

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM REATOR: GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS GERADOS NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Luciléia Granhen Tavares Colares¹ (lucolares@nutricao.ufrj.br), Aline Gomes de Mello de Oliveira¹ (alinemello@nutricao.ufrj.br), Verônica Oliveira Figueiredo¹ (veronica@nutricao.ufrj.br), Bianca Ramalho Quintaes² (bianca.quintaes@comlurb.rio.rj.gov.br), Verônica Ramiro Amorim² (veronica.comlurb.ipf@gmail.com), André Menescal² (andremenescal@globo.com).

1 INSTITUTO DE NUTRIÇÃO – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

2 COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA – COMLURB-RJ

RESUMO

A forma de geração e destinação final de resíduos sólidos resultantes da produção de refeições em larga escala têm provocado uma série de transtornos que envolvem questões sociais, ambientais e econômicas, especialmente quando se trata de resíduos orgânicos, visto que correspondem a 80% de todo resíduo gerado. A compostagem em reator, como tratamento desses resíduos, tem se mostrado adequada, quando se dispõe de área limitada, além de não precisar de revolvimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem em reator como forma de gestão de resíduos sólidos orgânicos gerados no restaurante universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi construído reator com capacidade nominal de 200L, de forma a possibilitar aeração do material a ser compostado e a coleta de chorume. O reator foi preenchido com resíduos alimentares e folhas secas (agentes de volume) na proporção 1:1 (m/m), sendo o processo de compostagem acompanhado por parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante 120 dias. Os resultados demonstraram que ao final do processo o composto se mostrou adequado aos parâmetros de qualidade do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, tanto em parâmetros físico-químicos (pH, umidade, matéria orgânica total, nitrogênio total e relação C/N), quanto microbiológicos (*E. coli* - NMP/g e ausência de *Salmonella* sp.). Conclui-se que a compostagem em reator dos resíduos gerados no restaurante universitário da UFRJ é uma boa alternativa de gestão dos mesmos, concorrendo para a minimização dos problemas sociais, ambientais e econômicos associados à geração e destinação final de resíduos sólidos orgânicos de origem alimentar.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, restaurante universitário, gestão.

SOLID WASTE COMPOSITION IN REACTOR: MANAGEMENT OF SOLID ORGANIC WASTE GENERATED IN THE UNIVERSITY RESTAURANT OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT

The form of generation and final disposal of solid waste resulting from the production of large scale meals has caused a series of disorders involving social, environmental and economic issues, especially when it comes from organic waste, since they correspond to 80% of all waste Generated. Composting in the reactor, as a treatment of these wastes, has proved to be adequate, when there is a limited area, besides not needing to stir. The purpose of this work was to evaluate the composting process in the reactor as a form of organic solid waste management generated at the university restaurant of the Federal University of Rio de Janeiro. A reactor with a nominal capacity of 200L was built in order to allow aeration of the material to be composted and the leachate collected. The reactor was filled with food waste and dry leaves (volume agents) in a ratio of 1:1 (m / m), and the composting process was followed by physical-chemical and microbiological parameters for 120 days. The results showed that at the end of the process the compound was adequate to the quality parameters of the

Ministry of Livestock and Supply, both in the physical-chemical parameters (pH, humidity, total organic matter, total nitrogen and C / N ratio), and microbiological parameters (E. coli - NMP / g absence of Salmonella sp.). It is concluded that the composting of the waste generated in the UFRJ's university restaurant is a good management alternative, contributing to the minimization of social, environmental and economic problems associated with the generation and final destination of solid organic waste of food.

Keywords: Solid waste, university restaurant, management

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística realizada em 2008/2009 (IBGE, 2011), 31% das despesas dos brasileiros com alimentação são gastos em alimentação fora do domicílio. Esse setor movimenta 40 bilhões de reais por mês, emprega 180 mil trabalhadores e fornece em torno de 20 milhões de refeições por dia (ABERC, 2017). Apesar disso, trabalhos realizados em restaurantes mostram alto desperdício de alimentos, chegando de 15% a 50% do que é preparado, sendo representado principalmente pelo processo de pré-preparo dos alimentos (seleção, descasque e corte), sobras de produção e restos dos clientes (ZOTESSO et al., 2016). Esse desperdício tem causas múltiplas, que vão desde o planejamento de cardápios, preparo, qualidade dos equipamentos, capacitação da mão-de-obra, dentre outras, sendo a capacitação de gestores e colaboradores forte aliada na reversão dessa situação (NASPOLINI et al., 2009, COLARES; FIGUEIREDO, 2012).

Os resíduos orgânicos representam mais da metade dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil e também por diversos outros setores, como o do mercado de alimentação fora do lar. Esses resíduos, em sua maioria, não são valorizados e seguem diretamente para disposição final em aterros sanitários, aterros controlados ou lixões (ABRELPE, 2015).

A geração de resíduos orgânicos em restaurantes está quase sempre associada ao desperdício de alimentos, que é verificado por três fatores predominantes: fator de correção, percentual de sobras e índice de restos. O fator de correção é resultante das partes não comestíveis ou danificadas dos alimentos. As sobras representam os alimentos preparados e não distribuídos, enquanto que os restos representam os alimentos distribuídos e não consumidos (ABREU et al., 2012; ZOTESSO et al., 2016), sendo premente a gestão adequada dos resíduos sólidos gerados.

Nos restaurantes, a matéria-prima (alimento) é a base de todo o produto final e representa o custo mais elevado, sendo fundamental o controle de suas perdas para alcançar bons resultados financeiros (RIBEIRO, 2002). Monitorar, fator de correção dos alimentos durante o processo de pré-preparo e os índices de sobras e restos significa controlar custos, evitar desperdícios e produzir com qualidade, além de elevar o desempenho administrativo do estabelecimento, evita que os alimentos sejam jogados no lixo (COLARES; FIGUEIREDO, 2012).

Frente às exigências ambientais cada vez mais rígidas, a valorização de resíduos orgânicos tem sido crescentemente aplicada no gerenciamento de resíduos sólidos, pois além de possibilitar a adequação ambiental, muitas vezes pode proporcionar economia e até mesmo geração de renda, sendo a compostagem uma proposta apropriada no tratamento desses resíduos.

A compostagem consiste em um processo de biodegradação de uma mistura de substratos, realizada por uma população microbiana em condições aeróbias (INSAM e BERTOLDI, 2007) e ocupa posição de destaque no tratamento de resíduos orgânicos devido à sua fácil operacionalidade e baixo custo. É uma técnica empregada com o objetivo de estabilizar a matéria orgânica de forma mais rápida e eficiente, a fim de se obter ao final do processo um composto maduro que pode ser utilizado seguramente como fertilizante orgânico (KIEHL, 1985). A utilização desse processo pode reduzir a quantidade de resíduos orgânicos encaminhados para disposição final e os consequentes impactos ambientais associados a essa forma de destinação, além do custo com a coleta desses resíduos, visto que os grandes geradores têm sua coleta tarifada no estado do Rio de Janeiro.

O uso de reator para compostagem de resíduos sólidos orgânicos se constitui em tecnologia promissora, por suas características: baixo custo, menor necessidade de mão de obra para operacionalização, manutenção de parâmetros físicos e químicos controlados, como temperatura e

umidade e necessitar de área mais reduzida em comparação com o sistema de leiras (CAMPOS et al., 2014; TATANO et al., 2015; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - US EPA, 2016). Logo, o uso dessa tecnologia pode ser apropriado para a gestão de resíduos sólidos orgânicos gerados em restaurantes.

2. OBJETIVO

2.1 Geral:

Avaliar o processo de compostagem em reator como forma de gestão de resíduos sólidos orgânicos gerados no restaurante universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2.2 Específicos:

- Construir reator que possibilite a aeração da massa de compostagem e a coleta de chorume produzido durante o processo;
- Monitorar parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante o processo de compostagem;
- Avaliar a qualidade do composto resultante do processo.

3. METODOLOGIA

3.1 Construção e preenchimento do reator

O reator foi construído a partir de um recipiente plástico de 200L, e outro de 20L para funcionar como tampa (Figura 1). Na tampa foram feitos 120 furos de 5mm para permitir a troca gasosa durante o processo de compostagem. No fundo do recipiente de 200L foram colocados blocos de cimento e uma tela de metal por cima para permitir a passagem de excesso de líquidos, reter e manter a umidade da massa de compostagem. Ainda no fundo do recipiente, foi instalada torneira para permitir a coleta de chorume. O reator foi instalado sobre estrado de madeira, para mantê-lo afastado do chão e dentro de um abrigo de alvenaria, para minimizar o efeito de intempéries (CAMPOS et al., 2014).



Figura 1. Reator construído a partir de recipiente plástico de 200L

O reator foi preenchido com resíduos sólidos orgânicos provenientes de alimentos não submetidos a processamento térmico, gerados na área de pré-preparo do restaurante universitário da UFRJ (Resíduos de vegetais crus e frutas) misturados a folhas secas na proporção 1:1 (m/m) até 2/3 do volume do reator.

3.2 Monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante o processo de compostagem

Diariamente, durante 120 dias, foram monitorados os seguintes parâmetros físico-químicos: Temperatura, umidade e pH. Em períodos quinzenais foram monitorados: pH, teor de umidade (%), nitrogênio total (%), carbono total (%), razão C/N, conteúdo mineral total (%) e matéria orgânica total (%). As análises foram realizadas tomando por base o manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2014)

3.3 Avaliação da qualidade do composto resultante do processo

A qualidade do composto resultante do processo foi avaliada segundo os seguintes parâmetros: umidade máxima, nitrogênio total mínimo, carbono orgânico mínimo, pH mínimo, relação C/N máximo, valores expressos na Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009 (BRASIL, 2009). Os parâmetros microbiológicos seguiram o recomendado na Instrução Normativa SDA/MAPA 27/2006 (BRASIL, 2006), em que estabelece limites para presença de Coliformes termotolerantes (1.000 NMP/g de composto) ovos viáveis de helmintos (1,00/4g de sólidos totais) e *Salmonella sp.* (ausência em 10g de matéria seca).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante o processo de compostagem

Diariamente, durante quatro meses, foram coletados no topo e fundo do reator a temperatura (°C), umidade % e pH, além da temperatura ambiente. Foram observadas temperaturas maiores no topo em relação ao fundo, sendo a temperatura máxima alcançada, 38°C no topo do reator, no início do processo e 25°C, no fim do processo. Embora a massa de compostagem não tenha atingido temperaturas termófilas, como apontam alguns autores, necessária para eliminação de microrganismos patogênicos (KIEHL, 1985; D'ALMEIDA; VILHENA, 2000) o processo se manteve em temperaturas mesófilas, que para alguns autores são efetivas, caso se mantenham por alguns dias (5 a 7 dias) (FINSTEIN, 1983; GOLUEKE; DIAS, 1989; BISWARUP; CHANDRA, 2009). A umidade se apresentou decrescente durante a compostagem (70% no início e 40% no final do processo) e o pH teve ligeiro aumento durante o processo de compostagem (6,5, inicial e 7,0, final), estando de acordo com a literatura (KIEHL, 1985, D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

A Tabela 1 apresenta os parâmetros monitorados em períodos quinzenais.

Tabela 1: Parâmetros monitorados quinzenalmente durante o processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos gerados no restaurante universitário-UFRJ

Parâmetros	Quinzena									
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª
Nitrogênio total (%)	1,2	1,19	1,21	1,23	1,28	1,27	1,19	1,40	1,46	1,46
Carbono total (%)	39,60	35,70	37,51	38,13	34,56	33,02	33,86	32,2	30,66	30,66
Relação C/N	33	30	31	31	27	26	24	23	21	21
Resíduo mineral total (%)	19,65	21,82	23,03	24,14	28,57	24,34	27,08	29,05	31,86	35,84
Matéria orgânica total (%)	80,36	78,18	76,97	75,86	71,43	75,66	72,92	70,50	68,14	64,15

Pode-se observar a crescente mineralização do material compostado e ligeira redução no percentual de matéria orgânica, atestando que o processo de humificação se concretizou. A razão C/N iniciou elevada (33), talvez devida à elevada quantidade de agente de volume (folhas secas). Mesmo assim, o processo finalizou com razão C/C próxima de valores aceitáveis. Segundo Corrêa et al. (2007) e Caricasole et al. (2011), a razão C/N inicial é bastante importante para o processo de compostagem e deve ser calculada para todos os materiais a serem misturados, visto que quando há excesso de carbono em relação ao nitrogênio, o carbono vai sendo consumido e eliminado, enquanto o nitrogênio vai sendo reciclado, devido a morte de microorganismos, para que o processo entre na fase de estabilização, alongando, dessa forma, o tempo de compostagem (KIEHL, 1985). O reator construído possibilitou a retirada do chorume produzido ao longo do processo, fazendo a drenagem a partir da torneira instalada no fundo do reator (Figura 1) e contribuindo para a manutenção da umidade interna.

4.3 Avaliação da qualidade do composto resultante do processo

A qualidade do composto resultante do processo pode ser vista no Quadro 1.

Quadro 1. Comparativo de parâmetros de qualidade entre o composto resultante do processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos do restaurante universitário da UFRJ e valores de referência

Parâmetros	Composto	Valores de referência*	Referência
Umidade	40%	Máximo 50%	Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009
Nitrogênio total	1,46	Mínimo 0,5 %	
Carbono orgânico	30,66	Mínimo 15 %	
pH	7,0	Mínimo 6,0	
Razão C/N	21	Máximo 20	
Coliformes termotolerantes	< 1.000	1.000 NMP/g de composto	Instrução Normativa SDA/MAPA 27/2006
Ovos viáveis de helmintos	Ausência	1/4g de composto	
Salmonella sp	Ausência	Ausência em 10g matéria seca	

*Relativos a compostos mistos **Classe "A"**: fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, onde não sejam utilizados, no processo, metais pesados tóxicos.

Pode-se observar que o composto orgânico resultante do processo apresenta parâmetros de qualidade dentro dos valores de referência, ressalva feita à razão C/N, que apresentou valor ligeiramente superior ao máximo permitido (BRASIL, 2009; BRASIL, 2006). Isso mostra que o processo poderia continuar para que houvesse a humificação completa do composto.

5. CONCLUSÃO

O reator construído se mostrou adequado para a realização de compostagem de resíduos orgânicos gerados no restaurante universitário da UFRJ, visto que conseguiu manter a umidade e temperatura adequadas ao longo do processo, configurando o processo aeróbio conseguido pelas trocas gasosas possibilitadas pelos orifícios feitos na tampa do reator.

Os parâmetros físico-químicos monitorados apresentaram valores satisfatórios ao longo de todo o processo.

O composto final se enquadrou nos valores de referência de compostos mistos Classe A do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mostrando que esse composto pode ser utilizado como fertilizante orgânico.

A compostagem de resíduos sólidos orgânicos em reator se mostrou uma alternativa viável para o encaminhamento de resíduos sólidos gerados no restaurante universitário da UFRJ, podendo contribuir com a gestão adequada dos mesmos e minimizar o gasto financeiro da UFRJ com a

destinação final de lixo extraordinário e com a compra de adubo orgânico usado na arborização da universidade, além de contribuir para a minimização dos problemas sociais, ambientais e econômicos associados à geração e destinação final de resíduos sólidos orgânicos de origem alimentar.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE REFEIÇÕES COLETIVAS-ABERC. Mercado real. Disponível em: <http://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21>. Acessado em 14/04/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS-ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm. Acessado em 14/04/2017.

ABREU, E. S.; SIMONY, R. F.; DIAS, D. H. S.; RIBEIRO, R. O. *Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer*. Rev. Simbio-Logias, V.5, n.7, p.42-50, 2012.

BISWARUP, S.; CHANDRA, T. S. Do earthworms affect dynamics of functional response and genetic structure of microbial community in a lab-scale composting system?. *Bioresource Technology* n.100, p. 804–811, 2009.

CAMPOS, S.X; RESSETI, R.R.; ZITTEL, R. Monitoring and characterization of compost obtained from household waste and pine sawdust in a facultative reactor by conventional and spectroscopic analyses. *Waste Management & Research*, Vol. 32, n.12, p.1186 –1191, 2014

CARICASOLE, P.; PROVENZANO, M. R.; HATCHER, P. G.; SENESI, N. Evolution of organic matter during composting of different organic wastes assessed by CPMAS 13C NMR spectroscopy. *Waste Management*, v. 31, p. 411-415, 2011.

COLARES, L.G.T.; FIGUEIREDO, V.O. Gestão de resíduos sólidos gerados na produção de refeições. *Revista Nutrição em Pauta*. n.114, p.19-24, 2012.

CORRÊA, R. S.; FONSECA, Y. M; CORRÊA, A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 420-426, 2007.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

FINSTEIN, M. ET ALL. Composting ecosystem management for waste treatment. *Bio/Technology*, v.1, n.4, p. 347-353, 1983.

GOLUEKE, C.; DIAZ, L. Quality Control and Waste Management. **Biocycle**, v.30, n.7, p.65-67, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p.

KIEHL, Edimar José. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Editora Agrônômica Ceres Ltda., 1985, 492 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 35, DE 4 DE JULHO DE 2006. Aprova as normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez, de alcalinidade e de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura, na forma do Anexo a esta Instrução Normativa. D.O.U., 12/07/2006 - Seção 1

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Instrução Normativa SDA No 25, DE 23 DE JULHO DE 2009. Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. D.O.U. 28/07/2009, Seção 1, Página 20

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.) – Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 2014. 220 p.

NASPOLINI, B. F., LUSSI, C., BORGES, D. S., SOUZA, D. B.; ROCHA, L. A. Diagnóstico e proposta de melhoria de gestão dos resíduos sólidos produzidos no restaurante universitário: campus Cuiabá/UFMT. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009, Recife. 1-7.

TATÀNO, F.; PAGLIARO, G.; GIOVANNI, P.; FLORIANI, E.; MANGANI, F. Biowaste home Composting: Experimental process monitoring and quality control. Waste Manage. v. 38, p. 72-85, 2015.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - US EPA. Biosolids Technology Fact Sheet Use of Composting for Biosolids Management. Disponível em: <http://www.epa.gov/owm/mtb/mtbfact.htm>. Acessado em 14/04/2017.

ZOTESSO, J. P.; COSSICH, E.S.; COLARES, L. G. T.; TAVARES, C. R. G. et al., 2016). Avaliação do desperdício de alimentos e sua relação com a geração de resíduos em um restaurante universitário. ENGEVISTA, V. 18, n. 2, p. 294-308, 2016.