

## Avaliação da capacidade máxima de adsorção de fósforo em Latossolos

## Evaluation of the Maximum Phosphorus Adsorption Capacity in Oxisols

### RESUMO

A exploração da rocha fosfática para obtenção de fertilizantes fosfatados gera grande impacto ambiental negativo. A utilização de forma racional de adubos fosfatados passa por conhecer a capacidade máxima de adsorção de fósforo pelos solos. Assim este trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) de três LATOSSOLOS da região do Triângulo Mineiro e correlacionar com teor de argila dos solos. As metodologias utilizadas para obtenção das argilas, a realização dos ensaios de Capacidade Máxima de Adsorção de Fósforo e a análise textural são consagradas e descritas. Os resultados mostraram de CMAP valores entre 43,77 a 132,16 mg g<sup>-1</sup> e a comparação entre a CMAP e os teores de argila resultaram em ajuste de regressão linear adequado com coeficiente de determinação igual a 0,89. Assim conclui-se que os valores de CMAP são adequados e tem relação com o teor de argila dos solos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção. Argila. Fosfatos.

### ABSTRACT

The exploration of phosphate rock to obtain phosphate fertilizers generates a great negative environmental impact. The rational use of phosphate fertilizers requires knowing the maximum phosphorus adsorption capacity for soils. Thus, this work aimed to evaluate the maximum phosphorus adsorption capacity (CMAP) of three LATOSOLS in the Triângulo Mineiro region and correlate with soil clay content. The methodologies used for obtaining the clays and carrying out the Maximum Phosphorus Adsorption Capacity tests and the textural analysis are consecrated and described. The results showed CMAP values between 43.77 to 132.16 mg g<sup>-1</sup> and the comparison between CMAP and clay contents resulted in an adequate linear regression adjustment with a determination coefficient equal to 0.89. Thus, it is concluded that the CMAP values are adequate and are related to the clay content of the soils.

**KEYWORDS:** Adorption. Clay. Phosphate.

Mariana Lourenço

[mah-lourenco@hotmail.com](mailto:mah-lourenco@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Marcelo Hidemassa Anami

[anami@utfpr.com.br](mailto:anami@utfpr.com.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Andreia Costa Barbosa

[andrea.costa@hotmail.com](mailto:andrea.costa@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

A exploração da rocha fosfatada modifica a paisagem natural, causando impactos ambientais com a extração do minério, como perdas da vegetação nativa existente e perda da biodiversidade na interceptação dos cursos de rios para a construção de represas (SANTOS; BARBIERI, 2019). Na etapa de beneficiamento da rocha fosfática os impactos continuam, com a grande geração de resíduos sólidos, onde o volume de rejeitos gerados normalmente ocupam áreas agricultáveis ou de conservação (KULAIF, 2009).

Mesmo possuindo grandes reservas, o Brasil ainda tem necessidade de importar concentrado fosfático para fertilizantes. Nos anos anteriores a 2008, o volume de rocha fosfática demandada pelo Brasil foi superior a 1.290 mil de t/ano, nesse mesmo ano houve um aumento nas exportações dos segmentos fosfatados comparado com 2007, no entanto os gastos com importação praticamente triplicaram para o concentrado e para o ácido fosfórico (SOUZA; FONSECA, 2009).

Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, em avançado estágio de intemperização, onde predominam os minerais de argila 1:1, como a caulinita e os óxidos de Fe (hematita e goethita) e Al (gibbsita), que possuem alta capacidade de adsorção de P, se tornando um dos principais fatores da insolubilização desse nutriente em solos tropicais e conseqüentemente, limitando a produtividade dessas áreas (SOUZA et al., 2006).

Para diminuir ou evitar perdas na produção de culturas, torna-se necessário um suprimento adequado dos nutrientes essenciais, e atualmente, com a crescente demanda por produtividade, a exigência desses nutrientes no solo também aumenta, fazendo-se necessária a aplicação de fertilizantes (RESENDE; FURTINI NETO, 2007).

A calagem e a adubação fosfatada são práticas de manejo da fertilidade do solo que elevam o rendimento das culturas. A aplicação de calcário, além de diminuir a acidez, estimula a precipitação de Fe e de Al trocáveis, reduzindo a precipitação de P como esses metais. O aumento do pH permite a “desprotonação de hidroxilas de radicais orgânicos e daquelas expostas na superfície das argilas”, fazendo com que haja maior repulsão entre o fosfato e superfície adsorvente, permitindo maior absorção do P pelas plantas (SOUZA et al., 2006).

Considerando a necessidade de diminuir a fixação do fósforo no solo para aumentar a disponibilidade às plantas, se tornou relevante o estudo da capacidade máxima de adsorção de fósforo na fração argila, pois esta é considerada a mais reativa. Trata-se de regiões agricultáveis, sendo assim importante saber o quanto o solo está adsorvendo o fósforo.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a Capacidade Máxima de Adsorção de Fósforo de três Latossolos da Região do Triângulo Mineiro e correlacionar com resultados de quantidade de argila.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de solos de 3 regiões do Triângulo Mineiro, classificados como LATOSSOLO VERMELHO distroférico (LVdf), LATOSSOLO VERMELHO eutroférico (LVef) e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distroférico (LVAd), nas profundidades de 20cm e 1,0m, totalizando 6 amostras. Os resultados da análise de solo são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de análise de solo

Classes de Solos Profundidade	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	Ca + Mg	Ca	K	Al	H + Al
				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				
LVef – 20 cm	4,93	32,95	4,09	5,3	0,5	0,04	0	7,7
LVef – 1m	5,29	8,59	1,06	3,5	3,0	0,003	0	12,4
LVdf - 20 cm	4,46	24,23	2,37	2,0	1,1	0,01	0	8,0
LVdf - 1m	4,98	5,51	0,00	0,9	0,5	0,003	0	9,7
LVAd - 20cm	4,30	18,08	1,14	1,3	0,5	0,01	0	20,4
LVAd - 1m	4,40	10,13	0,00	0,7	0,4	0,003	0	16,3

Fonte: Barbosa (2019)

A preparação das amostras e análises físicas foram realizadas conforme descrito em Fontana et al. (2017).

As análises da capacidade máxima de adsorção de P foram obtidas nas amostras de TFSA naturais (CMAP) e nas amostras das frações argila, conforme Vilar (2010). A determinação da CMAP ocorreu através da análise de uma sequência de 12 tubos para cada tipo de solo.

A adsorção do P foi analisada conforme a metodologia de Vilar (2010), onde foi adicionada em cada série de tubos 0,5 g de solo mais 5 mL de solução de KCl 0,01 mol L<sup>-1</sup>, pH 6, respeitando a relação solo:solução da ordem de 1:10, com diferentes concentrações de fósforo, 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 60; 80; 120 e 240 mg L<sup>-1</sup>, na forma de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

O conjunto foi colocado em mesa agitadora a 160 oscilações/minuto, durante 4h. Após 24h de contato os tubos foram centrifugados por 10 minutos a 3000 rpm. A concentração de P na solução sobrenadante foi determinada através do método colorimétrico.

Para dar continuidade ao processo, foram preparadas curvas de calibração para as seguintes concentrações de P, em mg L<sup>-1</sup>: 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; e 10,0 na forma de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

Posteriormente foram realizadas as análises das concentrações de P de cada tipo de solo e as concentrações de equilíbrio (C<sub>eq</sub>) e os respectivos valores de P adsorvidos foram submetidos ao ajuste da isoterma de Langmuir (OLSEN; WATANABE, 1957).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da capacidade máxima de adsorção de P, fornecidos pela equação de Langmuir, variaram de 47,77 a 132,16 mg g na fração argila (Tabela 2) e de 49,08 a 110,37mg g, sendo os valores mais baixos pertencentes ao LVdf, que conforme literatura, pode ser explicado por menores teores de solos de elevado teor de gibbsita e goethita (VILAR, 2010).

Tabela 2 - CMAP da fração argila das classes de solos estudadas e suas respectivas profundidades

Classes de solos e suas profundidades	CMAP (mg hg <sup>-1</sup> )	Desvio Padrão	K	Desvio Padrão	R <sup>2</sup>
LVAd – 20 cm	94,57979	8,75431	0,03882	0,00951	0,93317
LVAd – 1m	132,16331	23,43058	0,02207	0,00871	0,87945
LVdf – 20 cm	43,77296	4,52646	0,04233	0,00983	0,93605
LVdf – 1m	55,97381	6,23168	0,04906	0,01265	0,92746
LVef – 20 cm	91,36839	16,00713	0,09994	0,04452	0,83297
LVef – 1m	104,92413	14,14004	0,09541	0,04165	0,83015

K= Constante de energia de ligação

Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com Motta P. E. F. et al (2002), as análises apresentaram valores mais baixos da capacidade máxima de adsorção de P em Latossolos amarelos, observando serem esses pertencentes aos solos cultivados. Esse fato pode ser explicado pela diminuição de adsorção de P ou maior decomposição de matéria orgânica devido a calagem, ou até pela adubação fosfatada que pode ter removido parte dos elementos em solução.

Os resultados da análise textural apresentada pela tabela 3, mostram que os solos LVef e o LVAd apresentam textura muito argiloso enquanto que o solo LVdf apresenta textura argila arenosa.

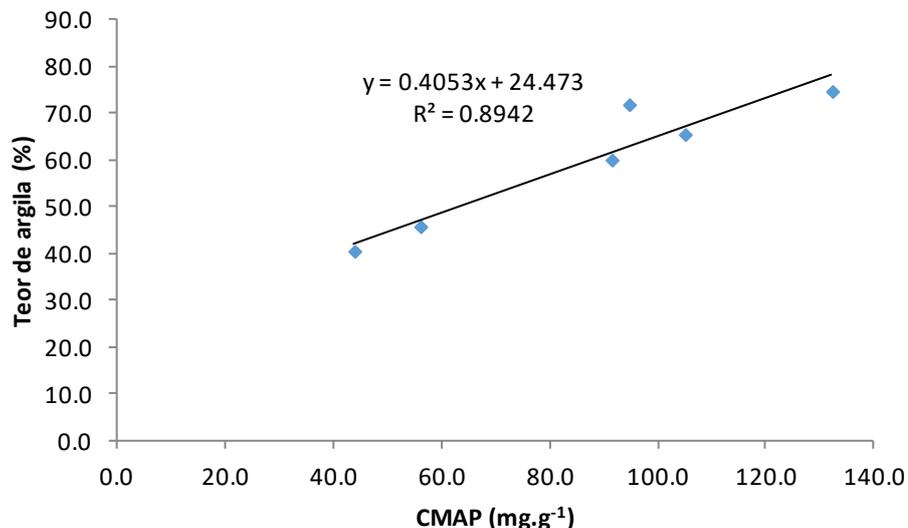
Tabela 3 – Resultados da análise textural

Classes de Solos Profundidade	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Desvio Padrão	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Desvio Padrão	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	Desvio Padrão	Classe textural
LVAd – 20 cm	719	8.33	103	7.88	178	2.65	Muito argiloso
LVAd– 1m	747	17.30	83	7.38	170	12.99	Muito argiloso
LVdf - 20 cm	406	7.80	72	6.91	522	1.13	Argila arenosa
LVdf - 1m	458	5.01	82	8.43	459	3.44	Argila arenosa
LVef - 20cm	601	21.23	205	11.70	194	23.22	Muito Argiloso
LVef - 1m	655	19.80	181	18.53	163	3.41	Muito Argiloso

Fonte: Autoria própria (2020).

Quando comparamos os teores de argila com a CMAP, temos um ajuste de regressão linear com coeficiente de determinação em 0,89 (Figura 1).

Figura 1 – Relação entre teor de argila e CMAP



Fonte: Autoria própria (2020).

Os resultados obtidos por Chaves et al. (2009), mostraram que não existe correlação entre a CMAP com os teores de argila em ARGISSOLOS, PLINTOSSOLOS e CAMBISSOLOS do Estado da Paraíba, porém em LATOSSOLOS da Região do Triângulo Mineiro encontramos relação positiva fato que poderá ser confirmada com a análise mineralógica das argilas.

Em função da Pandemia da COVID-19, as análises mineralógicas estão prejudicadas por conta do trabalho remoto realizado pela UTFPR.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que os resultados são adequados, pois mostra uma relação com a profundidade da coleta das amostras e também tem uma relação com o teor de argila dos solos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina por ceder suas instalações e reagentes para realização deste trabalho, Além do apoio ao projeto pelo Laboratório Multiusuário da UTFPR e pela DIRPPG.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. C. **Capacidade máxima de adsorção de fósforo em Latossolos da região do Triângulo Mineiro**. 2019. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Curso Superior de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

CHAVES, L.H.G. et al. **Características de adsorção de fósforo em argissolos, plintossolos e cambissolos do Estado da Paraíba.** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p.130-139, maio/ago. 2009.

FONTANA, A. et al. Preparo de amostras e separação de terra fina, cascalho e calhaus. In: TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solo.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p

KULAIIF, Y. **Perfil do Fosfato:** relatório técnico 53. Ministério de Minas e Energia-MME.

MOTTA, P. E. F. et al. Adsorção e formas de fósforo em latossolos: influência da mineralogia e histórico de uso. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 349-359, jun. 2002. Disponível em <https://bit.ly/2Z3u5UI>. Acesso em 01 set. 2020.

OLSEN, S. R.; WATANABE, F. S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soil as measured by the Langmuir isotherm. **Soil Science Society of American Proceedings**, v.21, p.144-149, 1957

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E. **Aspectos Relacionados ao Manejo da Adubação Fosfatada em Solos do Cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

SANTOS, D.B.; BARBIERI, E. **Fósforo: da Alquimia à Agroecologia!** Disponível em: [https://www.pesca.sp.gov.br/DaAlquimia\\_a\\_Agroecologia2014.pdf](https://www.pesca.sp.gov.br/DaAlquimia_a_Agroecologia2014.pdf). Acesso em: 28 out. 2019.

SOUZA, A.E.; FONSECA, D.S. Mineração para o Agronegócio: Fosfato. In: RODRIGUES, A. F. S. (Org.). **Economia Mineral do Brasil.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, 2009. Cap. 7. p. 546-568.

SOUZA, R.F.; FAQUIN, V.; TORRES, P.R.F.; BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: Influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 30, n. 6, p.975-983, dez. 2006.

VILAR, C.C. **Interação entre atributos físicos, químicos e mineralógicos com a capacidade máxima de adsorção de fósforo e chumbo de amostras do horizonte A e B de Latossolos do estado do Paraná tratadas com calcário e fosfato.** 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.