



---

**POTENCIAL CONTAMINANTE DE FÓSFORO EM SOLOS DE VINHEDOS**

BRUNO SALVADOR OLIVEIRA<sup>1</sup>; DJALMA EUGÊNIO SCHMITT<sup>2</sup>; GEORGE WELLINGTON BASTOS DE MELO<sup>3</sup>; MARCEL PIRES DE MORAES<sup>1</sup>; JUCINEI JOSÉ COMIN<sup>4</sup>; GUSTAVO BRUNETTO<sup>5</sup>

**INTRODUÇÃO**

O Rio Grande do Sul (RS) possui a maior área cultivada com a videira no Brasil, onde, normalmente, os solos cultivados com vinhedos são submetidos à aplicação de P desconsiderando os critérios técnicos como os resultados de análise de solo e de análise de tecido, em geral a folha completa (BRUNETTO et al., 2011). Com isso, ao longo dos anos, se espera o acúmulo de P no solo, o que pode causar a saturação de parte dos sítios de adsorção das partículas reativas e, por consequência, diminuir a capacidade máxima de adsorção de P (CMAP), que pode ser estabelecida pelas isotermas de adsorção, ajustadas pelo modelo matemático proposto por Langmuir ou por Koski-Vähälä e Hartikainen (2001). Com o ajuste da isoterma de adsorção deste último modelo é possível verificar a alteração da quantidade de P desorvida em água destilada ( $Q_o$ ), que permite calcular a concentração necessária de P na solução para a metade da adsorção máxima ( $km$ ) e na concentração de equilíbrio de P (CEP). Esses parâmetros permitem a inferência sobre a disponibilidade do nutriente às plantas, e sobre o potencial de contaminação em solos de vinhedos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial contaminante de P em solos de vinhedos.

**MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no Laboratório de Solos, Água e Tecido Vegetal do Departamento de Engenharia Rural, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis (SC). Em Dezembro de 2010 foram selecionadas três áreas, uma de campo nativo, sem histórico de aplicação de P, o vinhedo 1 com 14 anos de idade e o vinhedo 2 com 30 anos, e, por consequência, com diferentes históricos de adubação com P, no município de Santana do Livramento, região da Campanha Gaúcha do Rio Grande do Sul (RS). Ambos eram formados pela cultivar Tannat, enxertada sobre o porta-enxerto SO4 e conduzidos sobre o sistema de condução espaldeira. Em

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista de Iniciação Científica. E-mail: brunosalvador@agronomo.eng.br marcelpmoraes@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agroecossistemas, doutorando do programa de pós graduação em ciência do solo, CAV/UEDESC Lages-SC, e-mail: djalma.schmitt@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da EMBRAPA Uva E Vinho de Bento Gonçalves (RS). E-mail: george@cnpuv.embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor Associado IV do PGA e do ENR, CCA, UFSC, Florianópolis (SC). E-mail: jcomin@cca.ufsc.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor Adjunto II do PGA do ENR da UFSC, Florianópolis (SC). E-mail: brunetto.gustavo@gmail.com

janeiro de 2011 foram abertas seis trincheiras em cada vinhedo, nas linhas de plantio, bem como na área de campo nativo adjacente aos vinhedos. Em seguida foram coletadas amostras de solo em um Argissolo Vermelho, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Os solos foram secos, moídos, passados em peneira com 2 mm e reservados. Para determinar os parâmetros das isotermas de adsorção de P, aos solos das camadas de 0-5 e 10-20 cm foram adicionados 1,0 g de solo seco em tubos *falcon* de 15 mL. Em seguida foi adicionado 10 mL da solução de  $\text{CaCl}_2$  0,001 mol  $\text{L}^{-1}$ , contendo 7 concentrações de P (0; 0,5; 1; 2; 5; 10 e 20  $\text{mg L}^{-1}$ ), equivalendo a 0; 5; 10; 20; 50; 100 e 200  $\text{mg de P kg}^{-1}$  de solo, respectivamente. Logo depois, os tubos foram submetidos, durante 16 h, à agitação contínua em agitador “end-over-end” com 33 rpm em temperatura de  $\pm 25$  °C. Posteriormente as amostras foram centrifugadas a 1350 g por 10 minutos e no extrato foi determinado o teor de P remanescente na solução, pelo método de Murphy e Riley (1962). O P sorvido foi estimado pela diferença entre a quantidade adicionada e a recuperada na solução de equilíbrio. Posteriormente, os dados foram ajustados pelo modelo matemático de Langmuir de um sítio de adsorção (Equação 1), descrito por Barrow (1983):

$$P_{\text{sorvido}} = (k \text{ CMAP} * P_{\text{solução}}) / (1 + k P_{\text{solução}}) \quad \text{Equação 1}$$

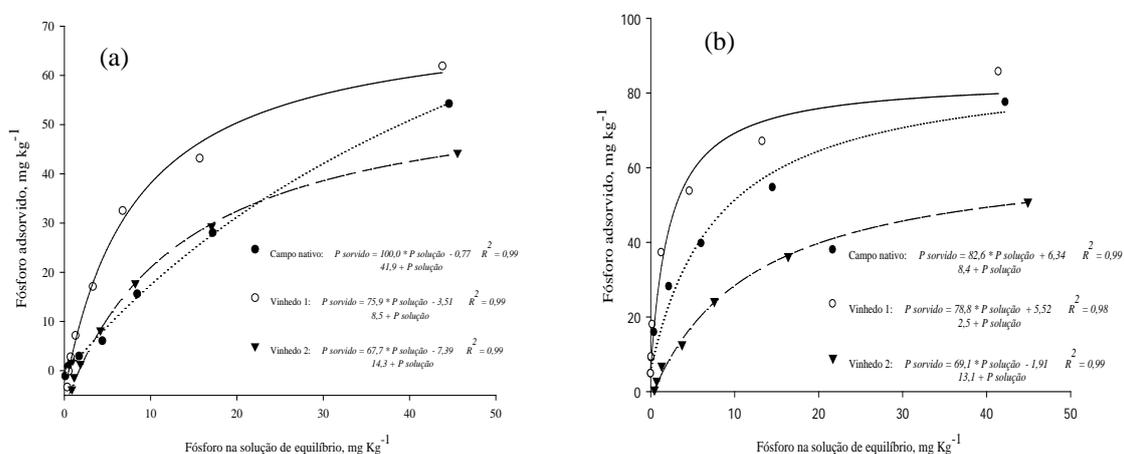
A concentração de equilíbrio de P (CEP) foi obtida pelo ajuste dos dados pelo modelo matemático proposto por Koski-Vähälä e Hartikainen (2001), onde foi introduzida a quantidade de P desorvido em água destilada ( $Q_0$ ) que é visualmente representada pelo ponto da intersecção no eixo das ordenadas, e a CEP, pela intersecção no eixo  $x$  (Equação 2):

$$P_{\text{sorvido}} = (\text{CMAP} * P_{\text{solução}}) / (km + P_{\text{solução}}) - Q_0 \quad \text{Equação 2}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando os efeitos foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de capacidade máxima de adsorção de P (CMAP), na camada de 0-5 cm, foram encontrados no solo de campo nativo com 104,5  $\text{mg kg}^{-1}$  (Figura 1).



**Figura 1** - Ajustes de equação pelo modelo de Langmuir, 0-5cm (a), 10-20cm (b).

Esse resultado pode ser devido aos menores de P disponível, visto que este solo apresenta baixos teores de P disponível (dados não apresentados). Os menores valores de CMAP na camada de 0-5 cm no solo dos vinhedos 1 e 2 podem ser explicados pelo histórico de aplicação de fertilizantes fosfatados na adubação de pré-plantio e de manutenção: no vinhedo 1, foi aplicado aproximadamente 790 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante 14 anos, enquanto no vinhedo 2, foram adicionados 1640 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante 30 anos de cultivo. Essa grande quantidade de P adicionado ao solo pode ter favorecido a ocupação dos sítios de partículas reativas do solo, especialmente, as inorgânicas, pelo P (NWOKE et al., 2003).

**Tabela 1** - Parâmetros relacionados às isotermas de adsorção nas camadas de 0-5 e 10-20 cm em um solo Argissolo Vermelho sob campo nativo, no vinhedo 1 (14 anos de idade) e vinhedo 2 (30 anos de idade), na região da Campanha do RS.

	Camada (cm)	Campo nativo	Vinhedo 1	Vinhedo 2	CV %
Parâmetros ajustados pela equação de Langmuir					
CMAP <sup>(1)</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	0-5	104,5 aA	77,0 aB	80,4 aB	9,59
	10-20	82,3 bA	80,8 aA	70,0 aA	12,06
	CV %	7,89	10,3	14,33	
<i>k</i> <sup>(2)</sup> (L mg <sup>-1</sup> )	0-5	0,0213 bB	0,1173 bA	0,0317 bB	37,37
	10-20	0,1993 aB	0,6789 aA	0,0731 aB	26,83
	CV %	42,07	23,99	30,72	
Parâmetros ajustados pela equação de Koski-Vähälä e Hartikainen					
CMAP (mg kg <sup>-1</sup> )	0-5	100,0 aA	75,9 aB	67,7 aB	7,26
	10-20	82,6 aA	78,8 aA	69,1 aA	13,20
	CV %	8,69	10,08	13,28	
<i>km</i> <sup>(3)</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	0-5	41,9 aA	8,5 aB	14,3 aB	11,30
	10-20	8,4 bAB	2,5 bB	13,1 aA	36,91
	CV %	9,10	29,85	27,39	
<i>Q<sub>o</sub></i> <sup>(4)</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	0-5	0,77 aC	3,51 aB	7,39 aA	17,90
	10-20	-6,34 bB	-5,52 bB	1,91 bA	18,08
	CV %	10,88	11,98	17,56	
CEP <sup>(5)</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	0-5	0,32 aC	0,70 aB	1,78 aA	11,09
	10-20	-0,60 bC	-0,17 bB	0,33 bA	16,12
	CV %	15,43	13,92	14,26	

<sup>(1)</sup>Capacidade máxima de adsorção de P. <sup>(2)</sup>Constante que pode fornecer informações sobre a afinidade do adsorbato para a superfície do substrato. <sup>(3)</sup>Concentração de P na solução que permite a metade da adsorção máxima de P. <sup>(4)</sup>Quantidade de P desorvida com água. <sup>(5)</sup>Concentração de equilíbrio de P. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e na mesma profundidade, e maiúsculas em um mesmo tratamento, mas entre as profundidades, não diferem entre si pelo teste e Tukey ( $\alpha = 5\%$ ).

Os valores de CMAP nas camadas de solo dos vinhedos são condizentes com esse tipo de solo, que possui baixa quantidade de sítios de adsorção de fosfatos, decorrente dos baixos teores de argila e também pela presença de argila do tipo 1:1 (RHEINHEIMER et al., 2003). Por outro lado, os valores de CMAP na camada de 10-20 cm no solo de campo nativo e dos vinhedos 1 e 2 foram de 82,3; 80,8 e 70,0 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). Os valores da constante relacionada à afinidade do adsorbato na superfície do substrato (*k*) na camada de 0-5 e 10-20 cm, foram maiores

no solo do vinhedo 1 (Tabela 1). No entanto, os maiores valores foram encontrados na camada de 10-20 cm em todos os solos avaliados. A constante que fornece informações sobre a afinidade do adsorbato para a superfície do substrato ( $k$ ) teve os menores valores na camada de 0-5 cm dos solos avaliados, comparativamente aos obtidos na camada de 10-20 cm. Isso pode estar associado à ocupação dos sítios de adsorção das partículas reativas do solo pelos íons fosfatos (NWOKE et al., 2003). As maiores concentrações de P dessorvido em água ( $Q_0$ ) foram encontradas no solo da camada de 0-5 cm, com os maiores teores no vinhedo 2, seguido pelo vinhedo 1 e pelo campo nativo. Já na camada de 10-20 cm, os maiores valores de  $Q_0$  ocorreram no solo do vinhedo 2. No parâmetro concentração de equilíbrio de P (CEP), observou-se os maiores valores nas camadas 0-5 e 10-20 cm no solo do vinhedo 2, resultados que podem estar relacionados à maior quantidade aplicada de P nesse solo, especialmente pelas adubações de manutenção. A CEP é um parâmetro teórico importante no estudo do potencial poluente do solo, pois indica que, no caso de transporte do solo rico em P via erosão para um ambiente aquático, haverá potencial de liberação do elemento para as águas sempre que o teor de P solúvel na água do ambiente aquático for menor que a CEP.

### CONCLUSÕES

A maior quantidade de P aplicado no solo em vinhedos com maior tempo de cultivo, 30 anos, diminuiu o valor de capacidade máxima de adsorção de P, indicando a saturação de parte dos sítios de adsorção das partículas reativas; e aumentou a quantidade de P dessorvido em água, o que representa maior potencial de contaminação de águas superficiais e subsuperficiais.

### REFERÊNCIAS

- BARROW, N. J.; BOLLAND, M. D. A. & ALLEN, D. G. Effect of addition of superphosphate on sorption of phosphate. **Australian Journal Soil Research**, v.36, p.359-372, 1998.
- BOLLAND, M.D.A.; GILKES, R.J.; BRENNAN, R.F. & ALLEN, D.G. Comparison of seven phosphorus sorption indices. **Australian Journal of Soil Research**, v.34, p.81-89, 1996.
- BRUNETTO, G.; MELO, G.W.B.; KAMINSKI, J. Critérios de predição da calagem e da adubação em frutíferas. **Boletim informativo da SBCS**, 2011.
- MURPHY, J.& RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v.27, p.31-36, 1962.
- NWOKE, O.C.; VANLAUWE, B.; DIELS, J.; SANGINGA, N.; OSONUBI, O. & MERCKX, R. Assessment of labile phosphorus fractions and adsorption characteristics in relation to soil properties of West African savanna soils. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.100, p.285-294, 2003.
- RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. & CONTE, E. Sorção de fósforo em função do teor inicial e de sistemas de manejo de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.41-49, 2003.

KOSKI-VÄHÄLÄ, J. & HARTIKAINEN, H. Assessment of the risk of phosphorus loading due to resuspended sediment. **Journal Environmental Quality**, v.30, p.960-966, 2001.