



## Caracterização química de solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio), no município de Santarém Pará<sup>1</sup>.

**Paulo Henrique da Silva Gomes<sup>(2)</sup>; Douglas Sousa da Silva<sup>(2)</sup>, Paulo Sérgio Taube Júnior<sup>(3)</sup>, Lillian Rebellato<sup>(3)</sup>, José Augusto Amorim Silva do Sacramento<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Universidade Federal do Oeste do Pará

<sup>(2)</sup> Estudantes da Universidade Federal do Oeste do Pará; Santarém, Pará; e-mail: [phkaxuiana@gmail.com](mailto:phkaxuiana@gmail.com);

<sup>(3)</sup> Professores da Universidade Federal do Oeste do Pará.

**RESUMO:** Os solos de Terra Preta de Índio (TPI), são solos antrópicos com horizontes A Antrópico apresentando coloração escura, ricos em minerais como Ca, Mg, Zn, e P, oriundos principalmente de deposição orgânica vegetal e animal. Esses solos são bem estruturados, apresentam intensa atividade biológica, elevada capacidade de troca de cátions (CTC), alta saturação por bases e pH geralmente superiores aos solos adjacentes. Contudo ainda são escassos os trabalhos que apresentem uma correta caracterização destes solos, havendo a necessidade de pesquisas mais aprofundadas sobre o tema. Este trabalho teve como objetivo obter a caracterização química de solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio), no município de Santarém, região Oeste do Pará. Foram coletadas 20 amostras de solo em profundidades entre 0-20 e 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, em sítio arqueológico localizado em área da Universidade Federal do Oeste do Pará. Determinou-se pH em água e KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, macro (P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Zn, Mn,). De posse dos resultados analíticos determinou-se a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases (V). Em profundidades entre 0-20 e 80-100 cm, os resultados das análises de pH em água e solução de KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup> apresentaram valores entre 6,29 a 5,76, e 5,65 a 4,87 respectivamente. Acidez trocável apresentou média 0,5 cmol<sub>c</sub>/kg de H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> e a saturação por bases de 94%. Concluiu-se que os solos TPI apresentam pH e saturação por bases elevados que pode indicar elevada fertilidade.

**Termos de indexação:** Horizonte A Antrópico, alta saturação por bases e Região Oeste do Pará.

### INTRODUÇÃO

Os solos de Terra Preta de Índio (TPI), são solos de coloração escura, ricos em minerais como Ca, Mg, Zn e P, com presença de fragmentos de cerâmica, alta fertilidade e elevados teores de matéria orgânica, o que possibilita melhor estruturação. Além disso, apresentam intensa atividade biológica, geralmente maior que a dos

solos adjacentes, bem como alto poder de resiliência e recalitrância. Embora, estes solos apresentem estas características, poucos são os trabalhos referentes às análises de determinação de fertilidade para sua correta caracterização (Kern & Kämpf, 1989; Lehmann et al., 2003).

Pelo fato destes solos apresentarem horizontes A antrópico, possuem características específicas tanto na parte química (Cunha et al., 2009) quanto na parte mineralógica (Lima et al., 2001). De acordo com Kämpf & Kern (2005), as Terras Preta Amazônicas apresentam valores médios de 38,9 g kg<sup>-1</sup> para C orgânico; 507 mg kg<sup>-1</sup> para P disponível; 9,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para Ca+Mg e pH 5,6 contrapondo-se às médias de Latossolos e Argissolos de 1,6 g kg<sup>-1</sup> para C orgânico; 1,7 mg kg<sup>-1</sup> para P disponível; 1,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para Ca+Mg e pH 4,5.

Estes solos TPI, apresentam-se, geralmente, em camadas sobrepostas a diferentes classes de solos, com predomínio em Latossolos e Argissolos, que juntos correspondem a 70 % dos solos amazônicos. Ainda que seja frequente a ocorrência de solos TPI na Amazônia, suas áreas variam entre 2 a 3 ha (Silva et al., 1970; e Kern et al., 2003), mas podem ocorrer em áreas extensas superiores a 80 ha (Hilbert, 1955).

Em aproximadamente 57 % dos sítios arqueológicos catalogados (n=180), a espessura do horizonte A antrópico varia entre 30 a 60 cm, podendo alcançar até 2,00 m (Kern et al., 2003). Esta variabilidade de espessura dos horizontes antrópicos pode estar relacionada à diversidade de atividades diárias dos povos pré-coloniais, como preparo de alimentos, ciclos agrícolas e descarte de resíduos orgânicos.

O P disponível ou total destaca-se como um dos mais importantes elementos diagnósticos dos solos TPI, apresentando teor máximo de 7.455 mg.kg<sup>-1</sup> de P no horizonte A, encontrados em Itaituba-PA, decrescendo com o aumento da profundidade (Oliveira Jr et al., 2002).

O Ca, por sua maior afinidade com a solução de bases trocáveis e por sua maior disponibilidade oriunda das áreas de descarte residual, apresenta maiores teores que Mg, K e Na. Teores máximos de Ca por volta de 39,6 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> foram encontrados



em Monte Alegre-PA. Na região de Cachoeira Porteira e Belterra - PA, foram detectados teores elevados de Mg ( $7 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ), (Kern & Kampf, 1989; e Pabst, 1991). Utilizando o extrator Mehlich 1, (referência para o Cu, Fe, Mn e Zn) - extrator padrão utilizado nas análises de rotina na região) e KCl  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ , indicam presença de grandes amplitudes nos teores de Mn ( $0,31 \text{ mg dm}^{-3}$  a  $206,31 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e Zn ( $0,77 \text{ mg dm}^{-3}$  a  $69,55 \text{ mg dm}^{-3}$ ) em solos TPI. A partir da decomposição da matéria orgânica, elevados teores de cátions, principalmente de Ca e Mg, resultam em alta capacidade de troca de cátions (CTC), altos teores de Mn e Zn, pH, soma e saturação por bases elevados, dos solos TPIs.

Neste contexto, este trabalho objetivou analisar os atributos químicos de um solo de TPI da região Oeste do Pará, município de Santarém, com o intuito de obter e disponibilizar mais informações a cerca destes atributos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A cidade de Santarém está localizada entre as coordenadas geográficas  $02^\circ 25' 30'' \text{ S}$  e  $54^\circ 42' 50'' \text{ W}$ . A altitude média é de 36 m. O clima dominante na região é quente e úmido, com temperatura média anual variando entre  $25^\circ$  e  $28^\circ \text{C}$ . A precipitação média anual é de 1920 mm, com maior intensidade no chamado período de “inverno” entre os meses de dezembro e maio com médias mensais que variam de 170 mm a 300 mm. Nos meses de junho a novembro ocorre o período mais seco, correspondendo ao “verão” regional, quando ocorrem precipitações pluviais médias inferiores a 60 mm, entre os meses de agosto a outubro (PRIMAZ/CPRM, 1999).

### Amostragem e procedimentos analíticos

As amostras foram coletadas, em um perfil de solo TPI, em 05 profundidades (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e, 80-100 cm), em um sítio arqueológico localizado em área anexa à Universidade Federal do Oeste do Pará. Posteriormente, as amostras foram secas a  $60^\circ \text{C}$  pelo período de 24 h (para evitar perda da matéria orgânica para posterior análise geoquímica). Os procedimentos analíticos encontram-se a seguir:

Cada amostra foi analisada quimicamente para pH em água e pH em KCl, (relação solo:água e solo:solução (2:1), o alumínio foi extraído com solução de KCl  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  e posterior titulação com a solução de NaOH  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , Todas utilizando metodologia compilada pela Embrapa (2011). Os macro- e micronutrientes (P,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Zn e Mn) foram determinados por espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-

MS). Para tanto, 0,500g de cada solo foi digerido com solução aquosa de  $\text{HNO}_3$   $7,0 \text{ mol L}^{-1}$  (2,0 mL) a  $180^\circ \text{C}$  por 1h. Após a solução retornar a temperatura ambiente adicionou-se solução aquosa HCl  $12,0 \text{ mol L}^{-1}$  (1,0 mL) e aqueceu-se novamente a  $180^\circ \text{C}$  por 30 min. Após a digestão o sobrenadante foi filtrado e submetidos a análise por ICP-MS (Thermo Scientific). Baseado nos resultados analíticos calculou-se a capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (SB) e saturação por bases.(V).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH em água apresentou valores entre 6,29 a 5,65, respectivamente para as profundidades de 0-20 e 80-100 cm. Para o pH em KCl os valores foram menores e variaram de 5,76 a 4,87, respectivamente para as profundidades de 0-20 e 80-100 cm (ver tabela 1). Os valores de  $\Delta \text{pH}$  foram negativos, indicando a predominância de cargas negativas na superfície dos colóides.

Para os macronutrientes o P apresentou teores que variaram entre  $1.119,7 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $971,6 \text{ mg kg}^{-1}$ , na superfície 0-20 e entre 80-100 cm, respectivamente, indicando que esse solo apresenta altas concentrações de P, características antrópicas (Lehmann et al. 2003, Kampf & Kern, 2005). Nessas mesmas amostras, entre as profundidades de 0-20 e 80-100 cm, os teores de Ca variaram de  $2,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  a  $1,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Esses valores são superiores aos encontrados em latossolos predominantes na Amazônia (Kampf & Kern, 2005). Na classificação proposta por Alvarez Venegas (1999), as TPIs seriam classificadas, em sua maioria, na classe de interpretação Bom ( $\text{Ca} = 0,36$  a  $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , extrator KCl  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ ). O magnésio trocável teve valores acima de  $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , para todas as amostras, o que faz com que ele se situe na faixa considerada média e alta por Alvarez Venegas et al. (1999), com o extrator KCl  $1,0 \text{ L}^{-1}$ , e por Rajj et al. (1997) com a resina trocadora de íons. A quantidade de magnésio total, em amostras de TPI, entre as profundidades de 0-20 e 80-100 cm, determinada em ICP-MS, variaram de  $2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  a  $2,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , ficando na média de  $2,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Por fim o K trocável, apresentou teores entre  $4,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (ver tabela 2).

A análise de micronutrientes, indicou a presença de grandes amplitudes nos teores destes. O Mn variou entre  $169 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $224 \text{ mg dm}^{-3}$  e Zn  $53 \text{ mg dm}^{-3}$  a  $64 \text{ mg dm}^{-3}$ , observados entre as profundidades de 0-20 e 80-100 cm, respectivamente. Estes resultados Corroboram com a literatura já descrita sobre solos TPI, onde utilizando o extrator Mehlich 1, (referência para o



Cu, Fe, Mn e Zn) e KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>, indicam presença de grandes amplitudes nos teores de Mn (0,31 mg dm<sup>-3</sup> a 206,31 mg dm<sup>-3</sup>) e Zn (0,77 mg dm<sup>-3</sup> a 69,55 mg dm<sup>-3</sup>) nesses solos (Kampf & Kern, 2005). Sombroek et al., 2002, utiliza como pré-requisitos para a determinação de solos TPI, teores de Mn superiores a 500 mg kg<sup>-1</sup> e 50 mg kg<sup>-1</sup> de Zn.

A acidez trocável apresentou valores entre 0,5 e 0,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> entre as profundidades de 0-20 e 80-100 cm, resultado considerado muito baixo (< 1,0) (Embrapa, 2011). As amostras do solo TPI, entre as profundidades 0-20 e 80-100 cm, apresentaram como resultados, SB de 8,6 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, T de 9,1 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> e elevada saturação por bases (94%) o que leva a classificar este solo, como eutrófico (Embrapa, 2011).

### CONCLUSÕES

Os valores de ΔpH foram negativos, indicando a predominância de cargas negativas na superfície dos colóides.

Os teores de micro e macronutrientes mostraram-se elevados.

A acidez trocável apresentada na análise é classificada como baixa (< 1,0).

A saturação por bases do solo TPI analisado foi de 94%, caracterizando-o como eutrófico.

### REFERÊNCIAS

ALVAREZ VENEGAS, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. et al. Interpretação dos resultados das Análises de solos. In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H., ed. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5.ed. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.25-32.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; CANELLAS, L. P. et al. "Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon Basin." *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 33:85-93, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Revisada, 2011. 225p.

HILBERT, P. P. A cerâmica arqueológica da região de Oriximiná: Instituto de Antropologia e etnologia do Pará, 1955. p. 76.

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. et al. ed. *Tópicos em Ciência do Solo*. V.4., Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.277-320.

KERN, D. C. & KÄMPF, N. Efeitos dos antigos assentamentos indígenas na formação de solos com

Terra Preta Arqueológica na Região de Oriximiná, Pará. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 13:219-225, 1989.

LEHMANN, J.; KERN, D. C.; GLASER, B. et al. *Amazonian Dark Earths: origin, properties, management*. Dordrecht. Kluwer Academic Publisher, 2003. 523p.

PABST. Critérios de distinção entre Terra Preta e Latossolo na região de Belterra e seus significados para a discussão pedogenética. V.7. *Boletim Museu paraense Emilio Goeldi*:1991. p. 5-19.

PRIMAZ/CPRM, Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia: Caracterização Preliminar das Potencialidades Hidrogeológicas da Vila Mojuí dos Campos, com Projeto de Poço Tubular, 1999.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*, 2.ed. revista e ampliada. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.

SILVA, B.N.R.; ARAÚJO, J.V.; RODRIGUES, T.E. et al. 1970. Os solos da área Cacau-Pirêra-Manacapuru. *Solos da Amazônia*. Belém: IPEAN, 1970. 198p.

SOMBROEK, W. G. *Amazon soils: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon Region*. Wageningen: Centre for Agriculture Publications and Documentations, 1966. 292p.

TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E. et al. *As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e o uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009, 420p.

**Tabela 1** – Valores de pH em água e em cloreto de potássio em solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio), no município de Santarém Pará.

Profundidade (cm)	pH água	pH KCl	$\Delta$ pH
0-20	6,29	5,76	- 0,53
20-40	5,73	4,37	- 1,36
40-60	5,63	4,61	- 1,02
60-80	5,64	4,77	- 0,87
80-100	5,65	4,87	- 0,78

**Tabela 2** – Valores de Ca, Mg, K, P, Mn e Zn em solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio), no município de Santarém Pará.

Profundidade (cm)	Ca	Mg $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	K	P	Mn $\text{mg kg}^{-1}$	Zn
0-20	2,4	2,3	4,9	1.119,7	169	53
20-40	5,6	4,1	3,9	1.123,6	390	102
40-60	4,5	1,3	2,6	3.679,5	250	80
60-80	2,3	0,7	1,7	2.575,7	300	43
80-100	1,9	2,1	1,3	971,3	224	64