S. 1986. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do IAC*. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, (Boletim Técnico, 106). 94 pp.
- Campos, M.C.C.; Marques Júnior, J.; Pereira, G.T.; Montanari, R.; Camargo, L.A. 2007. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 519-529.
- Campos, M.C.C.; Ribeiro, M.R.; Souza Júnior, V.S.; Ribeiro Filho, M.R.; Costa, E.U.C. 2010a. Segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré, AM. *Revista Brasileira de Ciência Agronômica*, 41: 501-510.
- Campos, M.C.C.; Ribeiro, M.R.; Souza Júnior, V.S.; Ribeiro Filho, M.R.; Oliveira, I.A. 2010 b. Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campos/Floresta. *Revista Brasileira de Ciência Agronômica*, 41: 527-535.
- Demattê, J.A.M.; Aloisi, R.R.; Dematte, J.L.I. 1994. Sequência Latossolo Amarelo - Podzólico Amarelo - Areias Quartzosas sob material da formação barreiras na região de Tucuruí, estado do Pará. *Scientia Agricola*, 51: 345-356.
- El-Ghani, M.M.A.; Amer, W. 2003. Soil-vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. *Journal Arid Environmental*, 55: 607-628.
- Embrapa. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos análise de solo*. Rio de Janeiro. 247 pp.
- Embrapa. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro. 212 pp.
- Embrapa. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, 2006. 354 pp.
- Freitas, H.A.; Pessenda, L.C.R.; Aravena, R.; Gouveia, S.E.M.; Ribeiro, A.S.; Boulet, R. 2002. Florestas X Savanas no passado na Amazônia. *Ciência Hoje*, 32: 40-46.
- Fritsch, E.; Herbillon, A.J.; Nascimento, N.R.; Grimaldi, M.; Melfi, A.J. 2007. From Plinthic Acrisols to Plinthosols and Gleysols: iron and groundwater dynamics in the tertiary sediments of the upper Amazon basin. *European Journal Soil Science*, 58: 989-1006.
- Fu, B.J.; Liu, S.L.; Ma, K.M.; Zhu, Y.G. 2004. Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. *Plant Soil*, 261: 47-54.
- Jafari, M.; Zare Chahouki, M.A.; Tavili, A.; Azarnivand, H. 2003. Soil-Vegetation Relationships in Hoz-e-Soltan Region of Qom Province, Iran. *Pakistan Journal Nutrition*, 2: 329-334.
- Kämpf, N.; Curi, N. 2000. *Óxidos de ferro: indicadores de atributos de ambientes pedogênicos e geoquímicos*, p.107-138. In: Novais, R.F. De; Alvarez V., V.H.; Schaefer, C.E.G.R. (Ed.) *Tópicos em Ciência do Solo*, v. I. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Kämpf, N.; Schwertmann, U. 1983. Relações entre óxidos de ferro e a cor de solos caulínticos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 7: 27-31.
- Lima, H.N.; Mello, J.W.V.; Schaefer, C.E.G.R.; Ker, J.C.; Lima, A.M.N. 2006. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da Bacia Sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 59-68.
- Lips, J.M.; Duivenvoorden, J.F. 1996. Regional patterns of well drained upland soil differentiation in the middle Caquetá basin of Colombian Amazonia. *Geoderma*, 72: 219-257.
- Marques, J.D.O., Teixeira, W.G. Reis, A.M.; Cruz Junior. O.F.; Martins, G.C. 2008. Avaliação da condutividade hidráulica do solo saturada utilizando dois métodos de laboratório numa topossequência com diferentes coberturas vegetais no Baixo Amazonas. *Acta Amazonica*, 38: 193-206.
- Marques, J.J.G.S.M.; Teixeira, W.G.; Schulze, D.G.; Curi, N. 2002. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. *Clay Mineralogy*, 37: 651-661.
- Martins, A.K.E.; Schaefer, C.E.G.R.; Silva, E.; Soares, V.P.; Correa, G.R.; Mendonça, B.A.F. 2006 b. Relações solo-geoambiente em

- áreas de ocorrência de Ipuca na planície do Médio Araguaia - Estado de Tocantins. *Revista Árvore*, 30: 297-310.
- Martins, G.C.; Ferreira, M.M.; Curi, N.; Vitorino, A.C.T.; Silva, M.L.N. 2006 a. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos. *Ciência e Agrotecnologia*, 30: 221-227.
- Mehra, O.P.; Jackson, M.L. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate, p. 317-327. In: National Conference On Clays And Clays Minerals, 7., Washington, 1960. *Proceedings*. New York.
- Rosolen, V.; Herpin, U. 2008. Expansão dos solos hidromórficos e mudanças na paisagem: um estudo de caso na região Sudeste da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 38: 483-490.
- Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; Anjos, L.H. 2005. *Manual de descrição e coleta de solos no campo*. 5.ed. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 100 pp.
- Schaefer, C.E.R.G.; Dalrymple, J.B. 1996. Pedogenesis and relict properties of soil with columnar structure from Roraima, north Amazonia. *Geoderma*, 71:1-17.
- Silva, G.E.; Silva Júnior, M.L.; Melo, V.S. 2006. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um Latossolo Amarelo do Estado do Pará. *Acta Amazonica*, 36: 151-158.
- Vidotto, E.; Pessenda, L. C..R.; Ribeiro, A.S.; Freitas, H.A.; Bendassolli, J.A. 2007. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. *Acta Amazonica*, 37: 385-400.
- Yoemans, J. C.; Bremner, J. M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communication Soil Science Plant Analysis*, 19:1467-1476.

Recebido em: 07/04/2011

Aceito em: 28/11/2011

