

# **Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Esforços para o Desenvolvimento da Amazônia**

*Cleci Dezordi*  
*Wenceslau Geraldes Teixeira*  
Editores-Técnicos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Ocidental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Esforços para o Desenvolvimento da Amazônia**

*Cleci Dezordi  
Wenceslau Geraldes Teixeira*  
Editores-Técnicos

*Embrapa Amazônia Ocidental  
Manaus, AM  
2008*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Ocidental**

Rodovia AM-010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319, 69010-970, Manaus - AM

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

www.cpa.embrapa.br

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Carlos Eduardo Mesquita Magalhães*

*Cheila de Lima Boijink*

*Cintia Rodrigues de Souza*

*José Ricardo Pupo Gonçalves*

*Luis Antonio Kioshi Inoue*

*Marcos Vinícius Bastos Garcia*

*Maria Augusta Abtibol Brito*

*Paula Cristina da Silva Ângelo*

*Paulo César Teixeira*

*Regina Caetano Quisen*

Revisor de texto: *Síglia Regina dos Santos Souza*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação e arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Webdesign: *Doralice Campos Castro*

1ª edição (2008): 50 CDs

**Todos os direitos reservados.**

**A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).**

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.**

**Embrapa Amazônia Ocidental.**

---

Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental (1. : 2008 : Manaus).

Integrando esforços para o desenvolvimento da Amazônia / editores Cleci Dezordi e Wenceslau Geraldes Teixeira. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

124 p.

ISBN 978-85-89111-05-8

1. Pesquisa. 2. Congresso. I. Dezordi, Cleci. II. Teixeira, Wenceslau Geraldes. III. Título.

---

CDD 630.72

© Embrapa 2008

# Editores

**Cleci Dezordi**

Bolsista CNPq, Embrapa Amazônia Ocidental,  
Manaus, AM, cleci.dezordi@cpaa.embrapa.br

**Wenceslau Geraldes Teixeira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Física e Manejo do  
Solo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental,  
Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br

# Caracterização Pedológica de Solos com Horizonte Antrópico (Terra Preta de Índio) em Área de Várzea do Rio Solimões Amazônia Central

R. S. Macedo<sup>1</sup>; W. G. Teixeira<sup>2</sup>; H. N. Lima<sup>1</sup>; G. C. Martins<sup>2</sup>; M. E. G. da Cruz<sup>1</sup>; O. C. Encinas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Mini-Campus, Manaus, AM, rmacedo@ufam.edu.br (apresentador do trabalho);

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br, gilvan.martins@cpaa.embrapa.br;

<sup>3</sup>Aluno de Mestrado da Universidade de Wageningen - Holanda, wetto3@hotmail.com.

Apoio: Finep – Rede Amazônia, Embrapa Amazônia Ocidental, Petrobras

## Resumo

Na Amazônia, existem áreas de solo que apresentam coloração escura, pH elevado, teores elevados de cálcio, magnésio e fósforo e a presença de artefatos cerâmicos, localmente chamados de Terra Preta de Índio (TPI). Essas áreas são classificadas apenas como horizonte superficial A, com características antrópicas, no quarto nível categórico pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Com o intuito de proporcionar maior abrangência e detalhar as especificidades dessas áreas, foi proposta a Legenda de Classificação de Arqueo-antropossolos (LCA). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é classificar e caracterizar a morfologia e as propriedades físicas e químicas de três perfis com horizonte antrópico, por meio do SiBCS e da LCA, em área de várzea do Rio Solimões, Amazônia Central. Foram descritos e amostrados três perfis localizados na margem do rio (barranco), sendo o P01 localizado no Município de Coari e os demais localizados próximos à cidade de Manacapuru. Os perfis foram classificados como Neossolo Flúvico Ta eutrófico antrópico (SiBCS) e, segundo a LCA, como Arqueo-antrossolo Tipto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cumúlico, flúvico (P01 e P03) e como Arqueo-antrossolo Tipto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cumúlico, flúvico (P02). Os elevados teores de P e C orgânico e a presença de material arqueológico presente no horizonte antrópico evidenciam fator humano na acumulação de resíduos, devido ao fato de essa camada, no passado, ter sido a superfície do solo. Os estudos pedológicos em TPI podem contribuir para o entendimento da capacidade de suporte do meio pelos povos pré-colombianos que deixaram seus vestígios na forma de modificações nos solos.

**Palavras-chave:** Neossolo Flúvico, Arqueo-antrossolo, perfil.

## Introdução

Na Amazônia, existem áreas de solo alteradas consideravelmente pelas populações indígenas pré-colombianas. Esses solos, conhecidos como Terra Preta de Índio (TPI), são caracterizados por apresentarem coloração escura, elevados estoques de carbono, pH elevado, teores elevados de cálcio, magnésio e fósforo, sendo comum a presença de artefatos cerâmicos e líticos (KAMPF e KERN, 2005).

Os primeiros cronistas da Amazônia relataram a existência de grandes assentamentos margeando o Rio Solimões. Entretanto, são poucos os relatos de TPI em áreas que margeiam os rios de águas barrentas e que estão sujeitas às inundações sazonais, regionalmente denominadas de várzeas.

No que se refere a essa categoria de solo, estudos pedológicos da TPI podem contribuir para o aperfeiçoamento e podem proporcionar maior abrangência do SiBCS, visto que, nesse sistema, essas áreas aparecem classificadas como apresentando um horizonte superficial denominado horizonte A, com características antrópicas. Ainda, tais estudos permitirão a consolidação de chaves de classificação específicas de TPI, como a LCA, proposta por Kampf et al. (2003), além do entendimento da capacidade de suporte do meio frente a modelos culturais dos povos pré-colombianos que deixaram seus vestígios na forma de modificações nos solos.

O presente estudo tem por objetivo classificar e caracterizar a morfologia e as propriedades físicas e químicas de três perfis com horizonte antrópico, por meio do SiBCS e da LCA, em área de várzea do Rio Solimões, Amazônia Central.

## Material e Métodos

Foram descritos e amostrados três perfis localizados na margem do rio (barranco) conforme normas e definições contidas em Santos et al. (2006). Os perfis P01 e P02 estão localizados na margem direita do Rio Solimões, quase em frente à cidade de Manacapuru, e o perfil P03 está localizado na margem esquerda do mesmo rio, na comunidade de Lauro Sodré, Município de Coari, ambos no Estado do Amazonas.

Os solos foram classificados pelo SiBCS (SANTOS et al., 2006) e pela LCA. A cor dos horizontes foi determinada por meio de comparação com as cores presentes na carta de Munsell (1994).

As análises realizadas foram: granulometria (separação de areias, silte e argila), pH ( $H_2O$ ) (relação 1:2,5), P, K e Na (extrator Mehlich 1), Ca, Mg e Al (extrator KCl 1,0 mol  $L^{-1}$ ), H + Al (extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol  $L^{-1}$  pH 7,0) e C (Walkley Black). As metodologias utilizadas estão descritas em Claessen (1997).

Foram calculados os seguintes índices: soma de bases (S); capacidade de troca catiônica (T); saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) (CLAESSEN, 1997).

## Resultados e Discussão

### Classificação

Os três perfis foram classificados como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico, conforme o SiBCS e como Arqueo-antrossolo Tipto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cúmulo, flúvico (P01 e P03) e Arqueo-antrossolo Tipto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, méxico, flúvico (P02), segundo a LCA.

### Características morfológicas e físicas

A cor (amostras úmidas) variou de cinzento muito escuro (10YR 3/1) a cinzento-escuro (10YR 4/1) no horizonte antrópico enterrado, enquanto os demais horizontes A apresentaram cores entre bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2) e bruno-escuro (10YR 3/3) (Tabela 1). Foi observada a presença de mosqueados em função da profundidade, com predomínio de cores amarelo-brunadas (10YR 6/6), indicando ambientes de má drenagem, em razão das inundações periódicas às quais são submetidos.

A transição das cores dos horizontes antrópicos com os demais se dá de maneira abrupta, em decorrência da inexistência de processo de bioturbação na profundidade em que se encontram e também pela inexpressiva eluviação entre os horizontes.

A espessura do horizonte antrópico nos perfis P01 e P03 foi de 65 cm,

caracterizado-os como cumúlico, e no P02 foi de 30 cm, caracterizando-o como méxico (Tabela 1). Provavelmente, a espessura da TPI está correlacionada com o tempo de ocupação do sítio, estimando-se uma taxa de formação de 1 cm de espessura para dez anos de assentamento (SMITH, 1980); não há, entretanto, dados locais para confirmar ou rejeitar essa taxa.

**Tabela 1.** Cor e composição granulométrica de três perfis com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) em área de várzea do Rio Solimões, no trecho entre Coari-Manaus, AM.

Hor.	Prof. (cm)	Cor		Composição granulométrica (%)				Classe textural
		Cor	Mosqueado	Areia grossa	Silte	Argila	Areia fina	
P01 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico								
P01 Arqueo-antrossolo Tapto-hórtico cinzento, textura média, êutrico, cumúlico, flúvico								
A	0-25	10YR 3/3	-	0	27	A	20	Franco-siltosa
C1	25-80	10YR 3/4	-	0	44	C1	11	Franco
2C2	80-110	10YR 4/4	10YR 4/6	0	22	2C2	19	Franco-siltosa
Au	110-175	10YR 3/1	10YR 4/4	0	34	Au	21	Franco
3C3	175-200+	10YR 4/3	10YR 5/6	0	56	3C3	10	Franco-arenosa
P02 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico								
P02 Arqueo-antrossolo Tapto-hórtico cinzento, textura média, êutrico, méxico, flúvico								
A	0 - 3	-	-	-	-	-	-	-
C	3 - 85	10YR 6/4	-	0	35	47	18	Franco
2C2	85 - 110	10YR 6/4	10YR 6/6	0	20	64	16	Franco-siltosa
Au	110 - 140	10YR 4/1	-	1	26	54	19	Franco-siltosa
3C3	140 - 180	10YR 6/3	10YR 6/4	0	35	51	14	Franco-siltosa
P03 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico								
P03 Arqueo-antrossolo Tapto-hórtico cinzento, textura média, êutrico, cumúlico, flúvico								
A	0 - 10	10YR 3/2	-	0	49	42	9	Franco
C	10 - 105	10YR 6/4	10YR 6/6	0	25	56	19	Franco-siltosa
Au	105 - 170	10YR 3/1	-	0	29	48	23	Franco
2C2	170 - 200	10YR 6/3	10YR 6/6	0	12	67	21	Franco-siltosa
3C3	200 - 300	10YR 6/3	10YR 6/6	0	25	62	13	Franco-siltosa

Todos os perfis têm textura média, sendo que o horizonte enterrado dos perfis P01 e P03 apresentaram textura franca e o P02 textura franco-siltosa. Observou-se o predomínio da fração silte, com valores em média superiores a 45% e baixo conteúdo de areia grossa (Tabela 1), pelo fato de serem, segundo Lima et al. (2007), solos novos formados a partir de sedimentos recentemente depositados e pela

incapacidade dos cursos d'água em transportar sedimentos mais grosseiros até a planície de sedimentação.

Os perfis apresentam horizonte antrópico enterrado Au com presença de material arqueológico (cerâmicas), sendo caracterizados como Táptico, pela LAC, e antrópicos, pelo SiBCS, pelo fato de serem formados ou modificados pelo uso contínuo

do solo, pelo homem, com adição de material orgânico e por apresentarem fragmentos de cerâmica (SANTOS et al., 2006). Corrêa (2007) discute que os horizontes antrópicos em várzea são horizontes fósseis (paleossolos) existentes em decorrência da dinâmica ambiental da várzea, que os soterram sob sedimentos andinos muito recentes, embora esses sítios venham sendo destruídos por processos erosivos fluviais naturais.

Esse horizonte antrópico enterrado apresenta elevado conteúdo de areia fina (Tabela 1), provavelmente por ter sido, no passado, a superfície do solo ou consequência da utilização do fogo, conforme discutido por Teixeira e Martins (2003).

Em razão de serem formados a partir de sedimentos fluviais depositados em intervalos regulares ocasionando a formação de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si, aliado ao decréscimo irregular de C orgânico em profundidade (Tabela 2), esses solos foram classificados como Neossolos Flúvicos pelo SiBCS, sendo ainda o caráter flúvico aplicado no terceiro nível categórico segundo a LCA.

### Características químicas

O pH encontra-se dentro da faixa considerada moderadamente ácido, com valores entre 5,78 e 6,52 (Tabela 2). Tal fato pode ser explicado por estarem esses perfis localizados na margem do Rio Solimões, rico em bases trocáveis, o que propicia aumento do pH.

Os perfis apresentam teores de nutriente elevados, notadamente Ca, Mg e P, enquanto os teores de  $Al^{+3}$  são baixos (Tabela 2). O Ca é o cátion predominante no complexo de troca dessas áreas, mas também foram observados elevados teores de Mg e Na, resultando em valores elevados de CTC (capacidade de troca de cátions), de

S (soma de bases) e V (saturação de bases) e valores reduzidos de m (saturação por alumínio).

A elevada CTC em associação ao conteúdo de argila  $> 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  caracterizou os perfis como Ta (argila de atividade alta). Devido à elevada V, os perfis foram caracterizados como eutróficos (SANTOS et al., 2006), e, aliado a esse fato, por apresentarem teores de P extraível  $\geq 150 \text{ g kg}^{-1}$ , teores de  $Ca + Mg \geq 8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $pH \geq 5$ , os perfis foram classificados como eutríficos pela LCA.

Os horizontes antrópicos apresentaram elevados teores de P, a saber: 379, 1.027 e 884  $\text{mg dm}^{-3}$  (P01, P02 e P03, respectivamente). Sendo o P um dos principais elementos diagnósticos da ocorrência de TPI, seus teores elevados reforçam a hipótese do uso do solo por grupos pré-históricos. Corrêa (2007) atribui esse fato à não utilização desses horizontes em sistemas atuais de cultivo, como verificado nas demais TPIs em platô, e ao baixo grau de pedogênese e pedobioturbação.

Os baixos teores de Al acarretaram reduzida saturação por alumínio (m), promovida pela riqueza desses ambientes em bases trocáveis. Vale ressaltar que teores elevados desse elemento aumentam sua concentração na solução do solo, limitando a absorção de P e disponibilizando-o em níveis tóxicos para as plantas.

Observou-se aumento brusco no conteúdo de C orgânico nos horizontes antrópicos dos perfis P02 e P03, evidenciando o fator humano na acumulação de resíduos orgânicos ao solo. Souza (2007) verificou teores de C inferiores a 1% em algumas áreas no Rio Solimões, um provável reflexo do baixo conteúdo deste nos sedimentos depositados na várzea.

**Tabela 2.** Características químicas de três perfis com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) em área de várzea do Rio Solimões, no trecho entre Coari-Manaus, AM.

Hor	PH H <sub>2</sub> O	pH KCl	P mg dm <sup>-3</sup>	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						V <sup>(3)</sup> %	C g kg <sup>-1</sup>			
				K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al			SB <sup>(1)</sup>	T <sup>(2)</sup>	
P01 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A antrópico														
P01 Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, éutrico, cumdúlico, flúvico														
A	6,28	5,38	81	0,21	0,04	8,34	4,00	0,00	1,63	12,59	14,22	88	0	9,86
C	6,35	4,62	83	0,17	0,07	6,56	2,30	0,04	0,86	9,10	9,96	91	0	1,96
2C2	6,11	4,51	90	0,22	0,11	11,22	4,43	0,04	1,60	15,98	17,58	91	0	4,71
Au	6,26	4,84	379	0,20	0,10	8,98	2,83	0,00	1,67	12,11	13,78	88	0	3,94
3C3	6,52	4,84	214	0,18	0,09	8,04	2,47	0,02	0,25	10,78	11,03	98	0	0,88
P02 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A antrópico														
P02 Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, éutrico, méxico, flúvico														
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	6,15	4,36	77	0,11	0,11	7,68	2,36	0,00	1,42	10,26	9,77	85	0	8,35
2C2	6,31	4,27	14	0,13	0,17	10,12	2,52	0,06	1,21	12,93	14,56	92	0	3,27
Au	6,18	4,74	1.027	0,15	0,23	11,73	3,56	0,01	4,11	15,67	22,01	81	0	13,40
3C3	6,28	4,78	461	0,14	0,16	8,82	2,85	0,00	1,52	11,97	18,58	92	0	1,56
P03 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A antrópico														
P03 Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, éutrico, cumdúlico, flúvico														
A	5,78	5,03	125	0,15	0,05	6,22	1,91	0,00	1,42	8,32	9,77	85	0	8,35
C	5,79	4,46	29	0,15	0,07	9,93	3,15	0,06	1,21	13,30	14,58	92	0	3,27
Au	5,95	4,90	884	0,19	0,18	14,55	2,86	0,01	4,11	17,78	22,01	81	0	13,40
2C2	6,27	4,65	246	0,17	0,14	13,53	3,12	0,00	1,52	16,96	18,58	92	0	1,56
3C3	6,41	4,68	191	0,25	0,15	12,87	3,49	0,00	1,13	16,76	17,88	94	0	1,27

<sup>(1)</sup>SB = soma de bases trocáveis; <sup>(2)</sup>T = CTC a pH 7,0; <sup>(3)</sup>V = saturação por bases; <sup>(4)</sup>m = saturação por alumínio.

Apesar de o conteúdo de C orgânico não satisfazer os requisitos para caracterizar os perfis como Hórtico, estes foram assim caracterizados por apresentarem teores de P  $\geq 65 \text{ mg kg}^{-1}$ , teores de Ca + Mg  $\geq 4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e pela presença de material arqueológico (cerâmicas) em proporção  $\geq 1\%$  por estimativa visual do horizonte de referência.

## Conclusões

Os perfis foram classificados como Neossolo Flúvico Ta eutrófico antrópico (SiBCS) e segundo a LCA como Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cúmulo, flúvico (P01 e P03) e como Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cúmulo, flúvico (P02).

Os elevados teores de P e C orgânico e a presença de material arqueológico no horizonte antrópico enterrado evidenciam fator humano na acumulação de resíduos, devido ao fato de essa camada, no passado, ter sido a superfície do solo.

## Agradecimentos

Ao Projeto Piatam, pelos recursos e pela logística.

## Referências

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. p. 15-18. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

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)**. 2007. 115 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

KAMPF, N. et al. Classification of Amazonian dark earths and other ancient antropic soils. In: LEHMANN, J. et al. **Amazonian dark earths: origin, properties and management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 77-102.

KÄMPF, N.; KERN, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: TORRADO, P. V. et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 4. 277 p.

LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, K. W. de. Os solos da paisagem da várzea com ênfase no trecho entre Coari e Manaus. In: FRAXE, T. de J. P.; PEREIRA, H. dos S.; WITKOSKI, A. C. (Ed.). **Comunidades ribeirinhas amazônicas: modo de vida e uso dos recursos naturais**. Manaus: EDUA, 2007. 223 p.

MUNSELL. **Soil color charts**. Baltimore: Munsell Color Company. 1994. 28 p.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SMITH, N.J.H. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. **Annals Assoc. Am. Geographers**, v. 70, p. 553-566, 1980.

SOUZA, K. W. **Uso do solo em comunidade de várzea do rio Solimões do trecho Coari-Manaus**. 2007. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Soil physical characterization. In: LEHMANN, J. et al. **Amazonian dark earths: origin, properties and management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 271-286.