



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbc.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Coutrim dos Santos, Luís Antônio; Costa Campos, Milton César; de Aquino, Renato Eleotério;
Bergamin, Anderson Cristian; Pinheiro da Silva, Douglas Marcelo; Marques Junior, Jose; Coelho
França, Ana Beatriz

CARACTERIZAÇÃO DE TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS NO SUL DO ESTADO DO
AMAZONAS

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 37, núm. 4, julio-agosto, 2013, pp. 825-836

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180228128001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

DIVISÃO 1 - SOLO NO ESPAÇO E NO TEMPO

Comissão 1.1 - Gênese e morfologia do solo

CARACTERIZAÇÃO DE TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS NO SUL DO ESTADO DO AMAZONAS⁽¹⁾

Luís Antônio Coutrim dos Santos⁽²⁾, Milton César Costa Campos⁽³⁾, Renato Eleotério de Aquino⁽⁴⁾, Anderson Cristian Bergamin⁽³⁾, Douglas Marcelo Pinheiro da Silva⁽⁵⁾, Jose Marques Junior⁽⁶⁾ & Ana Beatriz Coelho França⁽⁷⁾

RESUMO

As Terras Pretas Arqueológicas (TPAs) são unidades de solo que apresentam como características alta fertilidade, coloração escura e presença de fragmentos cerâmicos. Sobre a formação das TPAs, a hipótese mais bem aceita entre os pesquisadores é que essas foram originadas a partir de processos antrópicos provocados pelos homens pré-colombianos. Diante disso, objetivou-se caracterizar TPAs localizadas nos municípios de Apuí e Manicoré, na região sul do Estado do Amazonas. Foram selecionados sete locais de ocorrência de TPAs, sendo abertas trincheiras e os perfis do solo caracterizados morfológicamente. Procedeu-se à coleta de amostras de solo em cada horizonte para as seguintes análises físicas e químicas: composição granulométrica, argila dispersa em água, grau de floculação, densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total, pH em água e KCl, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Al^{3+} trocáveis, P disponível, H+Al e C orgânico, além dos teores dos óxidos do ataque sulfúrico, óxidos livre e formas mal cristalizadas. A textura dos horizontes A antrópicos variaram de franco-arenosa a franco-argilosa. Os fragmentos cerâmicos e material lítico apresentaram-se em quantidades e profundidades semelhantes no horizonte A dos perfis estudados, sugerindo certa similaridade dos fatores antrópicos que promoveram sua formação. Os horizontes

⁽¹⁾ Projeto de Pesquisa financiado pela FAPEAM e SECT-AM. Recebido para publicação em 15 de outubro de 2012 e aprovado em 17 de abril de 2013.

⁽²⁾ Mestrando do Departamento de Agronomia: Ciência do Solo, UFRPE. Rua Dom Manoel, s/n. CEP 52171-900 Recife (PE), Brasil. E-mail: santoslac@gmail.com

⁽³⁾ Prof. Adjunto II, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, UFAM. Rua 29 de Agosto, 786, Centro. CEP 69.800-000 Humaitá (AM), Brasil. E-mail: mcesarsolos@gmail.com; andersonbergamin@hotmail.com

⁽⁴⁾ Mestrando da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane. CEP.: 14870-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: aquino.rea@gmail.com

⁽⁵⁾ Mestrando da Faculdade de Ciências Agrárias, UFAM. Avenida General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I. CEP 69077-000 Manaus (AM), Brasil. E-mail: douglasmcarcelo@gmail.com

⁽⁶⁾ Prof. do Dep. de Solos e Adubos, FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane. CEP 14870-900 Jaboticabal (SP), Brasil. E-mail: marques@fcav.unesp.br

⁽⁷⁾ Acadêmica de Agronomia, FCAV/UNESP. E-mail: bia_beatriz@hotmail.com

antrópicos dos perfis P3, P4 e P7 apresentaram caráter eutrófico e teores altos a muito altos de fósforo disponível, quando comparados aos perfis P1, P2, P5 e P6, evidenciando heterogeneidade das TPAs.

Termos de indexação: pedogênese, solos amazônicos, solos antrópicos.

SUMMARY: CHARACTERIZATION OF ARCHAEOLOGICAL DARK EARTH FROM THE SOUTHERN AMAZON REGION

The Archaeological Dark Earth (ADE) soils are characterized by its high fertility, dark color, and presence of pottery fragments. Regarding the formation of ADE, the most widely accepted hypothesis is that anthropogenic processes involving pre-Columbian populations made them. The purpose of this study is to characterize ADE units located in the Southern Amazon Region, in the cities of Apuí and Manicoré. Seven ADE sites were selected, trenches opened and the soil profiles characterized morphologically. Then, samples of each horizon were collected for analyses of the following physical and chemical properties: particle size, water-dispersible clay, flocculation, soil bulk density, particle density, total porosity, pH in water and KCl solutions, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , available P, H+Al, and organic C. Also, total oxides, free oxides and amorphous forms were analyzed. The texture of the anthropic A horizon ranged from sandy loam to clay loam. The pottery fragments and lithic material were found in similar quantities and at similar depths in the A horizons of the studied soil profiles, suggesting some similarity between the anthropogenic factors of formation. The anthropic horizons of profiles P3, P4, and P7 had a eutrophic character and high to very high levels of available phosphorus, compared to P1, P2, P5, and P6, indicating the heterogeneity of the ADEs.

Index terms: pedogenesis, Amazonian soils, anthropic soils.

INTRODUÇÃO

As Terras Pretas Arqueológicas (TPAs) são unidades de solo que apresentam como características coloração escura e presença de fragmentos cerâmicos e, ou, líticos incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (Kämpf & Kern, 2005); são caracterizadas por apresentarem elevada fertilidade natural, resultante possivelmente da prolongada ocupação antrópica e da incorporação de carvão pirogênico (Corrêa, 2007).

A gênese das TPAs ainda não é bem definida, sendo motivo de divergências entre os pesquisadores, em que a maioria relaciona o aparecimento delas à atividade antrópica (Smith, 1980), provavelmente por populações pré-colombianas. Embora aceite, essa hipótese apresenta questionamentos da origem intencional ou como mera consequência da ocupação do homem (Neves et al., 2003).

Segundo Glaser (2007), a formação das TPAs ocorre em três etapas: formação do carvão - refere-se à formação do carbono pirogênico, com composição e estrutura molecular complexa (grupos aromáticos), pouco reativo e contribui com a fertilidade do solo; incorporação de nutrientes - nessa etapa os nutrientes são incorporados ao solo por diferentes fontes, por exemplo, excrementos humanos e animais, cinzas, resíduos de combustão incompleta e carvão, biomassa de plantas aquáticas e terrestres; e ação dos microrganismos - esses são responsáveis pela ciclagem

de nutrientes, agindo tanto na decomposição da matéria orgânica como na imobilização de nutrientes do solo, a fim de evitar as perdas por lixiviação.

Quanto à distribuição das TPAs, essas ocorrem em manchas descontínuas por toda a Amazônia, estando normalmente associadas aos cursos de água ou em áreas com posição topográfica que permita boa visualização espacial (German, 2003). Em relação às dimensões das áreas de ocorrência das TPAs, essas podem apresentar áreas de pequena ou grande extensão (1 a 500 ha) (Kämpf & Kern, 2005), dependendo da concepção de grandes sítios de assentamento pré-histórico ocupados por longos períodos de tempo.

O solo das TPAs apresenta horizonte A antrópico bem-drenado, textura variando de arenosa a muito argilosa e presença do horizonte Au antrópico entre 30 e 60 cm (Campos et al., 2012). Além disso, de maneira geral, esses solos possuem pH em água entre 5,2 e 7,0, elevados teores de P, Ca, Mg, Zn e Mn e alto teor de matéria orgânica estável (Falcão et al., 2001). Em relação às classes de solos de ocorrência das TPAs, essas ocorrem especialmente em Latossolos, Argissolos e Cambissolos (Lima et al., 2002) e ainda em Neossolos e Espodossolos, conforme afirmou Smith (1980), podendo estar em diferentes superfícies geomorfológicas.

Objetivou-se com este trabalho estudar a caracterização de TPAs na região sul do Estado do Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

Características do meio físico

As TPAs estudadas estão localizadas nos municípios de Apuí e Manicoré, região sul do Estado do Amazonas, às margens da BR 230 - Transamazônica (Figura 1, Quadro 1).

O clima, segundo Köppen, é do tipo Am (chuvas do tipo monção), caracterizado por apresentar um período seco de pequena duração, com precipitações pluviais entre 2.250 e 2.750 mm, temperaturas médias anuais variando entre 25 e 27 °C e umidade relativa do ar entre 85 e 90 % (Brasil, 1978). A vegetação característica dessa região é constituída por árvores adensadas e multiestratificadas de 20 a 50 m de altura.

O relevo é marcado pela presença de platôs, nas partes mais elevadas, combinado 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). Os solos encontrados no município de Apuí são desenvolvidos a partir de arenitos da Formação Beneficente (CPRM, 2005), enquanto o solo do município de Manicoré é oriundo de material de origem proveniente da alteração de granitos Rondonianos (Brasil, 1978). No quadro 1, são apresentadas as principais características dos perfis estudados.

Nesses locais, foram abertas trincheiras, sendo os perfis dos solos caracterizados morfologicamente e as

amostras de seus horizontes coletadas segundo Santos et al. (2005), para as análises físicas e químicas. Os solos foram classificados, segundo critérios estabelecidos pelo SiBCS (Embrapa, 2006).

Na etapa de amostragem, todo o material foi coletado, incluindo fragmentos cerâmicos e material lítico, e levado para laboratório. Após secagem ao ar, as frações grossas e a terra fina foram separadas e quantificadas via pesagem.

Análises Laboratoriais

As análises texturais foram realizadas pelo método da pipeta, utilizando solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 min, seguindo método proposto pela Embrapa (1997). 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 calculado o grau de floculação, segundo Embrapa (1997).

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

Cálcio, magnésio e potássio trocáveis, assim como o fósforo disponível, foram extraídos utilizando-se o método da resina trocadora de íons (Raij et al., 1987). A acidez potencial (H+Al) foi determinada por meio da extração com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio, utilizando-se método proposto pela Embrapa

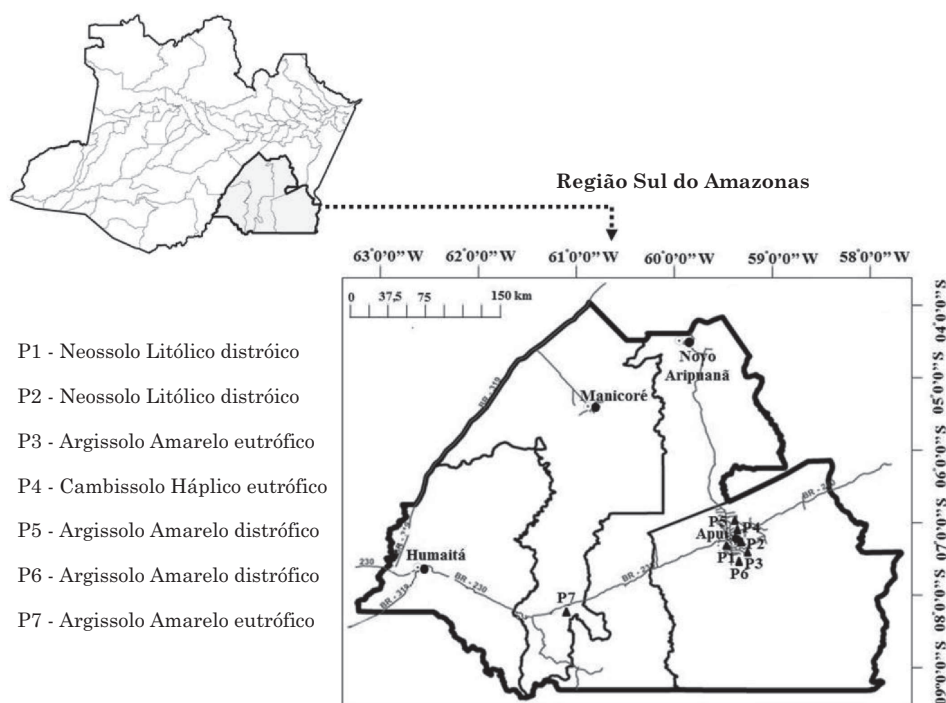


Figura 1. Localização das Terras Pretas Arqueológicas estudadas com as respectivas classificações dos perfis.

Quadro 1. Principais características dos perfis estudados

Perfil	Município	Coordenada	Segmento de vertente	Uso atual
P ₁	Apuí	S 07° 12' 36,8" W 059° 55' 16,3"	Pedimento	Pastagem
P ₂	Apuí	S 07° 13' 08,5" W 059° 53' 09,1"	Pedimento	Pastagem
P ₃	Apuí	S 07° 13' 37,5" W 059° 52' 06,1"	Topo Baixo	Hortaliças
P ₄	Apuí	S 07° 11' 55,9" W 059° 54' 40,9"	Topo	Hortaliças
P ₅	Apuí	S 07° 11' 38,0" W 059° 54' 44,8"	Topo	Milho
P ₆	Apuí	S 07° 16' 49,4" W 059° 56' 56,4"	Topo	Pastagem
P ₇	Manicoré	S 07 56' 33,06" 61 30' 47,0023"	Topo	Milho

Os pontos de GPS foram locados em janeiro de 2011 (DATUM: South american '69).

(1997). Com base nos resultados das análises químicas, foram calculadas a soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V).

O pH (água e KCl) foi determinado potenciométricamente, utilizando-se relação 1:2,5 (solo:H₂O e KCl) (Embrapa, 1997). 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 (Embrapa, 1997).

Na Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), os elementos Al e Fe foram extraídos por digestão com H₂SO₄ 1:1 e o Si, por posterior dissolução alcalina. Os resultados foram expressos na forma de óxidos (Al₂O₃, Fe₂O₃ e SiO₂), de acordo com Embrapa (1979). As formas cristalinas de ferro (Fe_d) foram extraídas com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), conforme proposto por Mehra & Jackson (1960); e os óxidos pouco cristalinos de ferro (Fe_o), por oxalato ácido de amônio (Camargo et al., 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos Morfológicos

Todos os perfis estudados apresentaram fragmentos cerâmicos e material lítico incorporados à matriz de seus horizontes superficiais (Quadro 2), com destaque para P₃ que evidenciou maior quantidade de fragmento cerâmico; segundo Kämpf & Kern (2005), essa é uma das principais características das TPAs.

Constatou-se que os horizontes superficiais apresentaram cores cinza muito escuro, com matiz 10YR e cromas variando entre 1 e 2, exceto para P₇ que apresentou matiz de 5Y (Quadro 2), diferenciando-

se dos demais solos. Já os horizontes subsuperficiais apresentaram cores amareladas, marcando nítida diferenciação entre o horizonte Au e os demais horizontes subsuperficiais, corroborando com resultados encontrados por Kern (1996), Lima (2001) e Campos et al. (2011), os quais relataram a coloração escura dos horizontes superficiais dos solos em sítios de TPAs. Para Kern & Kämpf (1989) e Glaser et al. (2000), a coloração escura dos horizontes antrópicos são resultantes dos elevados teores de matéria orgânica acumulada e altos teores de resíduos, oriundos de queima parcial.

Os horizontes antropogênicos apresentaram espessura entre 27 e 50 cm. Segundo Denevan (1996), a intensidade da cor e a profundidade de ocorrência dos horizontes antrópicos são produtos do tempo de ocupação dos sítios. Campos et al. (2011), em estudos de TPAs na região do médio Rio Madeira, observaram que os horizontes antropogênicos variaram de 37 a 50 cm de profundidade. Já para Smith (1980), a maioria dos solos em sítios de TPAs apresentou o horizonte A com 36 a 73 cm de profundidade, embora esse autor já tenha mencionado a ocorrência de TPAs com até 2 m.

Verificou-se que os horizontes antropogênicos apresentaram textura variando entre franca, franco-arenosa, franco-siltosa e franco-argilosa, enquanto nos horizontes diagnósticos subsuperficiais as texturas foram classificadas como franco-siltosa, franca, argilosa e muito argilosa (Quadro 2), semelhantemente aos trabalhos realizados por Lima et al. (2002), os quais destacaram que as TPAs são bem-drenadas e com textura variando de arenosa a muito argilosa, em razão dos aspectos pedogenéticos.

Exceto no P₁, os demais horizontes antrópicos exibiram estrutura granular com grau de desenvolvimento variando de moderado a forte (Quadro 2). Para Cunha

Quadro 2. Características morfológicas de perfis de Terras Pretas Arqueológicas na região sul do Estado do Amazonas

Hor.	Prof.	Material lítico	Fragmento cerâmico	Cor (úmida)	Textura ⁽¹⁾	Estrutura ⁽²⁾	Consistência ⁽³⁾ (úmida e molhada)	Transição ⁽⁴⁾
	cm	g kg ⁻¹						
Aup ₁	0-19	50,00	75,80	P1 - Neossolo Litólico distrófico típico, textura arenosa, A antrópico				
Au ₂	19-35	21,90	66,08	10YR 2/2	fr.-arenosa	mod. méd. a gr. bl. ang.	mfri., nplás. npeg.	gra. e pla.
				10YR 2/1	fr.-arenosa	fo. gr. a mgr. bl. ang.	fri. nplás. npeg.	-
Au ₁	0-24	0,0	54,06	P2 - Neossolo Litólico distrófico típico, textura média, A antrópico				
Au ₂	24-50	16,53	14,14	10YR 2/1	fr.-siltosa	mod. mpeq. a peq. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	gra. e pla.
				10YR 2/1	fr.-siltosa	fo. peq. a méd. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	-
Aup ₁	0-22	9,48	108,10	P3 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico				
Au ₂	22-40	0,0	57,94	10YR 2/1	fr.-siltosa	mod. peq. a méd. gran.	lig.plás. lig. peg.	dif. e pla.
AB	40-64	0,0	0,0	10YR 2/2	fr.-siltosa	fo. gr. a mgr. gran.	lig.plás. lig. peg.	dif. e pla.
BA	64-87	0,0	0,0	10YR 3/2	argilosa	mod. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	plás. peg.	dif. e pla.
Bt ₁	87-116	0,0	0,0	10YR 3/2	argilosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. sub	plás. peg.	cla. e pla.
Bt ₂	116-146 ⁺	0,0	0,0	10YR 4/4	argilosa	fo. méd a gr. bl. ang. a bl. sub	mplás. mpeg.	cla. e pla.
				10YR 6/6	mt. argilosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	plás. peg.	-
Au ₁	0-22	216,12	94,15	P4 - Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico, textura siltosa, A antrópico				
Au ₂	22-44	124,54	94,92	10YR 2/2	fr.-siltosa	fo. méd. a gr. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	cla. e pla.
AC	44-62	260,78	0,0	10YR 2/1	fr.-siltosa	mod. peq. a méd. gran.	fri. lig.plás. lig.peg.	gra. e ond.
CR/Bi	62 ⁺	190,80	0,0	10YR 3/3	fr.-argilosiltosa	fo. méd. a gr. bl. ang. e bl. sub	fri. plás. peg.	cla. e pla.
				10YR 4/3	fr.-argilosiltosa	fr. méd. gran.	fri. plás. peg.	-
Aup ₁	0-16	20,90	66,90	P5 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico				
Au ₂	16-35	10,83	55,80	10YR 2/1	fr.-siltosa	fo. méd. a gr. gran.	fri. lig.plás. lig.peg.	gra. e pla.
AB	35-58	0,0	0,0	10YR 2/1	fr.-siltosa	fo. gr. a mgr. gran.	mfri. nplás. npeg.	dif. e pla.
B/A	58-86	0,0	0,0	10YR 2/2	fr.-siltosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. sub	fri. lig.plás. lig. peg.	gra. e pla.
Bt ₁	86-110	0,0	0,0	10YR 3/2	fr.-argilosiltosa	mod. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fri. plás. peg.	gra. e pla.
Bt ₂	110-125	0,0	0,0	10YR 4/6	fr.arg.siltosa	mod. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fir. plás. peg.	dif. e pla.
				10YR 6/8	argilosa	fr. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fri. plás. peg.	-
Au ₁	0-12	35,08	32,82	P6 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico				
Au ₂	12-27	44,80	13,50	10YR 3/2	fr.-argilosa	fo. mpeq. a peq. gran.	fri. lig.plás. lig.peg.	cla. e pla.
BA	27-44	0,0	0,0	10YR 2/2	fr.-argilosa	fo. gr. a mgr. gran.	fri. lig.plás. lig.peg.	gra. e pla.
Bt ₁	44-65	0,0	0,0	10YR 4/6	argilosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a gran.	fri. plás. peg.	dif. e pla.
Bt ₂	65-89	0,0	0,0	10YR 5/6	argilosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fir. mplás. mpeg.	dif. e pla.
Bt ₃	89-115 ⁺	0,0	0,0	10YR 6/6	argilosa	fo. gr. a mgr. bl. sub a gran.	fir. mplás. mpeg.	gra. e pla.
				10YR 6/6	mt. argilosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. sub	fir. mplás. mpeg.	-
Aup1	0-19	11,15	67,90	P7 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico				
Au2	19-35	12,80	13,50	5Y 2,5/1	franca	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. npeg	cla. e pla.
AB	35-64	0,0	0,0	5Y 2,5/1	fr.arenosa	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. npeg.	cla. e pla.
BA	64-89	0,0	0,0	5Y 2,5/2	fr.argilosa	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. npeg.	dif. e pla.
Bt1	89-121	0,0	0,0	5Y 3/2	argilosa	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. lig.peg.	dif. e pla.
Bt2	121-150	0,0	0,0	5Y 5/4	argilosa	mod. mpeq. bl. sub e gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	cla. e pla.
				5Y 6/8	argilosa	fo. peq. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	-

Hor.: horizonte; Prof.: profundidade; ⁽¹⁾ fr.: franco; fr.arg.: franco-argiloso; mt.: muito; ⁽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; ⁽³⁾ mfri.: muito friável; fri.: friável; fir.: 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; e dif.: difusa.

et al. (2007), esse resultado deve-se à ação do carbono pirogênico (particulado, livre, protegido e em complexos organo-minerais), que tem papel importante na formação e estabilização dos agregados. Já nos horizontes subsuperficiais, a estrutura variou entre granular (P2 e P7), blocos angulares e subangulares (P1, P3, P4, P5 e P6).

A consistência úmida apresentou-se variando de friável a muito friável nos horizontes antrópicos, enquanto nos subsuperficiais foi observada a consistência friável e firme. Nos horizontes subsuperficiais, tanto a plasticidade como a pegajosidade tenderam a aumentar em profundidade (Quadro 2), em razão da natureza textura mais fina do material de origem.

Atributos Físicos

Observou-se a dominância da fração silte no horizonte antrópico (Quadro 3) de todos os perfis estudados, exceto no P1, que apresentou a areia como a fração dominante, por causa da natureza grosseira do material de origem, da menor taxa de intemperismo e do fraco grau de desenvolvimento do solo. Em relação aos horizontes subsuperficiais, excetuando-se o P1, que evidenciou textura arenosa; e P2 e P4, que demonstraram domínio da fração silte, todos os demais perfis (P3, P5, P6 e P7) exibiram presença marcante de frações mais finas (argila) em profundidade.

A argila dispersa em água (AD) foi menor com o aumento da profundidade para os perfis P3, P5, P6 e P7 (Quadro 3). Segundo Alleoni & Camargo (1994), esse comportamento deve-se à maior contribuição dos óxidos de ferro em maiores profundidades nos solos mais intemperizados. Já P1, P2 e P4 apresentaram maior AD em profundidade (Quadro 3), em razão do revolvimento do solo que favoreceu à desagregação e dispersão da argila, aumentando os valores de AD. O grau de floculação, por sua vez, apresenta comportamento contrário à AD com maior expressão em profundidade (Quadro 3). Esses resultados estão em concordância com Lima et al. (2002), os quais afirmaram que as condições climáticas severas favoreceram a destruição dos agregados do solo, apesar de o estado de organização da estrutura ser fortemente desenvolvido.

A relação silte/argila (S/A) apresentou valores distintos entre os solos; os perfis P1, P2 e P4 apresentaram os valores mais elevados da relação S/A, coincidindo com os solos menos desenvolvidos. De modo geral, todos os horizontes antrópicos evidenciaram relação S/A mais elevada, em comparação aos horizontes subsuperficiais (Quadro 3). Segundo Marques Júnior (1995) e Jacomine (2005), a relação S/A é utilizada como índice auxiliar na indicação do grau de intemperismo dos solos; dessa maneira, quanto maior o valor dessa relação, menos intemperizado é o solo.

De maneira geral, a densidade do solo foi menor nos horizontes antropogênicos de todos os perfis

estudados e aumentou com a profundidade (Quadro 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Campos et al., (2012), em áreas de TPAs na região de Manicoré, AM. Neves Júnior (2008), estudando solos com A antrópico na Amazônia Central, afirmou que a baixa densidade do solo nos horizontes antropogênicos relaciona-se com os altos teores de carbono orgânico. Para Steinbeiss et al. (2009), a menor densidade do solo nos horizontes superficiais pode ser resultante ainda da intensa atividade biológica (fauna e raízes), que contribui para a formação de bioporos.

A densidade de partículas apresentou valores semelhantes em todos os perfis, evidenciando a presença de partículas de mesma natureza mineral (Quadro 3). Já a porosidade total nos horizontes antropogênicos é mais elevada que nos demais horizontes subsuperficiais. Segundo Campos et al. (2011), esses resultados relacionam-se com os elevados teores de matéria orgânica e a intensa atividade biológica nos horizontes antrópicos.

Atributos químicos

Os valores de pH em água nos horizontes antropogênicos variaram de 4,5 a 6,8; já os valores de pH em KCl foram sempre menores, variando de 3,7 a 5,7 (Quadro 4). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Falcão et al. (2009), de 4,3 a 6,6, o pH em água; e de 3,7 a 6,0, o pH em KCl. As diferenças de pH nos solos estudados evidenciam a natureza heterogênea de ocorrência de TPAs, seja pelas condições pedoambientais, seja pela atividade humana em cada local. O valor do ΔpH foi negativo para todos os horizontes dos solos estudados, indicando a predominância de argilas silicatadas e maior capacidade dessas em reter cátions.

Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram mais elevados nos horizontes antropogênicos (Quadro 4) dos perfis P3, P4 e P7, o que está de acordo com Steiner et al. (2004), os quais afirmaram que, em geral, as TPAs exibem elevados níveis de nutrientes, principalmente Ca e P; provavelmente, provenientes de restos de ossos humanos e de animais, além da formação de complexos matéria orgânica-cálcio de alta estabilidade, estando associado ao carvão pirogênico (Novotny et al., 2007). Já os perfis P1, P2, P5 e P6 exibiram baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , o que pode ser reflexo da variação do tempo e da densidade da ocupação humana nas áreas (Campos et al., 2012).

Os maiores resultados de soma de bases foram observados nos horizontes antropogênicos, quando comparados aos horizontes subsuperficiais. Entretanto, também foram notadas diferenças entre os perfis de TPAs estudados, com valores mais elevados nos perfis P3, P7 e P4, de 18,52; 17,84; e 14,42 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente, e 0,38; 1,16; 1,90; e 2,39 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, para os perfis P2, P1, P4 e P6, respectivamente (Quadro 3), concordando com os resultados de Lehmann et al. (2003).

Quadro 3. Atributos físicos de perfis de Terras Pretas Arqueológicas na região sul do Estado do Amazonas

Hor.	Prof.	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	AD	GF	S/A	Ds	Dp	PT
cm		g kg ⁻¹				%			g cm ⁻³		%
P1 - Neossolo Litólico distrófico típico, textura arenosa, A antrópico											
Aup ₁	0-19	697	14	196	93	2,4	64	2,1	1,4	2,7	50
Au ₂	19-35	709	16	192	83	2,7	54	2,3	1,3	2,8	51
P2 - Neossolo Litólico distrófico típico, textura média, A antrópico											
Au ₁	0-24	151	26	672	151	6,5	53	4,4	0,8	2,5	66
Au ₂	24-50	121	17	696	166	8,2	38	4,1	0,8	2,7	68
P3 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico											
Aup ₁	0-22	86	128	504	281	16,6	28	1,7	0,7	2,5	69
Au ₂	22-40	82	128	443	347	26,1	25	1,2	1,0	2,6	62
AB	40-64	86	126	398	390	35,6	24	1,0	1,2	2,7	57
BA	64-87	67	89	294	550	22,6	95	0,5	1,2	2,9	57
Bt ₁	87-116	54	76	294	576	8,7	85	0,5	1,3	2,8	52
Bt ₂	116-146 ⁺	58	76	253	613	10,5	83	0,4	1,3	2,8	53
P4 - Cambissolo Háptico Ta eutrófico léptico, textura siltosa, A antrópico											
Au ₁	0-22	62	88	608	242	9,6	18	2,5	1,0	2,5	59
Au ₂	22-44	56	91	593	260	9,2	39	2,2	1,0	2,7	62
AC	44-62	54	85	583	278	12,2	20	2,0	1,1	2,7	57
CR/Bi	62 ⁺	53	88	513	346	11,2	43	1,4	nd	nd	nd
P5 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico											
Aup ₁	0-16	150	162	450	238	3,5	54	1,8	1,0	2,6	62
Au ₂	16-35	149	150	464	237	7,1	27	1,9	0,8	2,5	67
AB	35-58	125	152	478	245	4,7	59	1,9	0,9	2,6	65
BA	58-86	57	98	410	435	9,9	38	0,9	1,1	2,8	58
Bt ₁	86-110	56	98	408	438	0,5	98	0,9	1,2	2,8	56
Bt ₂	110-125	56	105	367	472	0,2	99	0,7	1,2	2,8	56
P6 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico											
Au ₁	0-12	104	143	440	313	15,0	52	1,4	0,9	2,7	64
Au ₂	12-27	87	151	396	366	25,9	29	1,0	1,0	2,6	59
BA	27-44	76	105	268	551	33,9	38	0,4	1,3	2,8	54
Bt ₁	44-65	55	80	268	597	1,4	98	0,4	1,2	2,8	56
Bt ₂	65-89	51	72	290	587	0,0	100	0,4	1,3	2,9	55
Bt ₃	89-115 ⁺	51	78	254	617	0,1	99	0,4	1,2	2,7	54
P7 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico											
Aup ₁	0-19	297	145	372	196	9,5	39	1,8	1,4	2,6	43
Au ₂	19-35	367	145	289	199	11,4	42	1,4	1,7	2,8	40
AB	35-64	282	133	258	327	22,7	31	0,7	1,7	2,8	39
BA	64-89	253	125	155	467	18,2	61	0,3	1,8	2,9	36
Bt ₁	89-121	235	130	165	470	10,2	78	0,3	1,8	2,9	37
Bt ₂	121-150	267	121	153	459	10,6	77	0,3	1,8	2,8	36

Hor.: horizonte; Prof.: profundidade; AD: argila dispersa em água; GF: grau de floculação; S/A: silte/argila; Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partículas; e Pt: porosidade total.

Com relação à capacidade de troca de cátions (CTC), verificou-se também que os perfis P3, P4 e P7 foram os que apresentaram maiores valores, quando comparados aos perfis P1, P2, P5 e P6. Para todos os perfis estudados, há nítida tendência de decréscimo da CTC com a profundidade do solo, comportamento também observado por Glaser et al. (2000), em estudos de TPAs na Amazônia.

A saturação por bases revelou valores mais elevados nos horizontes antrópicos de todos os perfis estudados, valendo ressaltar que no perfil P3 os valores do V% foram também elevados nos horizontes subsuperficiais, resultado que não foi observado para os demais perfis estudados. Provavelmente, o impacto da ação antrópica não limita-se aos horizontes superficiais, mas pode alterar o solo em profundidade,

Quadro 4. Caracterização química de perfis de Terras Pretas Arqueológicas na região sul do Estado do Amazonas

Hor.	Prof	pH		ΔpH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H+Al	CTC	V	m	P	COT	MO
		H ₂ O	KCl													
	cm				cmol _c kg ⁻¹						%	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹			
P1 – Neossolo Litólico distrófico típico, textura arenosa, A antrópico																
Aup ₁	0-19	5,5	4,0	-1,5	0,70	0,40	0,06	1,16	0,95	9,32	10,48	11,07	45,02	95,0	50,63	87,29
Au ₂	19-35	5,4	4,0	-1,3	2,20	0,60	0,10	2,90	0,61	9,90	12,80	22,66	17,38	107,0	52,87	91,14
P2 – Neossolo Litólico distrófico típico, textura média, A antrópico																
Au ₁	0-24	4,9	4,1	-0,8	0,20	0,10	0,08	0,38	0,71	15,35	15,73	2,42	65,14	39,0	50,63	87,29
Au ₂	24-50	5,2	4,1	-1,0	0,20	0,10	0,07	0,37	0,85	12,21	12,58	2,94	69,67	48,0	52,87	91,14
P3 – Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico																
Aup ₁	0-22	6,6	5,4	-1,1	15,60	2,50	0,42	18,52	0,35	6,93	25,45	72,77	1,85	425,0	73,06	125,95
Au ₂	22-40	6,6	5,2	-1,4	12,50	1,50	0,16	14,16	0,72	6,77	20,93	67,65	4,84	384,0	52,47	90,46
AB	40-64	6,8	5,2	-1,5	9,90	1,30	0,12	11,32	0,21	5,20	16,52	68,52	1,82	371,0	30,03	51,76
BA	64-87	6,6	5,3	-1,3	7,70	1,00	0,10	8,80	0,45	4,54	13,34	65,97	4,86	146,0	25,6	44,13
Bt ₁	87-116	6,3	5,0	-1,2	5,30	0,70	0,10	6,10	0,25	3,71	9,81	62,18	3,94	126,0	21,93	37,8
Bt ₂	116-146 ⁺	6,3	5,0	-1,2	4,00	0,60	0,10	4,70	0,41	4,04	8,74	53,78	8,02	126,0	20,37	35,12
P4 – Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico, textura siltosa, A antrópico																
Au ₁	0-22	6,4	5,0	-1,3	12,60	1,40	0,42	14,42	0,21	9,98	24,40	59,10	1,44	432,0	98,87	170,46
Au ₂	22-44	6,5	4,8	-1,6	8,90	1,20	0,25	10,35	0,41	11,47	21,82	47,43	3,81	517,0	90,25	155,6
AC	44-62	6,3	4,7	-1,5	5,80	0,90	0,18	6,88	0,21	9,65	16,53	41,62	2,96	475,0	30,34	52,31
CR/Bi	62 ⁺	5,7	4,5	-1,2	4,50	0,90	0,12	5,52	0,22	8,66	14,18	38,93	3,83	449,0	25,64	44,2
P5 – Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico																
Aup ₁	0-16	5,0	4,0	-0,9	1,30	0,50	0,10	1,90	1,15	17,24	19,14	9,93	37,70	94,0	111,48	192,19
Au ₂	16-35	5,3	4,1	-1,2	0,70	0,30	0,05	1,05	0,81	14,93	15,98	6,57	43,55	88,0	67,95	117,15
AB	35-58	5,3	4,2	-1,1	0,30	0,20	0,03	0,53	0,72	12,54	13,07	4,06	57,60	78,0	59,17	102,01
BA	58-86	5,3	4,2	-1,1	0,30	0,20	0,06	0,56	0,55	9,41	9,97	5,62	49,55	73,0	45,05	77,66
Bt ₁	86-110	5,3	4,3	-1,0	0,30	0,20	0,06	0,56	0,45	7,10	7,66	7,31	44,55	87,0	21,85	37,66
Bt ₂	110-125	4,8	4,4	-0,3	0,30	0,10	0,05	0,45	0,41	5,94	6,39	7,04	47,67	100,0	20,13	34,7
P6 – Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico																
Au ₁	0-12	4,5	3,7	-0,7	1,80	0,50	0,09	2,39	0,51	15,84	18,23	13,11	17,59	90,0	96,32	166,05
Au ₂	12-27	4,6	3,7	-0,9	0,70	0,30	0,05	1,05	1,03	15,10	16,15	6,50	49,52	107,0	86,26	148,72
BA	27-44	4,7	3,6	-1,0	0,40	0,20	0,04	0,64	1,89	11,14	11,78	5,43	74,70	74,0	42,73	73,67
Bt ₁	44-65	4,8	3,6	-1,1	0,30	0,20	0,04	0,54	1,81	8,00	8,54	6,32	77,02	73,0	22,72	39,24
Bt ₂	65-89	4,5	3,6	-0,9	0,30	0,20	0,04	0,54	1,79	6,68	7,22	7,48	76,82	81,0	20,65	35,6
Bt ₃	89-115 ⁺	4,4	3,6	-0,8	0,20	0,10	0,03	0,33	1,31	7,01	7,34	4,50	79,88	90,0	19,73	34,02
P7 - Argissolo Amarelo Eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico																
Aup ₁	0-19	6,5	5,7	-0,8	14,80	2,90	0,14	17,84	0,45	5,94	23,78	75,02	2,46	347,0	65,4	112,74
Au ₂	19-35	6,1	5,0	-1,1	9,20	1,60	0,05	10,85	0,19	7,43	18,28	59,35	1,72	150,0	48,80	84,13
AB	35-64	6,5	5,0	-1,5	4,50	0,60	0,02	5,12	0,59	5,28	10,40	49,23	10,33	105,0	25,96	44,75
BA	64-89	6,4	5,0	-1,3	2,80	0,40	0,01	3,21	0,46	4,79	8,00	40,13	12,53	100,0	37,55	64,73
Bt ₁	89-121	6,4	5,2	-1,1	1,90	0,30	0,01	2,21	0,69	3,63	5,84	37,84	23,79	39,0	21,97	37,87
Bt ₂	121-150	6,3	5,6	-0,6	1,20	0,20	0,01	1,41	0,41	3,05	4,46	31,61	22,53	14,0	19,73	34,02

Hor.: horizonte; Prof.: profundidade; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; e m: saturação por alumínio.

contando com a contribuição de processos pedogênicos (melanização, lessivagem e bioturbação) (Kern & Kämpf, 2005).

Quando se comparou a saturação por bases dos perfis estudados, verificou-se que P3, P4 e P7 apresentaram caráter eutrófico, enquanto os demais

perfis, distróficos, evidenciando que a intensidade das contribuições antropogênicas interfere no comportamento dos solos (Campos et al., 2011).

Os teores de fósforo disponível foram elevados nos horizontes antropogênicos, entretanto, com valores oscilando entre os perfis estudados, com destaque para

Quadro 5. Teores dos óxidos do ataque sulfúrico (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3), óxidos livres extraídos com ditionitocitrato-bicarbonato (Fe_2O_3) e formas amorfas extraídas com oxalato ácido de amônio (Fe_2O_3) e relações entre eles, em perfis de Terras Pretas Arqueológicas na região sul do Estado do Amazonas

Hor.	Prof.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Ki	Kr	Fe _d ⁽¹⁾	Fe _o ⁽²⁾	Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _o
cm		g kg ⁻¹				g kg ⁻¹				
P1 – Neossolo Litólico distrófico típico, textura arenosa, A antrópico										
Aup ₁	0-19	24,0	27,3	75,0	0,54	0,44	6,4	3,8	0,59	0,23
Au ₂	19-35	37,0	17,9	70,0	0,90	0,77	3,5	2,7	0,77	0,20
P2 – Neossolo Litólico distrófico típico, textura média, A antrópico										
Au ₁	0-24	130,0	30,0	175,0	1,26	1,14	15,0	10,7	0,71	0,50
Au ₂	24-50	131,0	32,9	195,0	1,14	1,03	12,8	9,6	0,75	0,39
P3 – Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico										
Aup ₁	0-22	226,0	45,3	280,0	1,37	1,24	28,4	9,5	0,33	0,63
Au ₂	22-40	311,0	46,2	305,0	1,73	1,58	29,2	9,5	0,33	0,63
AB	40-64	376,0	49,1	345,0	1,85	1,70	39,1	8,0	0,20	0,80
BA	64-87	342,0	49,1	380,0	1,53	1,41	37,9	5,4	0,14	0,77
Bt ₁	87-116	321,0	56,0	410,0	1,33	1,22	37,9	4,5	0,12	0,68
Bt ₂	116-146 ⁺	314,0	63,0	425,0	1,26	1,15	37,3	4,9	0,13	0,59
P4 – Cambissolo Háptico Ta eutrófico léptico, textura siltosa, A antrópico										
Au ₁	0-22	123,0	47,0	165,0	1,27	1,07	22,0	12,1	0,55	0,47
Au ₂	22-44	116,0	47,0	180,0	1,10	0,94	27,0	16,4	0,61	0,57
AC	44-62	153,0	49,7	165,0	1,58	1,32	33,4	19,0	0,57	0,67
CR/Bi	62 ⁺	100,0	55,1	190,0	0,89	0,75	42,0	14,9	0,35	0,76
P5 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico										
Aup ₁	0-16	45,0	30,7	145,0	0,53	0,46	15,4	19,3	1,25	0,50
Au ₂	16-35	60,0	23,1	140,0	0,73	0,66	17,5	22,4	1,28	0,76
AB	35-58	57,0	30,2	150,0	0,65	0,57	17,5	21,6	1,23	0,58
BA	58-86	72,0	35,8	155,0	0,79	0,69	20,8	19,5	0,94	0,58
Bt ₁	86-110	74,0	33,6	160,0	0,79	0,69	22,0	17,5	0,80	0,65
Bt ₂	110-125	88,0	35,9	185,0	0,81	0,72	21,8	18,7	0,86	0,61
P6 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico										
Au ₁	0-12	189,0	47,3	305,0	1,05	0,96	34,2	10,2	0,30	0,72
Au ₂	12-27	288,0	56,5	340,0	1,44	1,30	35,4	6,7	0,19	0,63
BA	27-44	278,0	51,8	370,0	1,28	1,17	36,0	5,5	0,15	0,69
Bt ₁	44-65	255,0	65,4	410,0	1,06	0,96	45,3	6,1	0,13	0,69
Bt ₂	65-89	258,0	64,5	415,0	1,06	0,96	44,5	5,8	0,13	0,69
Bt ₃	89-115 ⁺	296,0	65,4	425,0	1,18	1,08	43,2	5,7	0,13	0,66
P7 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico										
Aup ₁	0-19	102,0	58,3	250,0	0,69	0,60	22,4	5,2	0,23	0,38
Au ₂	19-35	110,0	64,1	255,0	0,73	0,63	31,5	3,6	0,11	0,49
AB	35-64	157,0	69,7	310,0	0,86	0,75	22,9	1,9	0,08	0,33
BA	64-89	200,0	82,7	360,0	0,94	0,82	17,1	1,3	0,08	0,21
Bt ₁	89-121	125,0	74,9	350,0	0,61	0,53	28,6	0,8	0,03	0,38
Bt ₂	121-150	115,0	67,2	350,0	0,56	0,50	17,1	0,2	0,01	0,25

Hor.: horizonte; Prof.: profundidade; ⁽¹⁾ Fe_d : formas cristalinas extraídas por ditionito-citrato-bicarbonato; e ⁽²⁾ Fe_o : formas de baixa cristalinidade extraídas por oxalato ácido de amônio.

os perfis P3, que tiveram teores entre 126 e 425 mg kg⁻¹; P4, teores entre 432 e 517 mg kg⁻¹; e P7, entre 14 e 347 mg kg⁻¹. (Quadro 4). Esses resultados são decorrentes da intensidade da incorporação de detritos pelos antigos habitantes, conforme destacaram Fraser

& Clement (2008), em estudo sobre solos de TPAs na região Amazônica.

Os teores de carbono orgânico oscilaram entre 25,96 e 111,48 g kg⁻¹, nos horizontes antrópicos (Quadro 4), havendo decréscimo desses com a

profundidade do solo. Resultados similares foram obtidos por Campos et al., (2011). O teor elevado de carbono nas TPAs, mesmo estando em ambiente propício à decomposição da matéria orgânica e lixiviação, pode ser atribuído à composição da matéria orgânica rica em carbono pirogênico (carvão), adicionada ao solo pela atividade dos povos indígenas pré-colombianos (Glaser et al., 2000).

Os teores totais de Fe_2O_3 variaram entre os perfis estudados, com tendência de aumento em profundidade (Quadro 5), sendo o P1 aquele que apresentou menor teor. Esse fato deve-se ao regime de umidade associado aos teores de matéria orgânica e carência do material de origem do sítio do P1, que pode favorecer a mobilização, redistribuição e exportação do ferro na forma mal cristalizada (Fe_o) para outros locais, incidindo diretamente na expressão de cores de cromas mais baixos, em relação aos demais perfis, conforme destacaram Campos et al. (2011), em estudo com TPAs na região do médio Rio Madeira.

Em relação aos teores totais de Al_2O_3 , verificou-se que nos perfis P2, P6 e P7 os teores foram mais elevados, demonstrando riqueza de alumínio no material de origem, enquanto o perfil P1 foi aquele que exibiu o menor valor total de Al_2O_3 (Quadro 5), evidenciando pobreza do material de origem.

A relação Fe_o/Fe_d exibiu menores valores para os perfis P3, P6 e P7, indicando óxidos mais bem cristalizados, quando comparados aos demais perfis (P1, P2, P4 e P5) (Quadro 5). Esse comportamento deve-se à posição que os solos ocupam na paisagem, que consequentemente interfere na drenagem e nas maiores quantidades de matéria orgânica, combinadas com os maiores teores de umidade, dificultando a cristalização dos óxidos de Fe (Campos et al., 2011). Para Demattê et al. (1994), à medida que os óxidos vão ficando menos cristalinos, em superfície, esses são mais facilmente removidos do solo e transportados para as partes mais baixas do terreno.

A relação (Fe_d/Fe_t) tem sido utilizada como indicador auxiliar do grau de desenvolvimento do solo, sendo maior nos solos mais intemperizados (Cunha et al., 2005). Neste estudo, verificou-se que os valores dessa relação (Fe_d/Fe_t) são maiores nos perfis P3, P5 e P6, indicando que esses solos apresentam maior grau de desenvolvimento, quando comparados aos perfis P1, P2 e P4, o que pode ser confirmado pela presença de Argissolo Amarelo eutrófico, para P3, e Argissolo Amarelo distrófico, para os perfis P5 e P6; para P1 e P2, verificou-se presença de Neossolo Litóico e, para P4, Cambissolo Háptico Ta eutrófico.

Com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), os sete perfis foram classificados até o 4.º nível categórico, sendo utilizado para o 5.º nível o agrupamento textural e tipo de horizonte A.

Dessa maneira, os solos foram assim classificados: P1 - Neossolo Litóico distrófico típico, textura arenosa,

A antrópico; P2 – Neossolo Litóico Distrófico típico, textura siltosa, A antrópico; P3 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico; P4 – Cambissolo Háptico Ta eutrófico léptico, textura siltosa A antrópico; P5 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico; P6 - Argissolo Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A antrópico; e P7 - Argissolo Amarelo eutrófico típico, textura argilosa, A antrópico. As classes de solos encontradas são concordantes com as identificadas por Lima (2001), que afirmou que as TPAs taxonomicamente se enquadram nas ordens dos Argissolos, Latossolos, Cambissolos e Neossolos.

CONCLUSÕES

1. Verificaram-se horizontes antrópicos com espessura semelhante e dominância de cores cinza muito escuro, sugerindo certa similaridade dos fatores antrópicos que promoveram sua pedogênese.

2. Os horizontes antrópicos das TPAs diferenciaram-se entre eutrófico e distrófico, com teores altos a muito altos de fósforo disponível, sendo estes sempre maiores que os dos horizontes subjacentes.

3. Apesar das TPAs estarem enquadradas nos diversos níveis categóricos do SiBCS, verifica-se a necessidade da inclusão do subgrupo antrópico ou a criação da ordem dos Antropossolos.

LITERATURA CITADA

- ALLEONI, L.R.F. & CAMARGO, O.A. Atributos físicos de Latossolos ácricos do norte paulista. *Sci. Agric.*, 51:321-326, 1994.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, folha SB. 20, Purus. Rio de Janeiro, 1978. 561p.
- 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 Agrônomo de Campinas, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106)
- CAMPOS, M.C.C.; RIBEIRO, M.R.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO FILHO, M.R.; SOUZA, R.V.C.C. & ALMEIDA, M.C. Caracterização e classificação de terras pretas arqueológicas na região do Médio Rio Madeira. Bragança, 70:18-27, 2011.
- CAMPOS, M.C.C.; SANTOS, L.A.C.; SILVA, D.M.P.; MANTOVANELLI, B.C. & SOARES, M.D.R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. *R. Agro@mbiente On-line*, 6:102-109, 2012.

- CORRÊA, G.R. Caracterização pedológica de arqueo-antropossolos no Brasil: Sambaquis da Região dos Lagos (RJ) e Terras pretas de índio na região do baixo rio Negro/Solimões (AM). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 115p. (Dissertação de Mestrado)
- CUNHA, P.; MARQUES JÚNIOR, J.; CURI, N.; PEREIRA, G.T. & LEPSCH, I.F. Superfícies geomórficas e atributos de Latossolos em uma sequência arenítico-basáltica da região de Jaboticabal (SP). R. Bras. Ci. Solo, 29:81-90, 2005.
- CENTRO DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens. Manaus, 2001. 93p. (Relatório Técnico)
- CENTRO DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Base cartográfica digital obtida pela CPRM, a partir da base cartográfica integrada digital do Brasil ao milionésimo elaborada pelo IBGE. 2005.
- CUNHA, T.J.F.; MADARI, B.E.; BENITES, V.M.; CANELAS, L.P.; NOVOTNY, E.H.; MOUTTA, R.O.; TROMPOWSKY, P. & SANTOS, G.A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). Acta Amaz., 37:91-98, 2007.
- DEMATTE, J.A.M.; ALOISI, R.R. & DEMATTE, J.L.I. Sequência Latossolo Amarelo - Podzólico Amarelo - Areias Quartzosas sob material da formação barreiras na região de Tucuruí, Estado do Pará. Sci. Agríc., 51:345-356, 1994.
- DENEVAN, W.M. A bluff model of riverine settlement in prehistoric Amazonia. Ann. Am. Geogr., 1996. p.654-681.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 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, 1997. 247p.
- FALCÃO, N.P.S.; CARVALHO, E.J.M. & COMERFORD, N. Avaliação da fertilidade de solos antropogênicos da Amazônia Central. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, 11., Rio de Janeiro, 2001. Grupo de trabalho: Terras pretas arqueológicas na Amazônia: Estado da Arte. Rio de Janeiro, 2001. 2p.
- FALCÃO, N.P.S.; MOREIRA, A.; COMERFORD, N.B. & LEHMANN, J. Fertilidade do solo de Terra Preta de Índio. Em: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N. & WOODS, W.I., orgs. As Terras Pretas de Índio da Amazônia — Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus, UFAM, 2009. p.201-211.
- FRASER, J.A. & CLEMENT, C.R. Dark earths and manioc cultivation in Central Amazonia: A window on pre-Columbian agricultural systems? B. Museu Pará Emilio Goeldi Ci. Hum., 3:175-194, 2008.
- GERMAN, L.A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: Contributions to the debate on Amazonian Black Earth. Geoderma, 111:307-331, 2003.
- GLASER, B. Prehistorically modified soils of central Amazonia: A model for sustainable agriculture in the twenty-first century. Phil. Trans. R. Soc. B., 362:187-196, 2007.
- GLASER, B.; BALASHOV, E.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G. & ZECH, W. Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the Brazilian Amazon region. Org. Geochem., 31:669-678, 2000.
- JACOMINE, P.K.T. Origem e evolução dos conceitos e definições de atributos, horizontes diagnósticos e das classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P. & CARDOSO, E.J., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.193-231.
- KÄMPF, N. & KERN, D.C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P. & CARDOSO, E.J., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.277-320.
- KERN, D.C. & KÄMPF, N. Ação antrópica e pedogênese em solos com Terra Preta em Cachoeira-Porteira, Pará. Bol. Museu Paraense Emilio Goeldi, 1:187-201, 2005.
- KERN, D.C. & KÄMPF, N. O efeito de antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológicas na região de Oriximiná - PA. R. Bras. C. Solo, 13:219-225, 1989.
- KERN, D.C. Geoquímica e pedoquímica de sítios arqueológicos com Terra Preta na Floresta de Caxiuaná (Portel-Pará). Belém, Universidade Federal do Pará, 1996. 124p. (Tese de Doutorado)
- LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GERMAN, L.A.; MCCANN, J.; MARTINS, G.C. & MOREIRA, A. Soil fertility and production potential. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B. & WOODS, W.I., eds. Amazonian dark earths; origin, properties and management. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003. p.105-124.
- LIMA, H.N. Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 176p. (Tese de Doutorado)
- LIMA, H.N.; SCHAEFER, C.E.R.; MELLO, J.W.V.; GILKES, R.J. & KER, J.C. Pedogenesis and pre-Columbian land use of "Terra Preta Anthrosols" ("Indian black earth") of Western Amazonia. Geoderma, 110:1-17, 2002.
- MARQUES JÚNIOR, J. Distribuição e atributos dos solos em relação à forma e evolução de uma vertente em Monte Alto, SP. Piracicaba, Escola Superior "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1995. 226p. (Tese de Doutorado)

- 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, 1960. Proceedings... New York, 1960. p.317-327.
- NEVES JÚNIOR, A.F. Qualidade física de solos com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2008. 94p. (Tese de Doutorado)
- NEVES, E.G.; PETERSON, J.B.; BARTONE, R.N. & SILVA, C.A. Historical and socio-cultural origins of Amazonian dark earths. In: LEHMAN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B. & WOODS, W.I., eds. Amazonian dark earths; origin, properties and management. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003. p.29-50.
- NOVOTNY, E.H.; DE AZEVEDO, E.R.; BONAGAMBA, T.J.; CUNHA, T.J.F.; MADARI, B.E.; BENITES, V.M. & HAYES, M.H.B. Studies of the compositions of humic acids from Amazonian dark earth soils. Environ. Sci. Technol., 41:400-405, 2007.
- RAIJ, B.van; QUAGGIO, J.A. & CANTARELLA, H. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 107p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G. & ANJOS, L.H. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 5.ed. Viçosa, MG, SBCS, 2005. 100p.
- SMITH, N.J.H. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. Ann. Assoc. Am. Geogr., 70:553-566, 1980.
- STEINBEISS, S.; GLEIXNER, G. & ANTONIETTI, M. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. Soil Biol. Biochem., 41:1301-1310, 2009.
- STEINER, C.; TEIXEIRA, W.G.; LEHMANN, J. & ZECH, W. Microbial response to charcoal amendments of highly weathered soils and Amazonian dark earths in Central Amazonia - preliminary results. In: GLASER, B. & WOODS, W.I., eds. Amazonian dark earths: Explorations in space and time. New York, Springer, 2004. p.195-212.
- YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476, 1988.