



VARIAÇÃO DE MASSA E VOLUME EM PROCESSO DE COMPOSTAGEM POR MEIO DE PILHAS ESTÁTICAS COM AERAÇÃO FORÇADA

Caroline Lobato de Lima Souza¹ (lobato.carol@hotmail.com), Luciana Paulo Gomes¹ (lugomes@unisinos.br)

1 UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS

RESUMO

A crescente produção de resíduos sólidos de origem doméstica, frente à escassez de áreas que possibilitem uma destinação final técnica e ambientalmente adequadas, torna imprescindível a busca de alternativas de tratamento ou gerenciamento desses resíduos, de forma a minimizar a parcela a ser destinada para os aterros sanitários. Sendo os resíduos de origem orgânica predominantes na composição dos resíduos sólidos domésticos (RSD) nas cidades brasileiras, esta pesquisa teve como objetivo estudar a variação de massa e volume em processo de compostagem a partir dos rejeitos gerados nos processos de triagem de RSD do município de São Leopoldo, Brasil. Neste estudo foram montadas seis pilhas de compostagem, compostas por uma mistura de RSD e resíduos de podas. Em três destas pilhas os RSD passaram por um processo de trituração prévia. Os controles externos de temperatura e umidade foram realizados via aeração mecanizada. Os monitoramentos se deram ao longo de 90 dias, onde a variação de volume foi monitorada a cada 30 dias e a massa foi verificada no início e no final do processo. Houve redução tanto de massa quanto de volume em todas as pilhas ao final do processo de compostagem, concluindo-se que, nas condições testadas, a compostagem mostrou-se eficiente para a redução da parcela orgânica dos RSD.

Palavras-chave: Compostagem; variação de massa; variação de volume.

VARIATION OF MASS AND VOLUME IN PROCESS OF COMPOSTING BY PILES WITH STATIC FORCED AERATION

ABSTRACT

The increasing production of solid domestic waste and shortage of areas where you can make a disposal in an environmentally and technically correct form necessitates the search for alternative treatment or management of such wastes so as to minimize the portion being destined for landfills. In Brazilian cities, the waste of organic origin are predominate in the composition of Domestic Solid Waste, thus, this research aimed to study the weight and volume variation in composting process from waste generated in São Leopoldo city, Brazil. In this research were made six compost piles with mixtures of domestic waste and green waste. In three piles domestic waste was previously triturated. The external control of temperature and humidity were made by mechanical aeration. The monitoring was given over 90 days, where the volume variability was monitored every 30 days and the mass was verified at the beginning and end of the process. There was a reduction of weight and volume in all at the end of the composting process, concluding that, under the conditions tested, composting was efficient for reducing the organic portion of the RSD.

Keywords: composting; variation of volume; variation of weight

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que os resíduos sólidos domésticos (RSD) constituem-se de um veículo para diferentes doenças, uma vez que o excesso de matéria orgânica (frutas, legumes, alimentos) são o habitat ideal para proliferação de vetores biológicos (moscas, mosquitos, baratas, ratos) transmissores de



bactérias e fungos de características patogênicas. Além disso, é consenso que, no Brasil, os restos de alimentos putrescíveis representam mais da metade desses resíduos.

Na esfera ambiental, Massukado (2008) destaca que os resíduos orgânicos têm como característica a rápida degradação, tendo como consequência a geração de produtos indesejáveis, como os líquidos lixiviados e, como o ambiente em que essa degradação ocorre é basicamente anaeróbio, o gás metano. O lixiviado tem o potencial de poluir solos e corpos hídricos (superficiais e subterrâneos) devido à dissolução de substâncias químicas, as quais, em alguns casos, não são retiradas nem mesmo pelos sistemas de tratamento de águas usuais no Brasil. Já o metano, é amplamente difundido uma vez que o mesmo participa da formação do efeito estufa, colaborando, desta forma, para o aquecimento global.

Conforme dados obtidos em estudo paralelo realizado na FEPAM, um total de 4.318.330 kg/dia de RSU são destinados à disposição final no Rio Grande do Sul. O mesmo estudo estima a geração de gases a partir desta quantidade de resíduos, conferindo a eles um potencial de geração de 13.847.800 kg de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), ao longo de anos. Se toda a matéria orgânica fosse enviada para compostagem o potencial de geração cairia para 3.066.730 kg de CO₂eq (KIST et al., 2006 apud GABIATTI et al., 2006).

Neste sentido a compostagem surge como uma alternativa para o tratamento dos resíduos sólidos domiciliares ou domésticos (RSD) e conseqüentemente a minimização da parcela a ser encaminhada ao Aterro Sanitário, prolongando assim sua vida útil, já que esses aterros ocupam grandes áreas. Monteiro e Zveibil (2001) alegam que a escolha de um local para a implantação de um aterro sanitário não é tarefa simples, pois alto grau de urbanização das cidades, associado a uma ocupação intensiva do solo, restringe a disponibilidade de áreas próximas aos locais de geração de lixo e com as dimensões requeridas para se implantar um aterro sanitário que atenda às necessidades dos municípios.

Brasil (2009) cita dentre as principais vantagens da compostagem o fato de que esse processo diminui consideravelmente o volume de resíduos encaminhado para os aterros sanitários, o que corrobora com as afirmações de Barreira, Philippi Júnior e Rodrigues (2006). Esses autores salientam que, mesmo que as usinas não produzam compostos de alta qualidade, a retirada destes materiais da rota tradicional de descarte já pode ser considerada um benefício extremamente vantajoso para o meio ambiente, pois esse processo transforma a matéria orgânica crua em um produto estabilizado. Caso esse composto viesse a ter uma destinação em aterros sanitários, devido sua pouca qualidade, o processo ainda levaria vantagem em relação à disposição direta no solo devido à diminuição da massa em volume e ao reduzido potencial de contaminação.

Do ponto de vista ambiental, só o fato de permitir o uso útil da fração biodegradável dos RSD e, portanto, diminuir a produção de lixiviado dos aterros sanitários, já seria um ganho considerável já que os lixiviados são de difícil tratamento e responsáveis em grande parte pelo impacto ambiental causado por esse tipo de resíduo (FERNANDES et al., 2006).

Em sua pesquisa, Reis (2005), conclui que a compostagem é um processo com alto potencial de redução e transformação de resíduos sólidos orgânicos. Somando-se a este fato, ainda é possível destacar que essa técnica é capaz de gerar um composto com elevado valor agrônômico e, desta forma, devolver ao solo os nutrientes e o carbono dele retirados.

Frente ao exposto, justifica-se o presente estudo, pelo fato da compostagem possuir o potencial de ser um dos tratamentos ambientais mais adequados para tratamento e estabilização da parcela de resíduos sólidos potencialmente biodegradáveis.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variação de massa e volume em processo de compostagem a partir dos rejeitos gerados nos processos de triagem de RSD do município de São Leopoldo, RS.



3. METODOLOGIA

Para a execução desse estudo foi realizada a compostagem através do sistema de pilhas estáticas com aeração forçada, ou seja, a mistura de resíduos sólidos e agente estruturante foi colocada sobre uma tubulação perfurada, constituída de canos de PVC de 50 mm de diâmetro conectada a um soprador. A aeração necessária foi fornecida por este sistema. O pátio foi coberto e impermeabilizado.

O experimento foi testado utilizando uma mistura de RSD e resíduos de poda, sendo que três pilhas foram montadas utilizando RSD triturados e três pilhas utilizaram RSD não triturados, totalizando assim seis pilhas de compostagem. O intuito da variação da granulometria dos resíduos é comparar o desempenho dos dois sistemas, já que a trituração constitui uma etapa a mais no processo. As pilhas compostas por resíduos não-triturados foram identificadas como NT-1, NT-2 e NT-3 e as pilhas montadas com resíduos triturados foram identificadas como Tr-1, Tr-2 e Tr-3.

A proporção de RSD e de resíduo estruturante foi calculada levando em consideração a massa específica desses resíduos, de forma a compor uma mistura equivalente a 70% de RSD e 30% de resíduo estruturante em volume. As dimensões iniciais das pilhas, bem como a massa de resíduos utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Identificação das Pilhas de Compostagem

Identificação da Pilha	Base (m)	Altura (m)	Volume (m ³)	Volume Média (m ³)	Volume DP (m ³)	Volume CV (%)	RSU (kg)	Podas (kg)	Mistura total na Pilha (kg)
NT-1	1,95	1,70	0,80	0,77	0,03	3,3%	210,32	19,00	229,32
NT-2	1,65	1,80	0,77				203,92	19,00	222,92
NT-3	1,48	1,73	0,75				185,80	19,00	204,80
Tr-1	1,27	1,34	0,78	0,73	0,05	6,4%	144,22	14,00	158,22
Tr-2	1,56	1,50	0,70				151,89	14,00	165,89
Tr-3	1,53	1,53	0,70				149,51	14,00	163,51

Os monitoramentos se deram ao longo de 90 dias. A temperatura e a umidade foram monitoradas em todos os dias úteis e sempre que a temperatura esteve próxima dos 60°C foi realizada insuflação de ar no interior da pilha. A umidade foi mantida entre 60% e 70% durante a etapa termofílica e próxima aos 50% nas últimas semanas do processo. O excesso da umidade foi corrigido mediante insuflação de ar no interior da pilha e a sua falta por meio de irrigação.

A variação de volume foi monitorada a cada 30 dias. Para o cálculo dessa variação de volume as pilhas foram conformadas de forma obter novamente a sua base inicial e posteriormente a sua altura foi medida, calculando-se assim a sua área atual. A massa foi verificada no início e no final do processo, usando-se uma balança semi-analítica marca Balmak, modelo MP-50, com capacidade de carga de 50 kg e precisão de 10 g.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura apresentou comportamento semelhante em todas as pilhas avaliadas elevando-se gradativamente até atingir 60°C no quarto dia após a montagem das pilhas. O final da etapa termofílica ocorreu no 19° dia quando a temperatura começou a cair ficando, dali em diante, sempre próxima a temperatura ambiente.

A umidade inicial de todas as pilhas esteve acima de 75% e manteve-se constante, entre 60% e 70% até o 11° dia, quando começou a cair gradativamente até ficar abaixo de 50% no 22° dia, quando foi necessário adicionar água para reestabelecer a umidade desejada. Nas semanas subsequentes foi sendo adicionado água uma vez por semana de forma a manter a umidade ideal a fase do processo.



Nas duas últimas semanas não houve adição de água nas pilhas, de forma a proporcionar a estabilização do material e a umidade natural do processo. A umidade final ficou abaixo dos 40% para todas as pilhas, sendo que as pilhas Tr mostraram-se com uma umidade ligeiramente menor que as pilhas NT.

O volume das pilhas apresentou variação conforme tabela 2 e a massa apresentou variação conforme tabela 3.

Tabela 2. Variação de volume ao longo do processo de compostagem

Identificação da Pilha	Volume inicial (m ³)	Volume (30 dias) (m ³)	Variação de volume (em 30 dias) (%)	Volume (60 dias) (m ³)	Variação de volume (em 60 dias) (%)	Volume (90 dias) (m ³)	Variação de volume (em 90 dias) (%)	Variação final média de volume (%)
NT-1	0,88	0,56	-36%	0,40	-55%	0,39	-56%	
NT-2	0,76	0,53	-30%	0,45	-41%	0,40	-47%	-50%
NT-3	0,64	0,43	-33%	0,37	-42%	0,34	-47%	
Tr-1	0,44	0,28	-36%	0,27	-39%	0,26	-41%	
Tr-2	0,55	0,39	-29%	0,37	-33%	0,35	-36%	-39%
Tr-3	0,55	0,37	-33%	0,35	-36%	0,33	-40%	

Tabela 3. Variação de massa ao longo do processo de compostagem

Identificação da Pilha	Massa Inicial (kg)	Massa Final (kg)	Variação de massa (%)	Variação Média de massa (%)
NT-1	229,32	82,96	-64%	
NT-2	222,92	100,23	-55%	-58%
NT-3	204,80	92,98	-55%	
Tr-1	158,22	61,19	-61%	
Tr-2	165,89	63,97	-61%	-64%
Tr-3	163,51	50,64	-69%	

5. CONCLUSÃO

Houve redução tanto de massa quanto de volume em todas as pilhas ao final do processo de compostagem. Essas reduções foram influenciadas provavelmente pela redução da umidade e pelo consumo de matéria orgânica.

A redução do volume foi maior nos primeiros 30 dias, possivelmente devido a maior atividade dos micro-organismos e, conseqüentemente, maior consumo de carbono.

A densidade média inicial para as pilhas NT foi de 290,6 kg/m³ e a densidade média final para essas pilhas foi de 246,7 kg/m³. A densidade média inicial para as pilhas Tr foi de 320,3 kg/m³ e a densidade média final para essas pilhas foi de 192,2 kg/m³. A densidade mais elevada das pilhas NT pode estar relacionada com o seu percentual final de umidade.

Nas condições testadas, a compostagem mostrou-se eficiente para a redução da parcela orgânica dos RSD.



REFERÊNCIAS

BARREIRA, Luciana Pranzetti; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; RODRIGUES, Mario Sergio. Usinas de Compostagem do Estado de São Paulo: Qualidade dos compostos e processos de produção. Revista Engenharia Sanitária Ambiental, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 385-393, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa n.º 28, de julho de 2007. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Judiciário, Brasília, DF, 27 jul. 2007.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Compostagem familiar. 2009. Disponível em: <<http://www.administracao.mp.pr.gov.br/arquivos/File/ManualFUNASA.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

FERNANDES, Fernando et al. Tratamento biológico de lixiviados de resíduos sólidos urbanos. In: CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges (coord). Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2006, p. 224-229.

GABIATTI, Naiana Cristine. et al. Diagnóstico dos Sistemas de Tratamento Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Rio Grande Do Sul, Impacto na Emissão de Gases de Efeito Estufa e Alternativas de Mitigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 58., 2006, Florianópolis, SC. Anais eletrônicos ... Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. 2008. 182 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) -- Programa de Pós-Graduação Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2008.

MONTEIRO, José Henrique Penido; ZVEIBIL, Victor Zular (Coord.). Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

REIS, Mariza Fernanda Power. Avaliação do Processo de Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos. 2005. 239f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) -- Programa de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2005.