



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

TEORES DE OLIGOELEMENTOS EM CAMBISSOLO SUBMETIDO A DOSES DE LODO CELULÓSICO

Shizuo Maeda⁽¹⁾; Helton Damin da Silva⁽²⁾; Itamar Antonio Bognola⁽²⁾; Epitágoras R. O. Costa⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Florestas; Estrada da Ribeira, km 111, CP 319, Colombo, PR, 83411-000; maeda@cnpf.embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Florestas; (3) Gerente Florestal; Volta Grande Reflorestamento; Distrito de Volta Grande s/n, CP 02, Rio Negrinho, SC, 89295-000.

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. No entanto, é necessária avaliação criteriosa de problemas de contaminação ambiental, o que foi objetivo desse trabalho. Doses de lodo celulósico foram aplicadas superficialmente em área plantada com *Pinus taeda* um ano após o plantio. Dois anos após aplicação foram determinados em amostras de solo da camada 0 a 20 cm teores de alguns oligoelementos. Não foram observados indícios de contaminação por Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Pb, Mo, Ba, As e Se.

Palavras-Chave: resíduo celulósico, descarte, contaminação, solos florestais.

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 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). Pelas suas características químicas o lodo celulósico é enquadrado na classe IIA – resíduo não inerte, por liberar, nos testes de solubilização, alguns compostos em níveis superiores aos limites estabelecidos, conforme norma ABNT (2004).

As empresas geradoras são responsáveis pela destinação adequada dos resíduos e a disposição em aterros sanitários é a alternativa adotada pela maioria delas. 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 Ca e Mg.

Todavia, esse resíduo apresenta em sua composição elementos potencialmente danosos às plantas e outros seres vivos tais como Pb, Cd, Cr, Ni e Hg (Tabela 1).

Dessa forma, há necessidade de avaliar os efeitos da aplicação do resíduo nos teores de oligoelementos (Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Pb, Mo, Ba, As e Se) no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Doses de lodo de ETE, gerada em unidade industrial para reciclagem de aparas de papel, instalada no distrito de Volta Grande, município de Rio Negrinho, SC, equivalentes a 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ (base seca), aplicadas superficialmente em parcelas compostas de 5 linhas com 5 plantas de *Pinus taeda*, espaçadas 2,5 m x 2,5 m, estão sendo avaliadas em delineamento estatístico em blocos ao acaso e 4 repetições. O solo do local é um CAMBISSOLO Húmico. A aplicação do lodo foi realizada em outubro de 2006.

O solo utilizado apresentava as seguintes características (SILVA, 1999): camada 0 a 20 cm - pH em CaCl₂ = 3,65; CO = 35,84 g dm⁻³; P = 5,13 mg dm⁻³; K = 0,35 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,10 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,19 cmol_c dm⁻³; Al = 4,96 cmol_c dm⁻³; H + Al = 17,38 cmol_c dm⁻³ e V = 8,60%.

Na Tabela 1 são apresentadas as quantidades estimadas de elementos químicos incorporadas às parcelas de cada tratamento considerando as doses de lodo aplicadas.

Amostras da camada 0 a 20 cm, compostas por cinco subamostras, foram coletadas em outubro de 2008 para a realização das análises químicas. A preparação das amostras constou da secagem em estufa a 45° C, moagem em moinho específico para preparo de amostra de solo e finalmente as amostras foram passadas em peneira com malha 0,2 cm. A abertura das amostras, feitas em duplicata, foi realizada conforme Method 3050B (1996) e a quantificação dos teores em ICP/EOS.

Nos casos em que os teores dos elementos analisados foram superiores aos limites de detecção os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos (P < 0,05) as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey (P < 0,05). Os teores de Cd, Mo e Se ficaram

abaixo do nível de detecção e não foi possível realizar a análise estatística dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do resíduo promoveu redução do teor de Zn na maior dose estudada. Nas demais variáveis analisadas não houve efeito da aplicação do lodo.

É provável que a redução observada no teor de Zn na maior dose seja devido à redução na sua solubilidade promovida pela redução da acidez do solo uma vez que o resíduo apresenta reação alcalina com poder relativo de neutralização total de 50%. Esse resultado é mencionado na literatura como efeito secundário da aplicação de corretivos da acidez do solo (Abreu et al., 2007).

A ausência de efeito dos tratamentos nos teores das demais variáveis estudadas deve-se às baixas concentrações presentes no resíduo estudado. Mesmo na maior dose do lodo, os conteúdos de elementos químicos nele presentes eram bastante inferiores às “cargas acumuladas teóricas permitidas de substâncias inorgânicas presentes no lodo”, embora a referência utilizada trate da aplicação de lodo de esgoto (Brasil, 2006). De qualquer forma, chamam a atenção os teores de Pb, Ba e As nos tratamentos testemunha e na maior dose por superarem os teores de qualidade do solo mencionados por Cetesb (2005).

CONCLUSÕES

1. O teor de Zn é reduzido na maior dose do lodo;
2. A aplicação do lodo não altera os teores de Cu, Ni, Cr, Pb, Ba e As;
3. Não há indícios de contaminação do solo promovida pela aplicação do lodo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C.A.de; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. dos. Micronutrientes. In: NOVAIS et al. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736.
- 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; TELXEIRA, 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.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 375, de 30 de agosto de 2006. *Diário Oficial Republica Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 30 de agosto de 2006. Seção 1, p. 141-146.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Decisão de diretoria n. 195-2005 – E, de 23 de novembro de 2005. Disponível em: <[HTTP://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf)>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicado no DOU, Brasília, DF, n. 249, p. 81-84, 30 dez. 2009. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 21 fev. 2011.

METHOD 3050B: acid digestion of sediments, sludges, and soils. 1996. Disponível em: <<http://www.epa.gov/wastes/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2011.

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. Resultados analíticos da caracterização química realizada na amostra do lodo celulósico.

Parâmetro	valor	Parâmetro	valor
Caracterização química da amostra bruta			
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
Caracterização química do solubilizado			
Cloretos - mg/L	123,76	Cu - mg/L	< 0,10
Fenóis totais - mg/L	0,11*	Cr total - mg/L	< 0,05
Detergente - mg/L	0,49	Fe - mg/L	12,93*
Nitrato - mg/L	1,50	Mn - mg/L	0,26*
Sulfato - mg/L	< 0,10	Hg - mg/L	< 0,001
Al - mg/L	7,74*	Ag - mg/L	< 0,05
As - mg/L	< 0,0025	Se - mg/L	< 0,005
Ba - mg/L	0,89*	Na - mg/L	12,95
Cd - mg/L	< 0,0005	Zn - mg/L	< 0,10
Pb - mg/L	< 0,005	-	-

* valores superiores aos limites da NBR 10.004/04

Tabela 2. Quantidade de elementos químicos adicionados ao solo com a aplicação das doses de lodo celulósico.

Elemento químico	----- Mg ha ⁻¹ -----			
	10	20	30	40
	----- kg ha ⁻¹ -----			
N total	3,0	6,0	9,0	12,0
S total	4,0	8,0	12,0	16,0
P total	23,0	46,0	69,0	92,0
K	1,37	2,74	4,11	5,48
Ca	1 500,4	3 000,8	4 501,2	6 001,6
Mg	17,6	35,2	52,8	70,4
Cu	0,49	0,98	1,47	1,96
Mn	0,44	0,88	1,32	1,76
Fe	24,8	49,6	74,4	99,2
Zn	2,65	5,3	7,95	10,6
Al	133,0	266,0	399,0	532,0
Pb	0,11	0,22	0,33	0,44
Ba	0,95	1,90	2,85	3,80
Hg	0,002	0,004	0,006	0,008
Cr total	0,07	0,14	0,21	0,28
Na	1,71	3,42	5,13	6,84

Tabela 3. Teores de oligoelementos* e seus índices de qualidade do solo (Cetesb, 2005) e de prevenção (Cetesb, 2005 e Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2009) na camada 0 a 20 cm, observados nos tratamentos aplicados um ano após o plantio de *Pinus taeda* e avaliados 2 anos após a aplicação do lodo.

Dose	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb	Mo	Ba	As	Se
Mg. ha ⁻¹	-----					mg.kg ⁻¹	-----			
0	5,55	26,75 a	0,20	3,50	22,50	20,00	0,20	84,25	3,25	4,00
10	8,50	25,25 a	0,20	4,75	25,25	19,50	0,20	84,00	4,00	4,00
20	10,50	25,25 a	0,20	4,25	25,25	19,25	0,20	74,00	5,00	4,00
30	9,25	22,75 ab	0,20	4,00	28,25	21,50	0,20	88,25	3,00	4,00
40	8,25	15,75 b	0,20	3,75	23,50	18,75	0,20	72,00	2,75	4,00
P	ns	0,01	na	0,05	ns	ns	na	ns	ns	na
CV - %	32,60	16,40	na**	13,30	15,00	26,30	na	50,20	53,60	na
I. qual CETESB***	35	60	0,5	13	40	17	4	75	3,5	0,25
I. prev CETESB***	60	150	1,3	30	75	72	30	150	15	5
I. prev. CONAMA***	60	300	1,3	30	75	72	30	150	15	5

* valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem significativamente entre si a 5% pelo teste de Tukey; ausência de letras indica igualdade entre os valores pelo mesmo teste; ** na – não analisados estatisticamente – valores abaixo dos níveis de detecção; *** Cetesb (2005) e Conselho Nacional do Meio Ambiente (2009)
Análises realizadas conforme Method 3050B (1996).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.