

Caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM)

Characterization of soils in a toposequence under alluvial terraces in the middle rio Madeira (AM)

Luís Antônio Coutrim dos Santos¹

Milton César Costa Campos^{2(*)}

Heron Salazar Costa³

Anne Relvas Pereira⁴

Resumo

Vários estudos preocuparam-se em investigar as relações existentes entre os atributos do solo e as paisagens em diferentes locais, neste contexto o objetivo do trabalho foi estudar a caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM). Estabeleceu-se um caminhamento e com base na vegetação e no relevo, a paisagem foi subdividida em quatro segmentos de vertente: a) campo natural; b) cerradão; c) floresta; e d) floresta de galeria. Foi aberta uma trincheira em cada unidade de vertente e realizado a sua caracterização morfológica, realizou-se as análises físicas (análise granulométrica, D_s, D_p e P_t) e químicas (pH em água e KCl, Ca, Mg, K, P disponível, Al trocável, H⁺ Al e C orgânico). A textura do solo foi semelhante (franco argila siltosa, franco siltosa e argilo siltosa), a fração silte foi dominante em todos os solos analisados, a P_t do solo foi maior nos horizontes superficiais devido o menor valor de densidade do solo. Verificou-se que a topografia exprime solos completamente diferentes ao longo do relevo e que as mudanças deste interferem na capacidade de uso destes. Os solos foram classificados como Gleissolo Háplico, Cambissolo Háplico alítico e Cambissolo Háplico aluminico e Gleissolo Háplico. Observou-se que os solos

1 Engenheiro Agrônomo; Mestrando em Ciências do Solo no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE; Endereço: Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; E-mail: santoslac@gmail.com

2 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical e do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia. Diretor do Núcleo Regional da Amazônia ligado a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Endereço: Rua 29 de agosto, no 786, CEP: 69800-000, Humaitá, Amazonas, Brasil; E-mail: mcesarsolos@gmail.com (*) Autor para correspondência.

3 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, Reitoria, UFAM; Endereço: Rua Circular Municipal, 1141, CEP: 69800-000, Humaitá, Amazonas, Brasil; E-mail: santoslac@gmail.com

4 Graduanda em Engenharia Ambiental no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Bolsista de Iniciação Tecnológica Industrial do CNPq; Endereço: Endereço: Rua 29 de agosto, no 786, CEP: 69800-000, Humaitá, Amazonas, Brasil ; E-mail: santoslac@gmail.com

apresentaram predominância de silte como a fração dominante. A saturação por bases e a soma de bases foram baixas, já a saturação por alumínio foi elevada em todos os solos, o que confere um caráter distrófico e álico respectivamente aos solos estudados.

Palavras-chave: campos naturais; floresta; pedogênese; solos Amazônicos.

Abstract

Several studies were concerned to investigate the relationships between soil properties and landscapes in different locations, in this context the objective was to study the characterization of soils in a top sequence under alluvial terraces in the middle rio Madeira (AM). It is stated that a path is based on vegetation and topography, the landscape was divided into four segments: a) natural field, b) cerrado c) forest, and d) Floresta Gallery. It was an open trench slope in each unit and performed their characterization; we carried out the physics analysis (particle size analysis, D_s , D_p and P_t) and chemical (pH in water and KCl, Ca, Mg, K, P, Al, H^+ Al and organic C). The soil texture was similar (free silty clay, silty clay and silty Franco), the silt fraction was dominant in all soils studied; the P_t was higher in soil surface horizons due to the lower value of density. It was found that the topography different soil completely expresses relief over and that changes in the ability to interfere with this usage. The soils were classified as Haplic Gleysol, Cambisol and Gleysol. It was found that the soils showed a predominance of silt as the dominant fraction. The saturation and sum of bases were low, since the Al saturation was high in all soils, which gives a character to sandy loam and allic soils respectively.

Key words: fields; forests; pedogenesis; Amazonian soil.

Introdução

A região Sul do Amazonas apresenta vários ambientes fisiográficos, um destes é denominado de Campos Naturais, que compreende as áreas dos “Campos de Puciari - Humaitá”, que inclui várias formações campestres, onde se alternam, às pequenas árvores isoladas ou as florestas de galerias ao longo dos igarapés (BRAUN; RAMOS, 1959). Nestes ambientes, é possível constatar relações diretas e interdependentes entre vegetação, condições topográficas e atributos do solo, pois à medida que ocorre elevação

do terreno, ocorre mudanças na fisionomia da paisagem, passando de vegetação de porte herbáceo cedendo lugar a uma formação de aspecto mais arbustivo, constituindo o cerrado até as formações mais complexas como as florestas (CAMPOS et al. 2010a).

Assim, vários estudos preocuparam-se em investigar as relações entre os atributos do solo e as paisagens em diferentes locais, que segundo Bui et al. (1999) essa relação pode ser entendida como o padrão de distribuição espacial dos atributos do solo e suas relações de dependência com a disposição do relevo. De acordo com 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.

Segundo Barthold et al. (2008), nos estudos da relação solo-paisagem são essenciais considerar material de origem e os aspectos topográficos, pois estes últimos condicionam os fluxos da água e orientam o transporte e acúmulo de massa (erosão e deposição). 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 do terreno.

Na região do médio rio Madeira, segundo Campos et al. (2011), as informações sobre a distribuição e o comportamento dos atributos dos solos são baseadas, principalmente, em levantamentos generalizados, já que poucos são os trabalhos em nível de detalhes. Por outro lado, a geologia local é formada por materiais de diversas idades geológicas e de diferentes naturezas, dentre os substratos rochosos, predominam os sedimentos da Formação Solimões (BRASIL, 2006) originados de argilitos, siltitos e arenitos, além disso, os sedimentos dos vales de drenagem são recobertos pelos depósitos sub-recentes chamados terraços fluviais e depósitos modernos, denominados de planícies aluvionares (BRASIL, 2001).

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar solos em uma topossequência

sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM).

Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na região do médio rio Madeira, sul do estado do Amazonas, sob as coordenadas geográficas 7° 30' 22" S e 63° 01' 15" W. De acordo com Brasil (1978), a área de estudo está situada na mesma zona climática, segundo Köppen, pertencendo ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração. A pluviosidade está limitada pelas isoietas de 2.250 e 2.750 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As temperaturas médias anuais variam entre 25 °C e 27 °C e a umidade relativa fica entre 85 e 90%.

A topossequência está inserida em uma área com geologia caracterizada pela presença de sedimentos aluviais indiferenciados ou antigos, que são cronologicamente oriundos do 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 lacustrina (BRASIL, 1978). A região apresenta uma vegetação de contato entre Campos e Florestas que se caracteriza por áreas que incluem várias formações campestres onde a vegetação que prevalece é a gramíneo-lenhosa baixa e se alterna com pequenas árvores isoladas e galerias florestais ao longo dos rios (BRAUN; RAMOS, 1959).

Estabeleceu-se um caminhamento iniciando da área de campo natural seguindo até o sopé da mesma as margens de um igarapé, com aproximadamente 1.000 m.

Com base na vegetação e no relevo, a paisagem foi subdividida em quatro segmentos de vertente: a) campo natural (400 m de extensão) – situada no platô rebaixado da paisagem, com ocorrência de gramíneas e arbustos esparsos; b) cerradão (200 m de extensão) - situada no topo da sequência, formada por arbustos e capoeira fina; c) floresta (250 m de extensão) - situada na área de maior declive, sendo esta formada por vegetação de floresta com árvores de grande porte e arbustos; e d) floresta de galeria (150 m de extensão) encontrada na área de deposição da sequência, que inunda durante as chuvas e secam na estiagem, apresentando na superfície pequenas camadas orgânicas, e predominância de gramíneas com arbustos e árvores (Figura 1).

segundo critérios estabelecidos pelo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

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, segundo metodologia da Embrapa (1997).

A densidade do solo (D_s) foi obtida pelo método do anel volumétrico e a densidade de partícula (D_p) pelo método do balão volumétrico, conforme Embrapa (1997). A porosidade total foi calculada a partir dos dados obtidos das densidades

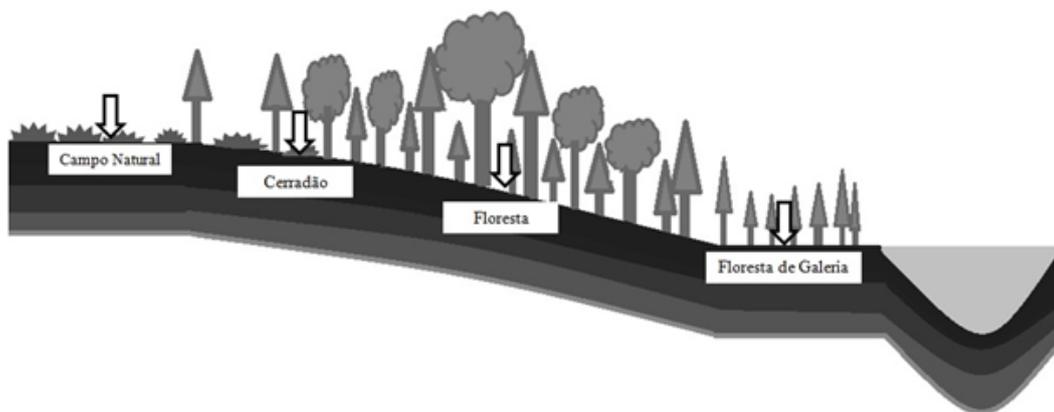


Figura 1. Perfil esquemático mostrando a vegetação e o relevo em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM)

Foi aberta uma trincheira em cada unidade de vertente para caracterização morfológica, física e química. A identificação dos horizontes e a descrição morfológica foram realizadas conforme Santos et al. (2005), com coleta de amostras por horizontes, não foi realizada a caracterização da cor e consistência do solo seco, pois o solo encontrava-se úmido no momento da coleta. Os solos foram classificados

do solo e das partículas, empregando-se a seguinte expressão: $P_t = 100 \cdot (1 - D_s/D_p)$.

O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e KCl (EMBRAPA, 1997). Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos com a solução extratora de KCl, o potássio, sódio e fósforo disponível, foram extraídos pelo extrator Mehlich-1, a acidez potencial (H+Al) foi determinada

através da extração 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 as somas de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) e por alumínio (m%). O carbono orgânico total foi determinado pelo método de oxidação via úmida, com aquecimento externo (YEOMANS; BREMNER, 1988), e a matéria orgânica foi estimada com base no carbono orgânico total.

Resultados e Discussões

Os dados dos atributos morfológicos são apresentados na tabela 1. Os ambientes de campo natural e floresta de galeria da topossequência apresentaram matiz 10 YR com valor 6 nos horizontes diagnósticos e croma variando de 1 a 6, ambos mostraram cores acinzentadas, observou-se, também, presença de uma área de estagnação de água muito próximo da superfície, corroborando assim com Brasil (1978), que afirma que nas áreas inundáveis ocorrem solos do tipo Gleissolos caracterizados pela cor acinzentada, azulada e esverdeada, com lençol freático permanente ou temporário e com aeração inadequada, resultando na redução de ferro e manganês.

O ambiente de floresta de galeria localizado na área de sopé da vertente apresentou nos horizontes superficiais valor e croma baixos decorrentes dos maiores teores de matéria orgânica (Tabela 3) nesses horizontes, os altos teores são resultantes da grande deposição que ocorre sobre os mesmos, pelo fato do solo encontrar-se na área de deposição da topossequência. Os

horizontes sub-superficiais apresentaram mosqueado, segundo Campos (2009), estes são devido à baixa permeabilidade e ao período de inundação que estes solos sofrem, o efeito foi mais evidenciado ainda devido a floresta de galeria apresentar o lençol freático muito próximo da superfície e pelo fato do perfil estar em uma área de alagamento nas épocas chuvosas. A área de cerradão e floresta apresentaram os mesmos valores de matiz nos seus horizontes superficiais diferenciando-se, nos horizontes diagnósticos no qual o cerradão teve variação para 5YR e 2,5YR apresentando assim cores mais avermelhadas, já no ambiente de floresta não houve variação do matiz ao longo do perfil amostrado.

A textura do solo foi semelhante (franco argilo siltosa, franco siltosa e argilo siltosa) para os solos estudados, notando-se uma tendência para siltosa em todos os perfis, discordando em partes dos valores observados por Campos (2009), que encontrou textura de franca argilosa a muito argilosa para os Latossolos Amarelo e Vermelho Amarelo desta região. A estrutura apresentou grau de desenvolvimento semelhante para todos os perfis estudados, com tamanho de média a grande e com estrutura de blocos angulares e subangulares. A consistência do solo quando úmida foi predominantemente firme para os horizontes dos perfis estudados, exceção foi o ambiente de floresta de galerias que apresentou consistência friável nos horizontes superficiais, fato este que é atribuído aos elevados teores de matéria orgânica que estes apresentam. A consistência quando molhada variou de plástica a muito plástica e de pegajosa a muito pegajosa (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização morfológica dos solos em uma toposequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM)

Horiz.	Prof. (cm)	Cor (úmida)	¹ Textura	² Estrutura	³ Consistência (úmido e molhado)	⁴ Transição
Campo Natural – Gleissolo Háptico alítico típico, textura argilo-siltosa, A moderado						
A	0-18	10YR 5/6	fra.arg.silt	mod. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. plás. e peg.	cla. e pla.
AC	18-31	10YR 6/4	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. plás. e peg.	dif. e pla.
Cg ₁	31-50	10YR 6/5	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. plás. e peg.	dif. e pla.
Cg ₂	50-75	10YR 6/2	arg. silt.	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. plás. e peg.	dif. e pla.
Cg ₃	75-102	10YR 6/1	arg. silt..	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	dif. e pla.
Cg ₄	102-125+	10YR 6/1	arg. silt..	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	-
Cerradão – Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado						
A	0-19	7,5YR 4/6	fra. silt.	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	mfir., plás. e peg.	gra. e pla.
AB	19-40	7,5YR 5/6	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	gra. e pla.
BA	40-62	5YR 4/6	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	gra. e pla.
Bi ₁	62-87	2,5YR 5,8	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	dif. e pla.
Bi ₂	87-121	2,5YR 4,8	fra. silt.	fo. méd. a gr., bl. ang.,	fir. mplás. e mpeg.	dif. e pla.
BC	121-148	7,5YR 5/6	fra. silt.	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	-
Floresta – Cambissolo Háptico aluminico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado						
A	0-20	7,5YR 6/7	fra. silt.	mod. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. lig.pás. e lig. peg.	cla. e pla.
BA	20-48	7,5YR 6/8	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. plás. e peg.	cla. e pla.
Bi ₁	48-80	7,5YR 6/6	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. plás. e peg	cla. e pla.
Bi ₂	80-112	7,5YR 7/8	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg	cla. e pla.
Bi ₃	112-132	7,5YR 7/8	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg	cla. e pla.
BC	132-160	7,5YR 7/6	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fri. plás. e peg.	-

(continua...)

(continuação...)

Horiz.	Prof. (cm)	Cor (úmida)	¹ Textura	² Estrutura	³ Consistência (úmido e molhado)	⁴ Transição
Floresta de Galeria – Gleissolo Háptico alítico típico, textura franco-siltosa, A moderado						
A ₁	0-20	10YR 2/1	fra. silt.	mod. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fri. plás. e peg.	dif. e pla.
A ₂	20-30	10YR 2/2	fra.arg.silt	mod. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fri. plás. e peg.	cla. e pla.
CA	30-44	10YR 6/3	fra.arg.silt	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	dif. e pla.
Cg ₁	44-59	10YR 6/1	fra. silt.	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	cla. e pla.
Cg ₂	59-72+	10YR 6/1	fra. silt.	fo. méd. a gr., bl. ang. e bl. sub.	fir. mplás. e mpeg.	-

Nota: ¹ fra.arg.silt.: franco argila siltosa; arg. silt.: argilo siltoso; fra. silt.: franco siltoso; ² mod.: moderada; fo.:forte; méd.: média; gr.: grande; bl. ang.: blocos angulares; bl. sub.: blocos subangulares; ³ fri.: friável; fir.: firme; mfir.: muito firme; lig. Plás.: ligeiramente plástico; plás.: plástico; mplás.: muito plástico; mpeg.: não pegajoso; lig.peg.: ligeiramente pegajoso; peg.: pegajoso; mpeg.:muito pegajoso. ⁴ cla.: clara; pla.: plana; dif.: difusa.

Os resultados da caracterização física dos solos estudados são apresentados na tabela 2. Verifica-se na análise granulométrica que a fração silte foi dominante em todos os solos analisados, com teores mais elevados no sopé da topossequência (floresta de galerias), fato justificável pela natureza aluvial de alguns sedimentos depositados (BRASIL, 1978). Valores mais elevados de silte foram observado também por Martins et al. (2006) realizando trabalho com campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM) e Campos et al. (2010a) estudando as interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campo/Floresta. Os valores de silte foram maiores na área de floresta de galerias em comparação aos demais pedoambientes. Segundo Rosolen e Herpin, (2008), esse comportamento se deve, principalmente, à posição rebaixada, e ocorrência em depressões topográficas que favorecem o carreamento e a deposição de sedimentos mais finos.

Na fração areia, observou-se predominância da areia fina sobre a grossa

apresentando-se com maiores teores no ambiente de cerradão e floresta, resultados semelhantes foram encontrados por Campos et al. (2010b), trabalhando com segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré (AM) encontrando maiores teores de areia na meia encosta e sopé. Maiores valores de areia são encontrados na meia encosta devido a sua topografia que favorece o carreamento de partículas mais finas e a concentração de partículas mais grosseiras. A fração argila foi maior em todos os horizontes diagnósticos, ou seja, houve um incremento da argila dos horizontes superficiais para os diagnósticos.

Os valores da densidade do solo apresentaram pouca variação entre os pedoambientes analisados, com valores menores nos horizontes superficiais, fato que está associado à presença de matéria orgânica, esta maior densidade nos horizontes subsuperficiais podem ser atribuídos também ao adensamento dos horizontes em função da pressão exercida pelas camadas superiores sobre as subjacentes ou ainda

Tabela 2. Caracterização física dos solos em uma toposequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM)

Horizonte		Composição Granulométrica				S/A	Densidade		Porosidade
Simb.	Prof.	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		Solo	Partícula	
	(cm)	g.kg ⁻¹				%	kg.dm ⁻³		%
Campo Natural – Gleissolo Háptico alítico típico, textura argilo-siltosa, A moderado									
A	0 - 18	20,80	84,58	568,92	325,70	1,75	1,21	2,67	54,63
AC	18 - 31	8,37	36,97	555,37	399,30	1,39	1,39	2,82	50,54
Cg ₁	31 - 50	15,10	36,53	549,56	398,82	1,38	1,39	2,78	49,87
Cg ₂	50 - 75	18,57	32,54	519,38	429,52	1,21	1,48	2,78	46,86
Cg ₃	75 - 102	39,40	26,71	482,25	451,64	1,07	1,50	2,86	47,39
Cg ₄	102-130	8,50	15,03	536,09	440,38	1,22	1,52	2,78	45,37
Cerradão – Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado									
A	0 - 19	11,50	113,11	637,49	237,90	2,68	1,36	2,70	49,72
AB	19 - 40	8,90	99,96	599,10	292,04	2,05	1,35	2,82	52,02
BA	40 - 62	23,70	104,80	500,36	371,14	1,35	1,49	2,78	46,21
Bi ₁	62 - 87	8,20	91,81	593,05	306,94	1,93	1,52	2,78	45,33
Bi ₂	87 - 121	19,90	86,85	643,81	249,44	2,58	1,52	2,86	46,65
BC	121-148	24,80	94,92	684,40	195,88	3,49	1,51	2,82	46,46
Floresta – Cambissolo Háptico aluminico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado									
A	0- 20	19,00	160,29	600,61	220,10	2,73	1,24	2,78	55,36
BA	20 - 48	8,90	135,76	567,14	288,20	1,97	1,41	2,86	50,65
Bi ₁	48 - 80	7,50	112,33	548,79	331,38	1,66	1,52	2,86	46,80
Bi ₂	80 - 112	3,90	97,84	510,42	387,84	1,32	1,51	2,78	45,64
Bi ₃	112-132	11,50	87,99	519,59	380,92	1,36	1,48	2,74	45,98
BC	132-160	3,50	107,39	496,67	392,44	1,27	1,47	2,82	47,82
Floresta de Galeria – Gleissolo Háptico alítico típico, textura franco-siltosa, A moderado									
A ₁	0 - 20	43,00	41,80	646,10	269,10	2,40	0,86	2,50	65,68
A ₂	20 - 30	0,58	3,88	677,80	317,74	2,13	1,11	2,78	59,88
CA	30 - 44	1,23	13,15	648,58	337,04	1,92	1,38	2,78	50,32
Cg ₁	44 - 59	1,64	28,45	735,65	234,26	3,14	1,45	2,82	48,53
Cg ₂	59 - 72	10,40	35,22	712,24	242,14	2,94	1,47	2,67	44,88

Nota: Simb.: Símbolo; prof.: profundidade; S/A : silte/argila.

pela translocação da argila dos horizontes superficiais para os diagnósticos que concorrem para a diminuição da porosidade e conseqüentemente para o aumento da densidade do solo. A floresta de galerias nos horizontes superficiais apresentou uma grande diferença dos valores de densidade do solo em relação aos outros perfis estes efeitos são devido a área encontrar-se no local de maior deposição e teores de matéria orgânica e que fica em lenta decomposição devido o excesso de água.

A densidade de partículas distribuiu-se de forma uniforme e com pequenas variações de um perfil para outro, estes resultados já eram esperados para está variável uma vez que ela depende primariamente da composição química e composição mineralógica do solo, não sendo influenciada pelo manejo que é dado ao solo (REINERT; REICHERT, 2006). Independentemente do tipo de solo e das variações topográficas, a porosidade total do solo foi maior nos horizontes superficiais, devido o menor valor de densidade do solo. Os horizontes do pedoambiente de floresta de galerias apresentaram elevada porosidade o que é diretamente relacionado aos valores mais elevados de matéria orgânica.

Os resultados dos atributos químicos são apresentados na tabela 3. Os valores de pH em água apresentaram-se com acidez média, o campo natural teve valores mais elevados variando de 5,2 na superfície para 6,0 no último horizonte do perfil, os demais perfis apresentaram valores de pH muito semelhante, observando-se que os valores são menores em superfície. O pH determinado em KCl apresentou valores menores para todos os solos analisados. Os valores de ΔpH evidenciam a predominância de cargas negativas ou seja o solo tem maior capacidade de reter cátion.

A acidez trocável (Al^{3+}) apresentou os seus maiores teores de maneira geral nos horizontes diagnósticos subsuperficial, fato este também observado por Martins et al. (2006), em estudos feito no município de Humaitá comparando solos de campos naturais com solos de florestas, estes maiores valores em profundidade podem estar sendo influenciados pelas deposições de sedimentos ricos em Al^{3+} , já que esta é área de terraços. A acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$) apresentou a mesma tendência do alumínio de aumento em profundidade, exceção foi o solo da floresta de galerias, que provavelmente por apresentar alto teor de matéria orgânica (Tabela 3) em decomposição liberando assim mais íons H^+ ao solo fazendo com que aumente o valor de acidez potencial em superfície deste.

Os teores de carbono orgânico total (COT) foram maiores nos horizontes superficiais e diminuíram em subsuperfície, resultado já esperado em razão da incorporação de matéria orgânica (MO) pela vegetação. O teor de carbono orgânico são maiores nas florestas de galerias, devido o carreamento de restos vegetais que são depositados nestas áreas e passam por um lento processo de decomposição (MARTINS et al., 2006). Resultados semelhantes foram encontrados por Campos et al. (2010a), estudando a interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma toposequência de transição campos/floresta na região de Humaitá.

Os teores de Ca^{2+} , Na^+ e K^+ trocáveis, embora muito baixos em todos os pedoambientes estudados, apresentaram pequena diferenças entre si, podendo-se destacar, os valores de K^+ que mostrou maiores valores nos horizontes superficiais para todos os perfis estudados com exceção do campo natural. Os baixos valores das

Tabela 3. Caracterização química dos solos em uma toposequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM)

Horizontes	pH	Delta Bases Trocáveis					SB	Al ^b	H+Al	CTC	V	m	P	COT	MO		
		H ₂ O	KCl	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺										K ⁺	Na ⁺
Sim. Prof.	cmolc.kg ⁻¹													%			
Campo Natural – Gleissolo Háptico alítico típico, textura argilo-siltosa, A moderado																	
A	0-18	5,2	3,5	-1,7	0,06	0,35	0,12	0,02	0,55	6,31	8,04	8,59	6,45	91,33	2,00	33,82	58,31
AC	18-31	5,3	3,6	-1,6	0,03	0,54	0,09	0,03	0,69	9,64	7,18	7,87	8,79	93,30	3,00	19,92	34,33
Cg ₁	31-50	5,6	3,5	-2,1	0,03	1,10	0,09	0,04	1,26	11,07	8,70	9,95	12,65	89,79	3,00	17,44	30,07
Cg ₂	50-75	5,9	3,5	-2,4	0,04	2,44	0,13	0,09	2,70	10,25	8,65	11,34	23,78	79,16	5,00	17,44	30,07
Cg ₃	75-102	6,0	3,4	-2,6	0,05	5,52	0,16	0,15	5,88	10,36	8,75	14,63	40,21	63,79	9,00	17,44	30,07
Cg ₄	102-130	6,0	3,5	-2,5	0,04	6,30	0,17	0,18	6,69	10,13	7,66	14,35	46,64	60,22	3,00	18,86	32,52
Cerradão – Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado																	
A	0-19	4,6	3,4	-1,2	0,05	0,35	0,22	0,02	0,64	5,75	6,85	7,48	8,56	90,02	2,00	28,07	48,40
AB	19-40	4,8	3,5	-1,3	0,05	0,23	0,18	0,02	0,48	6,84	6,52	7,00	6,85	93,46	1,00	25,54	44,03
BA	40-62	5,0	3,6	-1,4	0,04	0,13	0,10	0,02	0,29	7,52	7,39	7,68	3,79	96,27	0,50	23,81	41,05
Bi ₁	62-87	5,2	3,6	-1,6	0,04	0,12	0,06	0,03	0,25	8,32	6,67	6,92	3,62	97,08	0,40	22,70	39,13
Bi ₂	87-121	5,3	3,6	-1,7	0,04	0,15	0,06	0,02	0,27	7,71	8,07	8,34	3,24	96,61	3,00	23,01	39,66
BC	121-148	5,3	3,6	-1,7	0,03	0,18	0,07	0,02	0,30	9,74	8,35	8,65	3,50	96,99	5,00	21,89	37,74
Floresta – Cambissolo Háptico aluminico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado																	
A	0-20	4,6	3,3	-1,3	0,07	0,29	0,18	0,02	0,56	5,60	7,95	8,51	6,59	90,90	7,00	31,10	53,62
BA	20-48	4,9	3,7	-1,2	0,04	0,12	0,06	0,02	0,24	6,98	7,77	8,01	2,98	96,69	2,00	25,72	44,35
Bi ₁	48-80	5,1	3,5	-1,6	0,04	0,06	0,05	0,03	0,18	7,46	6,55	6,73	2,61	97,70	6,00	23,62	40,73
Bi ₂	80-112	5,2	3,5	-1,7	0,03	0,04	0,05	0,03	0,15	7,81	6,29	6,43	2,27	98,16	2,00	24,12	41,58
Bi ₃	112-132	5,2	3,5	-1,7	0,03	0,04	0,05	0,02	0,14	7,25	7,16	7,30	1,90	98,12	2,00	18,25	31,46
BC	132-160	5,3	3,5	-1,8	0,04	0,16	0,06	0,02	0,28	9,91	8,28	8,57	3,31	97,22	6,00	16,52	28,47
Floresta de Galeria – Gleissolo Háptico alítico típico, textura franco-siltosa, A moderado																	
A ₁	0-20	4,8	3,6	-1,2	0,06	0,14	0,10	0,04	0,34	5,39	11,50	11,84	2,83	94,14	3,00	62,94	108,51
A ₂	20-30	5,1	3,4	-1,7	0,05	0,13	0,07	0,06	0,31	6,68	9,77	10,08	3,08	95,57	3,00	45,14	77,83
CA	30-44	5,2	3,3	-1,9	0,03	0,16	0,06	0,07	0,32	6,93	8,05	8,37	3,83	95,58	2,00	25,48	43,92
Cg ₁	44-59	5,3	3,3	-2,0	0,06	0,15	0,04	0,04	0,29	5,17	5,63	5,92	4,97	94,61	2,00	18,06	31,14
Cg ₂	59-72	5,4	3,3	-2,1	0,05	0,19	0,05	0,06	0,35	5,86	5,00	5,35	6,47	94,43	1,00	16,83	29,01

Nota: Sim.: Símbolo; prof.: profundidade; SB: Soma de bases; CTC: CTC Potencial; COF: Carbono Orgânico Total; MO: Matéria Orgânica.

bases trocáveis assemelham-se com os observados por Campos et al. (2011) que estudaram as relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré (AM).

Observaram-se, de forma intrigante, que os valores de Mg^{2+} foram maiores que os de Ca^{2+} para todos os perfis estudados (Tabela 3). Schiavo et al. (2010), realizando trabalho com caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana (MS), constatou que nos horizontes subsuperficiais do terço inferior e sopé da encosta, os valores de Mg^{2+} foram maiores que os de Ca^{2+} . Analisando Plintossolos de origem da formação Itapecuru, no estado do Maranhão, Anjos et al. (2007), igualmente observaram esse padrão, o qual os autores atribuíram à contribuição de maiores teores de Mg dos sedimentos, ressaltou ainda à maior solubilidade do Mg em relação ao Ca. A saturação por bases (V%) e a soma de bases (SB) também foram baixas o que confere um caráter distrófico aos solos.

Com base no sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2006), os quatro perfis foram classificados com base nos seus atributos morfológicos, físicos e químicos, até o 4º nível categórico, sendo utilizados no 5º nível o agrupamento textural e tipo de horizonte A. Dessa maneira, os solos foram classificados campo natural - Gleissolo Háptico alítico típico, textura argilo-siltosa, A

moderado; cerrado – Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado; floresta – Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado; floresta de galerias – Gleissolo Háptico alítico típico, textura franco-siltosa, A moderado, concordando com Brasil (1978) que afirma que estas são as principais classes que ocorrem na região do vale do rio Madeira.

Conclusões

Os solos foram classificados como Gleissolo Háptico alítico típico, textura argilo-siltosa, A moderado; Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado; Cambissolo Háptico alítico típico, textura franco-argilo-siltosa, A moderado; Gleissolo Háptico alítico típico, textura franco-siltosa, A moderado.

Verificou-se que a topografia exprime solos diferentes ao longo do relevo e que as mudanças deste interferem nos atributos do solo.

Os solos apresentaram predominância da fração silte em todos os perfis estudados, já a densidade do solo e porosidade total foi semelhante em todos os perfis.

A saturação por bases e a soma de bases foram baixas e a saturação por alumínio foi elevada em todos os solos, o que confere um caráter distrófico e álico, respectivamente, aos solos estudados.

Referências

ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; PÉREZ, D. V.; RAMOS, D. P. Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro-MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.1035-1044, 2007.

BARTHOLD, F. K.; STALLARD, R. F.; ELSENBEEER, H. Soil nutrient-landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n.3-4, p.1135-1148, 2008.

BRASIL, **Projeto RADAM BRASIL**. Folha SC.20 Porto Velho; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, 1978.

BRASIL, **Base Cartográfica Digital**: Programa de Integração, Atualização e Difusão de Dados de Geologia do Brasil. Subprograma Mapas Geológicos Estaduais. Ministério de Minas e Energia, Serviço Geológico Brasileiro – CPRM, Superintendência Regional de Manaus – SUREG-MA, 2006.

BRASIL, **Projeto de Gestão Integrada do Amazonas**: Zoneamento Ecológico- Econômico do Vale do Rio Madeira, Área Sudeste-Sul. Ministério de Minas e Energia, CPRM, Rio de Janeiro, 2001.

BRAUN, E. H. G.; RAMOS, J. R. de A. Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 443-497, 1959.

BUI, E. N.; LOUGHEAD, A.; CORNER, R. Extracting soilandform rules from previous soil surveys. **Australian Journal of Soil Research**, v.37, p.495-508, 1999.

CAMPOS, M. C. C. **Pedogeomorfologia aplicada à ambientes amazônicos do médio Rio Madeira**, 2009. 242 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; COSTA, E. U. C. Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campos/Floresta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 527-535, 2010a.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; COSTA, E. U. C. Segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré, AM. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 501-510, 2010b.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. Relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.1, p. 13-23. 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2006. 354p.

GOBIN, A.; CAMPLING, P.; FEYEN, J. Soil-Landscape modelling to quantify spatial variability of soil texture. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 26, n.1, p.41-45, 2001.

MARTINS, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; VITORINO, A. C. T.; SILVA, M. L. N. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciados dos solos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n. 2, p.221-227, 2006.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 18p.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U. Expansão dos solos hidromórficos e mudanças na paisagem: um estudo de caso na região Sudeste da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.03, p.483-490, 2008.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. revista e ampliada, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de solo, 2005, 100p.

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.3, p.881-889, 2010.

SOMMER, M. Influence of soil pattern on matter transport in and from terrestrial biogeosystems: a new concept for landscape pedology. **Geoderma**, v. 133, n.1-2, p.107-123, 2006.

YOEMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n. 13, p.1467-1476, 1988.