



LIMITE CRÍTICO AMBIENTAL DE FÓSFORO EM LATOSSOLOS SOB PLANTIO DIRETO E APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO

Luana Salete Celante¹, Nerilde Favaretto², Vander de Freitas Mello², Gabriel Barth³

RESUMO: O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o risco ambiental de P a partir do grau de saturação de P no solo (GSP) e sua perda potencial via escoamento superficial, em plantio direto submetido a aplicações de dejetos líquidos bovinos (DLB) a longo prazo. O experimento foi conduzido em duas estações experimentais da Fundação ABC, com aplicações de DLB (0, 60, 120, 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹) desde 2005, sendo um em Ponta Grossa-PR e outro em Castro-PR. O GSP foi obtido por P, Fe e Al extraídos por oxalato de amônio. Para o Latossolo com textura franco argilo-arenosa, foi encontrado o *change point* correspondente a 0,29 de GSP na profundidade de 0-5 cm em função do teor de P água e 0,31 com o P extraído com CaCl₂. No Latossolo com textura argilosa não foi possível determinar o *change point*. Recomenda-se como limite crítico ambiental de P no solo na profundidade de 0-5 cm, o valor de GSP de 0,29, que corresponde a 84 mg kg⁻¹ de P oxalato. Nas doses de DLB de 120 e 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, na profundidade de 0-5 cm, encontrou-se valores negativos de capacidade de armazenamento restante de P, indicando, portanto, alta vulnerabilidade de perda de P do solo.

PALAVRAS-CHAVE: grau de saturação de P, capacidade de armazenamento restante de P, qualidade da água

INTRODUÇÃO

Constantes aplicações de dejetos líquidos bovinos (DLB) no solo podem intensificar o risco ambiental pelo potencial de transferência de fósforo (P) aos corpos d'água. Em ambientes aquáticos, o fósforo é considerado o elemento limitante da eutrofização (Sharpley et al., 1993)

O grau de saturação de fósforo (GSP) foi sugerido para indicar o potencial de perda de P em solos agrícolas, valores elevados de GSP indicam alto risco ambiental devido à alta concentração de P em solução (Sharpley, 1995). A concentração crítica de P na solução do solo representa o limite no qual o solo deixa de ser um dreno e se torna uma fonte de P. Essa concentração crítica é chamada por muitos autores de "*change point*" (Nair et al., 2004).

A partir dos valores do GSP e do *change point* é possível calcular a Capacidade de

¹Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Email: luana.celante@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná – UFPR

³Fundação ABC.

armazenamento restante de P no solo (CAP), que permite prever a quantidade de P adicional que pode ser acomodada por um determinado solo antes que este se torne uma preocupação ambiental. (Nair e Harris, 2014). Assim, o presente trabalho teve como objetivo definir o limite crítico ambiental de P no solo submetido a aplicações de DLB a longo prazo e verificar a vulnerabilidade de perda de P para o ambiente aquático.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas estações experimentais da Fundação ABC, sendo um em Ponta Grossa-PR sobre um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (LVAd), textura franco argilo-arenosa e outro em Castro-PR sobre um Latossolo Bruno Distrófico típico (LBd), textura muito argilosa (Embrapa/Fundação ABC, 2001), o clima da região é Cfb, com precipitação média anual de 1554 mm. O experimento em Ponta Grossa foi instalado no verão de 2005 e o de Castro no inverno de 2006, em áreas sob plantio direto. O sistema de culturas utilizado durante os 10 anos (2005 a 2015) de experimentação foi o de rotação, sendo aveia e trigo cultivados no inverno, milho e soja cultivados no verão. A Tabela 1 apresenta os atributos químicos do solo nas áreas estudadas antes da instalação do experimento.

Tabela 1 – Atributos químicos dos solos antes da instalação do experimento

Solos	pH CaCl ₂	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P (Mehlich-1)	C
	-----cmol _c dm ⁻³ -----						mg dm ⁻³	g dm ⁻³
LVAd	5,1	0	3,5	3,7	0,7	0,2	19	13,2
LBd	5,4	0	4,6	5	1,4	0,3	4	25,6

Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos ao acaso, totalizando 16 parcelas experimentais para cada área e constituídos por quatro doses DLB (0, 60, 120, 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹). O DLB foi aplicado manualmente na superfície do solo, metade na safra de inverno e metade na safra de verão, em parcelas de 29,75 m² delimitadas por chapas de zinco. A adubação mineral foi realizada conforme as necessidades da cultura. As amostras de solo foram coletadas no ano de 2015 em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-15 cm) e foram analisadas quanto ao teor de fósforo (P), alumínio (Al) e ferro (Fe) por Oxalato de Amônio (Schoumans, 2009), P água e P CaCl₂ (Self- Davis et al., 2009). Os teores de P, Al e Fe foram determinados por Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES).

O GSP foi calculado pela razão da concentração de P em função da concentração Fe mais Al extraídos com Oxalato de Amônio (van der Zee e van Riemsdijk, 1988) conforme equação 1.

$$DPS_{ox} = \frac{(P/31)}{(Fe/56)+Al/27} \quad (1)$$

O *change point* foi obtido com o auxílio do programa estatístico Sigmaplot 12.0 pela



relação entre o GSP e o P do solo extraído com água, com CaCl_2 e com a concentração de P solúvel do escoamento superficial (média ponderada anual de 10 anos). As amostras de escoamento superficial para análise de P solúvel foram coletadas após cada evento de chuva natural. A partir do *change point* determinou-se o limite crítico ambiental em que representa uma alta vulnerabilidade de perda de P para o ambiente aquático. A CAP no solo foi obtida na profundidade de 0-5 cm a partir do GSP atual e do *change point* (Nair e Harris, 2014), conforme equação 2:

$$CAP \text{ (mg kg}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{change point} - \text{GSP}_{\text{ox}})}{(\text{Fe}_{\text{M1}}/56) + (\text{Al}_{\text{M1}}/27)} * 31 \quad (2)$$

Valores positivos de CAP indicam que o solo tem capacidade de atuar como dreno, e valores negativos o solo atua como fonte de P para a solução do solo, indicando alta vulnerabilidade perda de P via escoamento superficial ou subsuperficial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados valores de GSP correspondente ao *change point* de 0,29 na profundidade de 0-5 cm (Fig. 1a) com o P extraído em água e 0,31 com o P extraído com CaCl_2 para o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura franco argilo-arenosa. Não foi possível determinar o *change point* para a concentração média ponderada de P solúvel proveniente do escoamento superficial. Para o Latossolo Bruno Distrófico típico, textura muito argilosa, não foi possível determinar o *change point* com nenhum dos extratores devido a maior capacidade de adsorção de P em solos argilosos, como demonstrado por Mcdowell e Sharpley (2001) e Abboud et al. (2018).

A CAP apresentou valores negativos nas maiores doses de DLB para 0-5 cm de profundidade (Fig. 1b). Tais valores demonstram a alta vulnerabilidade de perda de P, principalmente em altas doses, devido a aplicações sucessivas de DLB.

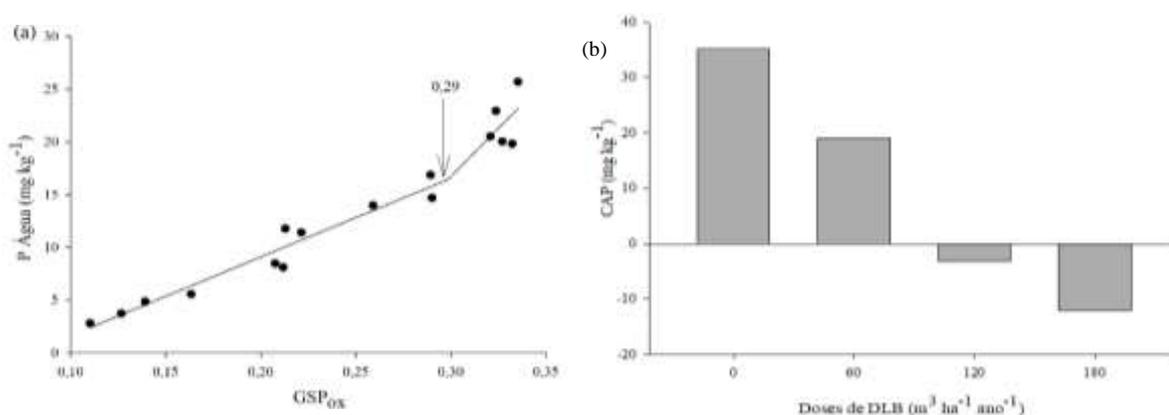


Figura 1 – (a) Relação entre concentração de P Água e GSP e (b) CAP na profundidade de 0-5cm

¹Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Email: luana.celante@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná – UFPR

³Fundação ABC.

Além disso valores negativos de CAP na superfície (0-5 cm de profundidade) indicam que o P continuará a ser liberado lentamente ao longo do tempo, a cada evento de precipitação (Nair e Harris, 2014).

CONCLUSÃO

Recomenda-se como limite crítico ambiental de fósforo no solo para o Latossolo de textura franco argilo-arenosa, na profundidade de 0-5 cm, o valor de GSP de 0,29, que corresponde a 84 mg kg⁻¹ de P oxalato.

As maiores doses de DLB (120 e 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹) para o Latossolo de textura franco argilo-arenosa, aplicadas durante 10 anos, apresentam valores negativos de capacidade de armazenamento restante de P no solo e, portanto, representam risco de perda ambiental de P para o ambiente aquático.

Para o Latossolo de textura muito argilosa, mesmo com aplicações sucessivas (10 anos), não foi possível obter o limite crítico ambiental, o que indica que este solo apresenta capacidade positiva de armazenamento de fósforo.

REFERÊNCIAS

- Abboud, FY, Favaretto, N., Motta, ACV., Barth, G., Goularte, G.D. Phosphorus mobility and degree of saturation in oxisol under no-tillage after long-term dairy liquid manure application *S. Til. Res.* 2018, 177, 45-53.
- Embrapa-Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Fundação ABC. Mapa do levantamento semidetalhado de solos: Município de Castro. Elaborado por FASOLO, P. J.; Carvalho, A. P.; Bognola, I. A. & Poter, R.O. Embrapa – Fundação ABC, 2001.
- Mcdowell RW, Sharpley AN. Approximating Phosphorus Release from Soils to Surface Runoff and Subsurface Drainage. *J. Environ. Qual.* 2001, 30:508-520.
- Nair, VD, Portier, K. M., Graetz, D. A., and Walker, M. L. An environmental threshold for degree of phosphorus saturation in sandy soils. *J. Environ. Qual.* 2004, 33, 107–113.
- Nair, VD, Harris, WG. Soil Phosphorus Storage Capacity for Environmental Risk Assessment. *Advan. in Agricul.* 2014, 9p. <https://doi.org/10.1155/2014/723064>
- Sharpley, AN, Daniel, TC, Edwards, D.R. Phosphorus movement in the landscape. *J. Produc. Agric.* 1993, 6 (4), 492–500.
- Sharpley, A.N. Identifying sites vulnerable to phosphorus loss in agricultural runoff. *J. Environ. Qual.*, 1995, 24:947-951.
- Schoumans, OF. Determination of the degree of phosphorus saturation in non-calcareous soils. In: Kovar JL; Pierzynski GM (Ed). *Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals and waters.* Blacksburg: Virginia Tech University, 2009. P.29-33.
- Self-Davis ML, Moore PA, Joern BC. Water- or dilute salt-extractable phosphorus in soil. In: Kovar JL, Pierzynski GM. (Ed.). *Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals and waters.* Blacksburg: Virginia Tech University, 2009. P.24-27.
- van der Zee, SEATM and van Riemsdijk, W H Model for long-term phosphate reaction kinetics in soil. *J. Environ. Qual.* 1988, 17, 35–41.