

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA - CVRM  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE TERRA PRETA  
ARQUEOLÓGICAS NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS**

Bolsista: Márcia Campos Gomes, FAPEAM

HUMAITÁ/AM

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA- CVRM  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-A/005/2011-2012

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PRETA  
ARQUEOLÓGICAS NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS**

Bolsista: Márcia Campos Gomes, FAPEAM.

Orientador: Profº. Dr. Milton César Costa Campos

HUMAITÁ/AM

2012

## RESUMO

Apesar da existência de muitas pesquisas sobre as Terras Pretas Arqueológicas, poucos são os trabalhos que tem procurado entender e esclarecer dúvidas sobre a gênese e o comportamento destes solos. Dessa maneira o objetivo deste trabalho foi caracterizar e classificar terras pretas arqueológicas em sítios na região Sul do Amazonas. Foram escolhidos sete sítios com ocorrência de Terra Preta Arqueológicas, em seguida foram abertas trincheiras e os perfis foram caracterizados morfologicamente e amostrados. Foram realizadas as seguintes análises físicas: textura, argila dispersa em água, densidades do solo e das partículas e porosidade total, as análises químicas: pH em água e KCl, acidez potencial (H+Al) e C orgânico.. A textura nos horizontes A antrópicos variaram de franca arenosa, franca a franca siltosa, texturas mais finas foram dominantes nos horizontes diagnósticos. Os solos foram classificados em Neossolo Litólico, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háptico, evidenciando a ocorrência heterogênea dos sítios de Terras Pretas Arqueológicas.

**Palavras Chave:** Caracterização física, caracterização química, Solos Antrópicos.

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. Revisão de Literatura .....	7
2.1. Conceitos e formação de Terras Pretas Arqueológicas.....	<a href="#">Erro! Indicador não definido.11</a>
2.2. Atributos das Terras Pretas Arqueológicas....	<a href="#">Erro! Indicador não definido.12</a>
3. Materiais e Métodos .....	15
3.1. Caracterização do meio físico .....	15
3.2. Metodologia de Campo e laboratório .....	15
4. Resultados e Discussões .....	16
4.1. Atributos Morfológicos.....	<a href="#">1317</a>
4.2. Atributos Físicos .....	<a href="#">1620</a>
4.3. Atributos químicos.....	<a href="#">1923</a>
5. Conclusões .....	26
6. Referências Bibliográficas .....	<a href="#">Erro! Indicador não definido.27</a>

## 1. INTRODUÇÃO

As Terras Pretas Arqueológicas (TPA) são unidades de solo que apresentam como característica marcante a coloração escura e a presença de fragmentos de cerâmica e/ou líticos e artefatos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (KAMPF & KERN, 2005). Em virtude da coloração escura da camada superficial e presença de artefatos arqueológicos esses solos são conhecidos por designações como Terra Preta de Índio, Terra Preta Antropogênica e Terra Preta Arqueológica, além de uma variante menos divulgada, a Terra Mulata (KÄMPF & KERN, 2005).

Apesar de todas essas denominações, neste trabalho será adotada a terminologia de Terras Pretas Arqueológicas (TPAs), sendo definida como sendo classes de solos que apresentam como características marcantes a coloração escura e a presença de fragmentos cerâmicos e/ou líticos e artefatos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (KAMPF & KERN, 2005). De acordo com Glaser (2007) estes solos normalmente apresentam elevada fertilidade natural, com altos teores de P, Ca, Mg e matéria orgânica estável, além de intensa atividade biológica quando comparado as solos adjacentes. Segundo Cunha et al. (2007), a fertilidade destes solos é fortemente relacionada com as características moleculares da fração alcalino-solúvel do carbono orgânico, as substâncias húmicas.

As TPAs apresentam horizonte antrópico que caracteriza-se por apresentar elevado conteúdo de P, coloração escura devido ao alto teor de matéria orgânica e, geralmente, apresentam fragmentos de artefatos cerâmicos e/ou artefatos líticos, conforme definição do SiBCS (Embrapa, 2006). Estes distribuem-se na forma de manchas por toda a Amazônia, geralmente encontrados próxima dos cursos de água, em locais bem drenados e em áreas com posição topográficas que permite boa visualização espacial (KERN et al., 2003).

A origem das TPI ainda é motivo de controvérsias entre pesquisadores, mas a grande maioria relaciona o seu aparecimento à atividade humana (SMITH, 1980), provavelmente por populações pré-colombianas. Embora aceita, esta relação ainda gera uma série de dúvidas, entre as quais o questionamento da formação não intencional ou como mera consequência da ocupação humana (KERN et al., 2003, NEVES et al., 2003) ou seja, originam-se por antropogênese, sobrepondo-se à pedogênese.

Dessa forma, a elevada fertilidade das TPAs é atribuída às propriedades físico-químicas da matéria orgânica, principalmente pela contribuição significativa do carbono pirogênico, formado por oxidação incompleta de materiais orgânicos (DERENNE; LARGEAU, 2001) que exibem alta resistência à oxidação termal, química e até a foto-oxidação (WOLBACH; ANDERS, 1989; SKJEMSTAD et al., 1996).

Do ponto de vista cultural, as TPAs são importantes registros do processo de ocupação da Amazônia e podem esclarecer questões a respeito da distribuição da população, capacidade de suporte do solo, padrões de assentamentos e o uso da terra por antigas civilizações (LIMA et al., 2002). Apesar de muitas pesquisas sobre estes solos, constata-se que poucos são os trabalhos que tem procurado entender e esclarecer dúvidas sobre a gênese e o comportamento dos mesmos. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e classificar Terras Pretas Arqueológicas na região Sul do Amazonas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Conceitos e formação de Terras Pretas Arqueológicas**

A maior parte dos solos agricultáveis na região Amazônica é de baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixa fertilidade, dessa forma o solo tornar-se um fator limitante para o aumento e manutenção da produtividade agrícola, no entanto nesta mesma região, ocorrem solos com alta fertilidade, popularmente denominados Terra Preta de Índio (CUNHA, 2005). As Terras Pretas de Índio ou Terras Pretas Arqueológicas (TPAs) são solos que exibem coloração escura, horizonte antrópico com presença de artefatos líticos e/ou cerâmicos, apresentando elevada fertilidade natural e capacidade de retenção de nutrientes (EDEN et al., 1984; KERN & KÄMPF, 1989; LIMA et al., 2002).

Em função da coloração escura da camada superficial, tais solos são conhecidos por designações como Terra Preta, Terra Preta de Índio, Terra Preta Antropogênica e Terra Preta Arqueológica. As características das Terras Pretas TPs (e de outros solos antrópicos) podem ser altamente variáveis entre sítios (SMITH, 1980) e dentro de sítios (KERN, 1996), dando origem a diferentes tipos de indivíduos de terras pretas. Essas diferenças explicam porque o termo “Terra Preta” tem significado distinto para diferentes pessoas (arqueólogos, antropólogos, geógrafos, agrônomos, pedólogos e caboclos).

As TPAs vêm sendo alvo de vários estudos, no entanto até hoje a sua origem é motivo de controvérsia entre os pesquisadores, várias hipóteses foram aventadas sobre os processos de formação das TPAs, a mais aceita é que estas teriam sido formadas não intencionalmente pelo homem pré-colombiano (SMITH, 1980; Woods & McCann, 2001). De acordo com Lima et al. (2002) as TPA localizam-se em antigos assentamentos contendo artefatos culturais, cuja coloração escura é proveniente de material orgânico decomposto, em parte na forma de carvão pirogênico, como resíduo de fogueiras domésticas e de queimadas para uso agrícola do solo.

Neves et al. (2003), afirmam que embora aceita por muitos pesquisadores, as TPAs teriam sido formadas pela a ocupação humana (indígena), apesar de isso não significar que estas foram formada intencionalmente com o intuito de melhora a fertilidade do solo. Posteriormente com o desaparecimento da população indígena na fase pós-colombiana o processo de formação das TPAs foi interrompido gradativamente (MORAN, 1990).

Glaser (2007) destaca que são três os principais processos responsáveis pela formação das TPAs: a) formação do carvão, refere-se a formação do carbono pirogênico, com composição e estrutura molecular complexa (grupos aromáticas) bastante reativos e contribui com à fertilidade do solo; b) incorporação de nutrientes, nesta 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; c) ação dos microorganismos, responsáveis pela ciclagem de nutrientes, agindo tanto na decomposição da matéria orgânica como na imobilização de nutrientes do solo evitando as perdas por lixiviação.

De acordo com Smith, (1980) e Kern et al., (2003), estes solos ocorrem em manchas de solos por toda a Amazônia especialmente no Brasil, Colômbia, Guiana, Equador, Peru e Venezuela. Essas manchas são encontradas próximas aos cursos de água, ocupando várzeas, elevações marginais adjacentes, com extensão variando de um hectare a centenas de hectares, ao longo de rios e interflúvios, estão situadas em locais bem drenados, localizados em áreas com posição topográfica que permite boa visualização espacial e acesso aos recursos de diferentes ambientes (KÄMPF & KERN, 2005). Para Roosevelt (2002) os sítios extensos foram ocupações permanentes ou semi-permanentes de longa duração, permanecendo por vários séculos.

Kern et al., (1989) relatam que as áreas com TPAs normalmente se localizam em terra firme próximas às margens de rios com águas brancas como Purus, Madeira, Juruá, Solimões e Amazonas; como os de águas claras, a exemplo do Trombetas, Tapajós e Mapuera; ou ainda nas margens de rios de águas negras como o Rio Negro, Urubu, Caxiuanã e Mapuá.

As TPA na Amazônia geralmente são Latossolos, Argissolos e Cambissolos com o horizonte A antrópico (LIMA et al., 2002), Neossolos e Espodossolos como afirma Smith (1980), podendo ser encontradas em superfícies geomorfológicas e mesmos com uma intensa lixiviação não perde a sua coloração.

### **2.1. Atributos das Terras Pretas Arqueológicas**

As características morfológicas, físicas e químicas das TPAs podem variar dentro de cada sítio e entre sítios, dependendo do padrão das comunidades pré-históricas ocupantes. Segundo Sombroek (1966) a fertilidade das TPAs deve-se unicamente à ocupação indígena prolongada, comprovado pela similaridade entre textura, a composição da fração argila e a profundidade do horizonte C dos perfis de



TPAs e solos adjacentes. Em consequência da sua alta fertilidade, em contraste com os solos naturais geralmente pobres em nutrientes, facilmente lixiviados e ácidos.

Campos et al (2011) em estudos realizados na região de Manicoré/AM constatou que as TPAs caracterizadas apresentavam os horizontes superficiais com cores úmidas variando de bruno-acinzentado muito escuro a preto, com matiz de 10YR, valores entre 2 e 3 e cromas entre 1 e 2, enquanto os horizontes subsuperficiais, de cores amareladas ou avermelhadas, marcando uma nítida diferenciação entre o horizonte A escuro (antropogênico) e os horizontes diagnósticos subsuperficiais. Estes solos apresentam estrutura granular com grau de desenvolvimento forte, variando de pequena a muito pequena. De acordo com Cunha et al. (2007), este comportamento deve-se principalmente a ação do carbono pirogênico (particulada, livre, protegida e em complexos organo-minerais) que tem papel importante na formação e estabilização dos agregados.

Segundo Glaser, (2007) em solos de TPAs verifica-se elevados teores de carbono orgânico, fósforo, cálcio, magnésio, zinco e manganês contrastando com os solos naturais. Falcão et al., (2001), relatam que o pH deste solos encontrar-se na faixa 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. De acordo com Cunha et al. (2007), a fertilidade das TPAs geralmente é fortemente relacionada com as características moleculares das substâncias húmicas. Segundo Neves Junior (2008) um dos fatores mais intrigante nas TPAs é a sua capacidade de manter a fertilidade natural após várias décadas de uso.

Quanto aos atributos físicos, as TPAs apresentam horizontes bem drenados, com textura variando entre arenosa e muito argilosa (LIMA et al., 2002), com boa disponibilidade de água e baixos valores de densidade do solo, exibem boas condições de aeração, porosidade e condutividade hidráulica adequadas para promover a infiltração de água e favorecer as trocas gasosas (NEVES JÚNIOR, 2008). Smith (1980), afirma que as TPAs possuem horizonte A antrópico que varia a sua espessura de 36 a 73 cm, no entanto pode ser encontrados solos com horizontes mais profundo do que o mencionado.

As TPAs geralmente apresentar uma menor densidade do solo, em comparação aos solos adjacentes. Em estudo realizado por Neves Junior (2008) em ambientes de Terras Pretas Arqueológicas manejadas com cultivo, o autor constatou baixos valores de densidade do solo nos horizontes antropogênicos e aumento da densidade com a

profundidade, fato que deve-se a ocorrência da diminuição do volume de poros em função dos altos valores de carbono orgânico.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Caracterização do meio físico**

A área de estudo localiza-se na região Sul do Amazonas, sob as coordenadas geográficas de 7° 30' 22" S e 63° 01' 15" W. De acordo com Brasil (1978), as áreas de estudo estão situadas 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%.

#### **3.2. Metodologia de Campo e laboratório**

No levantamento de campo foi observado que o perfil 1 (P<sub>1</sub>) localiza-se no sopé da paisagem sob vegetação secundária (pastagem), o perfil 2 (P<sub>2</sub>) encontra-se localizado em um relevo local plano sob o cultivo de pastagem, o perfil 3 (P<sub>3</sub>) localiza-se no topo baixo da paisagem e sob o cultivo de hortaliças, o perfil 4 (P<sub>4</sub>) localiza-se no sopé e sendo cultivado com hortaliças, o perfil 5 (P<sub>5</sub>) está localizado em um relevo local plano e sendo cultivado com milho, o perfil 6 (P<sub>6</sub>) sobre o uso atual de capoeira-pastagem e por ultimo o perfil 7 (P<sub>7</sub>) foi coletado na meia encosta sob o cultivo de milho (Tabela 1).

Nos sítios de TPAs identificados foram abertas trincheiras 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 dos horizontes dos solos. Os solos foram classificados segundo critérios estabelecidos pelo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os solos coletados foram levados para Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do IEAA/UFAM para realização das análises.

**Tabela 1.** Identificação dos perfis, segmentos de vertente, coordenadas, sistema de manejo e município.

Perfis	Segmento de Vertente	Coodernadas	Sistema de Manejo Atual	Município
P <sub>1</sub>	Sopé	S - 07° 12' 36.8" W 059° 55' 16.3"	Pastagem	Apuí
P <sub>2</sub>	Sopé	S 07° 13' 08.5" W 059° 53' 09.1"	Pastagem	Apuí
P <sub>3</sub>	Topo Baixo	S 07° 13' 37,5" W 059° 52' 06.1"	Hortaliças	Apuí
P <sub>4</sub>	Topo	S 07° 11' 55,9" W 059° 54' 40,9"	Hortaliças	Apuí
P <sub>5</sub>	Topo	S 07° 11' 38,0" W 059° 54' 44,8"	Milho	Apuí
P <sub>6</sub>	Topo	S 07° 16' 49,4" W 059° 56' 56.4"	Pastagem	Apuí
P <sub>7</sub>	Topo	S 07 56' 33,06" 61 30' 47,0023".	Milho	Manicoré

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

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 15 minutos, seguindo metodologia proposta pela Embrapa (1997). A fração argila separada por sedimentação, as areias grossas e finas por tamisação e o silte calculado por diferença.

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

O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e KCl (Embrapa, 1997). A acidez potencial (H+Al), determinada através da extração com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio utilizando-se metodologia proposta pela Embrapa (1997). O carbono orgânico total foi determinado pelo método de oxidação via úmida, com aquecimento externo (YEOMANS & BREMNER, 1988), e a matéria orgânica estimada com base no carbono orgânico total.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Atributos Morfológicos

Todos os sítios amostrados apresentaram em seus horizontes superficiais, fragmentos de cerâmicas e coloração escura atendendo assim os requisitos para serem considerados como solos de Terras Pretas Arqueológicas. De acordo com Kampf & Kern (2005) as TPAs apresentam coloração escura, fragmentos de cerâmica e/ou líticos e artefatos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo.

Na Tabela 2 são apresentados os atributos morfológicos dos solos estudados. Constatou-se que os horizontes superficiais apresentaram cores cinza muito escuro, com matiz 10YR e cromas variando entre 1 e 2, excetuando o perfil 7 que apresentou matiz de 5Y diferenciando-se dos demais solos, já os horizontes subsuperficiais apresentaram cores amareladas, marcando uma nítida diferenciação entre o horizonte A e os demais horizontes diagnósticos subsuperficiais, corroborando com resultados encontrados por Kern (1996); Lima, (2001) e Campos et al. (2011), que relatam a coloração escura dos horizontes superficiais dos solos em sítios de TPAs.

Para Kern & Kampf (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 queimados.

A intensidade da cor e a profundidade de ocorrência dos horizontes antrópicos são produtos do tempo de ocupação dos sítios (DENEVAN, 1996), deste modo a pequena variação observada na profundidade de ocorrência dos horizontes antropogênicos, entre 27 e 50 cm, sugere que esses sítios apresentam semelhanças entre si, refletindo o tempo de ocupação e densidade populacionais similares. Campos et al. (2011), realizando trabalho de caracterização e classificação de Terras Pretas Arqueológicas na região do Médio Rio Madeira observaram-se que os horizontes antropogênicos variaram de 37 a 50 cm de profundidade.

Estas profundidades de ocorrência dos horizontes antrópicos são constatado também por Kern et al. (2003) que relataram a maioria dos sítios de TPAs possuem a espessura do horizonte A variando entre 30 e 60 cm. Já para Smith (1980) a grande maioria dos solos em sítios de TPAs varia a profundidade do horizonte A entre 36 a 73 cm, embora o mesmo já tenha mencionado a ocorrência de TPAs com até 2 metros de profundidade.

**Tabela 2.** Caracterização morfológicas de sítios de Terras Pretas Arqueológicas na região Sul do Amazonas.

Horiz.	Prof. (cm)	Material Lítico	Fragmentos de Cerâmica g.kg <sup>-1</sup>	Cor (úmida)	<sup>1</sup> Textura	<sup>2</sup> Estrutura	<sup>3</sup> Consistência (úmido, molhado)	<sup>4</sup> Transição
<b>Perfil 1. NEOSSOLO LITÓLICO</b>								
A <sub>1</sub>	0 -19	50,00	75,80	10YR 2/2	fr.arenosa	mod. méd. a gr. bl. ang.	mfri., nplás. npeg.	gra. e pla.
A <sub>2</sub>	19 -35	21,90	66,08	10YR 2/1	fr.arenosa	fo. gr. a mgr. bl. ang.	fri. nplás. npeg.	-
<b>Perfil 2. NEOSSOLO LITÓLICO</b>								
A <sub>1</sub>	0 -24	0,0	54,06	10YR 2/1	fr.siltosa	mod. mpeq. a peq. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	gra. e pla.
A <sub>2</sub>	24 -50	16,53	14,14	10YR 2/1	fr.siltosa	fo. peq. a méd. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	-
<b>Perfil 3. ARGISSOLO AMARELO</b>								
A <sub>1</sub>	0 – 22	9,48	220,06	10 YR 2/1	fr.siltosa	mod. peq. a méd. bl. sub. a gran.	lig.plás. lig. peg.	dif. e pla.
A <sub>2</sub>	22- 40	0,0	57,94	10 YR 2/2	fr.siltosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. sub.	lig.plás. lig. peg.	dif. e pla.
AB	40 -64	0,0	0,0	10 YR 3/2	argilosa	mod. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	plás. peg.	dif. e pla.
BA	64 -87	0,0	0,0	10 YR 3/2	argilosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. Sub	plás. peg.	cla. e pla.
Bt <sub>1</sub>	87 -116	0,0	0,0	10 YR 4/4	argilosa	fo. méd a gr. bl. ang. a bl. Sub	mplás. mpeg.	cla. e pla.
Bt <sub>2</sub>	116 -146 <sup>+</sup>	0,0	0,0	10 YR 6/6	mt. argilosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	plás. peg.	-
<b>Perfil 4. CAMBISSOLO HÁPLICO</b>								
A <sub>1</sub>	0 – 22	216,12	94,15	10 YR 2/2	fr.siltosa	fo. méd. a gr. bl. ang. e gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	cla. e pla.
A <sub>2</sub>	22 - 44	124,54	94,92	10 YR 2/1	fr.siltosa	mod. peq. a méd. bl. ang. e gran.	fri. lig.plás. lig.peg.	gra. e ond.
AC	44 – 62	260,78	0,0	10 YR 3/3	fr.arg.siltosa	fo. méd. a gr. bl. ang. e bl. sub	fri. plás. peg.	cla. e pla.
CR/Bi	62 <sup>+</sup>	190,80	0,0	10 YR 4/3	fr.arg.siltosa	fr. méd. gra.	fri. plás. peg.	-

Continua...

Perfil 5. ARGISSOLO AMARELO								
A <sub>1</sub>	0 – 16	20,90	66,90	10 YR 2/1	fr.siltosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fri. lig.plás. lig.peg	gra. e pla.
A <sub>2</sub>	16- 35	10,83	55,80	10 YR 2/1	fr.siltosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. Sub	mfri. nplás. npeg.	dif. e pla.
AB	35 -58	0,0	0,0	10 YR 2/2	fr.siltosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. Sub	fri. lig.plás. lig. peg.	gra. e pla.
B/A	58 – 86	0,0	0,0	10 YR 3/2	fr.arg.siltosa	mod. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fri. plás. peg.	gra. e pla.
Bt <sub>1</sub>	86 – 110	0,0	0,0	10 YR 4/6	fr.arg.siltosa	mod. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fir. plás. peg.	dif. e pla.
Bt <sub>2</sub>	110 - 125	0,0	0,0	10 YR 6/8	Argilosa	fr. méd. a gr. bl. ang. a bl. Sub	fri. plás. peg.	-

Perfil 6. ARGISSOLO AMARELO								
A <sub>1</sub>	0 – 12	35,08	32,82	10 YR 3/2	fr.argilosa	fo. mpeq. a peq. gran.	fri. lig.plás. lig.peg.	cla. e pla.
A <sub>2</sub>	12- 27	44,80	13,50	10 YR 2/2	fr.argilosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. Sub	fri. lig.plás. lig.peg.	gra. e pla.
BA	27 – 44	0,0	0,0	10 YR 4/6	Argilosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a gran.	fri. plás. peg.	dif. e pla.
Bt <sub>1</sub>	44 – 65	0,0	0,0	10 YR 5/6	Argilosa	fo. méd. a gr. bl. ang. a bl. sub	fir. mplás. mpeg.	dif. e pla.
Bt <sub>2</sub>	65 - 89	0,0	0,0	10 YR 6/6	Argilosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. bl. sub a gran.	fir. mplás. mpeg.	gra. e pla.
Bt <sub>3</sub>	89 - 115 <sup>+</sup>	0,0	0,0	10 YR 6/6	mt. argilosa	fo. gr. a mgr. bl. ang. a bl. Sub	fir. mplás. mpeg.	-

Perfil 7. ARGISSOLO AMARELO								
Ap <sub>1</sub>	0 – 19	11,15	67,90	5 Y 2,5/1	Franca	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. npeg	cla. e pla.
Ap <sub>2</sub>	19 – 35	12,80	13,50	5 Y 2,5/1	fr.arenosa	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. npeg.	cla. e pla.
AB	35 – 64	0,0	0,0	5 Y 2,5/2	fr.argilosa	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. npeg.	dif. e pla.
BA	64 – 89	0,0	0,0	5 Y 3/2	Argilosa	fo. mpeq. gran.	mfri. nplás. lig.peg.	dif. e pla.
Bt <sub>1</sub>	89 – 121	0,0	0,0	5 Y 5/4	Argilosa	mod. mpeq. bl. Sub e gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	cla. e pla.
Bt <sub>2</sub>	121 - 150	0,0	0,0	5 Y 6/8	Argilosa	fo. peq. gran.	mfri. lig.plás. lig.peg.	-

<sup>1</sup> fr.: franco; fr.arg.: franco-argilo; mt.: muito.<sup>2</sup> 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. <sup>3</sup> 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. <sup>4</sup> cla.: clara; pla.: plana; gra.:gradual; ond.: ondulada; dif.: difusa.

Verificou-se que os horizontes antropogênicos variaram entre as texturas franca, franco-arenosa, franco-siltosa e franco-argilosa, variando para os horizontes diagnósticos subsuperficiais que foram classificados como franco-siltosa, franca, argilosa e muito argilosa (Tabela 2). Os resultados das classes texturais encontrados corroboram com resultados encontrados por Neves Junior (2008) que mostraram que a textura destes solos varia de arenosa a muito argilosa.

Para a consistência úmida, observou-se nos horizontes antrópicos uma variação de friável a muito friável, enquanto que nos horizontes subsuperficiais foram observadas a consistência friável e firme. Para a consistência molhada, observou-se que os horizontes antrópicos variam de não plásticos a ligeiramente plásticos, sendo este mesmo comportamento observado para a pegajosidade. Já os horizontes subsuperficiais, tanto a plasticidade como a pegajosidade tenderam a aumentar (Tabela 2).

A estrutura apresentada nos horizontes antrópicos comportou-se como blocos angulares, subangulares e granular variando de moderado a forte o seu grau de desenvolvimento (Tabela 2). Segundo Silva et al. (2001) o desenvolvimento e o tipo da estrutura está relacionado com a drenagem dos solos, condicionada pela posição topográfica pois solos moderadamente a bem drenados apresentam estrutura moderada em blocos angulares e subangulares, enquanto solos com drenagem imperfeita apresentaram grau de desenvolvimento fraco e estrutura padrão em prismas poligonais.

#### **4.2 Atributos Físicos**

Observou-se a dominância da fração silte na maioria dos horizontes antrópicos (Tabela 3) estabelecendo assim uma textura franco-siltosa, exceções foram os horizontes superficiais dos Perfis 1 e 7 que tiveram a areia como a fração dominante atribuindo-se assim texturas de franco-arenosa e franca respectivamente. Já nos horizontes diagnósticos notou-se a dominação das frações mais fina do solo, sendo que o perfil 4 e 5 apresentaram maiores valores de silte, e os perfis 3, 6 e 7 apresentaram maiores teores de argila em seus horizontes diagnósticos. Em trabalho realizado por Campos et al. (2011), com TPAs na região do médio Rio Madeira os autores observaram a dominância da areia em especial da areia grossa nos perfis estudados, corroborando com os valores encontrados neste trabalho.

A relação silte/argila (S/A) apresentou valores distintos entre os solos sendo que o perfil 2 (Neossolo Litólico) apresentou os valores mais elevados, os demais perfil apresentaram menores valores, o perfil 6 destacou-se com os menores valores em



relação aos demais. De modo geral todos os horizontes antrópicos apresentaram uma relação de S/A mais elevada em comparação aos horizontes diagnósticos (Tabela 3). Segundo Marques Júnior (1995) e Jacomine (2005) a relação S/A é utilizada como um índice auxiliar na indicação do grau de intemperismo dos solos, desta maneira quanto maior o valor da relação S/A menos intemperizado é o solo.

**Tabela 3.** Caracterização física de Terras Pretas Arqueológicas na região Sul do Amazonas.

Horizonte	Prof.	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	ADÁ	GF	S/A	Ds	Dp	Pt
	cm	g.kg <sup>-1</sup>			g.kg <sup>-1</sup>		%	g.cm <sup>-3</sup>			%
<b>Perfil 1. NEOSSOLO LITÓLICO</b>											
A <sub>1</sub>	0 -19	697,81	14,760	196,03	91,40	42,78	53,19	2,14	1,41	2,79	50
A <sub>2</sub>	19 -35	709,19	16,27	192,74	81,80	24,34	70,24	2,36	1,38	2,81	51
<b>Perfil 2. NEOSSOLO LITÓLICO</b>											
A <sub>1</sub>	0 -24	151,93	23,83	672,93	151,32	65,96	56,41	4,45	0,88	2,56	66
A <sub>2</sub>	24 -50	121,88	14,98	696,58	166,56	82,34	50,56	4,18	0,87	2,75	68
<b>Perfil 3. ARGISSOLO AMARELO</b>											
A <sub>1</sub>	0 - 22	86,72	128,73	524,99	259,56	166,84	28,80	2,02	0,79	2,56	69
A <sub>2</sub>	22- 40	80,92	128,68	443,31	347,10	261,3	24,72	1,28	1,02	2,66	62
AB	40 -64	67,18	104,04	356,50	472,28	354,58	24,92	0,75	1,20	2,79	57
BA	64 -87	65,86	89,18	294,60	550,36	462,26	16,01	0,54	1,26	2,93	57
Bt <sub>1</sub>	87 -116	52,30	76,49	294,91	576,30	487,92	15,34	0,51	1,36	2,82	52
Bt <sub>2</sub>	116 -146 <sup>+</sup>	55,88	76,98	253,63	613,50	504,96	17,69	0,41	1,34	2,87	53
<b>Perfil 4. CAMBISSOLO HÁPLICO</b>											
A <sub>1</sub>	0 - 22	60,52	88,02	608,95	242,52	95,6	17,71	2,51	1,03	2,52	59
A <sub>2</sub>	22 - 44	54,17	91,88	593,55	260,40	91,62	38,79	2,28	1,04	2,75	62
AC	44 - 62	52,22	85,51	583,47	278,80	121,6	19,68	2,09	1,17	2,73	57
CR/Bi	62 <sup>+</sup>	50,64	88,72	513,91	346,72	112,14	42,79	1,48	-	-	-
<b>Perfil 5. ARGISSOLO AMARELO</b>											
A <sub>1</sub>	0 - 16	70,30	102,04	620,38	207,28	35,26	54,49	2,99	1,00	2,64	62
A <sub>2</sub>	16- 35	49,95	90,44	624,77	234,84	71,3	27,13	2,66	0,86	2,57	67
AB	35 -58	55,14	101,57	598,93	244,36	47,24	59,26	2,45	0,94	2,68	65
B/A	58 - 86	57,07	97,26	510,15	335,52	99,34	38,02	1,52	1,18	2,80	58
Bt <sub>1</sub>	86 - 110	56,55	97,19	438,14	408,12	4,68	97,91	1,07	1,24	2,81	56
Bt <sub>2</sub>	110 - 125	54,56	105,63	367,17	472,64	1,56	99,35	0,78	1,23	2,80	56
<b>Perfil 6. ARGISSOLO AMARELO</b>											
A <sub>1</sub>	0 - 12	102,45	143,94	440,19	313,42	150,3	52,05	1,40	0,97	2,74	64
A <sub>2</sub>	12- 27	85,56	151,91	396,21	366,32	259,28	29,22	1,08	1,07	2,60	59
BA	27 - 44	73,36	106,53	268,69	551,42	339,84	38,37	0,49	1,30	2,84	54
Bt <sub>1</sub>	44 - 65	54,46	79,83	268,67	597,04	14,82	97,52	0,45	1,27	2,87	56
Bt <sub>2</sub>	65 - 89	48,83	72,68	290,65	587,84	0,00	100,00	0,49	1,31	2,90	55
Bt <sub>3</sub>	89 - 115 <sup>+</sup>	49,91	77,99	254,77	617,32	1,08	99,83	0,41	1,28	2,79	54
<b>Perfil 7. ARGISSOLO AMARELO</b>											
Ap <sub>1</sub>	0 - 19	246,19	145,64	412,17	196,00	94,74	38,55	2,10	1,49	2,60	43
Ap <sub>2</sub>	19 - 35	367,32	143,79	289,13	199,76	114,88	42,49	1,45	1,73	2,87	40
AB	35 - 64	282,24	131,87	258,85	327,04	226,64	30,70	0,79	1,74	2,88	39
BA	64 - 89	253,67	122,98	155,75	467,60	319,42	31,69	0,33	1,86	2,90	36
Bt <sub>1</sub>	89 - 121	235,59	128,60	165,79	470,02	290,26	38,25	0,35	1,85	2,90	37
Bt <sub>2</sub>	121 - 150	267,08	119,93	153,17	459,82	266,98	41,94	0,33	1,84	2,88	36

Os valores de densidade do solo ( $D_s$ ) foram menores nos horizontes A antropogênicos em comparação aos horizontes diagnósticos observando assim um nítido aumento desta em profundidade (Tabela 3). Resultados bastante semelhante foram encontrados por Campos et al. (2011) observando-se o mesmo comportamento para os valores de  $D_s$  ao longo do perfil das TPAs estudadas. Em trabalho realizado por Neves Junior (2008) o autor relacionou os baixos valores de densidade do solo nos horizontes antropogênicos aos altos teores de carbono orgânico. Segundo Steinbeiss et al. (2009), a menor  $D_s$  nos horizontes superficiais pode ser resultante ainda da intensa atividade biológica (fauna e raízes), que constrói canais, cavidades e galerias.

De acordo com Kern (1988), é de se esperar que com a ocupação humana os valores de  $D_s$  aumentem com o passar dos tempos, no entanto em solos com altos teores de matéria orgânica pode-se diminuir o efeito do período de ocupação sobre a estrutura do solo. Desta maneira em TPAs devido os altos valores de carbono orgânico ocorrem uma diminuição dos impactos decorrente do uso do solo, sendo menores os valores de  $D_s$  nestes solos, quando comparados com solos adjacentes sobre mesmo período de ocupação, no entanto sem altos teores de matéria orgânica. Esta afirmação é reforçada por Chan (2002), ao dizer que a  $D_s$  depende da composição (mineral e orgânica) e das condições estruturais do solo, neste contexto Neves Junior (2008) relata que solos com a mesma composição granulométrica e com condições estruturais semelhantes possuem valores de  $D_s$  muito próximos, desde que não haja diferença nos teores de carbono orgânico do solo.

A densidade de partículas ( $D_p$ ) foi bastante semelhante ao longo dos perfis, embora observou-se uma leve tendência de aumento em profundidade (Tabela 3), estes valores de  $D_p$  evidenciam a presença de partículas de mesma natureza mineral.

Com relação aos valores da porosidade total ( $P_t$ ), verificou-se que nos horizontes antropogênicos os valores são mais elevados que nos demais horizontes subsuperficiais. Os valores de  $P_t$  estão inversamente relacionados a  $D_s$ , enquanto a  $D_s$  aumenta em profundidade a  $P_t$  decresce esta mesma tendência foi observada por Campos (2009) e Campos et al. (2011) onde ambos relacionam estes valores aos elevados teores de matéria orgânica e a intensa atividade biológica nos horizontes antropogênicos. Com o aumento da densidade ocorre diminuição do volume de poros, contribuindo para baixas produtividades da área cultivada. A compactação reduz o volume dos poros de maior diâmetro do solo, ocasionando perdas do conteúdo de água do solo para a atmosfera, que impedem o desenvolvimento das raízes, a compactação é um efeito direto da

desestruturação e desagregação do solo, que, por sua vez, são resultantes da modificação dos fatores de estabilização dos agregados.

Os valores de argila dispersa em água e de grau de floculação não estabeleceram uma tendência ao longo dos perfis variando bastante de um perfil para outro (Tabela 3).

### **4.3 Atributos químicos**

Os valores de pH em água nos horizontes antropogênicos variaram de 4,52 a 6,81, já os valores do pH em KCl foram sempre menores variando de 3,72 a 5,72 (Tabela 4.). Os resultados de pH encontrados são semelhantes aos citados por Falcão et al. (2009) de 4,32 a 6,61 o pH em água e de 3,77 a 6,01 o pH em KCl, as diferenças de pH nos solos estudados evidencia a natureza heterogenia de ocorrência de TPAs seja pelas as condições pedoambientais ou pelas as atividades humanas em cada local. O valor do delta pH foi negativo para todos os solos estudados indicando a predominância de argilas silicatadas nos solos e a capacidade deste em reter cátions.

Os valores de acidez potencial foram maiores nos horizontes superficiais e decresceram com a profundidade para todas as TPAs, valores muito semelhantes para a acidez potencial foi encontrado por Campos et al. (2011), observando-se também que os valores foram maiores nos horizontes superficiais e menores nos subsuperficiais.

Os teores de carbono orgânico oscilaram entre 25,96 a 111,48 g.kg<sup>-1</sup> nos horizontes antrópicos, havendo um decréscimo deste com a profundidade do solo, resultados similares foram obtidos por Campos et al. (2011). O conteúdo elevado de carbono nas TPAs, mesmo estando em ambiente propício à decomposição e lixiviação, pode ser atribuído composição da matéria orgânica rica em carbono pirogênico (carvão) adicionada ao solo pela atividade dos povos indígenas pré-colombianos (GLASER, 2000). Os valores de matéria orgânica apresentam a mesmas similaridades dos resultados de carbono orgânico o qual decresce em profundidade do solo.

**Tabela 4.** Caracterização química de sítios de Terras Pretas Arqueológicas na região Sul do Amazonas.

Horizonte	Prof. cm	pH		Delta pH	H+Al g.dm <sup>-3</sup>	Carbono Orgânico g.kg <sup>-1</sup>	Matéria Orgânica g.kg <sup>-1</sup>
		Água	KCl				
<b>Perfil 1 - NEOSSOLO LITÓLICO</b>							
A <sub>1</sub>	0 -19	5,57	4,06	- 1,51	9,32	50,63	87,29
A <sub>2</sub>	19 -35	5,45	4,07	- 1,38	9,90	52,87	91,14
<b>Perfil 2 - NEOSSOLO LITÓLICO</b>							
A <sub>1</sub>	0 -24	4,94	4,11	- 0,83	15,35	98,87	170,46
A <sub>2</sub>	24 -50	5,23	4,15	- 1,08	12,21	55,18	95,13
<b>Perfil 3 - ARGISSOLO AMARELO</b>							
A <sub>1</sub>	0 - 22	6,65	5,47	- 1,18	6,93	73,06	125,95
A <sub>2</sub>	22- 40	6,66	5,23	- 1,43	6,77	52,47	90,46
AB	40 -64	6,81	5,25	- 1,56	5,20	30,03	51,76
BA	64 -87	6,65	5,31	- 1,34	4,54	25,60	44,13
Bt <sub>1</sub>	87 -116	6,30	5,08	- 1,22	3,71	21,93	37,80
Bt <sub>2</sub>	116 -146 <sup>+</sup>	6,30	5,01	- 1,29	4,04	20,37	35,12
<b>Perfil 4 - CAMBISSOLO HÁPLICO</b>							
A <sub>1</sub>	0 - 22	6,42	5,09	- 1,33	9,98	98,87	170,46
A <sub>2</sub>	22 - 44	6,52	4,83	- 1,69	11,47	90,25	155,60
AC	44 - 62	6,30	4,74	- 1,56	9,65	30,34	52,31
CR/Bi	62 <sup>+</sup>	5,79	4,56	- 1,23	8,66	25,64	44,20
<b>Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO</b>							
A <sub>1</sub>	0 - 16	5,02	4,05	- 0,97	17,24	111,48	192,19
A <sub>2</sub>	16- 35	5,35	4,14	- 1,21	14,93	67,95	117,15
AB	35 -58	5,31	4,20	- 1,11	12,54	59,17	102,01
B/A	58 - 86	5,33	4,22	- 1,11	9,41	45,05	77,66
Bt <sub>1</sub>	86 - 110	5,37	4,35	- 1,02	7,10	21,85	37,66
Bt <sub>2</sub>	110 - 125	4,81	4,43	- 0,38	5,94	20,13	34,70
<b>Perfil 6 - ARGISSOLO AMARELO</b>							
A <sub>1</sub>	0 - 12	4,52	3,74	- 0,78	15,84	96,32	166,05
A <sub>2</sub>	12- 27	4,69	3,72	- 0,97	15,10	86,26	148,72
BA	27 - 44	4,70	3,64	- 1,06	11,14	42,73	73,67
Bt <sub>1</sub>	44 - 65	4,82	3,64	- 1,18	8,00	22,72	39,24
Bt <sub>2</sub>	65 - 89	4,59	3,61	- 0,98	6,68	20,65	35,60
Bt <sub>3</sub>	89 - 115 <sup>+</sup>	4,43	3,62	- 0,83	7,01	19,73	34,02
<b>Perfil 7 - ARGISSOLO AMARELO</b>							
Ap <sub>1</sub>	0 - 19	6,52	5,72	- 0,80	5,94	65,40	112,74
Ap <sub>2</sub>	19 - 35	6,18	5,01	- 1,17	7,43	48,80	84,13
AB	35 - 64	6,57	5,02	- 1,55	5,28	25,96	44,75
BA	64 - 89	6,42	5,05	- 1,37	4,79	37,55	64,73
Bt <sub>1</sub>	89 - 121	6,40	5,24	- 1,16	3,63	21,97	37,87
Bt <sub>2</sub>	121 - 150	6,32	5,66	- 0,66	3,05	19,73	34,02

Com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (Embrapa, 2006) os sete perfis foram classificados, de acordo seus atributos morfológicos, físicos e químicos, até o 2º nível categórico. Dessa maneira os solos foram classificados P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> Neossolo Litólico, P<sub>3</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub> Argissolo Amarelo e P<sub>4</sub> Cambissolo Háplico. As classes de solos encontradas são concordantes com as identificadas por Lima (2001), que afirma que as TPAs taxonomicamente enquadram-se nas ordens dos Argissolos, Latossolos, Cambissolos e Neossolos.

## **5. CONCLUSÕES**

Com exceção ao perfil 7 todos os solos apresentaram matiz de 10YR, nos horizontes antrópicos a coloração foi cinza muito escuro e nos horizontes subsuperficiais apresentaram cores amareladas, marcando uma nítida diferenciação entre o horizonte A antrópico e os demais horizontes diagnósticos subsuperficiais;

Há semelhança na profundidade do horizonte A antrópico, sugerindo uma similaridade nos processos de formação deste solo;

A textura nos horizontes A antrópicos variaram de franca arenosa, franca a franca siltosa, texturas mais finas foram dominantes nos horizontes diagnósticos;

Os solos foram classificados como Neossolo Litólico, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háptico, mostrando assim a ocorrência heterogênea dos sítios de Terras Pretas Arqueológicas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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** (São Paulo, SP. Impresso), v. 70, p. 18-27, 2011.

CHAN, K. Y. **Bulk Density**. In: LAL, R (Ed.). *Encyclopedia of Soil Science*, New York: Marcel Dekker, 2002. P. 128-130.

CUNHA, T. J. F.. **Ácidos Húmicos de Solos Escuros da Amazônia (Terra Preta do Índio)**. 2005. 139 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro.

CUNHA, T.J.F.; MADARI, B.E.; BENITES, V.M.; CANELAS, L.P.; NOVOTNY, E.H.; MOUTTA, R.O.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, G.A. Francionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazonica**, 37: 91-98, 2007.

DENEVAN, W.M. A bluff model of riverine settlement in prehistoric Amazonia. **Annals of the American Geographers**. 86: 654–681. 1996.

DERENNE, S; LARGEAU, C. A review of some important families of refractory macromolecules: Composition, origin, and fate in soils and sediments. **Soil Science**, Baltimore, v. 166, p. 883-884, 2001.

EDEN, M. J.; BRAY, W.; HERRERA, L.; McWAN, C. Terra Preta soils and their archeological context in the Caqueta Basin of Southeast Colombia. **American Antiquity**, Washington, v. 49, nº 1, p.125-140, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2006. 354p.

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, XI**. Grupo de trabalho: Terras Pretas Arqueológicas na Amazônia: Estado da Arte. Rio de Janeiro. 2p. 2001

FALCAO, N. P. S.; MOREIRA, A.; COMERFORD, N. B.; LEHMANN, J. Fertilidade do solo de Terra Preta de Índio. In: TEIXEIRA, W. G., KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Org.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia -- Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. 1ª Ed. Manaus: UFAM, 2009, v. 1, p. 201-211.

GLASE, B. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. **Philosophical Transactions the Royal Society 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. **Organic Geochemistry**, v.31, p.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. da; CARDOSO, E. J. (Ed.) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.4, p.193-231, 2005.

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.. (Org.). **Tópicos em Ciência do solo**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, 5: 277-320.

KERN, D. C. & KÄMPF, N. O efeito de antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológicas na região de Oriximiná – PA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.13, p.219-225, 1989.

KERN, D. C. **Caracterização pedológica de solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará**. 1988, 232f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1988.



KERN, D.C.; D;’ AQUINO, G.; RODRIGUES, T.E.; FRAZÃO, F.J.L.; SOMBROEK, W.; NEVES, E.G.; MYERS, T.P. Distribution of antropogenic dark earths. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; WOODS, W.; GLASER, B. (Org.). **Amazonian dark Earths: Origin, Properties, Management**. 1 ed. Norwell: KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 2003, 1: 51-76.

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).

LIMA, H. N. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental**. 2001, 176f. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

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 Wester 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. 1995. 226f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MORAN. Emilio F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis, RJ: vozes, 1990.

NEVES JUNIOR, A. F. **Qualidade física de solos com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central**. Piracicaba, 2008, 94f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

NEVES, E.G.; PETERSON, J.B; BARTONE, R.N; SILVA, C.A. Historical and socio-cultural origins of Amazonian darck earths. In: LEHMAN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B.; WOODS, W.I. **Amazonian darek earths; origin, properties and management**, 1 Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 29-50.

ROOSEVELT, A. C. Arqueologia Amazônica. In CUNHA, M. C. da (org.) **História dos Índios no Brasil**. São Paulo: Companhia das letras, 2002. p. 53-86.

SILVA, M. B.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; NASCIMENTO, R. A. M. Estudo de topossequência na baixada litorânea fluminense: Efeito do material de origem e posição topográfica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.965-976, 2001.

SMITH, N. J. H. Anthrosol and human carrying capacity in Amazonia . In: ANNALS OF THE ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS, 70. 1980, Durham. **Annals...**Durham, 1980. p. 553-566.

SOMBROEK, W.G. **Amazonian soils**. A reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon. Wageningen: Centre for Agricultural Publication Documentation, 1966. 292 p.

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.

WOLBACH, W.S; ANDERS, E. Elemental carbon in sediments: determination and isotopic analysis in the presence of kerogen. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, London, v. 53, p.1637-1647, 1989.

WOODS, W.I.; MCCANN, J.M. 2001. **El origen y persistencia de las tierras negras de la Amazonía**. In: Hiraoka, M.; Mora, S. (Eds). Desarrollo Sostenible en la Amazonía, Abya Ayala, Quito, Ecuador. p. 23-30.