



## Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas<sup>1</sup>

*Physical and chemical characterization of archaeological dark earths and non-anthropogenic soils the Manicore, region, Amazon*

Milton César Costa Campos<sup>2\*</sup>, Luís Antônio Coutrim dos Santos<sup>3</sup>, Douglas Marcelo Pinheiro da Silva<sup>4</sup>, Bruno Campos Mantovanelli<sup>5</sup>, Marcelo Dayron Rodrigues Soares<sup>6</sup>

**Resumo** - Os solos predominantes na região Amazônica pertencem à classe dos Latossolos e Argissolos, caracterizado por seu alto grau de intemperismo e baixa fertilidade natural, em contraste, ocorrem às terras pretas arqueológicas com elevada fertilidade natural e alto teor de matéria orgânica. Objetivou-se com este estudo caracterizar quanto aos atributos físicos e químicos as terras pretas arqueológicas e os solos não antropogênicos da região de Manicoré, AM. Foram amostrados quatro sítios de Terras Pretas Arqueológicas e quatro solos não antropogênicos distribuídos na região de Manicoré, sul do Amazonas. Nesses locais foram abertas trincheiras e os perfis foram caracterizados morfologicamente e coletados por horizonte. Foram realizadas análises físicas (textura e densidade do solo) e químicas (pH em água, Ca, Mg, K, e Al trocáveis, P disponível, e C orgânico). Os valores de pH, carbono orgânico, soma de bases e V% das terras pretas arqueológicas foram superiores aos observados para solos não antropogênicos da região de Manicoré, AM. Os solos não antropogênicos apresentaram maiores valores de densidade do solo quando comparados às áreas de terra preta arqueológica. Os maiores teores de matéria orgânica do solo foram encontrados nas áreas de terra preta arqueológica. As terras pretas arqueológicas deste estudo apresentam atributos químicos e físico-químicos superiores aos solos não antropogênicos, conferindo-lhes maior fertilidade.

**Palavras-chave** - A antrópico. Sítios Arqueológicos. Solos amazônicos.

**Abstract** – The predominant soils in the Amazon region belong to the class of Oxisols and Ultisols, characterized by its high degree of weathering and low natural fertility, in contrast, occur at Archaeological Dark Earths soils with high fertility and high organic matter content. The aim of this study was the physical and chemical characterization of archaeological dark earths and non-anthropogenic soils in the southern Amazon. Four archaeological sites with dark earths and four non-anthropogenic soils distributed in the Manicoré region, souther Amazon, were sampled. In these locations, open trenches and profiles were characterized morphologically and collected by horizon. Physical (texture and bulk density) and chemical (pH, Ca, Mg, K, and Al, P, and organic C) analyses were realized. The values of pH, organic carbon, total bases and V% in archaeological dark earths were higher than those observed in the non-anthropogenic soils the Manicore, Amazon region. The non-anthropogenic soils showed higher bulk density compared to areas of archaeological dark earths. The highest levels of soil organic matter were found in areas of archaeological dark earths. The archaeological dark earths of this study show the chemical and physico-chemical above the non-anthropogenic soils, giving them more fertile.

**Key words** - Antropic A. Archaeological sites. Amazonian soils.

\*Autor para Correspondência

<sup>1</sup>Enviado para publicação em 06/03/2012 e aprovado em 17/08/2012

Projeto financiado pela FAPEAM e SECT.

<sup>2</sup>Professor Adjunto do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, UFAM, Rua 29 de Agosto, 786, Centro, Humaitá-AM, agromcc@yahoo.com.br; mcesarsolos@ufam.edu.br

<sup>3</sup>Mestrando do Departamento de Agronomia, UFRPE, Recife - PE, santoslac@gmail.com

<sup>4</sup>Mestrando da Faculdade de Ciências Agrárias, UFAM, Manaus - AM, Brasil, douglasmcarcelo@gmail.com

<sup>5</sup>Acadêmico de Agronomia do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente UFAM, Humaitá - AM, Brasil, brunomantovanelli21@gmail.com

<sup>6</sup>Acadêmico de Engenharia Ambiental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente UFAM, Humaitá - AM, Brasil, marcelo.dayron@gmail.com

## Introdução

Os solos predominantes na região Amazônica pertencem à classe dos Latossolos e Argissolos, sendo estes caracterizados por seu alto grau de intemperismo, possuindo características físicas adequadas ao uso agrícola, no entanto com fortes limitações nutricionais (LIMA *et al.*, 2006). A maior parte dos solos agricultáveis desta região é de reação ácida, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixa fertilidade (CUNHA *et al.*, 2007).

A fertilidade dos solos em ecossistemas naturais da Amazônia é dependente do aporte de nutrientes presentes na atmosfera, decomposição da biomassa e ação do intemperismo. Destacando a decomposição dos resíduos vegetais que é essencial à nutrição da biota do solo e das plantas (RUIVO *et al.*, 2005).

Em meio à vasta região Amazônica ocorrem áreas onde a característica original do solo foi modificada por processos antrópicos, tais solos são conhecidos como terra preta arqueológica (TPA) ou terra preta de índio, podendo ser comumente encontrados na paisagem amazônica (COSTA *et al.*, 2004). As áreas de TPA apresentam como característica marcante alta fertilidade natural (GLASER, 2007), coloração escura e a presença de fragmentos de cerâmica e artefatos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (CAMPOS *et al.*, 2011).

A elevada fertilidade e principalmente a sustentabilidade da fertilidade das áreas de TPA é atribuída ao elevado nível de matéria orgânica e as suas propriedades físico-químicas como, a elevada reatividade das frações húmicas (CUNHA *et al.*, 2009). Os vegetais são os principais responsáveis pela adição ao solo de compostos orgânicos primários sintetizados no processo de fotossíntese, que dependendo da quantidade de resíduos depositados no solo poderá resultar em aumento no teor de carbono orgânico (CO) do solo (FARIA *et al.*, 2008). Lima *et al.* (2002) verificaram que as áreas de TPA apresentam altos teores totais de Ca e P, matéria orgânica, intensa atividade biológica, pH em torno de 5,2 a 6,4; P disponível, em geral, acima de 250 mg kg<sup>-1</sup>, Zn e Mn acima de 200 e 450 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

German (2003) assegura que as áreas de TPA são encontradas adjacentes aos cursos de água, ocupando áreas de várzeas, elevações marginais, com expansão variando de um a centenas de hectares, ao longo de rios e interflúvios e localizadas em posição topográfica que comporte boa visualização espacial.

A matéria orgânica do solo (MOS) é toda fração orgânica presente no mesmo em forma de detrito fresco ou em distintos estágios de decomposição, compostos humificados e materiais queimados, associados ou não à fração mineral e outra parte composta por organismos

vivos como raízes e os constituintes da fauna edáfica (NEVES JÚNIOR, 2008). Para Fraser e Clemente (2008), a matéria orgânica do solo é considerada uma fonte primária de nutrientes às plantas, o conteúdo desta no solo é um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade do mesmo. Sendo assim, objetivou-se com este estudo caracterizar os atributos físicos e químicos de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas.

## Material e métodos

As áreas de estudo localizam-se na região Sul do Amazonas (Figura 1), de acordo com Brasil (1978), as áreas de estudo estão situadas na mesma zona climática, segundo a classificação de Köppen, pertencendo ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando uma época seca de pequena duração. A pluviosidade é limitada entre 2.250 e 2.750 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As temperaturas médias anuais se alteram entre 25°C e 27°C e a umidade relativa do ar varia entre 85 e 90% (BRASIL, 1978).

As áreas de estudos estão distribuídas na região de Manicoré, AM, às margens da BR 230 - Transamazônica, sentido Apuí-AM. O relevo é caracterizado pela presença de platôs, nas partes mais elevadas, combinada com áreas rebaixadas de sopé. Os platôs apresentam superfícies topográficas planas, sendo a zona de borda marcada por colinas e cristas alinhadas, enquanto as áreas de planícies têm características de superfície pediplanada, localmente interrompida por colinas de topo plano (CPRM, 2001).

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

Foram amostrados quatro sítios de terras pretas arqueológicas (TPA) e quatro áreas de solos não antropogênicos (SNA) na região de Manicoré, Sul do Estado do Amazonas (Figura 2). Estabeleceu-se um caminhamento pelas áreas para a escolha do local de abertura da trincheira e coleta dos solos. Os locais de amostragem foram definidos em função de sua posição central em relação à mancha de TPA e essa mesma regra

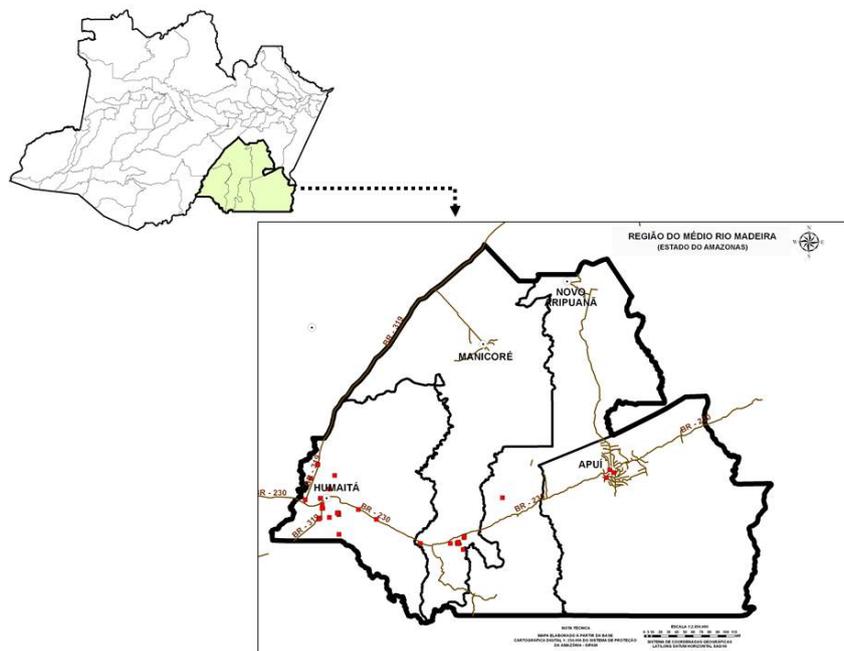


Figura 1 - Mapa da região Sul do Amazonas. Fonte: SANTOS (2011)

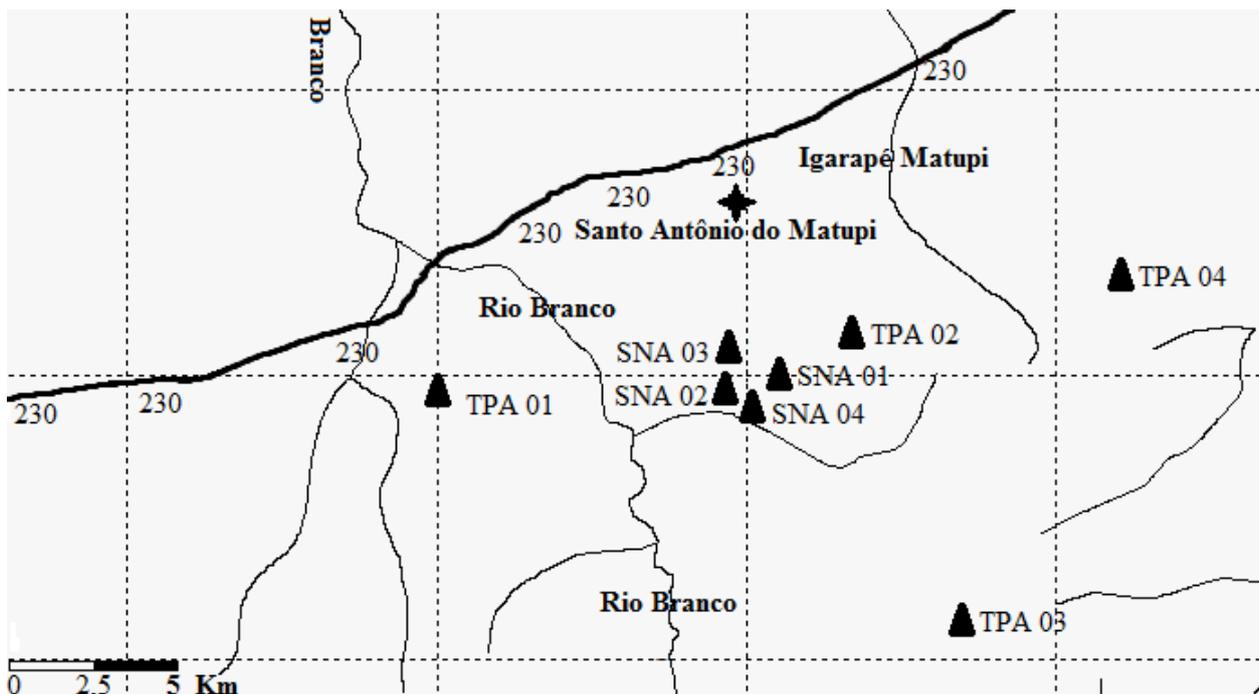


Figura 2 - Mapa da localização das áreas de terras pretas arqueológicas (TPA) e solos não antropogênicos (SNA) na região de Manicoré, AM. Fonte: SANTOS (2011)

valeu para os SNA. A identificação dos horizontes foi realizada conforme Santos *et al.* (2005), com coleta de amostras por horizontes.

As análises físicas e químicas foram realizadas de acordo com Embrapa (1997). A textura foi determinada 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 min. A fração argila foi separada por sedimentação; as areias, grossa e fina, por tamisação; e o silte, calculado por diferença. A densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico, e a densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico.

Nas análises químicas foram determinados Ca, Mg, Al, K e Na trocáveis, P disponível e a acidez potencial (H + Al). Com base nos resultados das análises químicas, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (T) e a saturação por bases (V %). O pH foi determinado potenciométricamente, utilizando-se relação 1:2,5 de solo, em água. O C orgânico total foi determinado pelo método de oxidação via úmida, com aquecimento externo (YEOMANS; BREMNER, 1988).

## Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentados os atributos físicos do solo das áreas não antropogênicos (SNA) e das terras pretas arqueológicas (TPA). As frações granulométricas das áreas de SNA apresentaram comportamento semelhante entre si, com predomínio da fração argila, em função do material de origem (Tabela 1). Segundo Teramoto *et al.* (2001) a geologia fornece subsídios que ajudam explicar o comportamento físico e químico do solos. Já nas áreas de TPA verificou-se dominância da fração areia, em particular da fração areia grossa no horizonte antrópico em todos os perfis estudados. Entretanto, nos horizontes diagnósticos subsuperficiais, excetuando-se o do TPA2, que tem influência de materiais coluviais, houve predomínio da fração argila.

Os valores de densidade do solo (Ds) nas áreas de SNA variaram entre 0,99 a 1,52 g cm<sup>-3</sup> (Tabela 1). Já nas áreas de TPA os valores da densidade do solo apresentaram valores mais baixos para os horizontes antropogênicos em todos os perfis estudados, e estes valores tendem aumentar com a profundidade. Segundo Neves Júnior (2008) os resultados de baixas densidades do solo são resultantes dos elevados teores de carbono.

Na Tabela 2, observou-se que os valores de pH em água variam de 4,0 e 5,1, nos SNA, apresentando acidez muito elevada a acidez média. Resultados de pH em água foram semelhantes aos encontrados por Campos *et al.* (2012) que estudou áreas de campos nativos cultivada com mandioca na região de Humaitá (AM).

Para as áreas de TPA os valores de pH em água nos horizontes antropogênicos variaram de 5,5 a 7,0 (Tabela 3). Os resultados de pH encontrados são distintos dos citados por Falcão; Borges (2006) que variam de 4,32 a 6,61. A amplitude entre os limites de pH evidencia a heterogeneidade química das áreas de TPA, oriundas seja das condições pedoambientais ou das atividades humanas em cada local.

Os valores de pH em água das áreas de solos não antropogênicos (SNA) são inferiores aos das áreas de TPA (Tabelas 2 e 3). Esses resultados são corroborados com outros trabalhos realizado na região Amazônica, que mostram que geralmente o pH em áreas de TPA são mais elevados do que em comparação a solos não antropogênicos na região amazônica (LIMA *et al.* 2002; CUNHA *et al.* 2009; CAMPOS *et al.* 2011).

De acordo com Reis *et al.* (2009) a principal causa dos baixos valores de pH nos solos da região amazônica é a elevada perda de bases trocáveis e consequente concentração de íons H<sup>+</sup> ao solo, provocada pelo processo de intemperismo influenciado pelas altas temperaturas e longos períodos de precipitação.

Os maiores valores de pH observados nos sítios de TPA em comparação aos solos não antropogênicos, provavelmente, são devidos aos maiores teores de cátions, especialmente cálcio e magnésio e o baixo teor de alumínio (Tabela 3). Outro fator que pode explicar os maiores valores de pH nos sítios de TPA é a presença de carvão. Oguntunde *et al.* (2004) observaram um aumento no pH do solo, após a queima parcial de carvão, em consequência do aumento do nível de cátions trocáveis que este material disponibilizou ao solo.

Os teores de carbono orgânico dos sítios de TPA foram superiores aos dos SNA (Tabelas 2 e 3), estes resultados são corroborados por Cunha *et al.* (2007) que encontraram maiores teores de carbono nos horizontes A de solos antropogênicos da Amazônia. De acordo com Moreira (2007), a capacidade de manter o alto teor de carbono orgânico ocorre, possivelmente, devido às características químicas e da resistência do material à decomposição microbiana.

Os elevados teores de carbono orgânico nas áreas de TPA são atribuídos às alterações antrópicas que este solo sofreu em sua formação. Falcão e Borges (2006) relata que as áreas de TPA apresentam elevados teores de matéria orgânica e mais intensa atividade biológica que os solos não antropogênicos, os autores ainda afirmam que estes valores elevados podem ser provenientes de restos de ossos humanos e de animais.

Quanto aos teores de P disponível, verificou-se que todos os solos não antropogênicos (SNA) apresentam

**Tabela 1** - Atributos físicos de solos não antropogênicos (SNA) e de terras pretas arqueológicas (TPA) na região de Manicoré, AM

Solos	Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )				Ds (g cm <sup>-3</sup> )
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
SNA1	A	0-16	195,50	97,82	137,48	569,20	1,06
	AB	16-35	169,14	96,13	156,13	578,60	1,11
	BA	35-67	85,69	93,51	146,00	674,80	1,00
	B <sub>w1</sub>	67-120	86,82	89,67	171,41	652,10	0,99
	B <sub>w2</sub>	120-150	85,04	89,00	177,46	648,50	1,08
SNA2	A	0-28	232,73	227,46	135,12	404,69	1,29
	AB	28-57	226,53	241,67	130,20	401,60	1,52
	B <sub>t1</sub>	57-82	102,20	103,00	170,50	624,30	1,38
	B <sub>t2</sub>	82-120	89,73	100,47	155,70	654,10	1,30
SNA3	A	0-18	75,51	89,69	230,80	604,00	1,38
	BA	18-42	129,37	85,83	231,70	553,10	1,38
	B <sub>w1</sub>	42-71	104,74	80,46	211,80	603,00	1,40
	B <sub>w2</sub>	71-103	100,56	74,64	222,50	602,30	1,39
	B <sub>w3</sub>	103-170	113,87	81,33	204,60	600,20	1,38
SNA4	A	0-22	128,88	126,32	120,00	624,80	1,27
	BA	22-47	83,71	91,49	110,00	714,80	1,11
	B <sub>w1</sub>	47-77	115,43	99,77	80,00	704,80	1,09
	B <sub>w2</sub>	77-107	66,78	68,42	120,00	744,80	1,12
	B <sub>w3</sub>	107-145	85,89	69,31	100,00	744,80	1,20
TPA1	A1	0-19	232,49	148,50	448,41	170,60	0,76
	A2	19-37	267,31	152,52	343,57	236,60	0,84
	B <sub>t1</sub>	37-70	123,08	95,24	260,99	520,70	0,99
	B <sub>t2</sub>	70-100	105,11	91,95	248,04	554,90	1,04
	BC	100-120	-	-	-	-	-
TPA2	A1	0-32	528,21	138,53	146,57	186,70	1,02
	A2	32-50	564,60	171,05	104,76	159,60	1,11
	AB	50-75	534,38	173,88	99,75	192,00	nd
	B <sub>t</sub>	75-105+	447,47	117,49	80,54	354,50	nd
TPA3	A1	0-20	577,37	106,89	140,15	175,60	1,05
	A2	20-40	553,29	144,32	128,80	173,60	1,29
	BA	40-70	352,47	127,42	144,11	376,00	1,51
	B <sub>t1</sub>	70-110	221,50	73,47	140,23	564,80	1,41
	B <sub>t2</sub>	110-150+	229,33	69,76	115,61	585,30	-
TPA4	A1	0-20	235,51	104,09	247,31	413,10	0,84
	A2	20-42	277,09	94,61	280,01	348,30	0,85
	AB	42-63	195,12	103,63	306,65	394,60	1,03
	BA	63-108	155,52	61,79	182,59	600,10	1,12
	B <sub>t1</sub>	108-153	121,23	53,30	188,77	636,70	1,15
	B <sub>t2</sub>	153-170	121,10	52,73	145,38	680,80	-

SNA1 - Latossolo Vermelho Distrófico típico; SNA2 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto; SNA3 - Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico; SNA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. TPA1 - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto; TPA2 - Argissolo Acinzentado Eutrófico típico; TPA3 - Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto e TPA4 - Argissolo Amarelo Eutrófico típico.

**Tabela 2** - Atributos químicos de solos não antropogênicos (SNA) na região de Manicoré, AM

Solos	Hor	Prof cm	pH	C	P	Ca	Mg	K	Al	SB	CTC	V
			H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					%	
SNA1	A	0-16	4,6	24,8	0,2	0,8	0,6	0,1	0,9	1,6	11,1	14,1
	AB	16-35	4,6	12,8	0,3	0,4	0,3	0,0	0,6	0,7	9,4	8,2
	BA	35-67	4,5	7,5	0,3	0,3	0,2	0,0	0,4	0,6	7,1	8,3
	B <sub>w1</sub>	67-120	4,8	5,1	0,3	0,4	0,0	0,0	0,2	0,5	4,8	9,6
	B <sub>w2</sub>	120-150	5,1	4,1	0,6	0,5	0,0	0,0	0,2	0,5	5,8	8,7
SNA2	A	0-28	4,5	10,1	2,9	0,9	0,4	0,1	0,4	1,5	4,6	33,5
	AB	28-57	5,0	5,2	0,8	0,9	0,1	0,1	0,4	1,3	4,9	25,8
	B <sup>u1</sup>	57-82	4,0	5,8	1,3	0,8	0,1	0,1	0,9	1,1	4,3	24,9
	B <sup>u2</sup>	82-120	5,0	4,6	0,9	0,7	0,1	0,0	0,4	1,0	2,2	44,3
SNA3	A	0-18	5,1	6,4	1,6	0,6	0,0	0,0	0,4	0,8	2,1	37,4
	BA	18-42	4,7	4,0	1,2	1,1	0,1	0,0	0,7	1,4	2,8	47,8
	B <sub>w1</sub>	42-71	4,9	3,2	0,8	1,3	0,1	0,0	0,5	1,6	3,1	52,1
	B <sub>w2</sub>	71-103	4,8	2,4	1,4	0,9	0,1	0,0	0,4	1,3	2,5	51,0
	B <sub>w3</sub>	103-170	5,0	1,7	1,3	0,2	0,1	0,0	0,5	0,5	1,5	35,0
SNA4	A	0-22	4,2	10,6	3,4	0,6	0,0	0,1	1,1	0,8	5,5	14,3
	BA	22-47	4,6	8,8	1,4	0,7	0,0	0,0	0,7	0,9	4,4	21,3
	B <sub>w1</sub>	47-77	4,6	5,5	1,0	0,6	0,0	0,0	0,8	0,7	4,2	17,1
	B <sub>w2</sub>	77-107	4,8	4,8	1,6	0,6	0,1	0,0	0,7	0,8	3,2	24,5
	B <sub>w2</sub>	107-145	4,6	3,8	1,1	0,7	0,1	0,0	0,4	0,9	3,0	30,3

Hor. – Horizonte; Prof. – Profundidade; SNA1 - Latossolo Vermelho Distrófico típico; SNA2 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto; SNA3 - Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico; SNA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

teores muito baixos (Tabela 2). Para as áreas de TPA os teores de fósforo disponível foram elevados nos horizontes antropogênicos, entretanto houve diferenças entre os perfis estudados, variando de 15,49 a 230,7 mg kg<sup>-1</sup>. Estes valores são superiores aos encontrados nos horizontes subsuperficiais (Tabela 3), visto que são provenientes da incorporação de detritos pelos antigos habitantes, corroborados, assim, com os resultados encontrados por Ribeiro (2006).

Os teores de cálcio e magnésio trocáveis nos solos não antropogênicos foram baixos quando comparados às áreas de terras pretas arqueológicas (Tabelas 2 e 3). Os valores de cálcio e magnésio trocáveis nas terras pretas arqueológicas foram superiores aos encontrados nas áreas de SNA, apresentando maior concentração nos horizontes superficiais, o que está de acordo com Steinbeiss *et al.* (2009). Esses autores afirmaram que áreas de TPA apresentam elevados níveis de nutrientes, principalmente Ca e P, altos teores de matéria orgânica e atividade biológica mais elevada que os solos adjacentes. Além disso, verificou-se nesse estudo que os teores de Ca e Mg variaram entre as áreas de TPA estudadas, o que pode ser reflexo da variação do tempo e da densidade da ocupação humana nas áreas.

Os teores de potássio tanto nas áreas de SNA quanto nas de TPA foram baixos, estando de acordo com os resultados encontrados por Lehmann *et al.* (2003b). Os teores de Al<sup>3+</sup> trocável foram baixos em todos os horizontes das terras pretas arqueológicas (Tabela 3) quando comparados às áreas de SNA, assemelhando-se aos observados por Ribeiro (2006).

Verificou-se que os maiores valores de soma de bases foram observados nos horizontes antropogênicos. Entretanto, houve diferenciações entre as áreas de TPA estudados, com valores mais elevados nos perfis TPA2 e TPA3, concordando com os resultados encontrados por Lehmann *et al.* (2003a) que verificaram somas de bases distintas em função dos ambientes de ocorrência.

A CTC a pH 7,0 nas áreas de terras pretas arqueológicas apresentou maiores valores quando comparados aos ambientes não antropogênicos. Para todos os perfis estudados há uma nítida tendência de decréscimo de CTC com a profundidade do solo, comportamento resultante do decréscimo da matéria orgânica com a profundidade. A elevada reatividade da matéria orgânica, pelo menos parcialmente, se origina do carbono pirogênico nos ambientes de TPA (GLASER *et al.*, 2000).

**Tabela 3** - Atributos químicos das terras pretas arqueológicas (TPA) na região de Manicoré, AM

Solos	Hor	Prof cm	pH H <sub>2</sub> O	C g kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>					SB	CTC	V %
						Ca	Mg	K	Al			
TPA1	A1	0-19	7,0	77,3	143,5	9,3	4,9	0,1	0,1	14,5	19,25	75,12
	A2	19-37	6,5	62,4	230,7	5,3	3,6	0,1	0,2	9,2	14,86	61,69
	Bt1	37-70	5,8	19,2	23,8	6,8	2,3	0,0	0,2	9,4	13,15	71,15
	Bt2	70-100	5,6	18,0	11,5	3,4	1,9	0,0	0,2	5,6	7,74	72,28
	BC	100-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPA2	A1	0-32	6,1	80,4	15,5	26,6	3,2	0,1	0,1	29,9	39,02	76,53
	A2	32-50	6,0	45,9	16,9	14,4	1,4	0,0	0,1	15,9	25,84	61,37
	AB	50-75	5,9	34,1	13,4	6,3	1,1	0,0	0,1	7,5	11,23	66,95
	Bt	75-105+	5,6	19,5	6,1	2,6	0,6	0,0	0,1	3,2	5,91	53,97
TPA3	A1	0-20	6,0	71,1	35,4	25,3	0,8	0,2	0,2	26,4	33,53	78,59
	A2	20-40	5,9	56,8	26,1	13,3	0,5	0,0	0,2	13,8	22,68	61,07
	BA	40-70	5,9	18,0	15,7	6,9	0,4	0,0	0,2	7,5	11,38	65,92
	Bt1	70-110	5,6	5,4	8,4	2,7	0,4	0,0	0,0	3,2	6,23	50,99
	Bt2	110-150+	5,7	4,5	1,7	2,4	0,5	0,0	0,1	3,0	5,71	52,32
TPA4	A1	0-20	6,0	43,8	25,7	14,7	1,2	0,0	0,1	16,0	27,13	58,95
	A2	20-42	6,1	44,1	24,0	13,6	1,8	0,0	0,1	15,5	26,12	59,26
	AB	42-63	5,8	28,2	14,0	9,6	0,2	0,0	0,1	9,9	19,18	51,40
	BA	63-108	5,7	18,4	11,9	4,7	0,2	0,0	0,1	5,0	10,87	46,13
	Bt1	108-153	5,5	10,9	8,8	1,9	0,2	0,0	0,1	2,3	6,66	34,30
	Bt2	153-170	5,5	8,1	1,2	1,5	0,1	0,0	0,1	1,6	5,17	31,40

Hor. – Horizonte; Prof. – Profundidade; TPA1 - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto; TPA2 – Argissolo Acinzentado Eutrófico típico; TPA3 – Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto e TPA4 – Argissolo Amarelo Eutrófico típico.

A percentagem de saturação de bases (V%) apresentou valores mais elevados nos horizontes antrópicos dos sítios estudados, quando comparado aos solos não antropogênicos, vale ressaltar que nos perfis das terras pretas arqueológicas os valores do V% foram também elevados nos horizontes subsuperficiais, comportamento que não foi observado nos solos não antropogênicos.

## Conclusões

Os solos não antropogênicos apresentam maiores densidade do solo que as terras pretas arqueológicas.

As terras pretas arqueológicas apresentam atributos químicos e físico-químicos superiores aos solos não antropogênicos, conferindo-lhes maior fertilidade.

## Agradecimento

Os autores agradecem a FAPEAM e ao SECT-AM pelo financiamento da pesquisa.

## Literatura científica citada

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil, folha SB. 20, Purus**. Rio de Janeiro, 1978. 561 p.

CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; SANTOS, L. A. C.; AQUINO, R. E.; SOARES, M. D. R. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e umidade em áreas cultivadas com mandioca na região de Humaitá, AM. **Revista Agro@ambiente**, v. 6, n.1, p. 09-16, 2012.

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. **Bragantia**, v. 70, p. 18-27, 2011.

COSTA, M. L.; KERN, D. C.; PINTO, A. H. E.; SOUZA, J. R. T. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from Lower Amazon Region, Brazil: chemistry and geochemical evolution. **Acta Amazonica**, v. 34, p. 375-386, 2004.

CPRM - Centro de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens**. 2001. 93p. (Relatório Técnico).

- 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 Amazônica*, v. 37, p. 91-98, 2007.
- CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; CANELLAS, L. P.; RIBEIRO, L. P.; BENITES, V.M.; SANTOS, G. A.; Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (terra preta de índio) in the Brazilian Amazon basin. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p.85-93. 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 1997. 212p.
- FALCÃO, N. P. S.; BORGES, L. F. Efeito da fertilidade de terra preta de índio da Amazônia Central no estado nutricional e na produtividade do mamão hawaí (*Caricapapaya L.*). *Acta Amazônica*. v. 36, p. 401-406, 2006.
- FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; PAIVA, A. O. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica em diferentes distâncias da cepa de eucalipto. *Cerne*, v. 14, p.259-266, 2008.
- FRASER, J. A.; CLEMENTE, C. R. Dark Earths and manioc cultivation in Central Amazonia: a window on pre-Columbian agricultural systems? *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Humanas*, v. 3, p. 175-194, 2008.
- GERMAN, L. A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth. *Geoderma*. v. 111, p. 307-331, 2003.
- GLASER, B. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. *Philosophical Transactions the Royal Society B*, v. 362, p.187-196, 2007.
- GLASER, B.; BALASHOV, E.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. 2000. Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the Brazilian Amazon region. *Organic Geochemistry*, v. 31, p. 669-678, 2000.
- 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. (Ed.). **Amazonian dark earths; origin, properties and management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003a., p. 105-124.
- LEHMANN, J.; SILVA, J. P.; STEINER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; GLASER, B. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*. v. 249, p. 343-357, 2003b.
- LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma toposequência da Bacia Sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 59-68, 2006.
- 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*, v. 110, p. 1-17, 2002.
- MOREIRA, A. Fertilidade, matéria orgânica e substâncias húmicas em solos antropogênicos da Amazônia Ocidental. *Bragantia*, v. 66, p. 307-315, 2007.
- NEVES JUNIOR, A. F. **Qualidade física de solos com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central**. 2008, 94f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- OGUNTUNDE, P. G.; FOSU, M.; AJAYI, A. E.; GIESEN, N. van. Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and textura of soil. *Biology and Fertility of Soils*, v. 39, p. 295-299, 2004.
- REIS, M. S.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; DESJARDINS, T.; GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma toposequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 52, p. 37-47. 2009.
- RIBEIRO, G. A. A. **Produção e teor de nutrientes da liteira fina de capoeiras em Terra Preta de Índio e solos adjacentes**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. Manaus.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; FARO, M. P. S.; RIBEIRO, E. L. C. GUEDES, A. L. S.; SANTOS, M. M. L. S. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma toposequência na ilha de Algodoal/Maiandeuá, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, v. 1, p. 227-234, 2005.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5.ed. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- SANTOS, L.A.C. **Caracterização de Terras Pretas Arqueológicas na região Sul do Amazonas**. Humaitá, 2011. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.
- STEINBEISS, S.; GLEIXNER, G.; ANTONIETTI, M. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 41, p. 1301-1310, 2009.
- TERAMOTO, E. R.; LEPSCH, I. F.; VIDAL-TORRADO, P. Relações solo, superfície geomórfica e substrato geológico na microbacia do ribeirão Marins (Piracicaba - SP). *Scientia Agrícola*, v.58, p. 361-371, 2001.
- YEOMANS, 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, p.1467-1476, 1988.
- ZEE - ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO SUL-SUDESTE DO AMAZONAS, AM. **Zoneamento Ecológico Econômico do Sul-Sudeste do Amazonas**. IPAAM, 53p. 2008.