

III-076 - QUANTIFICAÇÃO DE METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM LODO SEPTICO COMPOSTADO

Bruno Lucio Meneses Nascimento⁽¹⁾

Biólogo pela Universidade Estadual do Maranhão. Mestre em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará/UFC/DEHA.

Laryssa Barbosa Fernandes

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Ceará.

Ronaldo Stefanutti

Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental/DEHA. Universidade Federal do Ceará-UFC. Centro de Tecnologia.

Francisco Suetônio Bastos Mota

Prof. Dr. Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental/DEHA. Universidade Federal do Ceará-UFC. Centro de Tecnologia

Geisa Vieira Vasconcelos

Tecnóloga em processos químicos pela IFCE. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Doutoranda em Engenharia Civil Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará

Endereço⁽¹⁾: Av. Mister Hull, s/n, Bairro:Pici, Fortaleza-CE- CEP: 60021-970 - Brasil - Tel: (85) 3366-9623 - e-mail: brunoimpma@hotmail.com

RESUMO

A compostagem apresenta-se como uma técnica viável e relativamente de baixo custo capaz de gerar um composto que atende aos padrões físicos, químicos e microbiológicos exigidos pela legislação pertinente. Quanto às formas de aproveitamento, tem-se a disposição a disposição na agricultura como uma das maneiras mais eficientes do ponto de vista ambiental. Porém, essa atividade vem sendo restrita devido a possível presença de níveis elevados de metais potencialmente tóxicos nesses materiais. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo verificar a concentração de metais potencialmente tóxicos no lodo séptico submetido ao processo de higienização por compostagem

O lodo séptico foi retirado dos Bags (Geoforma) de deságue e a poda de árvore foi oriunda dos processos de podas e cortes realizados no município. Com os resultados obtidos pode-se concluir que todos os metais avaliados neste trabalho ficaram abaixo do limite estabelecido pela resolução 375/2006 do Conama, indicando que esse resíduo pode ser aproveitado na agricultura sem causar nenhum impacto ao solo.

PALAVRAS-CHAVE: Geotêxtil, Lodo de Esgoto, Resíduo Sólidos, Metais Pesados.

INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos, passíveis de serem reaproveitados, a partir de 2014 não deveriam ser dispostos em aterros sanitários no Brasil. Com a nova política nacional de resíduos sólidos, instituída pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), essa e outras exigências fez com que o poder público e privado passasse a dar importância ao problema dos resíduos sólidos gerado diariamente pela população. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no ano 2013, relatado na 11ª edição do relatório anual da Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), o Brasil registra a presença de lixões em todos os estados e cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda encaminham seus resíduos sólidos para locais inadequados (ABRELPE, 2014).

O resíduo sólido urbano que representa grande preocupação aos profissionais da área do saneamento é o lodo de fossa e tanque séptico. Esse resíduo é oriundo das fossas e tanques sépticos e em sua composição tem quantidades de lodo, esgoto e etc (ANDREOLLI; CARVALHO; MEYER, 2015). Atualmente pouca atenção tem sido dada pela poder publico ao gerenciamento desse tipo de resíduo no meio urbano. O destino mais

comum é o lançamento em ETEs, geralmente não preparadas para receber esse tipo de resíduo, ou até mesmo em corpo hídrico mais próximo.

A compostagem, portanto, apresenta-se como uma solução plausível para reduzir o envio de resíduos orgânicos aos aterros e ainda possivelmente destiná-los à agricultura. Essa é um processo de decomposição ou degradação de materiais orgânicos pela ação de micro-organismos em um meio naturalmente aerado (INÁCIO; MILLER, 2009) capaz de favorecer a transformação da matéria orgânica instável de resíduos em um material mais estável. Ao considerar os objetivos que devem ser alcançados pela política nacional de resíduos sólidos, como a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos, a compostagem pode ser utilizada como ferramenta adequada para alcançar muito desses objetivos, pois a mesma reduz a massa de resíduos, tornando-os livre de contaminantes e com elevado potencial de reutilização e reciclagem..

Quanto às formas de aproveitamento, tem-se a disposição a disposição na agricultura como uma das maneiras mais eficientes do ponto de vista ambiental. Porém, essa atividade vem sendo restrita devido a possível presença de níveis elevados de metais potencialmente tóxicos nesses materiais.

O presente trabalho contém estudos realizados numa propriedade rural onde se instalou a compostagem do lodo séptico coletado na cidade de Fortaleza-CE.

O trabalho foi executado em campo onde se realizou a compostagem do lodo séptico juntamente com poda de árvores. O objetivo deste trabalho foi quantificar níveis de metais potencialmente tóxicos no lodo séptico submetido ao processo de compostagem. No final desse estudo foi possível afirmar que o lodo gerado continha quantidades de metais tóxicos abaixo do permitido, atestando que o mesmo pode ser utilizado na agricultura de forma segura.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de águas e esgotos do Ceará-CAGECE.

MATERIAIS E MÉTODOS

O lodo de fossa séptica desaguado foi coletado nos BAGS (Geoforma) usados no deságue desse tipo de resíduo. O sistema de deságue foi montado na Estação de Tratamento de Esgoto pertencente à CAGECE- Companhia de Água e Esgoto do Ceará, localizada no município de Caucaia-CE, pertencente à região Metropolitana de Fortaleza-CE. O teor de umidade do lodo séptico no momento da montagem das leiras de compostagem estava em torno de 25%, o que indica um teor de água reduzido em comparação ao valor inicial, antes do deságue, o qual era em torno de 90 - 95%.

A poda de árvore utilizada foi oriunda dos processos de podas e cortes realizados no município de Fortaleza-CE. O esquema estatístico adotado foi um delineamento inteiramente casualizado e disposto com base em um fatorial 2X5, onde se avaliou dois sistemas de aeração (aeração forçada por insuflação de ar com aerogeradores e aeração mecânica com trator) e cinco períodos de compostagem (0, 30, 60, 90 e 120 dias), com três repetições.

O tratamento com aeração forçada recebeu oxigenação por meio de um tubo flexível de PVC de 100 mm de diâmetro perfurado e acoplado a um aerogerador cuja finalidade era injetar ar no interior da pilha de compostagem. No tratamento com aeração mecânica o oxigênio foi fornecido às leiras com auxílio de uma pá carregadeira modelo CASE 580M disponível no local do experimento. A quantidade de ar em ambos os tratamentos foi introduzida em função da temperatura da massa de compostagem, ou seja, o fornecimento de O₂ foi realizado sempre que a temperatura da massa alcançava a faixa de 55 - 65 °C.

Inicialmente foi feito a montagem da base das leiras, em seguida realizou-se a montagem do sistema de aeração forçada, inserindo a tubulação perfurada para passagem do ar na base da leira conforme disposto na figura 1.



Figura 1: Montagem das leiras e sistema de aeração forçada.

As quantidades de lodo séptico e poda de árvores usadas na montagem das leiras de compostagem foram calculadas visando-se obter relação carbono/nitrogênio inicial em torno de 30:1. Sendo assim foi mantida a proporção 2:1 (m:m/ Poda de árvore/lodo), onde utilizou-se a medida da pá carregadeira completa, cujo volume era em torno de 1.5 m³. Cada leira foi montada com 4 metros de comprimento, 2 metros de largura e 2 metros de altura, com espaçamento de 4,0 metros entre as leiras conforme demonstrado na figura 2. A irrigação das pilhas foi feita manualmente com mangueira e aspersores visando manter a umidade em torno de 50-60%.



Figura 2: Disposição das Leiras de compostagem com lodo séptico e poda de árvore no campo.

As leiras de compostagem foram monitoradas e as coletas realizadas em intervalos de 30 dias, entre Janeiro e Maio de 2014. A cada dois dias determinou-se a temperatura média de cada leira a partir da leitura em três pontos diferentes (ápice, centro e base). As coletas das amostras foram feitas retirando-se porções de material em processo de compostagem em diferentes pontos (ápice, centro e base) totalizando 500 g de amostra coletada. Essas amostras foram encaminhadas ao laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Ceará sob refrigeração. Em seguida, as mesmas foram subdivididas em duas partes, sendo uma armazenada a 4°C e outra submetida à secagem em temperatura ambiente e sendo posteriormente passadas em peneira de 2 mm de acordo com Miao et al. (2009).

A determinação dos metais potencialmente tóxicos (Ni, Cu, Zn, Cd, Cr, Pb e Mo) foi feita pelo método Usepa SW - 3051a (USEPA, 2007). Para isso pesou-se aproximadamente 0.500 g de cada amostra de composto em seguida foram transferidas para tubos de Teflon® específico do forno de micro-ondas no qual foram adicionados 9,0 mL de ácido nítrico e 3,0 mL de ácido clorídrico, ambos concentrados, P.A e destilados. A solubilização foi efetuada nos digestores com aquecimento por micro-ondas nas seguintes condições operacionais: Potência = (650W–1000W), Pressão aproximada 130 psi (9 atm), Temperatura aproximada de 175°C, Tempo de rampa (Ramp)= 5 min. e 30 seg, Tempo sobre pressão (hold) = 4 min. e 30 seg. Após o período de reação, aguardou-se o tempo necessário para o equilíbrio térmico dos frascos à temperatura ambiente. Em seguida, os tubos foram abertos, em capela com sistema para exaustão de gases, e os extratos foram filtrados para balões de 50 mL com água ultrapura ($18 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$) para assim serem quantificados em espectrofotômetro de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada (ICP-OES) modelo iCAP 6000 séries, disponível no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará-UFC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além dos contaminantes microbiológicos existem os metais potencialmente tóxicos que podem estar presentes no lodo de fossa séptica, e assim inviabilizar o seu reaproveitamento de forma ambientalmente adequada. Frente a isso, a resolução 375/2006 do Conama (BRASIL, 2006) traz em seu conteúdo os teores máximos de contaminantes inorgânicos que os lodos de esgoto podem possuir de modo que a sua utilização não irá afetar a qualidade ambiental do solo.

A tabela 1 contém a concentração de metais potencialmente tóxicos quantificadas no lodo séptico compostado e a comparação com os padrões máximos admitidos pela resolução nacional. Todos os metais avaliados neste trabalho ficaram abaixo do limite estabelecido pela resolução 375/2006 do Conama, indicando que esse resíduo pode ser aproveitado na agricultura sem causar nenhum impacto ao solo.

Além disso, pode-se perceber uma diminuição nas concentrações de metais potencialmente tóxicos ao longo da compostagem. Segundo Gouveia e Pereira Neto (1997) ao pesquisarem a compostagem de resíduos orgânicos concluíram que um composto maturado de lodo de esgoto diminui muito o risco de contaminação ambiental imediata, uma vez que, durante o processo estudado, houve uma diminuição da disponibilidade dos metais. Esses mesmos autores afirmam que a compostagem é um processo viável de tratamento (estabilização/humificação), no qual a presença de metais tóxicos não afeta a dinâmica biológica do processo. Dando ênfase aos resultados da pesquisa, Leal et al. (2013) afirmam que a compostagem de resíduos, subprodutos e outros materiais orgânicos, é um processo que pode atender plenamente a crescente demanda por fertilizantes orgânicos, além de ser capaz de reduzir o acúmulo de resíduos orgânicos na terra, os quais frequentemente têm sido direcionados para lixões e aterros controlados..

Tabela 1: Teores de metais potencialmente tóxicos do lodo séptico compostado em diferentes sistemas de aeração ao longo de 120 dias

Níquel (mg kg^{-1})		
	Aeração Mecânica	Aeração Forçada
Tempo de Compostagem (Dias)		
0	10	13
30	12	12
60	11	10
90	13	11
120	9	11
Padrão Máximo de Níquel permitido pelo Conama 375/2006: 420 mg kg^{-1}		
Cobre (mg kg^{-1})		
	Aeração Mecânica	Aeração Forçada

Tempo de Compostagem (Dias)		
0	80	87
30	28	23
60	21	45
90	83	34
120	11	19
Padrão Máximo de Cobre permitido pelo Conama 375/2006: 1500 mg kg⁻¹		

Zinco (mg kg⁻¹)

	Aeração Mecânica	Aeração Forçada
Tempo de Compostagem (Dias)		
0	540	841
30	464	191
60	240	511
90	106	377
120	166	261

Padrão Máximo de Zinco permitido pelo Conama 375/2006: **2800 mg kg⁻¹**

Cádmio (mg kg⁻¹)

	Aeração Mecânica	Aeração Forçada
Tempo de Compostagem (Dias)		
0	N.D	N.D
30	N.D	N.D
60	N.D	N.D
90	N.D	N.D
120	N.D	N.D

Padrão Máximo de Cádmio permitido pelo Conama 375/2006: **39 mg kg⁻¹**

Crômio (mg kg⁻¹)

	Aeração Mecânica	Aeração Forçada
Tempo de Compostagem (Dias)		
0	17	31
30	15	9
60	11	9
90	16	3.6
120	13	8

Padrão Máximo de Crômio permitido pelo Conama 375/2006: **1000 mg kg⁻¹**

Chumbo (mg kg⁻¹)

	Aeração Mecânica	Aeração Forçada
Tempo de Compostagem (Dias)		
0	12	12
30	7.2	5.4

60	4.2	9
90	15	6.5
120	2	4.6

Padrão Máximo de Chumbo permitido pelo Conama 375/2006: **300 mg kg⁻¹**

Molibdênio (mg kg ⁻¹)		
	Aeração Mecânica	Aeração Forçada
Tempo de Compostagem (Dias)		
0	5.3	7
30	N.D	N.D
60	1	3.4
90	5.4	2.5
120	2.4	1.6

Padrão Máximo de Molibdênio permitido pelo Conama 375/2006: **50 mg kg⁻¹**

N.D= Não Detectado

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados apresentados pode-se concluir-se que a compostagem de lodo séptico juntamente com poda de árvores é uma solução ecológica para ser implantada nas cidades e assim tratar boa parte desses resíduos sólidos orgânicos que são gerados diariamente em grandes quantidades.

Em termos de metais potencialmente tóxicos o composto de lodo séptico também é considerado de boa qualidade, pois apresentou teores abaixo do permitido pela resolução nacional que atesta a utilização de lodos de esgoto na agricultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalhe.cfm?NoticiasID=2091>. Acesso em 28 jul. 2015.
2. ANDREOLLI, C. V.; CARVALHO, E. H.; MEYER, S. A. S. Lodos de fossa e tanques sépticos no Brasil. In: CARVALHO, E. H.; ANDREOLI, C. V. Lodos de Fossa e Tanques sépticos: Orientações para Definição de Alternativas de Gestão e Destinação. Curitiba: ABES, 2015, p. 25 - 47.
3. BRASIL, Ministério da Justiça. (2010). Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências (Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm. Acesso em 27 de Julho de 2015.
4. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de agosto de 2006. Seção 1, p. 141-146.
5. GOUVEIA, L. C.; PEREIRA-NETO, J. T. Avaliação da Distribuição de Metais Pesados durante o Processo de Compostagem do Lodo de Esgoto Estritamente Doméstico. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais... Foz do Iguaçu, 1997.
6. INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2009. 156 p.
7. LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. da S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.17, n.11, p.1195–1200, 2013.
8. MIAO, H.; WHENHONG, L.; XINQIANG, L.; DONGLEI, W.; GUANGMING, T. Effect of composting process on phytotoxicity and speciation of copper, zinc and lead in sewage sludge and swine manure. *Waste Management*, v. 29, 2009, p. 590-597.