

FIXAÇÃO DE FÓSFORO EM PLINTOSSOLO DA ILHA DE MARAJÓ (PA)¹

Francisco Ilton de O. MORAIS²
Humberto Beltrão MARTINS JÚNIOR³
José F. TEIXEIRA NETO⁴
Walmir Sales COUTO⁴

RESUMO: O experimento foi conduzido no laboratório de solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP) com o objetivo de determinar a fixação de fósforo, em função do teor de argila, de um Plintossolo de ilha do Marajó, no Estado do Pará. As amostras do solo foram coletadas em duas fazendas localizadas na ilha, sendo retiradas da camada superficial do solo à profundidade de 0-15cm. O solo foi equilibrado com soluções 0,01M de CaCl_2 , contendo concentrações de P variando de 0 a 25 mg^{-1} , com três repetições por tratamento. A capacidade máxima de fixação de P e a constante de afinidade foram calculadas ajustando-se os dados obtidos ao modelo linear da equação de Langmuir. Os resultados demonstraram que a fixação de P é dependente da concentração do elemento na solução de equilíbrio e do teor de argila do solo. A maior fixação de P (838 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo) foi observada no solo contendo 10% de argila e a menor (88 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo) na amostra com 4% de argila. Os valores da constante de afinidade foram de 0,0013 $\text{l} \cdot \text{mg}^{-1}$ e 0,215 $\text{l} \cdot \text{mg}^{-1}$, para os solos com 10 e 4 % de argila, respectivamente, sugerindo a existência de diferenças na composição mineralógica da fração coloidal das amostras usadas do Plintossolo.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Adsorção de Anions, Fósforo, Solos Tropicais.

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo segundo autor para obtenção do grau de Mestre junto a FCAP em 1996.

² Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Visitante da FCAP.

³ Engenheiro Agrônomo, Estudante do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição Mineral de Plantas da FCAP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Msc, Pesquisador da EMBRAPA/CPATU.

P ADSORPTION IN A PLINTHIC SOIL OF THE MARAJÓ ISLAND, PA

ABSTRACT: P adsorption by the surface horizon (0-15cm depth) of plinthic soils with different clay levels from the Marajó island, Pará, Brazil, was determined using a batch-type technique. Soil samples were equilibrated with 0,01M CaCl₂ solutions having from 0 to 25 mg.l⁻¹ P in a randomized experiment with three replicates/treatment. Adsorption maxima and affinity constants for P adsorption were calculated from the linear form of the Langmuir adsorption equation.

Results showed that P adsorption increased with concentration of P in the equilibrium solution and with the clay level of the soil sample. Highest value for P adsorption (838 mg. kg⁻¹ of soil) was obtained in the plinthic soil with 10% clay whereas the highest affinity constant (0.215 l.mg⁻¹) for the plinthic soil with 4% clay, suggesting that there were differences in the mineralogical composition of the soil samples used.

INDEX WORDS: Anion Adsorption, Phosphorus, Tropical Soils

1. INTRODUÇÃO

A Ilha de Marajó é classificada, na Geografia, como a maior ilha fluvial do mundo. Com 49.606 km², possui extensão territorial maior que países como Bélgica e Holanda, e estados brasileiros como Espírito Santo, Sergipe e Rio de Janeiro. Junto com as Ilhas de Caviana, Mexiana e Gurupá formam o complexo denominado Arquipélago de Marajó, com 65.394 km². A ilha está localizada no delta do rio Amazonas e está limitada ao Norte pelo canal principal do Amazonas e pelo Oceano Atlântico, ao Sul pela Baía de Marajó, a Oeste pelo Canal de Breves e a Leste pelo Oceano Atlântico, entre 0° e 2° S de latitude e 48° 20' e 51° W de longitude (OEA, 1974).

O clima da região, segundo a classificação de **Köppen**, é do tipo Am - tropical chuvoso, com período de máxima precipitação compreendido entre os meses de janeiro a junho, e de mínima, de setembro a novembro. A precipitação pluviométrica anual média é de 2.500mm, com temperatura média de

27°C e umidade relativa em torno de 85%. A topografia da região é plana, não havendo desníveis maiores que 2m. A vegetação é de campo nativo com “ilhas” de vegetação arbórea espaçadas.

A atividade pecuária é a atividade econômica mais importante da ilha, sendo realizada desde o século XVII com características extensivas. A Ilha de Marajó é detentora do maior rebanho de búfalos do Brasil (500.000 cabeças), além de manter grande número de bovinos (800.000) e eqüinos (100.000). A pecuária de Marajó é realizada principalmente em campos naturais, sendo reduzidas as áreas de pastagens cultivadas. Os campos naturais da Ilha de Marajó são de ecossistemas alagados, isto é, de várzeas, e de ecossistema de tesos. Os tesos são os locais não inundados no período chuvoso. Apesar de não serem inundados, os tesos ficam encharcados, sendo por isso considerados como ecossistemas de savanas mal drenadas da Amazônia, abrangendo cerca de 23.046 km² (MARTINS JÚNIOR, 1996).

Na Ilha de Marajó predominam solos hidromórficos ou hidromorfizados, destacando-se o Glei Pouco Húmico e o Plintossolo, este em maior escala (IDESP, 1974). O Plintossolo é o solo típico das áreas de tesos, ou seja, de savanas não inundáveis, porém, sujeitas a condições de hidromorfismo em função da oscilação do lençol freático durante o ano (VIEIRA 1988).

O Plintossolo apresenta horizonte A₂ em formação, ligeiramente descolorido; presença de mosqueados a partir do B₁; ocorrência de material argiloso altamente intemperizado, rico em sesquióxidos de ferro e pobre em húmus, com mosqueados vermelho acinzentados ou brancos, em arranjo poligonal, denominado de plintita, no B₂. O Plintossolo imperfeitamente drenado apresenta mosqueados a partir do A₂ e cores acinzentadas no A₁. Derivam-se de sedimentos do Quaternário e se encontram em áreas planas, principalmente sob vegetação de gramíneas (VIEIRA, 1971).

O conteúdo e a forma de óxidos de ferro e alumínio ou o teor de alumínio trocável do solo são os principais fatores responsáveis pela fixação de fósforo, um processo que devido à sua ampla ocorrência em solos de

regiões tropicais precisa ser caracterizado e quantificado. O termo fixação de P envolve mecanismos de adsorção, através de ligações eletrostáticas ou covalentes, e de precipitação, com a formação de compostos insolúveis, tornando o elemento indisponível para as plantas (SANCHEZ 1976). Dados sobre a fixação de P em Plintossolos da ilha de Marajó são inexistentes na literatura.

O objetivo desta pesquisa foi determinar a fixação de P, em função do teor de argila, em Plintossolos da ilha de Marajó (Pa).

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do Plintossolo usado foram coletadas em áreas de tesos da Fazenda Camaleão, localizada no município de Ponta de Pedras, e da Fazenda Anabijú, às margens do rio de mesmo nome, cujas características ambientais são bem representativas da Ilha de Marajó. Na fazenda Camaleão são criados extensivamente bubalinos e eqüinos, enquanto que na Fazenda Anabijú é feita a criação de bovinos.

Amostras dos solos foram coletadas à profundidade de 0-15cm, acondicionadas em sacos plásticos e trazidas para a sala de preparo de solos da FCAP, onde foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm de espessura. Uma quantidade aproximada de 2 kg de cada amostra foi então tirada para análise granulométrica e caracterização das propriedades químicas, utilizando a metodologia preconizada por GUIMARÃES et al. (1970).

A fixação de fósforo foi determinada em um experimento de laboratório, equilibrando-se 3g de cada solo com 30ml de solução de CaCl_2 , 0,01M, contendo diferentes quantidades de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, com três repetições por tratamento. As amostras foram agitadas por 30 minutos, duas vezes ao dia, em agitador rotativo horizontal, durante seis dias, seguido de centrifugação e análise do líquido sobrenadante, de acordo com a metodologia de FOX & KAMPRATH (1970).

O cálculo do fósforo adsorvido foi obtido por diferença entre a quantidade de fósforo aplicada e a quantidade que permaneceu na solução de equilíbrio (sobrenadante). Os dados calculados foram ajustados à forma linear da equação de Langmuir:

$$c / x/m = 1/kb + c/b$$

onde x/m = mg de P adsorvido por quilograma de solo;

c = concentração de P na solução de equilíbrio (mg.l^{-1});

k = constante de afinidade ou energia de adsorção de P (l.mg^{-1});

b = fixação máxima de P (mg. kg^{-1} de solo).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contém os dados da análise química e física do solo utilizado no experimento. Deve-se notar que o solo possui elevado teor de silte, sendo a fração granulométrica predominante, teor médio de areia fina (areia grossa praticamente inexistente) e baixo teor de argila, o que permite classificá-lo texturalmente como franco siltoso.

Os solos possuem pH ácido, abaixo de 5,5, nível médio de fósforo e teores de cálcio, magnésio e potássio baixos. As propriedades químicas e físicas destas amostras se enquadram perfeitamente na descrição de VIEIRA (1971). Os teores de N, C e matéria orgânica, porém, se encontram em menores valores que os indicados, devido, aparentemente, à queima realizada como manejo da pastagem do local. Os teores de fósforo são maiores do que os descritos por VIEIRA (1971), em virtude, possivelmente, da época de coleta, efetuada no início da época de chuva, quando o solo já estava encharcado e, portanto, em condições anaeróbicas que possibilitaram a liberação de P retido pelo solo na forma reduzida. Os teores de micronutrientes são médio-altos.

TABELA 1 - Caracterização química e física do solo.*

Parâmetro	Fazenda Anabijú	Fazenda Camaleão
Areia (g.kg ⁻¹)	230	300
Sillte(g.kg ⁻¹)	730	600
Argila (g.kg ⁻¹)	40	100
pH (H ₂ O)	4,8	5,2
C (g.kg ⁻¹)	55,0	138,0
MO (g.kg ⁻¹)	9,5	23,7
N (g.kg ⁻¹)	0,4	0,9
Ca (mmol _c .kg ⁻¹)	1,5	3,0
Mg (mmol _c .kg ⁻¹)	1,5	2,0
K (mmol _c .kg ⁻¹)	0,30	0,64
Na (mmol _c .kg ⁻¹)	0,40	0,35
Al (mmol _c .kg ⁻¹)	6,8	10,0
H (mmol _c .kg ⁻¹)	39,5	27,9
CTC (mmol _c .kg ⁻¹)	50,0	43,8
P (mg.kg ⁻¹)	3,0	7,0
Zn (mg.kg ⁻¹)	-	1,0
Cu (mg.kg ⁻¹)	-	1,0
Fe (mg.kg ⁻¹)	-	70,0
Mn (mg.kg ⁻¹)	-	1,0

* CTC = Ca + Mg + Na + K + Al + H

A Tabela 2 e a Figura 1 mostram os dados do experimento de fixação de P no Plintossolo usado. A Tabela 2 contém a quantidade de P adicionado (c), P na solução sobrenadante, P fixado(x/m), e a relação P em solução sobre P fixado por quilograma de solo (c/x/m). A relação P adicionado sobre P fixado e a concentração do P adicionado foram usados para construção da Figura 2.

TABELA 2 - Fixação de fósforo em Plintossolo de Ilha de Marajó.*

solução (c) de equilíbrio mg/l	solução sobrenadante mg.l ⁻¹		fixado mg.kg ⁻¹ de solo (x/m)		c/x/m (kg.l ⁻¹)	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
0,0	0,0045	0,03	00	01	0,000	0,000
2,5	0,0053	0,40	25	21	0,100	0,119
5,0	0,0147	1,20	50	38	0,100	0,132
7,5	0,2922	2,70	72	48	0,104	0,156
10,0	0,7250	4,00	93	60	0,107	0,166
12,5	1,0500	5,40	115	71	0,109	0,176
15,0	1,6250	7,80	134	72	0,112	0,208
17,5	-	11,00	-	65	-	0,269
20,0	3,1625	12,60	168	74	0,119	0,270
25,0	5,2375	10,60	198	144	0,126	0,174

* Média de três repetições: a) Fazenda Camaleão (10 % de argila); b) Fazenda Anabijú (4% de argila).

Os dados da Tabela 2 mostram que a quantidade de P fixado aumenta com a concentração do elemento na solução de equilíbrio e com o teor de argila do solo. TUCCI (1991) também encontrou uma relação entre a disponibilidade de P e o teor de argila em solos da Amazônia.

Os resultados apresentados na Figura 1 demonstram que a adsorção de P foi adequadamente descrita pela isoterma de Langmuir ($p < 0,01$), em todas as concentrações do elemento na solução de equilíbrio. É importante salientar que esta foi a primeira vez que se usou a equação de Langmuir para determinar a fixação de P em solos de savanas mal drenadas da Ilha de Marajó.

A adsorção máxima e a constante de afinidade foram determinadas a partir da declividade e interseção da curva linear com o eixo Y, de acordo com as relações:

$$1/kb = \text{interseção da curva com o eixo Y};$$

$$1/b = \text{declividade da curva} = \Delta Y / \Delta X.$$

A adsorção máxima (b) foi de 838 mg.kg⁻¹ e 88 mg.kg⁻¹ de solo nas amostras com 10 e 4% de argila ou 83,8 e 22,0 mg.kg⁻¹ de argila, respectivamente, demonstrando que os Plintossolos da Ilha de Marajó possuem médio/alto poder de fixação de P. Este fato se deve aparentemente aos elevados teores de óxido de ferro e alumínio presentes nesses solos (VIEIRA, 1971). A diferença observada na fixação máxima de P entre as amostras do Plintossolo devem refletir variações na forma (cristalinidade) dos óxidos de ferro e alumínio. As constantes de afinidades (k) de P foram da ordem de 0,0013 l.mg⁻¹ e 0,215 l.mg⁻¹, para as amostras com 10 e 4% de argila.

Solos que possuem alofana na fração coloidal são os maiores fixadores de P, 95,5 mg.kg⁻¹ de argila, seguido pelos solos que contêm gibsitita ou goetita (SANCHEZ, 1976). BRASIL & MUKADA (1995), trabalhando com Latossolos e Podzólicos vermelho amarelo da Amazônia Oriental, com teores de argila entre 22 a 71 %, obtiveram valores de adsorção máxima variando de 239 a 628 mg P.kg⁻¹ de solo e constantes de afinidade de 0,104 a 0,205 l.mg⁻¹, sugerindo que os solos de Marajó têm maior poder de fixação e maior afinidade por P do que esses solos.

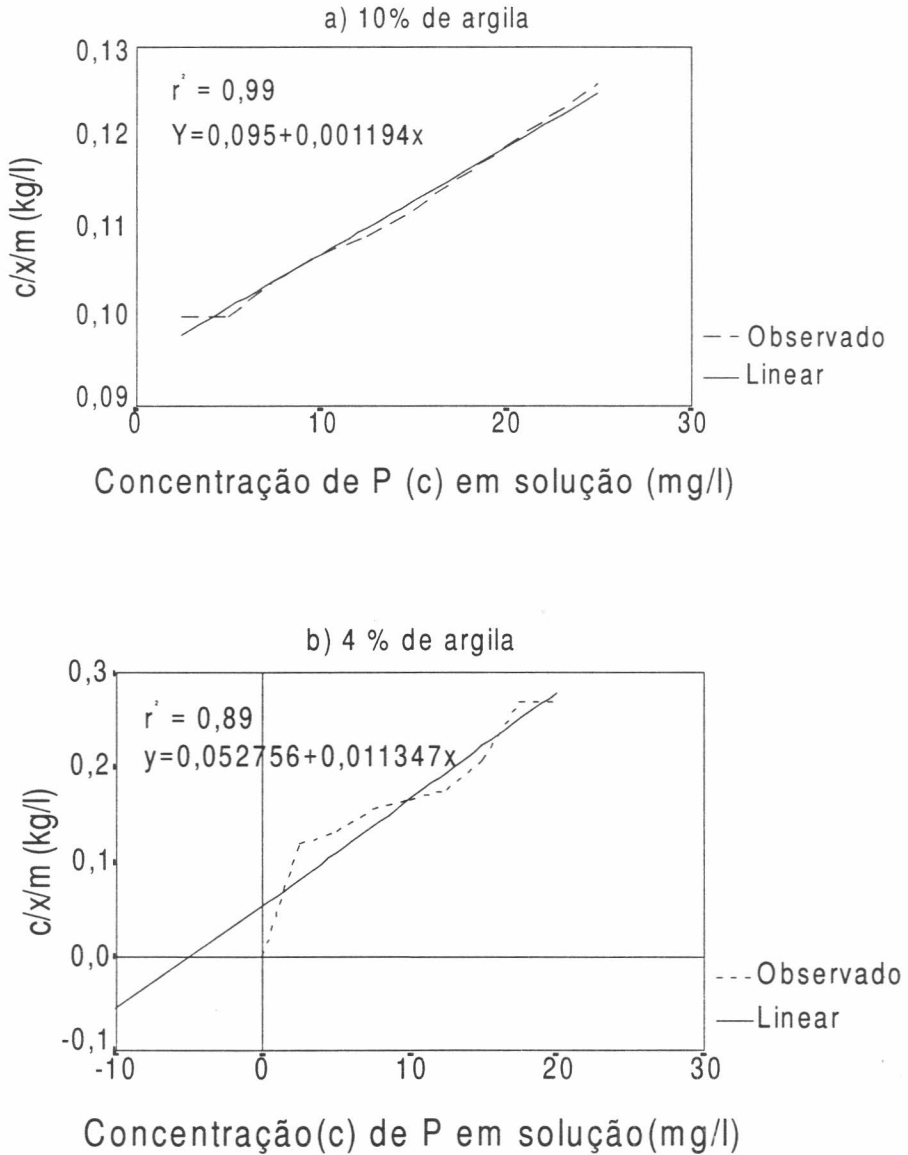


Figura 1: Isotermas de adsorção de P a) Plintossolo com 10% de argila, b) Plintossolo com 4% de argila.

4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitem concluir que:

a) a fixação de fósforo foi dependente da concentração do elemento na solução de equilíbrio e do teor de argila do solo, ajustando-se adequadamente à isoterma de Langmuir,

b) embora a fixação máxima de fósforo tenha sido maior na amostra do solo com teor mais elevado de argila, a constante de afinidade ou energia de adsorção foi maior na amostra com teor mais baixo dessa fração textural, refletindo diferenças na composição mineralógica dos colóides do solo.

(Aprovado para publicação em 01.07.97)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, E.C., MUKADA, T. Capacidade de adsorção de fósforo em latossolo amarelo e podzólico vermelho amarelo da Amazônia Oriental. *B. FCAP*, Belém, n. 24, p. 81-91, 1995.
- FOX, R. L., KAMPRATH, E. J. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, n. 34, p. 902-906, 1970.
- GUIMARÃES, G de A., BASTOS, J.B., LOPES, E. de C. *Métodos de análise física, química e instrumental de solos*. Belém: IPEAN, 1970. 112p.
- IDESP. *Estudos integrados da Ilha de Marajó*. Belém, 1974. 333p.
- MARTINS JÚNIOR, H.B. *Nutrientes limitantes em pastagens nativas e cultivadas em um plintossolo da ilha do Marajó, PA*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1996. 48p. (Tese de Mestrado).
- ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. Washington, EUA. *Marajó: um estudo para o seu desenvolvimento*. Washington, D.C, 1974. 124p.
- SANCHEZ, P.A. *Properties and management of soils in the tropics*. New York: J. Wiley, 1976. 617p.
- TUCCI, C.F. *Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 142p. (Tese de Doutorado).
- VIEIRA, L.S. *Laterita hidromórfica*. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico - Social do Pará, 1971. 38 p.
- VIEIRA, L.S., SANTOS, W.H. *Contribuição ao estudo dos solos de Breves*. Belém: IAN, 1962. p. 37-55. (Boletim Técnico, 42).