

# DISPONIBILIDADE DE METAIS PESADOS DECORRENTE DO TEMPO DE INCUBAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO EM DIFERENTES SOLOS<sup>1</sup>

F. C. SILVA<sup>2</sup>, C. A. SILVA<sup>3</sup>, A. F. BERGAMASCO<sup>4</sup>, A. L. RAMALHO<sup>5</sup>

Escrito para apresentação no  
XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2002  
Salvador-BA, 29 de julho a 02 de agosto de 2002

**RESUMO:** O uso agrícola do composto de lixo (CL) nas lavouras constitui a alternativa de maior viabilidade técnico-científica-econômica, por ser fonte considerável de nutrientes e matéria orgânica. Este estudo foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa/Centro Nacional de Pesquisas de Solos (CNPS), e teve como objetivo avaliar o efeito de doses de CL (0, 25, 50 e 100 mg ha<sup>-1</sup>) e períodos de incubação (0, 16, 32, 64 e 150 dias) sobre a disponibilidade (Mehlich-1) de Cd, Cr, Co, Ni e Pb em cinco solos (Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico - LVd, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - PVd, Chernossolo Háplico Órtico - MXo, Planossolo Hidromórfico Distrófico - SGd e Nitossolo Vermelho Eutroférico – Nvef). A maioria dos metais pesados teve sua disponibilidade reduzida nos primeiros períodos de incubação, sendo esse efeito dependente de textura, pH e teor de matéria orgânica do solo. O uso continuado de CL, principalmente nas doses mais elevadas, pode resultar riscos de contaminação do ambiente pelo efeito cumulativo, em especial para o Cd nos solos LVd, MXo e Nvef, cujo o tempo de decaimento de sua disponibilidade varia de 6 a 12 meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduo sólido urbano, incubação, modelos estatísticos.

## EFFECT OF INCUBATION SOILS/URBAN TRASH COMPOST TIME IN THE READINESS OF HEAVY METAL

**SUMMARY:** The agricultural use of the urban waste compost (WC) is an alternative of better technician-scientific-economic viability, because this organic residue is a source of nutrients and organic matter. This study was carried out in a greenhouse at Embrapa/National Soil Research Center (CNPS), and has the objective of evaluating the effect of WC doses (0, 25, 50 and 100 mg ha<sup>-1</sup>) and incubation periods (16, 32, 64 and 150 days) on Cd, Cr, Co, Ni, and Pb availability (Mehlich 1) in Rio de Janeiro and São Paulo soils (Red-yellow Latosol, Red-yellow Podzol, Brunizem, Planosol and Red Dusky Podzol) and four incubation periods. Most of the heavy metals had its availability reduced in the first times of incubation, being that dependent effect of the texture, pH and content of soil organic matter. Continued use of WC, mainly in the highest doses, and especially for the Cd, can result in risks of soil contamination because of the accumulative effect.

**KEYWORDS:** urban solid residue, incubation, statistical models.

**INTRODUÇÃO:** A reciclagem do lixo urbano se apresenta como uma das melhores alternativas para melhoria da situação brasileira em relação a disposição do lixo urbano (MELO et al., 1997), evitando-se o acúmulo do material que oferece riscos à saúde pública através da contaminação das águas subterrâneas e da proliferação de animais e insetos vetores de doenças.

<sup>1</sup> Projeto financiado pela Fapesp com os processos No. 98/06439-2 e 99/07341-9

<sup>2</sup> Embrapa Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (Embrapa/CNPTIA), Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13.083-970 – Campinas/SP. Bolsista do CNPq. fcesar@cnptia.embrapa.br

<sup>3</sup> Embrapa Solos, R. Jardim Botânico 1024, 22.460-000 – Rio de Janeiro/RJ.

<sup>4</sup> Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, 13.083-970 – Campinas/SP. Bolsista Fapesp.

<sup>5</sup> Embrapa Solos, R. Jardim Botânico 1024, 22460-000 – Rio de Janeiro/SP. Bolsista CNPq.

A aplicação de composto de lixo (CL) aumenta o rendimento das culturas (BERTON & VALADARES, 1991), na medida em que melhora a estrutura e fertilidade do solo, supre nutrientes às plantas e corrige a acidez do solo. Entretanto, estudos revelaram níveis elevados de metais pesados em solos e plantas onde foi adicionado CL (BOON & SOLTANPOUR, 1992). Desse modo, o uso inadequado do CL pode contaminar o solo com metais pesados e outros produtos potencialmente tóxicos aos seres vivos.

A preocupação com os níveis de metais pesados advém da capacidade de sua retenção pelo solo, da sua movimentação no perfil deste, da possibilidade de que eles atinjam o lençol freático e, sobretudo, da sua absorção pelas plantas, podendo atingir, assim, a cadeia alimentar. Os parâmetros de solo mais importantes nos trópicos, para avaliar o efeito de resíduos sólidos urbanos, são, conteúdo de argila, óxidos de ferro e de alumínio (MATTIAZZO-PREZOTTO, 1994).

A liberação de metais ocorre à medida em que ocorre a degradação da matéria orgânica do composto adicionada no solo, que tende a ser mais rápida em condições tropicais (OLIVEIRA, 1995), favorecendo a formação de substâncias húmicas menos complexas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade temporal de metais pesados (Cd, Co, Cr, Ni e Pb) em cinco tipos de solo incubados com diferentes doses de composto de lixo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em condições controladas na Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa em Solos (CNPTIA), no Rio de Janeiro, utilizando-se amostras de 5 tipos de solos (Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico - LVd, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - PVd, Chernossolo Háplico Órtico - MXo, Planossolo Hidromórfico Distrófico - SGd e Nitossolo Vermelho Eutroférico - NVef), em 2 profundidades (0-20 e 20-40 cm), sendo 0-30 e 30-60 cm para o solo NVef, e incubadas com 4 doses de CL (0, 25, 50 e 100 mg ha<sup>-1</sup>, em base úmida), em 5 períodos de incubação (0, 16, 32, 64 e 100 dias). O CL foi proveniente da Estação de Vila Leopoldina, situada na cidade de São Paulo.

A montagem do experimento se deu em ambiente fechado a uma temperatura média de 23<sup>o</sup>C. Adicionou-se água a cada parcela, em quantidade a não saturar o solo. Preliminarmente foram executadas análises químicas e físicas dos solos e do CL separadamente. Para a comparação química dos tratamentos, foram realizadas determinações laboratoriais nas amostras (EMBRAPA, 1979): pH em H<sub>2</sub>O; teores disponíveis de metais pesados (Cd, Co, Cr, Ni e Pb), usando-se Mehlich 1 (relação solo/solução de 1:5) e a determinação por espectrometria de plasma de emissão atômica - ICP; teor total de metais pesados (Cd, Co, Cr, Ni e Pb), pelo uso de extrator "água régia" e determinação feita em ICP.

Os dados obtidos foram submetidos à análises estatísticas, resultando modelos de regressão para teores disponíveis de metais pesados no solo, e teor de metais disponíveis em relação ao tempo de incubação do CL. A partir desses modelos foram realizadas simulações as quais forneceram o tempo de meia vida, que corresponde ao tempo de decaimento da metade da disponibilidade do metal no solo, após adicionado como CL, cujo valor é de grande importância para a determinação do tempo mínimo de carência nos diferentes solos a ser respeitado antes da nova aplicação desse composto.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os solos MXo e NVef tiveram a maior acumulação de Cd, Co, Cr, Ni e Pb, em ambas as profundidades, com exceção do Pb que teve maior teor total nos solos NVef e PVd (Tabela 1). Os menores valores disponíveis de Cd, Co e Ni foram encontrados nos solos SGd, e de Cr e Pb, nos solos NVef, em ambas as profundidades (Tabela 1).

O aumento do teor disponível de Cd nos solos PVd, NVef e MXo comparados ao LVd, pode estar associado às diferentes solubilidades do metal nos distintos solos. O aumento da quantidade de Pb no solo SGd parece ser devido à uma maior afinidade desse metal com a matéria orgânica e sobretudo aos óxido de ferro. Existe uma grande diferença em comportamento nos diferentes solos para cada metal, e há uma forte influência do pH ao longo do tempo, assim como a atuação dos teores de argila e óxidos de Fe e Al sobre a disponibilidade desses metais (MATTIAZZO-PREZOTTO, 1994). Os metais Pb e Cr são menos solúveis, enquanto que Ni e Cd são mais móveis e disponíveis, apresentando esse último, maior risco de contaminação ambiental.

O Cd e o Co ultrapassaram os teores considerados admissíveis nos solos. O teor máximo admissível para o Cd, segundo o EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1983), é de 1 mg kg<sup>-1</sup>. No presente trabalho, com a aplicação de CL, os teores desse metal variaram de 1,14 a 2,14 mg kg<sup>-1</sup>

nos solos MXo, NVef e LVd. O teor máximo admissível de Co nos solos varia de 25 a 50 mg ka<sup>-1</sup>, e no presente trabalho atingiu 34 mg kg<sup>-1</sup> no solo MXo.

Além desses dois metais que estão fora dos teores considerados aceitáveis em relação a proteção do solo, do meio ambiente, dos animais e do próprio homem; o Pb atingiu teor próximo ao estipulado pelo EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1983) no solo NVef (21,7 mg kg<sup>-1</sup>). Em relação aos metais que apresentaram ajustes lineares, o Pb foi o que apresentou um incremento mais acentuado com o aumento da dose de CL, em ambas as camadas do solo. Assim, torna-se necessário um controle rigoroso na quantidade de CL aplicada no solo, pois esse metal quando chega ao homem através da cadeia alimentar, pode acumular-se nos rins, fígado, cérebro, e principalmente nos ossos. O tempo de meia vida do chumbo ficou entre 140 e 250 dias, sendo maior quando não foi aplicado CL ao solo (Tabela 2).

O maior teor total de Ni encontrado foi de 29 mg dm<sup>-3</sup>, no solo Mxo (Tabela 1), sendo que o teor máximo admissível nos solos pelo EPA é de 40 mg dm<sup>-3</sup>, não oferecendo riscos com a utilização do CL nas doses utilizadas no presente trabalho. Os modelos que descreveram o decaimento da disponibilidade de Ni indicaram pontos de mínimo em torno de 80 dias após a incubação do CL na profundidade de 0 a 20 cm, e variaram de 70 a 90 dias na profundidade de 20 a 40 cm.

Os maiores teores totais de Cr encontrados variaram de 23 a 40 mg dm<sup>-3</sup>, nos solos SGd, Mxo e LVd (Tabela 1), mas ficaram distantes do valor máximo admitido no solo pelo EPA, que é de 100 mg dm<sup>-3</sup>.

A disponibilidade de Co no solo esteve diretamente relacionada à sua concentração no substrato, pois a concentração original no CL era da ordem de 2,7 mg kg<sup>-1</sup>. Os modelos indicaram que o ponto máximo de Co esteve bem próximo ao teor disponível já existente no solo, ocorrendo queda com o aumento da dose do CL. Esse fato pode ser explicado pela diluição da concentração desse metal do solo com grande quantidade de CL o qual possui baixos teores de Co.

O tempo de meia vida do Co variou de aproximadamente 1 mês para as doses de 50 e 100 t ha<sup>-1</sup> de CL no solo MXo, até 5 meses para o tratamento sem aplicação de CL. Quando se considerou a média de todos os solos, o tempo de meia vida do Co ficou entre 4 e 5 meses (Tabela 2).

Houve um decréscimo no teor de Cd disponível até o ponto mínimo, que está, aparentemente, em torno da dose de 50 mg ha<sup>-1</sup> de CL, e a partir deste ponto ocorreu um novo aumento da disponibilidade desse metal. Essa reversão de metal é um fator importante, pois, uma ingestão prolongada de Cd causa danos irreparáveis à saúde, podendo levar à morte. A meia vida desse metal no organismo é de cerca de 10 anos, e na presença do Cu e do Zn, o Cd aumenta sua ação tóxica. Nota-se que o tempo de decaimento do Cd é bem longo, entre seis e doze meses (Tabela 2), tornando o uso do CL mais perigoso nesses solos, exigindo maiores cuidados e análises complementares.

## CONCLUSÕES:

1. Quando aplicado composto de lixo em forma de fertilizante ou condicionador das propriedades do solo, existe interferência dos fatores argila, óxido e pH na disponibilidade de metais pesados no tempo. Essa interferência é menor para o metal Cr e maior para os teores disponíveis de Co, Pb e Cd. Assim, indica-se que esses parâmetros permitem um agrupamento dos solos em classes homogêneas com comportamentos similares.
2. A maior dose de CL (100 t ha<sup>-1</sup>) pode levar ao risco de toxicidade do solo com metais, como o Cd e o Co que atingiram valores totais acima do admissível pelo EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1983), e como o Pb, que atingiu teores totais bem próximos ao valor limite em relação a proteção do solo. Todavia, o Cr e o Ni não trouxeram problemas quando aplicados nesta dose.
3. O tempo de decaimento (meia vida) dos metais permite estimar o tempo para uma nova aplicação de composto de lixo, ou seja, a necessidade de tempo de pousio da área, a qual recomenda-se um ano. Essa recomendação se deve ao fato do metal Cd ter apresentado meia vida de seis a doze meses, o Pb, em torno de seis e sete meses, e o Co entre um e cinco meses.
4. Assim, torna-se de grande importância o monitoramento dos níveis de metais pesados no solo após a adubação, principalmente nos solos Mxo e NVef e, em aplicações acima de 100 t ha<sup>-1</sup> de CL.

Tabela 1 - Teores de metais pesados totais e disponíveis após a incubação dos solos com CL.

Solo <sup>(2)</sup>	Teores Totais									
	Cd	Co	Cr	Ni	Pb					
	(0 – 20 cm)					(20 – 40 cm)				
LVd	1,145c <sup>(1)</sup>	2,42c	23,30b	6,753c	6,183d	1,29c	2,39cd	27,56c	5,943c	4,016e
PVd	0,794d	2,508c	13,94d	7,838c	13,14b	0,958d	2,585c	17,15d	6,672c	13,76b
MXo	2,138a	34,02a	28,56b	21,61b	13,31b	2,75a	22,57a	32,25b	17,04b	10,87c
SGd	0,135e	1,48c	2,485e	1,025d	9,14c	0,12e	0,79d	2,017e	0,659d	8,423d
NVef	1,479b	13,09b	40,23a	29,44a	21,69a	1,85b	12,17b	46,01a	28,59a	20,12a
Teores Disponíveis										
Solo	Cd	Co	Cr	Ni	Pb					
	(0 – 20 cm)					(20 – 40 cm)				
LVd	0,036b	0,028c	0,171a	0,282d	0,984b	0,034bc	0,024c	0,184a	0,242c	0,946b
PVd	0,0596a	0,344b	0,106bc	0,944a	1,25ab	0,055a	0,322b	0,114bc	0,954a	1,032b
MXo	0,0445b	1,694a	0,127b	0,682b	0,165c	0,026c	0,779a	0,078c	0,374b	0,118c
SGd	0,039b	0,065c	0,145ab	0,284d	1,43a	0,0367b	0,044c	0,149ab	0,259c	1,389a
NVef	0,058a	0,425b	0,079c	0,393c	0,055c	0,062a	0,764b	0,088c	0,463b	0,113c

<sup>(1)</sup> Em cada coluna e mesma profundidade, médias seguidas da mesma letra, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, não diferem entre si

Tabela 2 - Meia vida dos metais pesados que apresentaram teores acima (Co e Cd) e próximos (Pb) aos estipulados pelo EPA como teores admissíveis nos solos.

Metal	Solo	Dose de CL (mg kg <sup>-1</sup> )	Meia vida (dias)	Metal	Solo	Dose de CL (mg kg <sup>-1</sup> )	Meia vida (dias)
Pb	Média de	0	247	Co	MXo	0	76
Pb	todos	25	141	Co		25	72
Pb	os solos	50	194	Co		50	28
Pb		100	211	Co		100	41
Co	Média de	0	141	Co	PVd	0	148
Co	todos	25	121	Co		25	144
Co	os solos	50	157	Co		50	124
Co		0	115	Co		100	112
				Cd	LVd	Média de	194
				Cd	MXo	todas as doses	250
				Cd	NVef		300

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BERTON, R. S. & VALADARES, J.M.A.S. Potencial agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. *O Agrônomo*, Campinas, 43: 87-93, 1991.
- BOON, D.Y. & SOLTANPOUR, P.N. Lead, cadmium, and zinc contamination of aspen garden soils and vegetation. *J. Environ. Qual.*, 21: 82-86, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Rio de Janeiro. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979. 227p.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Land Application of Municipal Sludge. Cincinnati, 1983. 432p.
- MATTIAZZO-PREZOTTO, M.E. Comportamento de cobre, cádmio, cromo, níquel e zinco adicionados a solos de clima tropical em diferentes valores de pH. Piracicaba, 1994. 197p. (Tese Livre Docência).
- MELO, W. J.; SILVA, F. C.; MARQUES, M. O. & BOARETTO, A. E. Critérios para o uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. (Compact disc) In: CONGRESSO BRAS. DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.
- OLIVEIRA, F. C. Metais pesados e formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1995 (Tese de Mestrado).