



TEORES TOTAIS E DISPONÍVEIS DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM SOLOS NO ESTADO DO PARÁ⁽¹⁾.

Laiane Pinto da Silva⁽²⁾; Carla Caroline da Silva Costa⁽³⁾; Edna Santos de Souza⁽⁴⁾; Renato Alves Teixeira⁽⁵⁾; Antonio Rodrigues Fernandes⁽⁶⁾

¹⁾Trabalho executado com recursos da Capes, CNPQ e Fundação Amazônia da Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará/Fapespa. ⁽²⁾Graduanda em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia; Belém, Pará; Layane.silva02@gmail.com; ⁽³⁾ Graduada em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA; Belém, PA; ^(4, 5)Estudantes de doutorado; Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA; Belém, PA; ⁽⁶⁾Professor; Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA; Belém, PA.

RESUMO: A diversidade do material de origem e as condições bioclimáticas do estado do Pará formaram solos altamente intemperizados de baixa fertilidade e caráter ácidos. O Objetivo foi determinar os teores disponíveis e totais de Ca e Mg em solos do estado do Pará. As coletas de solos foram realizadas em 23 municípios do estado do Pará em áreas de vegetação primária. Foram coletadas amostras na camada de 0,0-0,2 m em solos distribuído em todo o Estado. Foram realizadas as análises granulométricas, fertilidade e os teores de óxidos de Si, Al, Fe e Mn. Os teores disponíveis de Ca e Mg foram extraídos por KCl, determinados por titulometria. Os teores totais de Ca e Mg foram extraídos pelo EPA 3051 e analisados por ICP-OES. Os teores totais e disponíveis de Ca e Mg são baixos. Esses resultados indicam baixa fertilidade natural que pode ser um limitante para o estabelecimento de culturas agrícolas e sistemas de cultivo intensivo. Os teores totais estão correlacionados com os óxidos de Fe e Ti enquanto os teores disponíveis correlacionaram com a MO, pH e CTC. Os teores totais de Ca e Mg estão associados aos óxidos de Fe e Ti, enquanto os teores disponíveis estão relacionados a ciclagem de nutrientes.

Termos de indexação: Amazônia, macronutrientes, cátions básicos.

INTRODUÇÃO

As características mineralógicas e químicas dos solos são ditadas pela natureza do material de origem e pelos processos pedogenéticos que atuam em diferentes intensidades, o que favorece a variabilidade espacial dos atributos químicos. Os solos do estado do Pará são formados predominantemente por rochas sedimentares, os argilitos, siltitos, arenitos, em menor escala as rochas magmáticas como basalto e diabásio (Rodrigues et al., 2007). A diversidade do material de origem e as condições bioclimáticas da região formaram solos altamente intemperizados de baixa fertilidade e caráter ácidos (Falesi, 1986). Os

Latossolos e Argissolos são as principais classes de solos predominantes no estado do Pará, abrangendo mais de 70% do território paraense (Rodrigues et al., 2007).

As pesquisas sobre os solos no estado do Pará revelaram grau avançado de intemperismo, baixa fertilidade natural, baixos teores de fósforo disponível, pH muito ácido e presença de mineralogia oxidica e caulinitica (Dias et al., 2012).

O conhecimento dos atributos químicos em condições naturais assume relevância em relação às atividades agropecuárias. Uso e manejo inadequado do solo podem causar degradação e perda da capacidade produtiva. Além disso, o conhecimento dos teores totais e disponíveis dos nutrientes no solo favorece a adoção de práticas de conservação adequada às condições da região, reduzindo os impactos ambientais (Benedetti et al., 2011).

Dentre os nutrientes, o cálcio encontra-se em baixa concentração em solos altamente intemperizados (Salvador et al., 2011). O Ca melhora a estrutura, a permeabilidade e a infiltração de água no solo e ajuda a planta a suportar o estresse por salinidade (Blankenau, 2007). O Ca influi indiretamente no rendimento das culturas ao melhorar as condições de crescimento das raízes, bem como por estimular a atividade microbiana, auxiliar na disponibilidade do Mo e na absorção de outros nutrientes (Dechen & Nachtigall, 2007).

O magnésio é absorvido pela planta na forma iônica da solução do solo e acessado pelas raízes principalmente pelos mecanismos de interceptação radicular e fluxo de massa. A absorção de magnésio está associada, também, às suas relações de equilíbrio com cálcio e potássio na solução do solo (Novais et al., 2007). A inter-relação entre os nutrientes cálcio e magnésio na nutrição vegetal está relacionada às suas propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo. (Medeiros et al., 2008). O cálcio e o magnésio são macronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. O objetivo foi determinar os teores totais e



disponíveis de cálcio e magnésio em solos do estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de solos foram realizadas em 23 municípios do estado do Pará em áreas de vegetação primária, considerando a homogeneidade das condições biogeoclimáticas e pedomorfológica do Estado (**Figura 1**). Foram coletadas amostras na camada de 0,0-0,2 m em solos distribuídos em todo o Estado. Coletou-se 10 amostras simples para obtenção de uma amostra composta, em um total de 23 amostras. Considerou-se 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 de fertilidade e granulométricas foram realizadas de acordo com Embrapa (2011). O cálcio (Ca^{+2}) e o magnésio (Mg^{2+}) trocável foram extraídos com $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ e determinados por titulometria. Os teores totais de Ca e Mg foram extraídos com HNO_3 concentrado conforme o método EPA 3051 estabelecido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) e determinado por espectrometria de absorção com plasma acoplado indutivamente.

Os teores de óxidos de silício (Si), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn) e titânio (Ti) foram determinados pelo método de extração com H_2SO_4 . O teor de óxidos de Fe, Al e Mn foram determinados por espectrometria de absorção atômica, o Ti foi determinado por colorimetria e o Si por gravimetria (Embrapa, 2011).

Os resultados foram submetidos a análise descritiva e a correlação de Pearson, correlacionando os teores totais e disponíveis de Ca e Mg e os demais atributos do solo ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores trocáveis de Ca variaram entre 0,01 e 5,37 mg kg^{-1} . Os teores trocáveis de Mg variaram entre 0,720 e 0,04 (**Figura 2**), classificados como baixo segundo Alvarez et al. (1999). Esses baixos teores de bases trocáveis no solo explicam a baixa CTC encontrada e a necessidade do uso de correção e fertilização para a maioria das culturas.

Quando comparado ao Mg^{2+} os teores de Ca^{2+} foram mais elevados, o que está relacionado à

maior afinidade do Ca^{2+} por sítios de troca, resultando em menores perdas por lixiviação (Barros et al., 2012).

Os teores totais de Ca e Mg extraídos por EPA 3051 apresentaram amplitude de 31,5 a 2291,9 mg kg^{-1} e 19,1 a 323,3, respectivamente (**Figura 2**). O Ca e Mg é liberado por processos de intemperismo dos minerais primários e durante a pedogênese são perdidos por lixiviação o que resulta em baixos teores trocáveis no solo. Teores elevados de Ca e Mg mostrado pelos valores de outlier e extremos (**Figura 2**) estão relacionados à coleta de solos com horizonte A antrópico, solos aluviais e solos desenvolvidos por rochas máficas que apresentam altos teores desses nutrientes em comparação aos solos desenvolvidos por rochas cristalinas. Em solos do estado do Amazonas, Moreira & Fageria (2009) observaram também uma grande variação dos teores médios de Ca^{+2} e Mg^{+2} .

Foi encontrada correlação positiva forte ($r=0,9$) entre o teor de Ca^{+2} e o pH do solo, do mesmo modo foram encontradas correlação positiva forte ($r=0,8$) entre o pH e o teor de Mg^{+2} . Indica que quanto maior o pH, maiores valores de Ca e Mg são observados (**Tabela 1**). Correlação significativa e positiva entre os teores de Ca trocável e a CTC, isto mostra a influência dos cátions básicos no complexo sortivo do solo. Correlação positiva e significativa entre o Ca trocável, MO e pH indica que com o aumento da MO no solo ocorre o aumento de Ca trocável, reduzindo a acidez, elevando o pH e disponibilizando o nutriente para os vegetais e microrganismos. Correlação positiva entre os teores totais de Ca e de Mg e os óxidos de Fe e Ti indica teores elevados desses nutrientes em minerais ferromagnesianos. O Ca e o Mg durante a pedogênese podem substituir o Fe nos octaedros de minerais primários, o que resulta em teores elevados em solos derivados de rochas máficas em comparação a solos derivados de rochas cristalinas.

CONCLUSÕES

Os solos do estado do Pará apresentam baixos teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} total e trocável. Os teores disponíveis de Ca e Mg estão associados a MO enquanto os teores totais estão relacionados com os óxidos de Fe e Ti.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

BARROS, K. R. M.; LIMA, H. V.; CANELLAS, L. P. & KERN, D. C. Fracionamento químico da matéria orgânica



e caracterização física de Terra Preta de Índio. **Rev. Cienc. Agrar.** 55:44-51, 2012.

BENEDETTI, U. G.; JÚNIOR, J. F. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELO, V. F. & UCHÔA, S. C. P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:299-312, 2011.

Dias, J. S., Neves, I., Silveira, V. H. Periodicidade Trimestral. Nutrientes: Do que as plantas precisam? Universal de fertilizantes, 002/ ano 02, 2012.

ORRUTÉA, A. G., MELO, V. F., MOTTA, A. C. V., LIMA, V. C. Mineralogia e reserva de K de Cambissolos submetidos a diferentes manejos após derrubada e queima da floresta na Amazônia Meridional. **R. Acta Amazônica**, 42:2012: 461 – 470, 2012.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C. & LUCCHESI, L. A. C. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**, Curitiba.9:27-32, 2011.

b. Livro:

ALVAREZ V.; V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. **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. 24-25 P.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. Wallingford: CAB International. (1992). 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [EMBRAPA]. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011. 230 p.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, B. N. R.; SILVA, J. M. L.; VALENTE, M. A.; DARIVA, T. A.; SOUTO DE JESUS, A. A.; VENTURIERI, A. Caracterização, mapeamento e classificação dos solos da área de influência da BR-163 (Cuiabá-Santarém) e da BR-230 (Transamazônica), no Estado do Pará. In: Embrapa Amazônia Oriental, ed. **Zoneamento-Ecológico Econômico da área de influência da rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém)**. Belém, PA, 2007. p. 403-571.

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

c. Capítulo de livro:

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 3, p.91-132.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa 2007, 1ª ed. 741p.

d. Trabalhos em anais:

Medeiros, J. C.; Albuquerque, J. A.; Mafra, A. L.; Rosa, J. D.; Gatiboni, L. C. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, out./dez. 2008.

FALESI, I.C. Estado atual de conhecimento de solos da Amazônia. In: **SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO**, 1., 1986, Belém. Anais... p.168- 191.

e. Internet:

BLANKENAU, K. **INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS Nº 117 – MARÇO/2007**. <Acesso em 07 de abril de 2015>

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**; CETESB; 2001. <Acesso em 12 de maio de 2015>

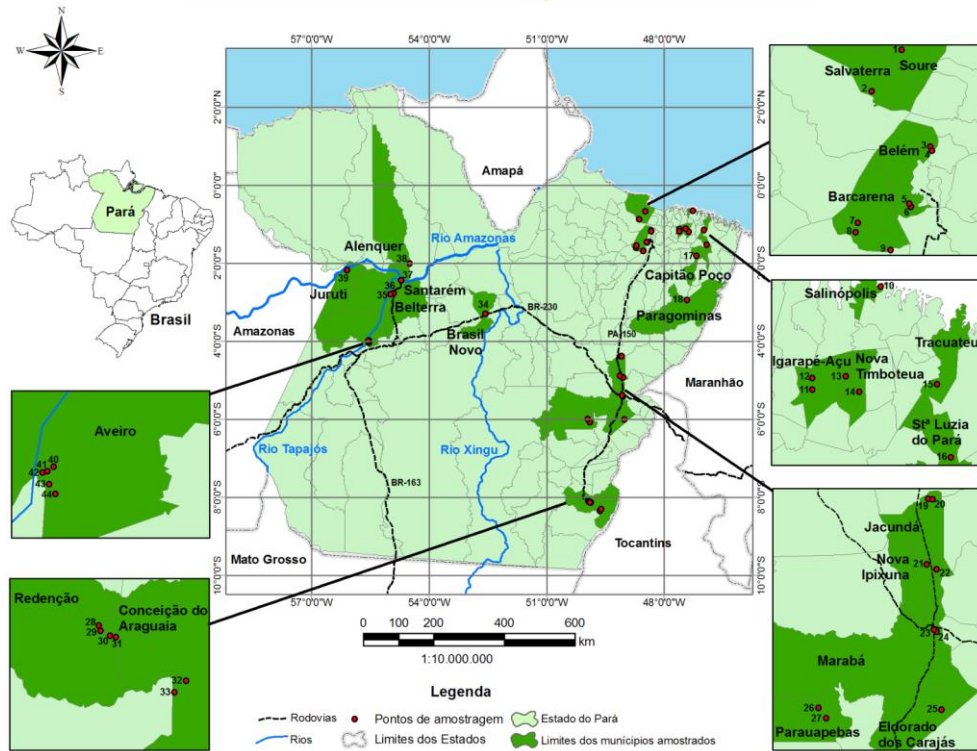


Figura 1 - Localização das áreas de amostragem

Tabela 1 - Correlação de Pearson entre os atributos químicos e físicos em Latossolos do estado do Pará

	pH	MO	CTC	Areia	Argila	Silte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO
T-Ca	-0,2	0,0	-0,1	0,1	0,1	-0,2	0,3	0,1	0,4*	0,5*	0,3
T-Mg	0,1	-0,1	0,1	0,0	0,2	-0,1	0,3	0,1	0,6*	0,6*	0,3
D-Ca	0,9*	0,5*	0,7*	-0,2	-0,2	0,4	-0,2	-0,2	0,3	0,3	0,2
D-Mg	0,8*	-0,2	0,6*	-0,2	-0,2	0,3	0,0	-0,2	0,4	0,3	0,4

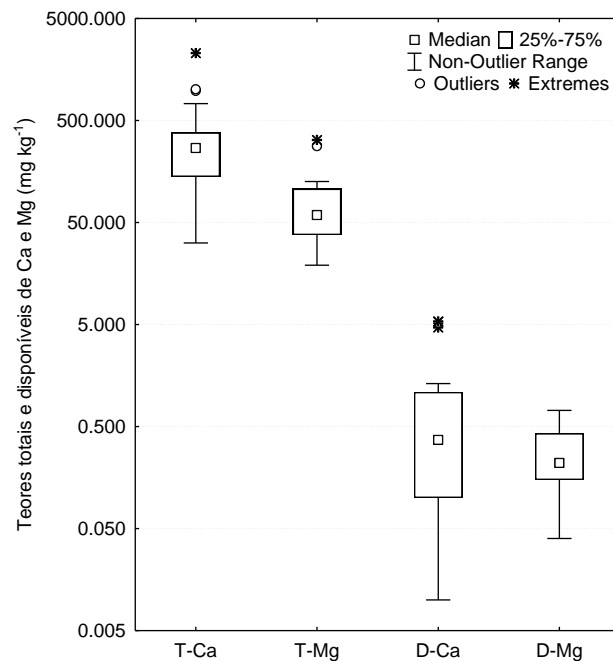


Figura 1: Teores totais e trocáveis de Ca e Mg em solos do estado do Pará.