



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Formas de Fósforo em Solo Submetido à Aplicação de Lodo Celulósico

Shizuo Maeda⁽¹⁾; Cláudia Mara Pereira⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, Caixa Postal 319, CEP: 83411-000 maeda@cnpf.embrapa.br; ⁽²⁾ Analista da Embrapa Florestas, claudia@cnpf.embrapa.br.

RESUMO – A disposição de resíduos de forma segura é um dos grandes desafios da atividade industrial. A aplicação do resíduo celulósico como insumo em áreas de plantios florestais é uma forma atraente de destinação, que pode resolver o problema ambiental de disposição ao mesmo tempo em que contribui na ciclagem e reposição de nutrientes retirados com a colheita florestal. O fósforo é um dos nutrientes mais aplicados nestes plantios em função dos baixos teores observados na maioria dos solos do Brasil, onerando os custos de fertilização agrícola e florestal. O objetivo do trabalho foi alterações na composição de formas de fósforo em CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico. Para isso, doses de lodo celulósico foram aplicadas superficialmente em área plantada com *Pinus taeda* em 2006, imediatamente após o plantio das mudas. Em amostras coletadas na camada de 0 a 5 cm, em 2009, teores de fósforo total, orgânico, inorgânico e solúvel (Mehlich-1) foram determinados. O lodo aplicado aumentou linearmente os teores de fósforo orgânico e total e não alterou os teores de fósforo inorgânico e os teores de fósforo lábil determinados por Mehlich-1.

Palavras-chave: resíduo, fósforo orgânico, nutrição

INTRODUÇÃO - A geração de resíduos é inerente a toda atividade humana. O tratamento de efluentes resultantes do processamento industrial, para a reciclagem de papel para o aproveitamento em novos produtos gera resíduos conhecidos como lodo de estação de efluentes (ETE) ou lodo celulósico. Nesse resíduo, encontram-se presentes fibras celulósicas fragmentadas e não reaproveitadas no processo e carga mineral contida nas aparas de papel em processamento para reciclagem (Balbinot Júnior et al., 2006). As empresas geradoras são responsáveis pela destinação adequada dos resíduos e a disposição em aterros sanitários é uma das alternativas adotadas. No entanto, essa alternativa é onerosa pela necessidade de construir e manter os mesmos, o que gera custos que podem se eternizar. A aplicação em solos florestais é uma alternativa atraente para disposição do resíduo pela capacidade depurativa do solo (Bellote et al, 1998) e pela presença de nutrientes para as plantas além da capacidade do mesmo atuar como condicionador do solo substituindo o calcário como corretivo da acidez e fornecendo nutrientes para as plantas. O fósforo é um dos

nutrientes que mais limitam o crescimento das plantas em solos do Brasil e, por essa razão, um dos mais aplicados como fertilizante onerando a produção agrícola e florestal. Apesar do teor de fósforo no lodo celulósico, resultante do tratamento de efluentes da reciclagem de papel, ser baixo, a aplicação de grandes quantidades do lodo pode resultar em teores consideráveis de P no solo conforme observado por Costa et al. (2009), em condições de vaso. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses de lodo celulósico nos teores de fósforo orgânico, inorgânico, total e lábil no solo em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS – O ensaio foi conduzido em área de plantio comercial de *Pinus taeda* no distrito de Volta Grande, município de Rio Negrinho, SC, num CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico (Santos et al. 2006). O solo utilizado apresentava as seguintes características químicas na camada 0 a 5 cm (Silva et al., 1999); pH $\text{CaCl}_2 = 3,63$; $\text{K} = 0,19 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,31 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 6,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 20,55 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; carbono orgânico = $47,31 \text{ g kg}^{-1}$; $\text{P} = 2,26 \text{ mg dm}^{-3}$. As doses de lodo de ETE (0, 10, 30 e 40 Mg ha^{-1}), foram aplicadas superficialmente, sem incorporação, em parcelas experimentais compostas de 5 linhas de 5 plantas, em espaçamento 2,5 x 2,0 m. As características químicas determinadas no lodo utilizado no estudo encontram-se na Tabela 1. A aplicação foi feita em agosto de 2006, imediatamente após o plantio das mudas no campo. A avaliação dos teores de fósforo foi feita em amostras coletadas em setembro de 2009, na camada 0 a 5 cm. A quantificação dos teores de fósforo orgânico total – Po, fósforo inorgânico – Pi e fósforo total - Pt foi realizada conforme descrito em Rocha et al. (2005). Os teores de P lábil foram determinados por Mehlich-1 (Santos et al., 2006). Na análise de variância dos dados de Po, Pi e Pt no solo, adotou-se o modelo blocos casualizados com quatro repetições. As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5%, à análise de regressão e à análise de correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - A aplicação de doses de lodo celulósico promoveu aumento nos teores totais de P (Pt) e de P orgânico (Po) e não alterou os de P inorgânico (Pi), com efeitos lineares para Pt e Po (Figura 1). O teor de Pt foi elevado em 90%, em relação ao teor

absoluto original do solo enquanto o teor de Po foi elevado em 876% (Tabela 2). Em termos relativos, a participação do Pi diminuiu com o aumento da dose de lodo aplicado, enquanto o teor de Po aumentou expressivamente. O lodo aplicado apresentou teor total de P de 2,3 g kg⁻¹, correspondendo à aplicação de 0; 23; 69 e 92 kg de P ha⁻¹, em função da aplicação, respectivamente de 0; 10; 30 e 40 Mg ha⁻¹, o que pode explicar os aumentos observados no teor de Po. No protocolo da estação de tratamento de efluentes onde o lodo celulósico utilizado no estudo foi coletado, nutrientes como N e P são aplicados para estimular a proliferação de microorganismos que aceleram o processo de tratamento do efluente. A correlação de Pearson entre as formas de P não foram significativas.

CONCLUSÕES – A aplicação de lodo celulósico aumenta o teor de fósforo orgânico no solo e não altera o teor de fósforo inorgânico. O fósforo orgânico não apresenta relação com o fósforo lábil determinado por Mehlich-1.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004: Resíduos Sólidos. Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; TÔRRES, A. N. L.; FONSECA, J. A. da; TEIXEIRA, J. R.; NESI, C. N. Alteração em características químicas de um solo ácido pela aplicação de

calcário e resíduos de reciclagem de papel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.5., n.1.p16-25, 2006.

BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H. D. da; FERREIRA, C.A.; ANDRADE, G. de C. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 99-106, Jul./Dez. 1998.

COSTA, E. R. de O.; RIZZI, N. E.; SILVA, H. DAMIN da; MAEDA, S.; LAVORANTI, O. J. Alterações químicas do solo após aplicação de biossólidos de estação de tratamento de efluentes de fábrica de papel reciclado. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 1-10, jan/mar. 2009.

ROCHA, A. T da; DUDA, G. P.; NASCIMENTO, C.W.A.; RIBEIRO, M.R. Fracionamento do fósforo e avaliação de extratores de P-disponível em solos da ilha de Fernando de Noronha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n 2, p 178-184, 2005.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. da (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

Tabela 1. Caracterização química do lodo celulósico.

Caracterização química da amostra bruta			
Parâmetro	valor	Parâmetro	valor
pH em água	8,60	Ca - g/kg	150,04
Umidade a 65°C - %	0,90	Pb - mg/kg	10,99
Umidade a 105°C - %	1,55	Co - mg/kg	< 9,99
Cinzas - %	55,54	Cu - mg/kg	49,14
Matéria Orgânica - %	42,92	Cr total - mg/kg	7,09
C total - %	23,84	Fe - g/kg	2,48
N total - %	0,03	Mg - g/kg	1,76
S total - %	0,04	Mn - mg/kg	44,35
P total - %	0,23	Hg - mg/kg	0,18
Fenóis totais – mg/kg	5,35	Mo - mg/kg	< 9,99
Al - g/kg	13,30	Ni - mg/kg	< 9,99
As - mg/kg	< 49,94	K - mg/kg	136,79
Ba - mg/kg	94,76	Ag - mg/kg	< 4,99
Be - mg/kg	< 1,00	Se - mg/kg	< 49,94
B - mg/kg	< 499,45	Na - mg/kg	171,54
Cd - mg/kg	< 9,99	Zn - mg/kg	265,22

* valores superiores aos limites da NBR 10.004/04 (ABNT, 2004)

Tabela 2 Teores absolutos – 1*; relativos ao controle – 2* e relativos ao teor absoluto total em cada dose – 3* de fósforo total – Pt, inorgânico – Pi e orgânico – Po em amostra de solo submetido a doses de lodo celulósico.

Doses do lodo	Pt			Pi			Po		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mg ha ⁻¹	mg	%	-	mg	%	%	mg	%	%
0	270 c	-	-	261	-	97	9 d	-	3
10	305 b	+13	-	274	+5	90	31 c	+238	10
30	346 a	+45	-	295	+13	85	51 b	+454	15
40	354 a	+90	-	264	+1	75	90 a	+876	25

* Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

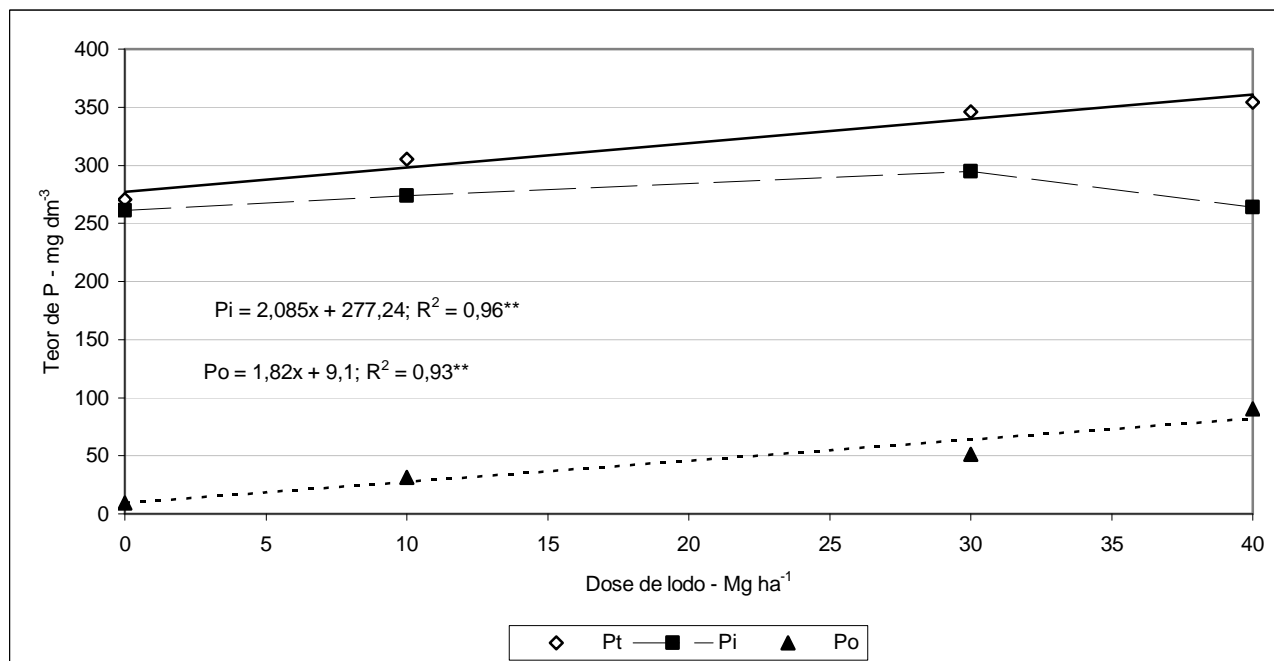


Figura 1 – Relações entre fósforo orgânico (Po), fósforo inorgânico (Pi) e fósforo total (Pt) e doses de lodo celulósico.