

## NÍQUEL, CROMO, CHUMBO E CÁDMIO EM SOLO ADUBADO COM RESÍDUOS E IRRIGADO COM ÁGUA SERVIDA

Fabio Olivieri de Nobile<sup>(1)</sup>; João Antonio Galbiatti<sup>(2)</sup>; Matheus Nicolino Peixoto Henares<sup>(3)</sup>; Hugo Dias Nunes<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Professor Doutor, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB, Barretos, São Paulo, [fonobile@feb.br](mailto:fonobile@feb.br); <sup>(2)</sup> Professor Titular, Universidade Estadual Paulista - UNESP; <sup>(3)</sup> Professor Doutor, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB; <sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB

**RESUMO:** O uso agrícola de resíduos orgânicos e industriais é uma alternativa de aproveitamento como fertilizante e fonte de matéria orgânica ao solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do composto de lixo, biofertilizante e o resíduo do processamento da bauxita, irrigada com água potável e servida. Para tanto foi conduzido experimento em vaso, utilizando-se solo ARGISSOLO Vermelho-Amarelo distrófico, sendo avaliadas as concentrações de Ni, Cr, Pb e Cd no solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. Os dados obtidos evidenciaram que na camada de 0-20 cm as concentrações de Ni aumentaram com o uso do resíduo do processamento da bauxita ( $0,021 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), para Cr as maiores concentrações foram detectados pela aplicação de composto de lixo e biofertilizante ( $0,066 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), para Pb apenas a aplicação de biofertilizante aumento a concentração ( $0,37 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), já na camada de 20-40 cm foram detectados todos os elementos, mostrando sua capacidade de percolação, com exceção do Cd.

**Termos de indexação:** composto de lixo, biofertilizante suíno, resíduo do processamento da bauxita.

### INTRODUÇÃO

A reutilização de resíduos é de grande interesse, pois além de dar destino aos mesmos, torna-os úteis, já que sua aplicação no solo e interfere nos atributos químicos, aumentando a disponibilidade de nutrientes às plantas. Esses compostos contêm nutrientes, tais como N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, etc, que são elementos fundamentais para o desenvolvimento dos vegetais (Franco et al., 2010).

A utilização de compostos de lixo urbano e biofertilizante como condicionadores de solos agrícolas é uma prática em diversos países como nos Estados Unidos, no Brasil, na Inglaterra, na Austrália e no Japão. Além do alto teor de matéria orgânica há ainda a presença de nutrientes à planta, como o nitrogênio e o fósforo (Nobile et al., 2006).

O resíduo do refino de bauxita pode ser uma opção como corretivo de solo, uma vez que possui elevado pH e grandes quantidade de hidroxilas (grupos OH) oriundos da adição de NaOH

para extração de alumínio, por outro lado tem como o excesso de sódio (Na) pode ser um agravante no seu uso na agricultura (Nobile et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do composto de lixo e biofertilizante como fonte de nutrientes, e o resíduo do processamento da bauxita como corretivo da acidez do solo, irrigada com água potável e servida, na percolação de elementos tóxicos (Cd, Ni, Pb e Cr).

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, localizado no setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal, SP. Utilizou-se um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo, retirado na camada de 0 – 20 cm, cujas propriedades químicas são:  $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 4,7$ ; M.O. ( $\text{g dm}^{-3}$ ) = 7; P ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) = 8; K, Ca, Mg, H+Al, SB, T e Al ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) = 1,1; 6; 4; 16; 11,1; 27,1 e 1, respectivamente,  $V(\%) = 41$ .

A fonte de água, considerada como “água servida”, foi coletada no Córrego Jaboticabal, onde é despejada parte do esgoto residencial, produzido pela cidade de Jaboticabal-SP. A “água potável” era proveniente de poço artesiano do reservatório central do campus, que abastece as edificações do setor de Plasticultura/UNESP/FCAV (**Tabela 1**).

O resíduo do processamento da bauxita foi obtido junto à empresa Alcoa Alumínio S/A – MG. O composto de lixo urbano foi obtido na cidade de São José do Rio Preto - SP, junto à empresa Constroeste Ambiental. O biofertilizante utilizado foi obtido junto ao Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal, SP, cujas análises se apresentam na **Tabela 2**.

Para a instalação do experimento foram construídos recipientes de PVC com dimensões de 45 cm de altura e 30 cm de diâmetro. Os tratamentos testados resultaram em cinco tipos de fertilização: a) sem adubação; b) fertilização mineral; c) fertilização com resíduo do processamento da bauxita; d) fertilização com composto de lixo urbano;

e) fertilização com biofertilizante e dois tipos de irrigação (água potável e água servida residencial), totalizando 10 tratamentos. Assim, o delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, com 3 repetições, totalizando 30 parcelas.

O volume de solo da camada de 0-20 cm foi calculado em função do raio do recipiente (30 cm) e da altura da camada de solo (20 cm), totalizando um volume de 14,14 dm<sup>3</sup>. A quantidade de solo para essa camada, foi calculada em função da densidade do solo (1,25 kg dm<sup>-3</sup>) e volume do recipiente (14,14 dm<sup>3</sup>), totalizando 17,68 kg de solo.

Foram feitas aplicações de calcário e resíduo do processamento da bauxita para os respectivos tratamentos, com o objetivo de diminuir a acidez do solo e calculados através do método de saturação por bases.

Passados 150 dias, foram coletadas amostras simples escolhendo seis pontos ao redor da base da plantas, sendo que, as seis amostras simples foram misturas para a obtenção de uma amostra composta. O mesmo procedimento foi usado na coleta da camada de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm. Feito a coleta do solo, foi encaminhado para o Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias de Jaboticabal/SP.

Os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Sas Institute, 1999).

As amostras coletadas foram secas em estufa a 60°C, por 48 horas e em seguida foram moídas e peneiradas em peneira de metal de 1,25 mm, até que toda a amostra coletada passasse pela peneira. Desse material peneirado foi retirada uma amostra de 20 g que foi novamente moída, porém desta vez em gral de ágata, sendo que nesta fase a peneira utilizada foi a de 0,125 mm. As 20 g foram retiradas da amostra original de forma a conter a maior heterogeneidade de partículas e todo o material da sub-amostra foi passada pela peneira de 0,125 mm. Estas amostras finamente moídas foram submetidas a três processos de abertura, que seguiu metodologia USEPA 3050 B (USEPA, 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de cádmio avaliado em todas as amostras de solo, coletadas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, esteve abaixo do limite de determinação analítica do método empregado. Porém, é preciso considerar que as concentrações desses metais no solo,

proporcionadas pela aplicação do resíduo, são baixas e, portanto, de difícil avaliação num experimento (Galbiatti et al. 2007).

Com relação ao níquel observa-se aumento do elemento, na camada de 0-20 cm, apenas para o tratamento resíduo do processamento da bauxita, com 0,21 µg mL<sup>-1</sup>, aumento de 99 % na concentração de níquel no solo quando comparado como outros tratamentos. (**Tabela 4**).

**Tabela 4** - Análise química do solo para elementos tóxicos da camada de 0-20 cm.

Tratamentos	Ni	Pb	Cr
	----- µg mL <sup>-1</sup> -----		
Testemunha	0,003 b	0,29 b	0,006 b
Ad. mineral	0,008 b	0,31 b	0,026 b
Res. Proc. bauxita	0,021 a	0,32 b	0,021 b
Composto de lixo	0,000 b	0,23 c	0,066 a
Biofertilizante	0,005 b	0,37 a	0,066 a
Teste (F)	12,65**	19,82**	8,35**
DMS	0,006	0,03	0,027
<b>Água (A)</b>			
Potável (1)	0,08	0,33	0,066
Servida (2)	0,08	0,31	0,063
Teste (F)	0,10 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>	1,02 <sup>NS</sup>
DMS	0,0045	0,022	0,038
S x A	2,50 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>	2,29 <sup>NS</sup>
CV	15,30	9,24	10,50

Já na camada de 20-40 cm (**Tabela 5**), observa-se aumento nas concentrações de níquel para resíduo do processamento da bauxita, adubação mineral e biofertilizante, suas concentrações no solo foram, respectivamente, 0,09; 0,07 e 0,02 µg mL<sup>-1</sup>, para o tratamento testemunha e o tratamento composto de lixo não foi detectado concentrações de níquel no solo para essa camada. A movimentação do níquel em profundidade também foi observada em solos tratados com lodo de esgoto (Nobile et al. 2010), sendo que a mobilidade do níquel está relacionada à sua presença no solo, predominantemente, em formas trocáveis e, portanto, facilmente solúveis. O aparecimento do elemento em grande quantidade no tratamento resíduo do processamento de bauxita, esta associada à alta concentração do elemento no resíduo (270 mg kg<sup>-1</sup>).

Para o elemento chumbo nota-se aumento das concentrações no solo, camada de 0-20 cm de profundidade nota-se aumento apenas para os tratamentos composto de lixo e biofertilizante. A ausência do elemento na camada superficial, esta associada à alta taxa de lixiviação, onde as maiores concentrações do elemento aparecem na camada de 20-40 cm, onde nota-se elevação das



concentrações para todos os tratamentos testados, sendo a maior concentração no solo encontrado para o uso de biofertilizante, com  $0,42 \mu\text{g mL}^{-1}$ .

**Tabela 5** - Análise química do solo para elementos tóxicos da camada de 20-40 cm.

Tratamentos	Ni	Pb	Cr
Testemunha	0,00 d	0,24 c	0,00 b
Ad. mineral	0,07 b	0,30 b	0,39 a
Res. Proc. bauxita	0,09 a	0,33 b	0,31 a
Composto de lixo	0,00 d	0,31 b	0,02 b
Biofertilizante	0,02 c	0,42 a	0,05 b
Teste (F)	168,84**	33,42**	12,17**
DMS	0,014	0,05	0,23
<b>Água (A)</b>			
Potável (1)	0,072	0,34	0,21
Servida (2)	0,072	0,33	0,20
Teste (F)	1,68 NS	3,12 NS	2,00 NS
DMS	0,0061	0,02	0,09
S x A	2,32 NS	0,99 NS	1,01 NS
CV	11,61	8,54	13,77

O elemento cromo apareceu em concentrações estatisticamente maiores apenas no tratamento biofertilizante e composto de lixo, ambos com  $0,066 \mu\text{g mL}^{-1}$ , todos os outros tratamentos foram estatisticamente semelhante ao tratamento testemunha. As baixas concentrações de cromo na camada superficial se justificam pela lixiviação ocorrida do elemento presente na solução do solo, ou seja, concentrações de cromo 97% superiores, no caso da adubação mineral, da camada de 0-20 cm.

Já na camada de subsuperficial observa-se grande aumento na concentração para os tratamentos adubação mineral e resíduo do processamento da bauxita, respectivamente, com  $0,39$  e  $0,31 \mu\text{g mL}^{-1}$  de cromo. Esse aumento na concentração de cromo em subsuperfície e devido à lixiviação do metal presente em grande quantidade o que reforça a afirmação de Teixeira et al. (2005) que constatou a presença de cromo em fertilizantes fosfatados, sendo essa a causa do aparecimento do elemento em grande quantidade na camada de 20-40 cm, já que apenas nesses dois tratamentos foi empregado o fertilizante superfosfato simples.

As águas de irrigação não influenciaram nas concentrações de elementos tóxicos no solo em ambas as camadas, bem como não se verificou concentrações de cádmio em nenhuma camada de solo avaliado.

Vale ressaltar ainda que para todas as concentrações de metais pesados encontrados no solo e para ambas as camadas (0-20 e 20-40 cm de profundidade) estão dentro dos limites permitidos

pela norma da CETESB previstos na resolução de número 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005.

## CONCLUSÕES

A qualidade da água de irrigação, potável ou servida, não afetou nenhum parâmetro relacionado ao solo.

Para o solo na camada de 0-20 cm de profundidade os tratamentos aplicados afetaram positivamente todos os parâmetros avaliados, não foi detectado cádmio nas diferentes fertilizações;

Para o solo na camada de 20-40 cm, não foi detectado cádmio nessa camada e cromo só foi observado na aplicação de adubação mineral e resíduo do processamento de bauxita.

## REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington, 1995. 1134 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais do Laboratório Nacional de Referência Vegetal. Brasília: LANARV, 1988. 104 p.
- FRANCO, H. C. J.; TRIVELINI, P. C. O., FARONI, C. E., VITTI, A. C., OTTO, R. Stalk yield and technological attributes of planted cane as related to nitrogen fertilization. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 579-590, 2010.
- GALBIATTI, J. A.; LUI, J. J.; SABONARO, D. Z.; BUENO, L. F.; SILVA, V. L. DA. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 445-455, 2007.
- NOBILE, F. O. de, GALBIATTI, J. A., MURASHI, R. I., RIBEIRO, A. G., FREDDI, O. S. Quantificação de macronutrientes no solo e em folhas de cana-de-açúcar em função de doses de resíduo da mineração de bauxita. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 1, 2010.
- NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A.; J. A.; MURASHI, R. I. Matéria orgânica e pH em solo adubado com fertilizantes orgânicos e minerais e irrigada com água residuária. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16, 2006, Aracaju. Resumos... Aracaju: SBCS, 2006. CD ROM.
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide. Cary, 1999. 595 p.
- TEIXEIRA, A. O.; LOPES, D. C.; RIBEIRO, M. C. T.; LOPES, J. B.; FERREIRA, V. P. A.; VITTI, D. M. S. S.; MOREIRA, J.A.; PENA, S. M. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 57, n. 4, p. 502-509, 2005.
- USEPA. Method 3050 B. 1998. Disponível em: <http://www.epa.gov/SW-846/pdfs/3050b.pdf> Acesso em: 10 ago. 2011.

**Tabela 2** - Dados da análise química dos resíduos orgânicos e industrial, base seca.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cr	Cd	Pb	Ni
	----- g kg <sup>-1</sup> -----						----- µg g <sup>-1</sup> -----				
Res. Proc. Baux.	4	0,001	11,4	17	1	0,8	137000	32	0,2	2	0,040
Composto de lixo	15	4	6	31	4	4,2	25300	6,3	n.d	0,44	n.d
Biofertilizante	140	54	48	65	26	20	1	5,4	n.d.	0,52	n.d

Metodologia utilizada: Brasil (1988); n.d. – não detectado

**Tabela 3** - Quantidades de fertilizantes, corretivos e resíduos usados nos tratamentos.

Tratamento	Fertilizantes, corretivos e resíduos	Quantidades	
		kg ha <sup>-1</sup>	g vaso <sup>-1</sup>
Testemunha	---	---	---
Fertilização Mineral	- calcário*	600	4,25
	- nitrato de cálcio	195	1,40
	- superfosfato simples	800	5,70
	- cloreto de potássio	230	1,60
Res. do proc. de bauxita	- nitrato de cálcio	195	1,40
	- superfosfato simples	800	5,70
	- cloreto de potássio	230	1,60
	-res. do proc. de bauxita	4300	30,33
Composto de lixo	- calcário*	600	4,25
	- composto de lixo	20000	141,38
Biofertilizante	- calcário*	600	4,25
	- biofertilizante	40000	282,75

\*MgO = 9 % e PRNT=95%)