

## Efeitos da Sonificação no teor de Fósforo Remanescente em Latossolos com elevado teor de óxidos<sup>(1)</sup>

**Gustavo Felisberto<sup>(2)</sup>; Alexandre Boari de Lima<sup>(3)</sup>; Gabriela Lúcia Pinheiro<sup>(4)</sup>; Bruno Montoani Silva<sup>(5)</sup>; Alisson Lucrécio da Costa<sup>(6)</sup>; José Maria de Lima<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES, CNPq e FAPEMIG.

<sup>(2)</sup> Graduando em Química; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; gufelisberto@ig.com.br; <sup>(3)</sup> Graduando em Química; Universidade Federal de Lavras; <sup>(4)</sup> Pós-doutoranda em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; <sup>(5)</sup> Doutorando e Professor Substituto em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; <sup>(6)</sup> Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; <sup>(7)</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras.

**RESUMO:** O teor de fósforo remanescente (P-rem) é um índice da capacidade de sorção de P pelo solo. A sorção em solos oxidicos ocorre, principalmente, na superfície de óxidos de Fe e Al e a agregação pode interferir nessa sorção, por dificultar o acesso aos sítios superficiais no interior dos agregados. Esse experimento foi realizado com amostras de horizontes superficiais de Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) e de Latossolo Vermelho distrófico (LVd) que foram, depois da agitação, submetidas a diferentes tempos de sonificação. A quantidade de P-rem diminuiu nos dois solos estudados, com aumento do tempo de sonificação. Os maiores decréscimos foram observados para o LVd, evidenciando maior capacidade de retenção de P. No caso do LVdf, a maior estabilidade de agregados fez com que maior nível de energia fosse necessário para expor mais sítios de sorção, reduzindo pela metade a quantidade de P-rem, acima de 2 min. de sonificação.

**Termos de indexação:** Adsorção, Solos oxidicos, agregação.

### INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é considerado o nutriente mais limitante ao desenvolvimento das culturas em condições tropicais (Novais & Smyth, 1999), devido à sua alta adsorção nos coloides minerais dos solos. A magnitude dessa adsorção é determinada por vários atributos, sendo os teores de óxidos de ferro e alumínio e de argila os mais importantes. Valladares et al. (2003), ao estudarem a adsorção de P em solos de diferentes regiões do país, verificaram que a sorção é maior em solos de textura mais argilosa. Segundo Schaefer et al. (2004), a capacidade de adsorção do fósforo é fortemente

correlacionada com o conteúdo de  $Al_2O_3$  e formas de Al nos microagregados do solo, com menor contribuição dos percentuais de  $Fe_2O_3$ .

O teor de fósforo remanescente (P-rem) é um parâmetro empregado em análises de rotina, que permite verificar a extensão dessa sorção em solos. Ele representa a quantidade de P que permanece em solução após o equilíbrio entre amostra e solução contendo  $60 \text{ mg L}^{-1}$  de P. Desta forma, a quantidade de P-rem depende, dentre outros fatores, da atuação combinada da concentração de P adicionada e do contato com a superfície de óxidos (Alvarez et al., 2001).

Os Latossolos das regiões de cerrado ou transição cerrado/floresta em Minas Gerais são conhecidos por apresentarem estrutura granular e de resistência elevada. Com isso, o que frequentemente é considerado tempo suficiente para que haja equilíbrio durante o processo analítico pode, muitas vezes, não ser suficiente para que superfícies no interior de microagregados sejam atingidas pela solução. Assim, a sonificação, que destrói esses agregados pelo efeito de cavitação, pode expor essas superfícies e aumentar a sorção, reduzindo, conseqüentemente, o teor de P remanescente em solução. Nesse procedimento, uma suspensão de solo e água é submetida à vibração por energia ultrassônica. A energia aplicada na amostra, que é função do tempo de sonificação, produz a desagregação (Sá & Lima, 2005) e, portanto, exposição de mais sítios de adsorção de P. Segundo Saly (1967), a energia ultrassônica é mais eficiente para a dispersão total do solo do que a agitação mecânica.

Diante disso, tem-se como hipóteses: 1) os teores de P-rem nas amostras submetidas à sonificação, serão menores à medida que se aumenta o tempo (energia) de sonificação; 2) a quantidade de P-rem será menor no solo com maior teor de argila e óxidos de Al em relação ao solo menos argiloso. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do tempo de sonificação no teor de P-rem



em horizontes superficiais de Latossolo Vermelho distroférico e Latossolo Vermelho distrófico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras coletadas na camada de 0-20 cm de Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) da região de Lavras/MG e Latossolo Vermelho distrófico (LVd) da região de São Roque de Minas/MG, selecionados por apresentarem relativamente elevados teores de óxidos de Fe e Al (**Tabela 1**).

**Tabela 1** – Principais atributos físicos e mineralógicos de amostras das camadas de 0-20 cm de Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd).

Solo	Areia			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	a	Silte (dag kg <sup>-1</sup> )	Argila			
LVdf	24	7	69	129	319	172
LVd	5	18	77	102	355	157

Após a coleta, as amostras foram secas ao ar e passadas em peneiras com malha de 2 mm de abertura (TFSA). Posteriormente foi realizada uma caracterização química das amostras de solos LVdf e LVd (**Tabela 2**). A caracterização química e granulométrica das amostras foi feita segundo Embrapa (1997).

**Tabela 2** – Principais atributos químicos de amostras das camadas de 0-20 cm de Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd).

Solo	pH	t <sup>1</sup>	T <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>	m <sup>4</sup>	MO <sup>5</sup>
LVdf	4,3	1,5	10,2	3,3	78,1	4,6
LVd	4,8	1,9	8,9	11,6	46,5	3,8

<sup>1</sup>Capacidade de troca de catiônica efetiva; <sup>2</sup>Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; <sup>3</sup>Índice de saturação por bases; <sup>4</sup>Índice de saturação por alumínio; <sup>5</sup>Matéria orgânica.

O teor de P-rem foi determinado após agitação de 5 gramas de TFSA por 5 min e 150 rpm com 50 mL da solução de CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> contendo 60 mg L<sup>-1</sup> de P. A proporção solo:solução utilizada foi de 1:10 (Alvarez V. et al., 2000). Após a agitação, as amostras foram submetidas a diferentes tempos (0, 1, 2, 3, e 4 min) de sonificação. Foi utilizado um aparelho marca Misonix, modelo XL2020, operando a 20 kHz no estágio 9, fornecendo uma potência de 192,50 W. Para reduzir o efeito da elevação de temperatura na amostra, o frasco foi colocado em banho de gelo durante a sonificação, e a temperatura da

suspensão foi mantida abaixo de 40°C, conforme sugerido por Gregorich et al. (1989). Foi realizada a leitura de pH nas amostras que não foram submetidas a sonificação (0min), bem como a leitura nas amostras antes e depois da sonificação por 4min. Após essa etapa, as amostras foram mantidas em repouso por 16 horas e determinado o P-rem na solução por colorimetria no comprimento de onda de 720 nm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de pH antes e após o tratamento com o sonificador (**Tabela 3**), permite se determinar a espécie de P predominante em cada solo, sob as condições do experimento. Diante disto, a forma predominante de P presente na suspensão é H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> (SKOOG et al., 2006).

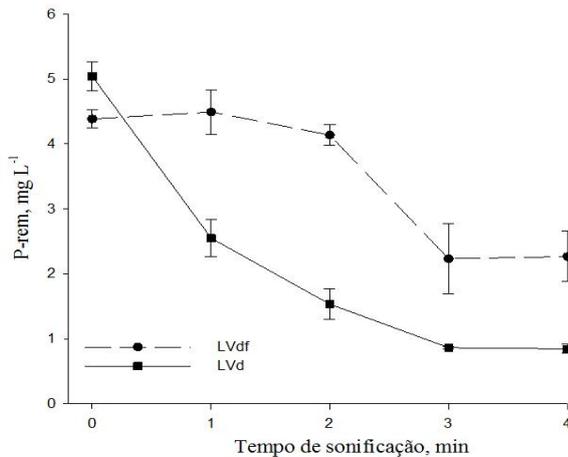
**Tabela 3** – Valores de pH das amostras, antes e após a sonificação.

Amostra	pH antes	pH após
LVdf	3,98	4,01
LVd	4,01	4,76

Esses solos são predominantemente eletronegativos (delta pH -0,4, no LVdf, e -0,6, no LVd) (dados não apresentados) devido aos consideráveis teores de matéria orgânica (tabela 2), entretanto, os reduzidos valores de P-rem, inversamente proporcional à adsorção, indicam alta afinidade da espécie H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> por ambos os solos (**Figura 1**). A adsorção de P em Latossolos é reconhecidamente elevada (Eberhardt et al., 2008), destacando-se o alto teor de argila e óxidos (**Tabela 1**) que implicam em alta área de superfície e quantidade de sítios para a sorção do H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> nesses solos.

Os valores médios encontrados para o P-rem (**Figura 1**) foram diferentes entre os dois solos. Embora haja redução dos teores de P-rem em ambos os solos com o aumento do tempo de sonificação, há nítida diferença entre esses solos.

Superfícies internas, não acessadas sem que haja dispersão dos agregados, contribuíram para elevar a sorção e, conseqüentemente, reduzir os teores de P-rem. Porém, para o solo LVdf, a concentração de P-rem somente sofreu efeitos da sonificação para sonificação superior a 2 minutos, reduzindo pela metade o teor de P-rem a partir desse tempo no LVdf. Por outro lado, no LVd, a sonificação fez efeito já a partir de 1 minuto (**Figura 1**).



**Figura 1** – Quantidade de P remanescente (P-rem) em horizontes superficiais de Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e de Latossolo Vermelho distrófico (LVd) em função do tempo de sonificação.

Este contraste deve-se à diferença de agregação entre os solos, sendo o LVdf o solo que apresenta maior energia de agregação, sendo, portanto, necessário mais tempo de sonificação para dispersão das partículas. O pH de ambos os solos, sem sonificação e depois de 4 min. de sonificação (**Tabela 3**), evidencia a troca de ligantes, com a liberação de hidroxilas para a solução, em razão da maior adsorção de P. A diferença nos teores de  $Al_2O_3$  parecem predominar sobre a sorção de P, especialmente no interior dos agregados mais resistentes que foram desfeitos pela sonificação, conforme exposto na **Tabela 1**.

### CONCLUSÕES

Houve efeito da sonificação no teor de fósforo remanescente em amostras de solos LVdf e LVd horizonte A ao decorrer do tempo. O LVd apresentou maior sorção de fósforo e, conseqüentemente, menor teor de P-remanescente, relativamente ao LVdf. Devido à maior resistência à desagregação, foi necessário maior tempo de sonificação no LVdf para causar maior exposição de superfícies para a sorção de fósforo.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPEMIG pela bolsa de estudos e pelo suporte financeiro que propiciou a realização desse estudo.

### REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JÚNIOR, E.S.; SOUZA, R.B. & FONSECA, C.A. Métodos de análises de enxofre em solos e plantas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 131p.

EBERHARDT, Diogo Néia et al. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos sob pastagens no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 3, p. 1009-1016, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GREGORICH, E.G.; KACHANOSKI, R.G.; VORONEY, R.P. Carbon mineralization in soil size fractions after various amounts of aggregate disruption. *Journal of Soil Science, Oxford*, v.40, n.3, p.649-659, Sept. 1989.

NOVAIS, R. D., & SMYTH, T. J. (1999). Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV.

SCHAEFER, C.E.G.R.; GILKES, R.J; FERNANDES, R.B.A. EDS SEM study on microaggregates of Brazilian Latosols, in relation to P adsorption and clay fraction attributes. *Geoderma, Amsterdam*, v. 123, p. 1-33, 2004.

SÁ, MAC de; LIMA, JM de. Energia ultra-sônica: uma ferramenta em ciência do solo. Embrapa Cerrados. Documentos, v.139, 2005.

SÁ, MAC de; LIMA, JM de; MELLO, CR de. Nível de energia ultra-sônica para estudo da estabilidade de agregados de um Latossolo sob diferentes usos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 11, p. 1649-1655, 2002.

SKOOG, D. A.; West, D. M.; Holler, F. J.; Crouch, S. R.; "Fundamentos de Química Analítica". Pioneira São Paulo. 2006

VALLADARES, G. S., PEREIRA, M. G., ANJOS L. D. Adsorção de Fósforo em Solos de Argila de Atividade Baixa. *Bragantia*, v. 62, n. 1, p. 111-118. 2003.