

AVALIAÇÃO DE FORMAS DE CÁDMIO, NÍQUEL E CHUMBO DURANTE O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Fábio Cesar da Silva¹, José Carlos Chitolina², Adriano Vecchiatti Lupinacci³, Taciana Figueiredo Gomes⁴

Abstract - It carried out sequential extraction for heavy metals speciation in organic trash during composting, objecting the understanding of chemical Cd, Ni and Pb transformations and it's environmental risks. The extractors utilized in sequence and the respective fractions (beginning and ending of composting) were MgCl₂ (soluble fraction - 2, 3% to Ni; 0.7, 0.1% to Pb; 24, 33% to Cd); CH₃COONa (carbonate - 6, 7% to Ni; 18, 13% to Pb; 37, 33% to Cd); Hidroxilamina+HOA (reduced/ oxidated) - 10, 14% to Ni, 38, 21% to Pb and 0% to Cd); H₂O₂+NH₄OAc (organic - 6, 14% to Ni, 39, 49% to Pb and 0% to Cd) and HNO₃+HClO₄ (remaining portion - 76, 62% to Ni, 4, 17% to Pb; 38, 34% to Cd). The results show that composting process provides that the biggest fractions of Ni and Pb are organic or residual and the Cd remains in the residual or carbonate forms, offering bigger ambient risks.

Index Terms — organic wastes, composting, ambient risk.

INTRODUÇÃO

A reciclagem do lixo urbano orgânico (compostagem) é uma das melhores formas para minimizar o acúmulo desse material em lixões ou aterros, que, além de ocupar uma área que poderia ser utilizada para fins mais nobres, não oferece riscos à saúde humana. Na Europa, o uso de composto de resíduos orgânicos para melhorar a fertilidade do solo data do Império Romano e era muito popular entre agricultores da Idade Média (Parr & Hornick, 1992; Blum, 1992). A concentração da população nos centros urbanos, como resultado da Revolução Industrial, no século XVII, representou uma ruptura no processo de retorno de nutrientes ao solo, na forma de restos alimentares, fezes e vestuário. O produto derivado do processo de compostagem é chamado Composto de Lixo Urbano (CLU), que após a 2ª Guerra Mundial foi a reduzida gradualmente a sua utilização na agricultura, devido a crescente produção de fertilizantes químicos e sua facilidade de transporte e manuseio pelos agricultores.

Entretanto, nas cidades modernas já não há mais lugar para dispor os resíduos sólidos gerados, que obriga os gestores públicos visualizarem que a compostagem é uma

alternativa viável para reciclagem da fração orgânica desse material na agricultura, pois de um lado melhora alguns atributos químico, físico e biológico do solo, e de outro, contribui para aliviar a carga poluidora e aumentar a vida útil dos aterros sanitários (Deelstra, 1989).

Todavia, em um programa de compostagem é necessário que seja precedida pela coleta seletiva, com o objetivo de evitar-se ao máximo a presença de contaminantes (material não-orgânico) no composto (Emerson, 2004). Dentre os contaminantes, destaca-se a presença de metais pesados

Portanto, conhecer a interação entre o processo de compostagem com os metais pesados é fundamental. Todavia, não basta conhecer as quantidades totais, nas é necessário saber suas formas, no decorrer do processo. A especiação de metais pesados tem sido estudada na literatura para compreender a dinâmica destes metais nos compartimentos e nas transformações biológicas (Tessier et al., 1979), sendo a técnica de extração sequencial bastante utilizada (Chang et al., 1984).

MATERIAL E METODOS

Foi realizado o fracionamento seqüencial do lixo orgânico durante compostagem, provenientes das unidades de São José dos Campos, São Mateus e Santo André pelo método TESSIER et al. (1979) modificado por Chitolina, visando o entendimento das transformações químicas do Cd, Ni e Pb na compostagem. A identificação das diferentes formas e fases na qual um elemento ocorre, definiu-se como especiação do metal que relaciona a biodisponibilidade. Os extratores utilizados na extração seqüencial e as respectivas frações no início e final da compostagem foram: MgCl₂ (fração solúvel/trocável); CH₃COONa (carbonatos); Hidroxilamina + HOA (redutível/oxidável); H₂O₂ + NH₄OAc (orgânico) e HNO₃ + HClO₄ (residual).

A percentagem de recuperação dos metais pesados pela somatória de todas as frações obtidas no fracionamento sequencial dos compostos, em relação ao teor total obtida pela digestão nítrico perclórica. Todos os extratos foram feitas a determinação por espectrometria de plasma de emissão atômica – ICP.

¹ Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Professor do CESET / UNICAMP. C. Postal = 6041, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13.083-970 Campinas SP, Brasil, fcesar@cnptia.embrapa.br.

² Diretor e Professor da Escola de Engenharia de Piracicaba - Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba/FUMEP, Av. Monsenhor Martinho Salgot, 560 - Vila Areião, 13414-040 - Piracicaba, SP, Brasil.

³ ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, Piracicaba, SP, Brasil.

⁴ Estagiária da Embrapa Informática Agropecuária /Academica do CESET / UNICAMP. C. Postal = 6041, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13.083-970 Campinas SP, Brasil, taciana@cnptia.embrapa.br

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro aspecto observado nos resultados das amostras de metais pesados dos composto de lixo das três usinas foi o teor total altos de Cd, na maioria das amostras de Santo André e em parte de São Mateus, isto é, acima de 5 ppm. Na Tabela 1, verifica-se que de 20 a 32% do Cd total é prontamente solúvel, acrescido ao fato de mais 20 a 30% reagirem no ambiente também.

Como nota-se na Tabela 1, os extratores utilizados na seqüência e as respectivas frações no início e final da compostagem, respectivamente, foram: MgCl₂ (fração solúvel/trocável – 2 e 3% para Ni; 0,7 e 0,1% para Pb e 24 e 33% para Cd); CH₃COONa (carbonatos – 6 e 7% para Ni, 18 e 13% para Pb e 37 e 33% para Cd); Hidroxilamina + HOA (redutível/oxidável – 10 e 14% para Ni, 38 e 21% para Pb e 0% para Cd); H₂O₂ + NH₄OAc (orgânico – 6 e 14% para Ni, 39 e 49% para Pb e 0% para Cd) e HNO₃ + HClO₄ (residual – 76 e 62% para Ni, 4 e 17% para Pb e 38 e 34% para Cd).

Tabela 1

Dinâmica de formas de metais na compostagem do lixo, em percentagem, no início e aos 180 dias

Fração	Elemento, %					
	Cd		Ni		Pb	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Solúvel/trocável, MgCl ₂	24,5 a 32,8	26,0 a 19,2	2,4 a 2,7	4,7 a 1,7	0,7 a 0,2	0,6 a 0,2
Carbonatos, CH ₃ COONa	36,7 a 32,8	30,8 a 19,6	6,5 a 6,1	2,4 a 4,8	17,5 a 12,7	5,2 a 5,0
Redutível/Oxidável, NH ₂ OH . HCl	---	---	9,6 a 13,5	3,2 a 3,3	38,0 a 20,6	9,5 a 17
Orgânico, HNO ₃ . H ₂ O	---	---	5,8 a 11,0	1,5 a 1,0	39,6 a 49,0	24,3 a 41,4
Residual, HNO ₃ . HClO ₄	38,8 a 34,4	43,2 a 61,2	75,6 a 63,7	88,7 a 89,2	4,2 a 17,6	60,3 a 36,4

(1) Usina São Mateus; (2) Usina Santo André

Os resultados mostram que a técnica de fracionamento permite avaliar o processo de compostagem, verificado que este processo transforma o Ni e Pb nas frações do sejam orgânico ou residual na sua maiorias e que o Cd permanece nas formas carbonato ou residual, oferecendo maior risco ambiental.

Porém, os valores de recuperação das frações desses metais ainda é limitados, especialmente em função da carga orgânica originária da unidade e para o Ni, como nota-se na Tabela 2.

Tabela 2

Percentagem de recuperação e do total dos metais pesados nas frações pelo método de fracionamento seqüencial do compostos produzidos nas Usinas S. Matheus¹ e S. André²

Metal	Teor Total, mg/kg	Recuperação, %		
		(1)	(2)	Geral
Cd	3-10,2	79 - 82	55-56	41,2 a 82,0
Ni	79-114	44 -52	23-26	20,0 a 60,9
Pb	164-200	98-102	44-78	43,0 a 108,6

Quanto a distribuição de metais pesados nas várias frações da extração seqüencial do composto pode-se, de modo geral, dizer que: o Cd encontra-se principalmente nas frações trocável e carbonato e também residual; o Ni encontra-se na fração residual, em sua maior parte, havendo um tendência na compostagem a formar uma fração orgânica; o Pb encontra-se predominando nas frações carbonatos e redutível e em parte com a compostagem tende a residual.

Os erros inerentes a técnica de fracionamento de metais atribuído na literatura, refere-se as incertezas, como: a) temperatura e tempo de secagem da amostra; b) tempo de contato de cada extrator com a amostra; c) volume do frasco extrator; d) tempo e método de agitação; (e) temperatura ambiente; f) falta de seletividade de alguns extratores e g) redistribuição (readsorção) dos metais entre as fases na extração.

CONCLUSÃO

A técnica de fracionamento seqüencial do lixo orgânico durante compostagem, permite entender as transformações do Cd, Ni e Pb durante o processo e associar ao seus riscos ambientais. Sendo, que o Cd permanece nas formas carbonato ou residual, oferecendo maior risco ambiental. Todavia, a técnica merece ainda um aprimoramento e a sua eficiência de recuperação é muito influenciada pela complexidade da carga orgânica contida no composto da unidade de origem..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BLUM, B. (1992). *Composting and the Roots of the Sustainable Agriculture*. *Agricultural History*, 66(2), 171-188.
- [2] CHANG, A.C.; GRANATO, T.C.; PAGE, A.L. A methodology for establishing phytotoxicity criteria for chromium, cooper, nickel, and zinc in agricultural land

aplication of municipal sewage sludges. Journal Environ. Quality., v.21, p.521-536, 1992.

- [3] DEELSTRA, T. Can cities survive: solid waste management in urban environments. AT Source, 18(2), 1989. 21-27
- [4] EMERSON, D. Single Stream Vs. Source Separated Recycling. BioCycle March 2004, Vol. 45, No. 3, p. 22.
- [5] PARR, J. F., HORNICK, S.B. *Agricultural Use of Organic Amendments: A Historical Perspective.* American Journal of Alternative Agriculture, 7(4), 1992. 181-189.
- [6] TESSIER, A.; CAMPBELL, P.G.G.; BISSON, M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Analytical Chemistry, v.51(7), p.844-851, 1979.

Number: 553