

## *Caracterização química em horizonte antrópico no Pará*

### *Chemical characterization anthropic horizon in Pará*

*Luma Castro de Souza<sup>1</sup>, Leane Castro de Souza<sup>2</sup>, Rosigrêde Lima da Silva<sup>3</sup>, Layla Gerusa Souza Lima<sup>4</sup>, Herdjanias Veras de Lima<sup>5</sup>*

**Resumo:** A maioria dos solos agricultáveis da Amazônia tem alta acidez, capacidade de troca catiônica e fertilidade considerada baixa. Os solos de Terra Preta de Índio possuem altos teores de Ca, Mg, P, Zn, Mn, Cu e C orgânico. O objetivo deste trabalho é avaliar os teores de macronutrientes encontrados nas Terras Pretas de Índio e compará-los aos encontrados no solo adjacente. As coletas de solo foram realizadas no Sítio Arqueológico Jabuti. O solo pertence à Ordem dos Gleissolos. As coletas foram realizadas em três áreas do sítio E1S1, E1S2 e área adjacente a 5-10 cm de profundidade. Os valores médios de  $\text{Ca}^{+2}$  foram maiores nos solos de Terra Preta de Índio quando comparado com o solo adjacente. Enquanto os valores médios de  $\text{Mg}^{+2}$  foram de 4.20; 2.40 e 1.55  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  E1S1, adjacente e E2S1 respectivamente. Os valores de P disponível na terra preta de índio foram superiores. Os valores médios de  $\text{K}^+$  nos solos estudados foram de 0.24; 0.18 e 0.17  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  na adjacente, E1S1 e E2S1 respectivamente. Os maiores teores de carbono foram encontrados no ponto de coleta E2S1 e E1S1 do sítio de Terra Preta de Índio, com valor máximo de 59.45  $\text{g kg}^{-1}$  (E2S1) e 55.51  $\text{g kg}^{-1}$  (E1S1), sendo o valor mínimo encontrado na área adjacente ao sítio (37.57  $\text{g kg}^{-1}$ ).

**Termos de indexação:** fertilidade, sítio arqueológico, solos agricultáveis

**Summary:** Most agricultural soils in the Amazon has high acidity, cation exchange capacity and fertility considered low. The soils of Indian black earth have high contents of Ca, Mg, P, Zn, Mn, Cu and organic carbon. The objective of this study is to evaluate the macronutrient found in Indian black earth and compares them to found in the adjacent soil. The soil samples were taken in Tortoise archaeological site. The soil belongs to the Order of Gleissolos. Samples were collected in three areas of the site E1S1, E1S2 and area adjacent to 5-10 cm depth. The average values of  $\text{Ca}^{2+}$  were higher in soils Dark Earth compared to the surrounding soil. While the values of  $\text{Mg}^{2+}$  were 4.20, 2.40 and 1.55  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  E1S1 adjacent and E2S1 respectively. P values available in black soil were higher indium. The average values of K in soils were 0.24, 0.18 and 0.17 in  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  adjacent E1S1 and E2S1 respectively. The highest levels of carbon were found at the collection point and E2S1 E1S1 site of Indian black earth, with a maximum value of 59.45  $\text{g kg}^{-1}$  (E2S1) and 55.51  $\text{g kg}^{-1}$  (E1S1), and the minimum value found in the area adjacent to site (37.57  $\text{g kg}^{-1}$ ).

**Keywords:** fertility, archaeological, agricultural soils

<sup>1</sup>Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal-SP, Endereço: Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Bairro Nova Aparecida, CEP: 14883-390, Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: lumasouza30@hotmail.com.

<sup>2</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, E-mail: leany\_castro11@hotmail.com

<sup>3</sup>Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA. E-mail: rosig\_silva@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, E-mail: laylalima.ufra@hotmail.com.br

<sup>5</sup>Prof.<sup>o</sup> Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, E-mail: Herdjanias.veras@ufra.edu.br

## INTRODUÇÃO

Os Latossolos e Argissolos são solos predominantes na região Amazônica, estes apresentam como características elevado grau de intemperismo, além de possuírem condições físicas adequadas ao uso agrícola, porém possuem fortes limitações nutricionais (LIMA et al., 2006). A maioria dos solos agricultáveis da Amazônia tem alta acidez, capacidade de troca catiônica (CTC) e fertilidade considerada baixa (CUNHA et al., 2007).

No entanto, são encontradas na região Amazônica áreas onde a característica original do solo foi alterada por processos antrópicos, tais solos são conhecidos como terra preta arqueológica (TPA) ou terra preta de índio (COSTA et al., 2004).

As Terras Pretas de Índio são solos altamente férteis. Para Cunha et al. (2009), a elevada fertilidade e especialmente a sustentabilidade da fertilidade nessas áreas é devido a grande quantidade de matéria orgânica e as suas características físicas e químicas tal como, a alta reatividade das frações húmicas.

Os solos de Terra Preta de Índio possuem altos teores de Ca Mg, P, Zn, Mn, Cu e C orgânico. Isso se deve ao fato desses solos apresentarem grande quantidade de resíduos orgânicos adicionados ao solo durante o processo de formação dos solos de Terra Preta (PESSOA JÚNIOR, 2012).

As Terras Pretas de Índio apresentam horizonte A antrópico (Au) que, de forma geral, apresentam altos teores de nutrientes, especialmente  $Ca^{2+}$  e P, quando comparado com a maioria dos solos de terra firme na Amazônia (SILVA et al., 2011).

O aporte de matéria orgânica nesses solos tem levado os pequenos produtores da região amazônica cultivar nesses solos culturas de subsistências, tais como o milho, o feijão e a mandioca (COSTA, 2011). Para o mesmo autor cultivar nesses solos permite obter maior produtividade, mesmo não utilizando insumos ou utilizando pouco fertilizante. Por isso é importante o estudo desses solos para garantir uma produção sustentável em solos tropicais, considerados de baixa fertilidade. O teor de carbono encontrado em solos de TPIs é maior ( $150 \text{ g Kg}^{-1}$ ) quando comparado aos solos adjacentes ( $20\text{-}30 \text{ g Kg}^{-1}$ ) (KAMPF & KERN, 2005).

O objetivo deste trabalho é avaliar os teores de macronutrientes encontrados nas Terras Pretas de Índio e compara-los aos encontrado no solo adjacente.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo fica localizada no município de Bragança, microrregião do nordeste paraense. O município de Bragança apresenta um clima semelhante ao da média da região Bragantina: equatorial superúmido, com temperatura máxima de  $33^{\circ}\text{C}$  e mínima de  $18^{\circ}\text{C}$ , com

média de  $27^{\circ}\text{C}$  e elevada pluviosidade de  $2.501 \text{ mm/ano}$ , com período chuvoso nos primeiros seis meses do ano (PACHECO et al., 2011).

As coletas de solo foram realizadas no sítio arqueológico Jabuti na Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperuçu, registrado em 2008. O solo do sítio arqueológico Jabuti pertence à Ordem dos Gleissolos. Para Silveira et al. (2011) esse sítio foi descoberto pelos pesquisadores Mehlig e Moirah Menezes da Universidade Federal do Pará, campus de Bragança. Fica localizado em uma ilha de terra firme no litoral Bragantino a  $240 \text{ km}$  de Belém. O sítio apresenta à seguinte coordenada geográfica:  $46^{\circ} 40' 19.8'' \text{ W} / 0^{\circ} 55' 39.5'' \text{ S}$ , sendo que a margem de erro é de  $5 \text{ m}$ , South America Datum 69.

As coletas foram realizadas em três áreas do sítio arqueológico, essas foram chamadas de sondagens/perfis 1 (Ponto 1 - E1S1), sondagens/perfis 2 (Ponto 2 - E2S1) e área adjacente (Ponto 3). As amostras foram coletadas no sentido Leste-Oeste em relação às áreas de coleta. A área adjacente está situada sob uma floresta secundária, a poucos metros da faixa de ocorrência da TPI. Para esse estudo foram realizadas coletas de  $5\text{-}10 \text{ cm}$  de profundidade.

### Amostragem do solo

Na TPI as coletas foram realizadas na área de sondagem/perfil 1, área de sondagem/perfil 2 e na área adjacente ao sítio. Foram coletadas em cada área da TPI 10 amostras com textura indeformadas, totalizando 30 amostras e uma amostra com textura deformada em cada área de coleta. Foi feito um transecto de  $10 \text{ m}$  no sentido horizontal as trincheiras das áreas de sondagem e  $10 \text{ m}$  no sentido horizontal na área adjacente. As coletas foram feitas a cada  $1 \text{ m}$  dos perfis abertos da área 1 e 2 ao longo do transecto, e foram feitas coletas a cada  $1 \text{ m}$  na área adjacente.

As análises químicas foram determinadas segundo a metodologia da EMBRAPA (1997) e constaram das seguintes determinações: Ca e Mg trocáveis extraídos com  $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ ; K trocável e P disponível extraídos com Mehlich 1 e determinados por fotometria de chama e por calorimetria, respectivamente. E o carbono orgânico foi medido pelo método Walkley-Black, com modificações descritas pela EMBRAPA (1997).

### Análise estatística

A análise de variância foi realizada usando o procedimento PROC ANOVA do programa Statistical Analysis System - SAS (SAS, 1987). Sendo as médias submetidas à análise de variância (teste F) no nível de significância ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de  $\text{Ca}^{+2}$  foram maiores nos solos de Terra Preta de Índio (24,07 e 15,31  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  no E1S1 e no E2S1) quando comparado com o solo adjacente (e 0,67  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) (Figura 1). Enquanto os valores médios de  $\text{Mg}^{+2}$  foram de 4,20; 2,40 e 1,55  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  E1S1, adjacente e E2S1 respectivamente (Figura 2). O teor de cálcio trocável no solo adjacente foi baixo quando comparado às áreas de terras pretas de índio. Enquanto os valores de  $\text{Mg}^{+2}$  foi maior no solo de terra preta de índio E1S1 e adjacente. Campos et al. (2012), estudando solos de Terra Preta de Índio na região de Manicoré, observaram que os valores de cálcio e magnésio trocáveis nos horizontes antrópicos foram superiores ( $\text{Ca}^{+2}$  variando de 9,3 a 26,6  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  variando de 0,8 a 4,9  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  no horizonte A1 dos perfis estudados) aos encontrados nas áreas de solos não antrópicos ( $\text{Ca}^{+2}$  variando de 0,6 a 0,9  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  variando de 0,0 a 0,6  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  no horizonte A1 dos perfis estudados). Para Steinbeiss et al. (2009) esses nutrientes apresentam maior concentração nos horizontes superficiais. Esses autores afirmaram que áreas de terra preta de índio apresentam elevados teores de nutrientes, especialmente Ca e P. Os valores do  $\text{Ca}^{2+}$  (9,3 e 5,3  $\text{mg kg}^{-1}$  nos horizontes A1 e A2 respectivamente) e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis (4,9 e 3,6  $\text{mg kg}^{-1}$  nos horizontes A1 e A2 respectivamente) foram mais elevados nos horizontes superficiais (SANTOS et al., 2011).

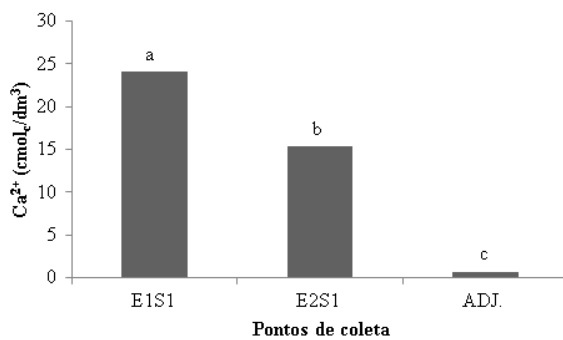


Figura 1. Valores de  $\text{Ca}^{+2}$  trocável em solos de Terra Preta de Índio no Pará. Letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey

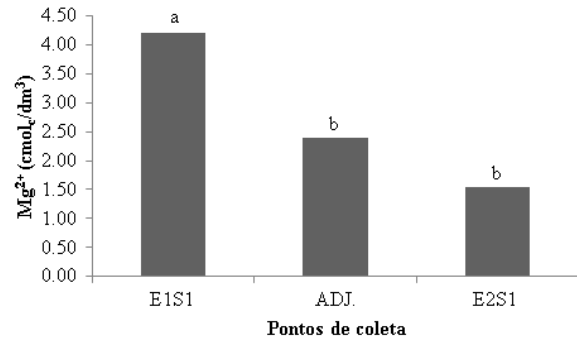


Figura 2. Valores de  $\text{Mg}^{+2}$  em solos de Terra Preta de Índio no Pará. Letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey

Os valores de P disponível na terra preta de índio foram superiores (114,08 - E1S1 e 8,46 - E2S1  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) quando comparado ao solo adjacente (1,48  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) (Figura 3). Costa (2003) estudando terra preta de índio no sítio arqueológico Ilha de Terra, em Caxiuanã verificaram que ocorriam variações nos valores de P disponível, no qual essa variação foram de 0,5 a 687  $\text{mg kg}^{-1}$ . Resultados inferiores foram encontrados no estudo feito por Falcão & Borges (2006) em solos de terra preta cultivado com mamão (na ordem de 519,22  $\text{mg kg}^{-1}$ ).

Segundo Kämpf & Kern (2005), os valores mais altos de nutrientes estão associados à ocupação humana pré-colombiana, já que o P pode ser encontrados em restos de vegetais, tais como na mandioca, açaí, bacaba entre outros. Também podem encontrados em resíduos de origem animal, como em ossos e excrementos, e em resíduos de alimentos.

Campos et al. (2012) em seu estudo em solos de terra preta de índio na Região de Manicoré, encontraram teores de P disponível muito baixos nos perfis estudados dos solos adjacente (0,2 a 3,4  $\text{mg kg}^{-1}$ ). E na área de terra preta de índio os teores de fósforo disponível foram maiores nos horizontes antropogênicos, variando de 15,5 a 143,5  $\text{mg kg}^{-1}$  nos perfis estudados. Santos et al. (2011) também verificaram que os teores de fósforo disponível foram elevados nos solos de terra preta de índio, todavia com valores muito dispersos.

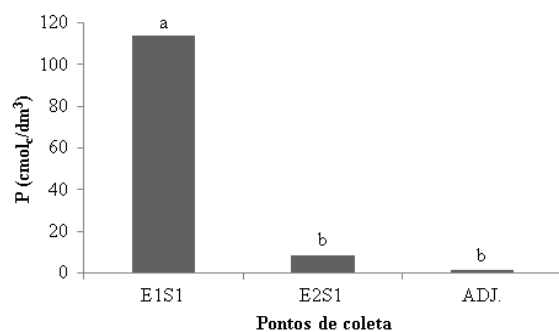


Figura 3. Valores de P disponível em solos de Terra Preta de Índio no Pará. Letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey

Não houve diferença estatística nos valores de  $K^{+2}$  nas áreas estudadas. Sendo que, os valores médios de K nos solos estudados foram de 0,24; 0,18 e 0,17  $cmol_c/dm^3$  na adjacente, E1S1 e E2S1 respectivamente (Figura 4). Campos et al. (2012) verificaram que os teores de potássio tanto nas áreas de solos adjacente (0,0 a 0,1  $cmol_c\ kg^{-1}$  no horizonte A1 dos perfis estudados) quanto nas de terra preta de índio (0,0 a 0,2  $cmol_c\ kg^{-1}$  no horizonte A1 dos perfis estudados) foram baixos, estando de acordo com os resultados encontrados por Lehmann et al. (2003b).

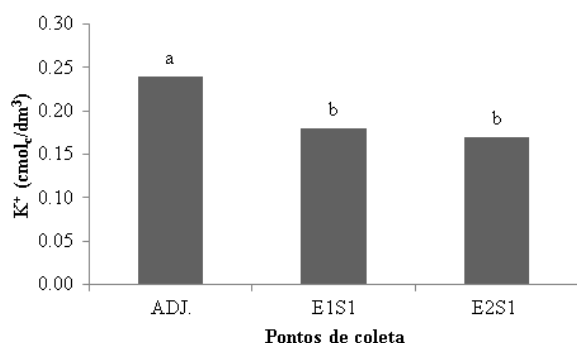


Figura 4. Valores de  $K^+$  em solos de Terra Preta de Índio no Pará. Letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey

Dentre os sítios estudados, os maiores teores de carbono foram encontrados no ponto de coleta E2S1 e E1S1 do sítio de TPI, com valor máximo de 59,45  $g\ kg^{-1}$  (E2S1) e 55,51  $g\ kg^{-1}$  (E1S1), sendo o valor mínimo encontrado na área adjacente ao sítio (37,57  $g\ kg^{-1}$ ) (Figura 5).

Estes resultados são corroborados por Campos et al. (2012), onde encontraram elevados teores de carbono orgânico nos solos de TPI. Para os mesmos autores os altos teores de carbono orgânico nas áreas de TPI são atribuídos às modificações antropogênicas que esse solo sofreu durante o processo de formação. Cunha et al. (2007) também verificaram maiores teores de carbono orgânico em solos de TPI na Amazônia. Para Moreira (2007), a capacidade que esses solos tem de manter elevado teor de carbono orgânico ocorre, provavelmente, devido às características químicas e da resistência do material à decomposição pelos microorganismos.

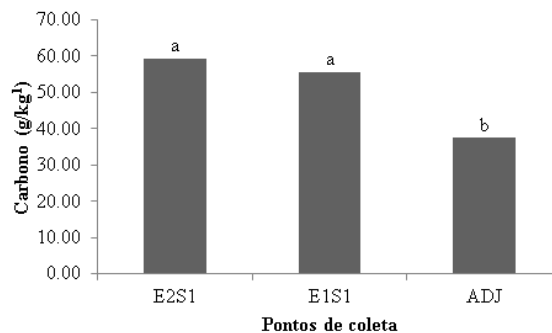


Figura 5. Valores de Carbono orgânico em solos de Terra Preta de Índio no Pará. Letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey

## CONCLUSÃO

As terras pretas de índio apresentam valores de cálcio, magnésio, fósforo e carbono orgânico superiores aos solos não antropogênicos, conferindo-lhes maior fertilidade.

## REFERÊNCIAS

- Campos, M. C. C.; Santos, L. A. C.; Silva, D. M. P.; Mantovanelli, B. C.; Soares, M. D. R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. Revista Agro@ambiente On-line, v. 6, p. 102-109, 2012.
- Costa, A. R. Formas de Fósforo do Solo em Sítios de Terra Preta Arqueológica na Amazônia Oriental. Belém: UFRA, 2011. 116 p. Dissertação Mestrado
- Costa, J. A. Caracterização dos sítios arqueológicos com terra preta de Caxiuanã. MCT/MPEG. Belém, Pará, p.15. 2003.
- 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 Amazônica. v. 34, p. 375-386, 2004.
- Cunha, T. J. F.; Madari, B. E.; Benites, V. de M.; Canellas, L. P.; Novotny, E. H.; Moutta, R. de O.; Trompowsky, P. M.; Santos, G. de 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.
- EMBRAPA.. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 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 (*Carica papaya* L.). *Acta Amazônica*, v. 36, p. 401- 406, 2006.
- Kämpf, N.; Kern, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré histórica na Amazônia. In: Torrado, P. V.; Alleoni, L. R. F; Cooper, M.; Silva, A. P.; Cardoso, E. J. (Org). *Tópicos em Ciência do solo*. 1ª Ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 277-320.
- 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 topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 59-68, 2006.
- Moreira, A. Fertilidade, matéria orgânica e substâncias húmicas em solos antropogênicos da Amazônia Ocidental. *Bragantia*, v. 66, p. 307-315, 2007.
- Pacheco, J. J.; Palheta, M. V. O.; Costa Júnior, R. N. F.; Costa, S. V.; Tostes, W. S. Estatística Municipal de Bragança. Governo do Estado do Pará, Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. 2011.
- Pessoa Junior, E. S. F.; Souza, W. B.; Souza, K. S.; Pio, M. C. S.; Santana, G. P. Terra Preta de Índio na Região Amazônica. *Scientia Amazonia*, v. 1, p. 1-8, 2012.
- Santos, L. A. C. dos.; Campos, M. C. C.; Bergamin, A. C.; Silva, D. M. P.; Mendonça JR. A. F. de. Caracterização física de seis sítios de Terras Pretas Arqueológicas na Região de Apuí-AM. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)*, v. 6, p. 167-174, 2011.
- Sas Institute. *Sas – Statistical Analysis System: system for elementary statistical analysis*. Cary, SAS Institute, 1987. 416p.
- Silva, F.W.R.; Lima, H.N.; TeixeirA, W.G.; Motta, M.B.; Santana, R.M. Caracterização química e mineralogia de solos antrópicos (Terra Pretas de Índio) na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 673-681, 2011.
- Silveira, M. I; Oliveira, E. R.; Kern, D. C.; Costa, M. L.; Rodrigues, S. F. S (2011). O sítio Jabuti, em Bragança, Pará, no cenário arqueológico do litoral amazônico. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v. 6, p. 335-345, 2011.
- 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.