



## EFEITO DOS DIFERENTES TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO 'TERRA PRETA NOVA' SOBRE OS TEORES DOS MICRONUTRIENTES Fe, Cu, Zn e Mn NO SOLO

Raphael Ruivo Leoncio<sup>1</sup>, Cristine Bastos do Amarante<sup>2</sup>, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo<sup>2</sup>, Gilma Isabel Rêgo D'Aquino<sup>3</sup>, Richeli Ruivo Leoncio<sup>4</sup>

1. Graduando em Licenciatura em Química da Universidade Estadual Vale do Acaraú e Bolsista de Iniciação Científica da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil.  
(raphaelruivoleo@hotmail.com)
2. Pesquisadoras Doutoras da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil.
3. Doutoranda da Universidad Católica de Santa Fe, Argentina e Pesquisadora da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil
4. Bióloga e Pesquisadora Bolsista da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil

\*Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia.  
Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme. CEP: 66077-830 - Belém - PA – Brasil. Tel/Fax:  
(55) 91- 3075-6159

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

### RESUMO

O Experimento Terra Preta Nova (TPN) é um estudo voltado para o desenvolvimento de tecnologia na tentativa de replicação dos solos conhecidos como Terra Preta Arqueológica (TPA) que por sua vez são solos altamente férteis e estáveis tendo sua origem associada ao depósito e compostagem de material de origem vegetal e animal pelo homem pré-histórico, de forma não intencional. O Experimento TPN consiste na adição ao solo de resíduos orgânicos encontrados em grande escala, como resíduos de serraria associados aos resíduos de abatedouros e carvão, denominados de 'substratos'. Com o objetivo de acompanhar a evolução deste experimento, neste trabalho foi avaliada a influência dos diferentes tratamentos (substratos) sobre os teores dos elementos Fe, Cu, Zn e Mn no solo. Os elementos foram extraídos pelo método de Mehlich e a leitura realizada em Espectrômetro de Absorção Atômica de Chama. Os resultados mostraram que, em geral, as associações de substratos são mais eficazes para aumentar os níveis de Fe, Cu, Zn e Mn do que sua aplicação isolada no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terra preta nova, Micronutrientes, Resíduos orgânicos

## **EFFECT OF THE DIFFERENT TREATMENTS OF ‘TERRA PRETA NOVA’ EXPERIMENT ON THE LEVELS OF MICRONUTRIENTS Fe, Cu, Zn and Mn IN SOIL**

### **ABSTRACT**

Experiment ‘Terra Preta Nova’ (TPN) is a study focused on the development of technology in an attempt replication of soil known as ‘Terra Preta Arqueológica’ (TPA) which in turn are highly fertile soils and stable, has its origin related to deposits and composting material of plant and animal by prehistoric man, unintentionally. Experiment TPN consists of the addition of organic wastes to the soil found on a large scale, such as sawmill waste associated with waste from abattoirs and coal, known as 'substrates'. Aiming to follow the progress of this experiment, this study evaluated the influence of different treatments (substrates) on the contents of the elements Fe, Cu, Zn and Mn in the soil. The elements were extracted by the Mehlich method and the reading in Atomic Absorption Spectrometer for Flame. The results showed that, in general, the associations of substrates are more effective to increase the levels of Fe, Cu, Zn and Mn than its standalone application on the ground.

### **INTRODUÇÃO**

Acredita-se que os solos altamente férteis e estáveis denominados de Terra Preta Arqueológica (TPA) têm sua origem não intencional a partir do depósito e compostagem de material de origem vegetal e animal pelo homem pré-histórico (KERN; KÄMPF, 1989; KERN, 1996). Os solos TPA também são chamados de ‘Terra Preta de Índio’ e são altamente férteis e estáveis sendo comumente encontrados na paisagem amazônica. Estudos indicam que os solos TPA apresentam população e diversidade microbiana maior que os demais solos naturais ou alterados. Sabe-se que estes organismos exsudam substâncias orgânicas que contribuem para a sanidade e fertilidade do solo, aumentando sua qualidade (AMARANTE et al., 2010).

A partir da compreensão do processo de formação e atributos dos solos TPA, estudos voltados para o desenvolvimento de tecnologias na replicação de Terra Preta Nova (TPN) estão em andamento no nordeste do Pará utilizando a adição ao solo de resíduos orgânicos encontrados em grande escala, como resíduos de serraria associados aos resíduos de abatedouros e carvão (MONTEIRO, 2004).

A aplicação de resíduos orgânicos implica em que o solo seja biologicamente mais ativo, principalmente em relação à atividade da população microbiana do solo (WARDLE, 1992). VALARINI et al. (2002), em seu estudo sobre a avaliação integrada da qualidade do solo após a incorporação de matéria orgânica e micro-organismos, verificou que o solo tratado com micro-organismos apresenta intensa atividade biológica, contribuindo para uma mais rápida humificação da matéria orgânica fresca e consequentemente melhora as propriedades físico-químicas do solo, principalmente no que diz respeito aos teores de macro e micronutrientes presentes no solo, disponíveis para o metabolismo das plantas.

Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento e/ou adaptação de metodologias para determinação de tais elementos que permitam fazer comparações entre o perfil químico de um solo TPN com o de um solo TPA, e também com os perfis de outros solos naturais. Para tanto, o estudo espectrométrico destes solos podem auxiliar as pesquisas desenvolvidas no Experimento Terra Preta Nova como uma ferramenta de monitoramento do nível de desenvolvimento deste solo.

O objetivo deste trabalho foi conhecer os teores dos micronutrientes Fe, Cu, Zn e Mn em amostras de solo do Experimento TPN. Os dados possibilitarão o estabelecimento de padrões que servirão de indicadores, no Experimento Terra Preta Nova, das melhores combinações de substratos aplicados nas diferentes parcelas, além de servir como referência para a evolução desse experimento.

No solo, a maior parte da fração lável (substâncias húmidas e macromoléculas de difícil decomposição pelos micro-organismos) dos micronutrientes encontra-se adsorvida às superfícies externas dos componentes orgânicos e inorgânicos, e apenas uma pequena proporção encontra-se na solução. As plantas, no entanto, somente os absorvem a partir da solução do solo, sobretudo na forma iônica. À medida que esses íons são absorvidos, há decréscimo da concentração da solução, que tende a ser reposta pelas diversas formas sólidas com as quais ela está em equilíbrio (CAMARGO; VALADARES; DECHEN, 1982; BATAGLIA; SILVA, 1988; ERNANI, 2010)

## METODOLOGIA

### Área de estudo

O Experimento Terra Preta Nova está localizado em uma área de 4 ha cedida pela Empresa Tailâminas Plac, no município de Tailândia, o qual está situado cerca de 200 km de Belém, às margens da PA 150, no nordeste do Pará. O Experimento TPN contém 17 tratamentos com quatro repetições cada, totalizando 68 parcelas, medindo 3 m x 3 m cada como mostra o Quadro 1.

**QUADRO 1 - Parcelas experimentais do Experimento Terra Preta Nova (TPN)**

1	C	10	RLT+RA
2	RPS	11	C+RPS+RLT
3	RLT	12	C+RLT+RA
4	RA	13	RPS+RLT+RA
5	C+RPS	14	C+RPS+RLT+RA
6	C+RLT	15	C+RPS+RLT+RA+S
7	C+RA	16	B
8	RPS+RLT	17	C+RPS+RA
9	RPS+RA		

C: carvão; RPS: resíduos de pó de serra; RLT: resíduos de lâmina triturada; RA: resíduos de ossos; S: sangue + gordura; B: branco

### Análises Químicas

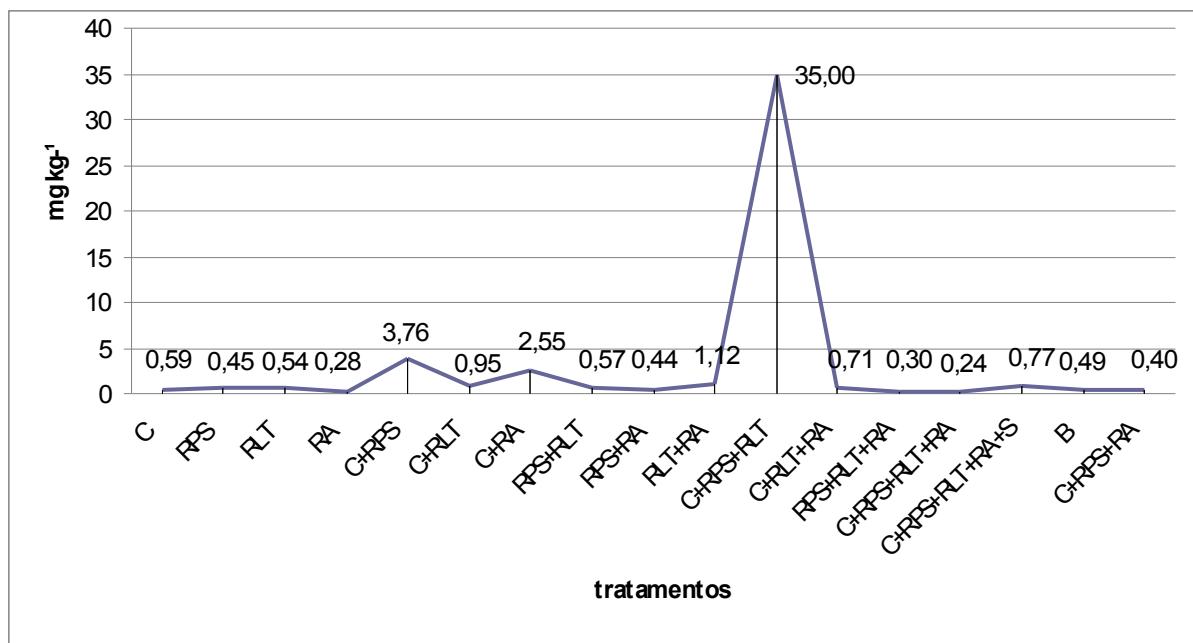
Antes da análise química as amostras foram submetidas a um pré-tratamento físico (secagem e peneiramento). Amostras foram analisadas quanto aos teores dos microelementos Fe, Cu, Zn e Mn. A digestão das amostras foi realizada conforme Manual de Métodos de Análise de Solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (SILVA, 1999). Os micronutrientes (Cu, Zn, Fe e Mn) foram extraídos pelo método de Mehlich e a leitura realizada em Espectrômetro de Absorção Atômica de Chama marca Instrumentos Científicos C. G., modelo AA 904, equipado com corretor de fundo com lâmpada de deutério. As curvas analíticas foram construídas utilizando soluções de referência obtidas através da diluição sucessiva de soluções estoque 1000 mg L<sup>-1</sup> Titrisol (Merck, Darmstadt, Germany) nas seguintes faixas lineares: Fe (1 – 5 mg L<sup>-1</sup>), Cu (1 – 5 mg L<sup>-1</sup>), Zn (0,5 – 1,5 mg L<sup>-1</sup>) e Mn (1 – 3 mg L<sup>-1</sup>). As condições instrumentais para a determinação de Cu, Fe, Mn e Zn por Espectrometria de Absorção Atômica de Chama são apresentadas na Tabela 1.

**TABELA 1.** Parâmetros instrumentais usados na determinação de Cu, Fe, Mn e Zn em amostras de solo TPN por espectrometria de absorção atômica de chama.

Parâmetros	Cu	Fe	Mn	Zn
Comprimento de onda (nm)	324,7	248,3	279,5	213,9
Corrente da lâmpada (mA)	4	5	5	5
Resolução espectral (nm)	0,5	0,2	0,2	1,0

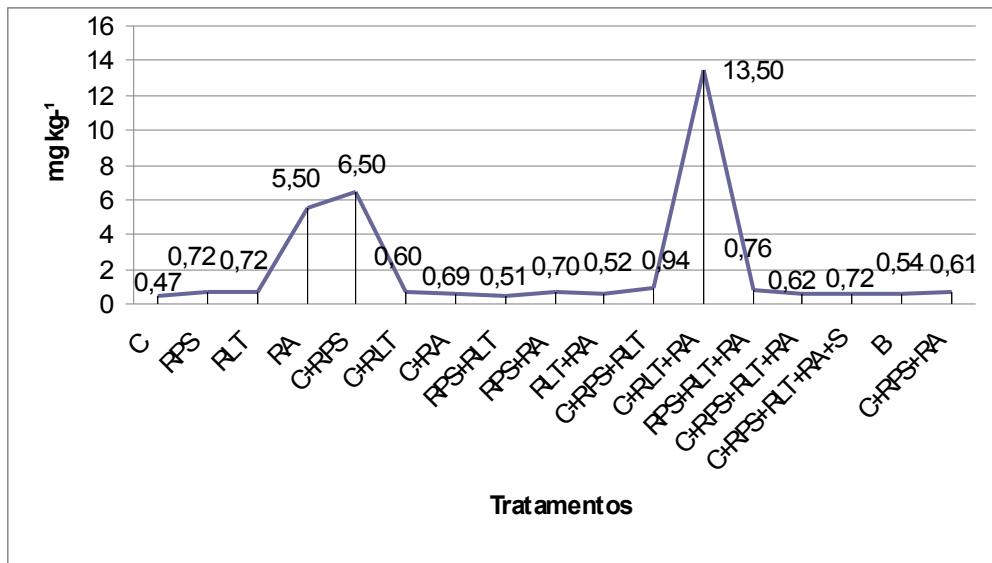
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para o elemento zinco estão apresentados na Figura 1, onde foi observado que o maior teor desse elemento (35 mg kg<sup>-1</sup>) foi na parcela 11 com o tratamento (C+RPS+RLT). O zinco interage com os componentes da fase sólida do solo, onde se observa uma absorção maior do zinco ligada à matéria orgânica (ABREU, 2001). As demais parcelas apresentaram baixo teor do mesmo, quando comparada à parcela 11, evidenciando-se a baixa disponibilidade de zinco no solo destas parcelas. Esta baixa disponibilidade pode estar também relacionada à lixiviação no solo, uma vez que a coleta foi realizada no período chuvoso. Onde apenas a combinação (C+RPS+RLT) foi a mais eficiente para a disponibilidade de zinco no solo.



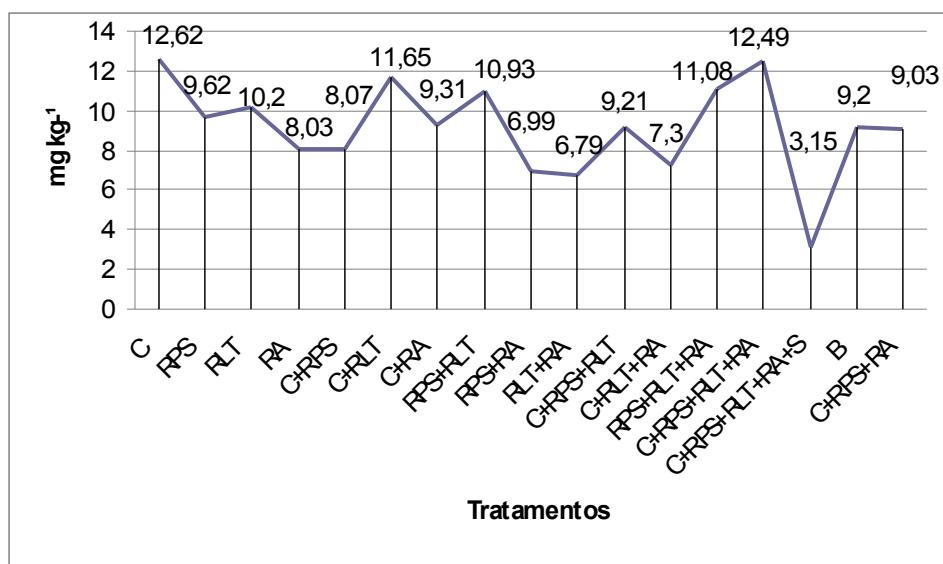
**FIGURA 1.** Distribuição do elemento zinco nas parcelas do Experimento TPN

O elemento cobre apresentou os maiores teor nas parcelas 4, 5 e 12 com os tratamentos (RA; C+RPS; C+RLT+RA), com teores de (5,50; 6,50; 13,50  $\text{mg kg}^{-1}$ ), respectivamente, quando comparadas com as outras parcelas (Figura 2). De acordo com SALGADO (2003) na fase inicial de decomposição da matéria orgânica, são liberadas grandes quantidades de elementos no solo, no entanto apenas partes delas são absorvidas pelo solo, enquanto grande parte é lixiviada e/ou transformada em formas insolúveis, ou ainda, ficam adsorvidas em colóides nesse caso o cobre. O cobre é um elemento químico indispensável para o desenvolvimento dos vegetais superiores, atuando em praticamente todas as suas vias metabólicas. Em grandes concentrações, porém, pode apresentar caráter tóxico no tecido vegetal, causando a deficiência de outros nutrientes essenciais através de interações antagônicas (HAAN; ZWERMAN, 1981; KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 1992; VASCONCELOS; LUCHESE; LENZI, 1997). Outro fator decisivo na atividade do cobre é a capacidade de troca catiônica (CTC) de um solo. A CTC está intimamente ligada às concentrações dos íons trocáveis presentes na solução do solo e aos sítios de troca nas interfaces coloidais do sistema. Uma elevada CTC proporciona maior retenção do metal no solo. A matéria orgânica, embora represente cerca de 5% dos componentes do solo, é responsável por cerca de 30% a 65% da CTC dos solos minerais e por mais de 50% da de solos arenosos e orgânicos (MATOS et al., 1996).



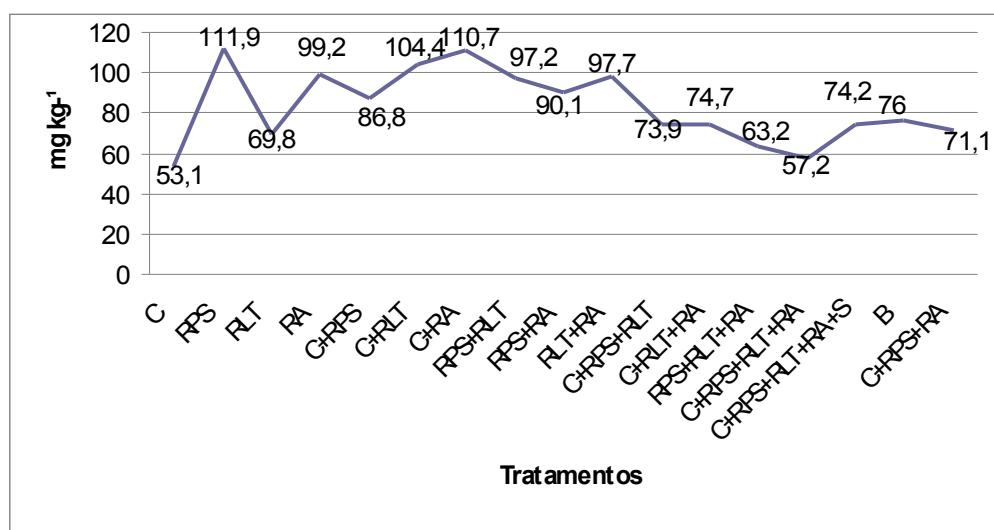
**FIGURA 2.** Distribuição do elemento cobre nas parcelas do Experimento TPN

O elemento manganês apresentou boa disponibilidade com praticamente todas as parcelas (Figura 3), tendo como maior teor ( $12,62 \text{ mg kg}^{-1}$ ) na parcela 1 com o tratamento carvão (C), com exceção do tratamento C+RPS+RLT+RA+S que apresentou teor ( $3,15 \text{ mg kg}^{-1}$ ) menor que o branco do experimento ( $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Entretanto, em geral, pode se observar que a disponibilidade do Mn na maioria das parcelas foi razoável. Segundo MCBRIDE (1994), os complexos orgânicos formados com o Mn são de pouca estabilidade, porque o complexo formado com o ácido húmico tem caráter inteiramente eletrostático e os ácidos fúlvicos apresentam limitado número de sítios de complexação específicos para o elemento. Além disso, a baixa afinidade do Mn para formação de ligações covalentes (HARTER, 1991), pode estar influenciando a pronta disponibilidade do elemento para a maioria das parcelas.



**FIGURA 3.** Distribuição do elemento manganês nas parcelas do Experimento TPN

O elemento ferro (Figura 4) de um modo geral, apresentou boa disponibilidade também em praticamente todas as parcelas, tendo na parcela 2 maior teor ( $111,9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) com o tratamento (RPS), e o menor valor na parcela 1( $53,1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) com o tratamento carvão (C). Entre todos os micronutrientes estudados neste trabalho, o elemento Fe foi o que apresentou as maiores concentrações.



**FIGURA 4.** Distribuição do elemento ferro nas parcelas do Experimento TPN

## CONCLUSÃO

De um modo geral, o micronutriente mais abundante no Experimento Terra Preta Nova é o elemento ferro, com exceção da aplicação isolada de carvão que resultou numa baixa disponibilidade deste elemento. Dos tratamentos aplicados ao Experimento Terra Preta Nova a combinação C+RPS+RLT foi a mais favorável para a disponibilidade de zinco no solo. A disponibilidade de cobre foi aumentada com a aplicação do tratamento C+RLT+RA. Todos os tratamentos, com exceção de C+RPS+RLT+RA+S foram favoráveis para o aumento da disponibilidade de manganês. Em síntese, a aplicação das combinações dos resíduos mostrou-se mais eficiente do que a sua aplicação isolada nas parcelas.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESPA – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/POTAFOS, 2001. 600 p.
- BATAGLIA, O. C.; SILVA, N.M. Acidez e calagem no Brasil. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1988. p. 259-276.
- AMARANTE, C.B; RUIVO, M. L. P; OLIVEIRA, M.L.S; LEONCIO, R.R; MOURA,Q.L Diversidade microbiana em solos de terra preta arqueológica. **Rev. Encyclopédia Biosfera**, vol.6, N.11; 2010 Pág. 1-10.
- CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S.; DECHEM, A. R. Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e de ferro do solo. **Rev. Brasileira Ciência do Solo**, 6:83-88, 1982.
- ERNANI, P. R. Química do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo** vol.34 no. 1 Viçosa Jan./Feb. 2010
- HAAN, F.A.M.; ZWERMANN, P.J. Soil pollution. In: Bolt, G.H.; Bruggenwer, M.G.M. (Ed.). Soil chemistry - A basic elements. Amsterdam: **Elsevier Scientific Publishing Company**, 1981.
- HARTER, R.D. Micronutrient adsorption-desorption reactions in soils. In: MORTVERDT, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M. & WELCH, R.M., eds. Micronutrients in the agriculture, Madison, **Soil Science Society of America**, 1991. p.59-88.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. **Boca Raton**: CRC Press, 1992.
- KERN, D.C. **Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com Terra Preta na Floresta Nacional de Caxuanã (Portel-Pará)**, 1996. 124 p. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- KERN, D.C.; KÄMPF, N. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará. **Rev. Brasileira Ciência do Solo**, v. 13, p. 219-225, 1989.
- MATOS, A.T.; FONTES, M.P.F.; JORDÃO, C.P.; COSTA, L.M. Mobilidade e formas de retenção de metais pesados em latossolo vermelho-amarelo. **Rev. Brasileira Ciência do Solo**, 20 (2)p.379-386, 1996.
- McBRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soils.** New York, Oxford University Press, 1994. 406p

MONTEIRO, K.F.G. **Utilização de resíduos de madeira como cobertura no solo: o estudo de caso de um sistema agroflorestal no estado do Pará**, 2004 . 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará.

SALGADO E. A. **Recovery zinc and manganese from spent alkaline leach-liquid extraction with Cyanex**. J. Power Sources, v. 115, 2003.

SILVA, E.B. **Fontes de doses de potássio na produção e qualidade do café proveniente de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas**. Universidade federal de Lavras, 1999. 105p. (Tese de Doutorado).

VALARINI, P. J.; ALVAREZ, M. C. D.; GASCÓ, J. M.; GUERRERO, F.; TOKESHI, H. Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**. São Paulo.v. 33, p. 35-40, fev. 2002.

VASCONCELOS, H.L.; LUCHESE, E.B.; LENZI, E. Estudo da fitodisponibilidade do cobre em alguns solos do estado do Paraná. **Arq. Biol. Tecnol.**, 40(3):580-585, 1997.

WARDLE D.A. A comparative assessment of factors influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Soil Rev.**, 67:321-358, 1992.