



Teores naturais totais e disponíveis de fósforo em Latossolos do Estado do Pará⁽¹⁾.

Sheryle Santos Hamid⁽²⁾; Edna Santos de Souza⁽³⁾; Renato Alves Teixeira⁽³⁾; Fábio Júnior de Oliveira⁽³⁾; Antonio Rodrigues Fernandes⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Capes e CNPQ.

⁽²⁾ Graduanda em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia; Belém, Pará; sherylehamid@hotmail.com;

⁽³⁾ Doutorandos em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia; ⁽⁴⁾ Professor, Instituto de Ciências Agrária, Universidade Federal Rural da Amazônia.

RESUMO: Os solos do estado do Pará são caracterizados pela intensiva lixiviação e intemperismo a que são submetidos. Apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, baixa fertilidade e baixa capacidade de troca catiônica como consequência da presença dominante da argila do tipo caulinita e de óxidos de ferro e alumínio. Os solos, geralmente apresentam baixa disponibilidade de fósforo (P). O objetivo foi avaliar os teores totais e disponíveis de P em solos do estado do Pará. Foram coletadas amostras na camada de 0,0-0,2 m em solos distribuído em todo o Estado. Os teores disponíveis de P foram por Mehlich 1 e os teores totais (pseudototais) foram extraídos pelo EPA 3051, estes analisados por ICP-OES. Em 61% dos solos do estado do Pará os teores de P disponíveis foram considerados muito baixo. E os totais? Elevados teores de P, indicadas pelos valores extremos e outlier se deveram a coletas de solos realizadas em áreas de planície fluvial e solos antropogênicos. A argila teve maior influência sobre os teores totais de P que a matéria orgânica do solo. De forma geral os solos do estado do Pará apresentaram baixos teores de P.

Termos de indexação: Distribuição espacial, solos intemperizados, análise multivariada.

INTRODUÇÃO

Os solos do estado do Pará são caracterizados pela intensiva lixiviação e elevada intemperização. Segundo Falesi et al. (1986), os solos apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, baixa fertilidade e baixa capacidade de troca catiônica como consequência da presença dominante da argila do tipo caulinita e de óxidos de ferro e alumínio. Sua fertilidade natural é mantida principalmente pela ciclagem de nutrientes, como resultado dos processos biogeoquímicos.

Os solos, geralmente, apresentam baixa disponibilidade de fósforo (P). As formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente são predominantes (Rheinheimer et

al., 2008), resultando em baixos teores de P na solução do solo e, conseqüentemente, limitando a produção agrícola. Esta deficiência é constatada mesmo quando o teor total é elevado, isto se deve a interação desse nutriente com atributos do solo e sua mineralogia (Barbieri et al., 2007).

Com o aumento do intemperismo, o solo se torna menos eletronegativo e com maior capacidade de adsorver ânions, como fosfato. Sendo o tipo e teor de argila, de colóides amorfos e de matéria orgânica os principais atributos que influenciam a adsorção de P ao solo (Novais & Smyth, 1999). Sanchez & Salinas (1981) estimaram que 96% dos solos na Amazônia é deficiente em P, com o conteúdo total deste elemento geralmente inferior a 200 mg dm⁻³, e que desse total, 60-80% estão fixados a fração orgânica, não disponível para as plantas.

O objetivo deste trabalho foi determinar os teores naturais totais e disponíveis de P em solos do estado do Pará, bem como compreender a relação com os atributos físicos e químicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de solos foram realizadas em 21 municípios do estado do Pará em áreas de vegetação primária considerando a homogeneidade das condições biogeoclimáticas e pedomorfológica do Estado. Foram coletadas amostras na camada de 0,0-0,2 m em Latossolos distribuído em todo o Estado (**Figura 1**). Coletou-se 10 amostras simples para obtenção de uma amostra compostas, em um total de 44 amostras compostas, sendo considerada a homogeneidade entre as amostras quanto à cor, topografia, drenagem e cobertura vegetal, segundo metodologia proposta por Silva (1999).

As coletas foram realizadas com trado Holandês de aço inoxidável de acordo com procedimentos padrões adotados pela Cetesb (2001), de forma a evitar contaminação. As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de 2,0 mm de abertura de malha, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA).

As análises granulométricas e fertilidade foram realizadas de acordo Embrapa (2011). Os teores disponíveis de P foram determinados por Mehlich 1



(HCl 0,05 mol L⁻¹+ H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹). O K⁺ foi determinado por fotometria de chama e o P por colorimétrica. Os teores totais foram extraídos pelo EPA 3051 e analisados por ICP-OES.

Realizou-se a análise exploratória dos teores de P pela composição de gráficos "boxplot". Foi utilizada análise de componentes principais, no conjunto de solos, para sumarizar os valores obtidos dos atributos físicos e químicos entre as soluções extratoras. A correlação das variáveis foi atribuída ao 1º e aos 2º componentes principais (PC), de acordo o percentual da variância explicada (Hair et al., 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores disponíveis de fósforo extraído por Mehlich 1 variaram de 0,6 a 103,6 mg kg⁻¹ e média de 4 mg kg⁻¹. Os teores totais extraídos por EPA 3051 apresentaram amplitude de 11,6 a 439,1 mg kg⁻¹ e média de 106, 7 mg kg⁻¹ (**Figura 1 e 2**). O P é liberado por processos de intemperismo e hidrólise de minerais primários e pode ser incorporado na matéria orgânica, adsorvido nos minerais silicatado ou precipitado. Não está diretamente envolvido nas reações de oxidação e redução, mas sua dinâmica pode ser afetada devido à sua reatividade com compostos passíveis de redução (Fe e Mn). Teores elevados de P mostrado pelos valores de outlier (**Figura 2**) são devidos a Latossolos com horizonte A antrópico e, possivelmente, aos maiores teores de carbono orgânico, visto que, o material de origem desses solos é pobre em P (Melo et al., 2010). A maior parte do P disponível no solo encontra na forma de P orgânico (Farella et. al., 2007). Os resultados corroboram com Araújo et al. (2011), para Argissolo e Latossolos em áreas de florestas primária no estado do Acre e Campos et al. (2012) em Latossolos Amarelos e Neossolos Fúlvicos em área de planícies aluviais no estado do Amazonas.

Em 61% dos solos do estado do Pará os teores de P disponíveis ficaram abaixo de 6,6 mg kg⁻¹ considerado muito baixo de acordo a classificação de Alvarez et al. (1999), e 63,3% ficaram abaixo de 8 mg kg⁻¹ considerado baixo pela classificação da Embrapa (2007), o que caracteriza deficiência de P no solo e a necessidade de adubação fosfatada para a maioria das culturas. O baixo nível de P pode estar relacionado à pobreza no material de origem e à imobilização do P nos minerais de argila e nos óxidos de Fe e Al (Farella et al., 2007). Nos solos dos estados de Rondônia e de Mato Grosso, Santos & Alleoni (2012) relataram teores médios de P de 6,3 mg kg⁻¹.

Variações nos teores de P, indicadas pelos valores extremos e outlier se deveram a coletas de solos realizadas em áreas de planície fluvial, solos antropogênicos que apresentam teores mais

elevados de P em contraste aos solos desenvolvidos sobre influência de rochas cristalinas que apresentam baixos teores. De forma geral os solos do estado do Pará são pobres em P (**Figura 2**).

A análise de componentes principais, PC1 e PC2 explicam 71% da variabilidade nas propriedades do solo (Figura 3). A PC1 explicou 41,5% da variância total e a PC2 explicou 29,7%. A primeira componente foi caracterizada pelas variáveis H+Al, CTC, MO, K, Al, areia, enquanto a segunda componente foi composta por P total (Pt), P disponível (Pd), argila, pH, Ca e Mg. Os resultados inversamente proporcionais entre a MO e os teores de P está relacionada a baixa adsorção deste elemento pela matéria orgânica do solo, enquanto a sobreposição ou aproximação dos autovetores sugere a influência de uma variável sobre a outra. A sobreposição ou aproximação dos autovetores entre os teores de P e a argila é um indicativo da influência da argila na dinâmica do P em solos do Pará e maior concentração do P nessas frações do solo.

CONCLUSÕES

Os solos do estado do Pará apresentaram baixos teores totais e disponíveis de P no solo.

A argila teve maior influência sobre os teores totais de P do que a matéria orgânica do solo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda equipe do Laboratório de Elementos Traços no Ambiente – LETAM da Ufra pelo companheirismo e incentivo e a Capes e CNPQ pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S. et al. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. *Acta Amazonica*. 41: 103-114, 2011.

BARBIERI, D. M.; JÚNIOR, J. M.; ALLEONI, L. R. F. et al. A. Hillslope curvature, clay mineralogy, and phosphorus adsorption in an Alfisol cultivated with sugarcane. *Scientia Agricola*. 66:819-826, 2009.

BARROS, K. R. M.; LIMA, H. V.; CANELLAS, L. P. et al. Fracionamento químico da matéria orgânica e caracterização física de Terra Preta de Índio. *Revista de Ciências Agrárias*. 55: 44-51, 2012.



CAMPOS, M. C. C. Atributos dos solos e riscos de lixiviação de metais pesados em solos tropicais. *Ambiência*, 6:547 - 565, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA, V. S. J.; RIBEIRO, M. R. F. et al. Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:325-336, 2012.

FARELLA, N.; DAVIDSON, R.; LUCOTTE, M. et al. Nutrient and mercury variations in soils from family farms of the Tapajos region (Brazilian Amazon): Recommendations for better farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 120: 449-462, 2007.

FARELLA, N.; DAVIDSON, R.; LUCOTTE, M. et al. Nutrient and mercury variations in soils from family farms of the Tapajos region (Brazilian Amazon): Recommendations for better farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 120: 449-462, 2007.

HAIR JR, J. P.; ANDERSON, R. E. TATHAM, R. L. et al. Reference values for heavy metals in soils of the Brazilian agricultural frontier in Southwestern Amazônia. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2012.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, L.E. F. et al. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 1039-1050, 2006.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; UCHÔA, S. C. P. Indian land use in the Raposa-Serra do Sol Reserve, Roraima, Amazonia, Brazil: Physical and chemical attributes of a soil catena developed from mafic rocks under shifting cultivation. *Catena* 80:95-105, 2010.

MOREIRA, A. & FAGERIA N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 40: 2912-2925, 2009.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

RHEINHEIMER, D.S.; GATIBONI, L.C. & KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistemas plantio direto. *Ciência Rural*, 38:576-586, 2008.

SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.280-406, 1981.

SANTOS, S. N. & ALLEONI, L. R. F. Reference values for heavy metals in soils of the Brazilian agricultural frontier in Southwestern Amazônia. *Environmental Monitoring and Assessment (Print)*, v. 185, p. 5737-5748, 2012.

ALVAREZ V.; V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Ed. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa, MG, 1999. p.24-25.

HAIR J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J. et al. *Análise de Multivariada de dados*. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e água subterrâneas no Estado de São Paulo, São Paulo: CETESB, p. 247, 2001.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ. Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. 1 ed. Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 1.

FALESI, I. C. Solos da Rodovia Transamazônica. Belém: IPEAM. Boletim Técnico. n 55. 1986. 196p.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

b. Livros:

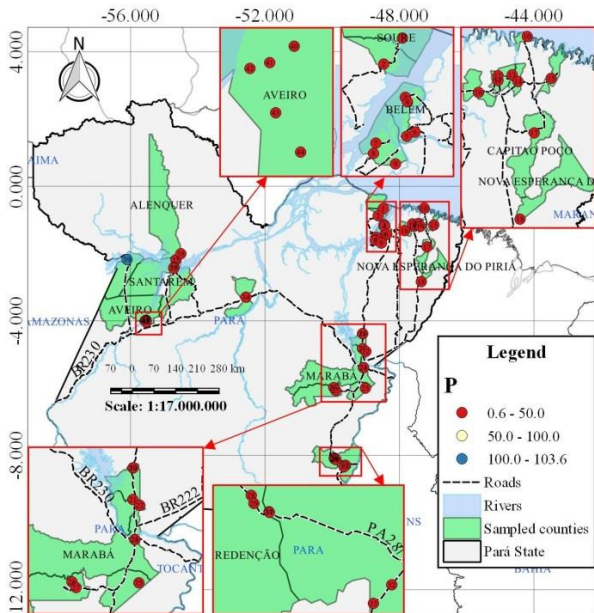


Figura 1 - Área de coleta e distribuição espacial dos totais de P em solos do estado do Pará

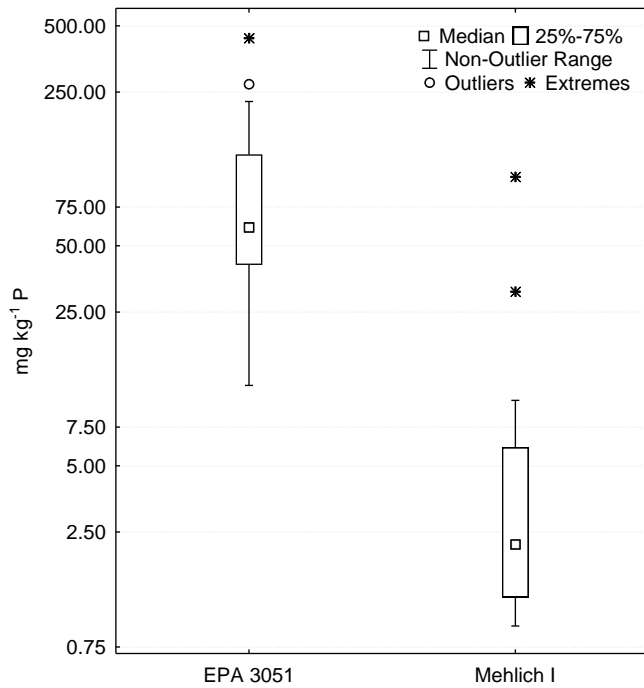


Figura 2 - Box plot dos teores totais e teores disponíveis de P em solos no estado do Pará

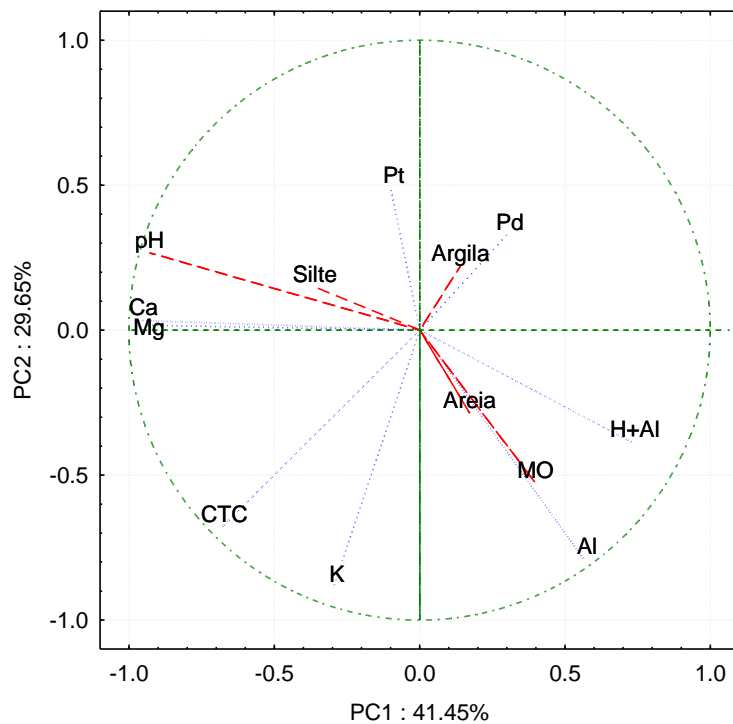


Figura 3 - Análise de componentes principais dos teores totais e disponíveis e atributos físicos e químicos em Latossolos no Estado do Pará.