

## I-313 - PROPOSTA PARA A DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

**Franciele Aparecido Plotásio Duarte** <sup>(1)</sup>

Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Ítalo Cordeiro e Lellis**

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Jéssica Elorde Feitas**

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Jéssica Thebaldi Victoriano**

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Valéria Cristina Palmeira Zago**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência do Solo, docente do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av. Amazonas, 5253, B. Nova Suíça, CEP. 30.421-169. Telefone: +55 (31) 3319-7120 e-mail: [francieleplotasio@gmail.com](mailto:francieleplotasio@gmail.com)

### RESUMO

Atualmente, a geração excessiva e a disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos, tem sido um dos maiores desafios da sociedade moderna. Dentro desse contexto, a compostagem apresenta-se como uma solução para sua destinação final para a parcela orgânica dos resíduos sólidos gerados. Trata-se de uma técnica viável devido a sua alta qualidade nutricional e biológica, além de propiciar a elevação dos teores de matéria orgânica, CTC, fósforo, potássio, cálcio, permite obter um alto grau de fertilização dos solos no sistema orgânico. Desta forma, o objetivo deste trabalho a viabilidade técnica da reciclagem dos resíduos orgânicos gerados nos refeitórios do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Belo Horizonte-MG, através da compostagem em escala piloto. A composteira foi montada no modelo “Windrow”, utilizando-se um total de 215 kg de resíduos do preparo dos cardápios e 176 kg de resíduos de poda. A compostagem foi realizada em um período com elevados índices de precipitação, o que proporcionou uma taxa de umidade alta no início da compostagem. Contudo, não se observaram indicadores de anaerobiose ou lixiviação de chorume durante o processo. A unidade piloto de compostagem obteve um aproveitamento de 73,55% do composto final. A relação carbono:nitrogênio no final do processo foi de 5,9. Os resultados obtidos indicam que além de ser uma técnica que utiliza de forma eficiente os resíduos do preparo de alimentos produzidos nos refeitórios universitários e de jardinagem contribui também para a redução dos gastos da instituição com caçambas para disposição dos resíduos da jardinagem e também a economia oriunda da utilização do composto produzido como fertilizante nas áreas verdes da instituição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compostagem, Resíduos orgânicos, Restaurante universitário.

### INTRODUÇÃO

O aumento do crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e de falta de áreas para disposição final, tem aumentado a preocupação mundial com relação aos resíduos sólidos (JACOBI; BESEN, 2011). Segundo dados divulgados pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) em 2012, são coletados no Brasil cerca de 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos por dia, sendo que 90% do total são dos domicílios, o que representa 98% das moradias urbanas, mas apenas 33% das rurais. Cerca de 51,4% representa a parte de matéria orgânica do total recolhido ao dia (IPEA, 2017).

Em geral, as instituições de ensino de maior porte são consideradas grandes geradoras de resíduos. Um estudo sobre o impacto do desperdício de alimentos na emissão de gases de efeito estufa mostrou que foram gerados

um total de 810 kg de resíduos orgânicos, durante uma semana no refeitório do campus I, do CEFET-MG. Mais da metade desses resíduos corresponde ao desperdício de alimentos pós-consumo, ou seja, alimentos deixados no prato (ZAGO et al., 2015). Essas instituições também produzem resíduos oriundos de podas de árvores e gramados em grandes volumes. Infelizmente, todo esse resíduo é encaminhado para a disposição final em aterro sanitário, o que contribui para o aumento dos impactos negativos ao meio ambiente e em custo financeiro.

A sensibilização da comunidade acadêmica sobre a necessidade de reduzir o desperdício de alimentos, através de ações de educação ambiental é fator fundamental na formação dos cidadãos. Segundo Ferrante; Lorenzo; Ribeiro, 2007), é necessário o crescimento de uma visão integrada dos aspectos relacionados com o meio ambiente, estimulando as discussões de hábitos que implicam no desperdício dos recursos naturais e na degradação da qualidade do meio. Além da necessidade de um trabalho educativo, devido ao estilo de vida típico da sociedade urbana ao ver a geração de resíduos sólidos como uma atividade isolada.

Ademais, a reciclagem dos resíduos orgânicos através da compostagem, preferencialmente o mais próximo possível da sua geração está de acordo com a principal diretriz da PNRS, que em seu artigo 9º estabelece: *“Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.”*

Para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a compostagem é a tecnologia ambientalmente adequada para a destinação final da fração orgânica dos resíduos. É um processo de decomposição anaeróbia controlada e de estabilização da matéria orgânica, em condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas (VALENTE et al., 2009). Na compostagem, os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas condições ideais de umidade, aeração e microorganismos (bactérias, fungos, outros). Como resultado da digestão da matéria orgânica por esses organismos, ocorre a mineralização de nutrientes, como: cálcio, nitrogênio, potássio, entre outros (AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005). Desta forma, o produto final da compostagem é um fertilizante natural para as plantas e também um excelente condicionador do solo, por possibilitar a formação de agregados nos solos (TREMIER; DRUILHE; DABERT, 2014).

Dentro desta perspectiva, foi realizada a análise da viabilidade técnica da reciclagem dos resíduos orgânicos gerados nos refeitórios do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Belo Horizonte-MG, através da compostagem em escala piloto.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, utilizaram-se os resíduos de preparos e cortes de frutas e hortaliças, como: cascas, folhas externas e talos, oriundos dos refeitórios e, ramos de podas de árvores e gramados, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, em Belo Horizonte. Os resíduos orgânicos dos refeitórios (Campi I e II) foram acondicionados durante cinco dias consecutivos (16 a 20 de novembro de 2015) em uma sala refrigerada, até o momento da montagem da leira de compostagem.

A composteira foi montada no dia 20 de novembro de 2015 em um espaço localizado no Campus II, em leira modelo “Windrow”, formato trapezoidal, diretamente sobre o solo. Os resíduos de poda foram mecanicamente triturados de modo a reduzir as partículas a um tamanho de aproximadamente 1 cm. Para a montagem da leira foram utilizados um total de 215 kg de resíduos do preparo dos cardápios e 176 kg de resíduos de poda. A leira foi construída intercalando-se camadas horizontais de resíduos de alimentos (05 cm) e resíduos de podas (15 cm). No término de cada camada, os resíduos eram irrigados. Este procedimento foi realizado continuamente até que a leira atingisse aproximadamente 1,2 m de altura, com volume inicial de 1,17 m<sup>3</sup>.

Para análise dos parâmetros pH e umidade foi utilizado o equipamento Instrutherm pH 2500, estabelecendo-se para o monitoramento, o ponto central da leira (altura x largura). Já para o monitoramento da temperatura foram utilizadas três alturas diferentes da leira: inferior (10 cm da base), média (meio da leira) e superior (10 cm do topo), utilizando-se o Termômetro digital, modelo ITTH 1400, com haste de 90 cm de comprimento. As leiras foram revolvidas com 15 e 60 dias após a sua montagem, irrigando-a novamente.

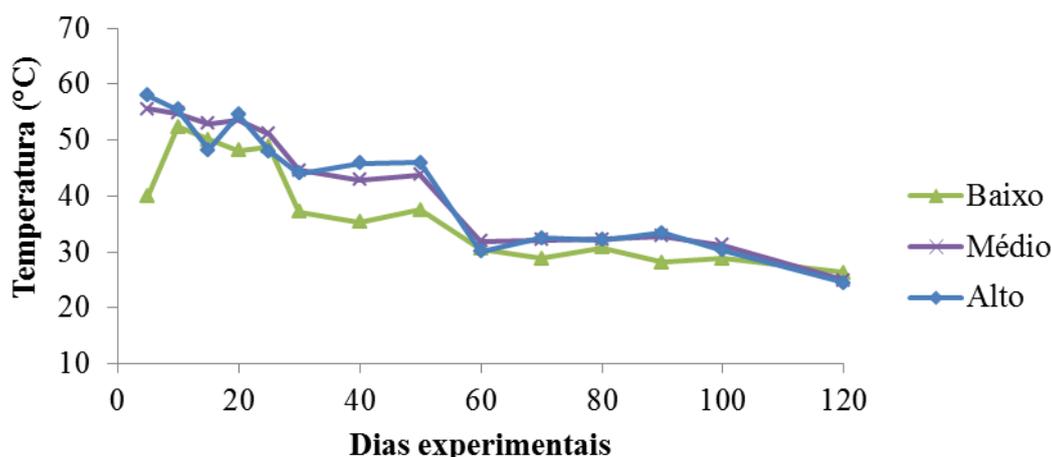
A compostagem foi conduzida durante o período de 20/11/2015 a 10/03/2016. O processo foi interrompido quando a temperatura da leira se igualou à temperatura ambiente. O composto foi peneirado, utilizando-se uma peneira com malha de 5 mm, retendo o material orgânico que não foi totalmente decomposto. A partir do valor de massa foi possível estabelecer uma proporção de aproveitamento.

Uma amostra do composto, após peneiramento, foi encaminhada para análises químicas no Laboratório Oficial de Fertilizantes e Correlatos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

## RESULTADOS

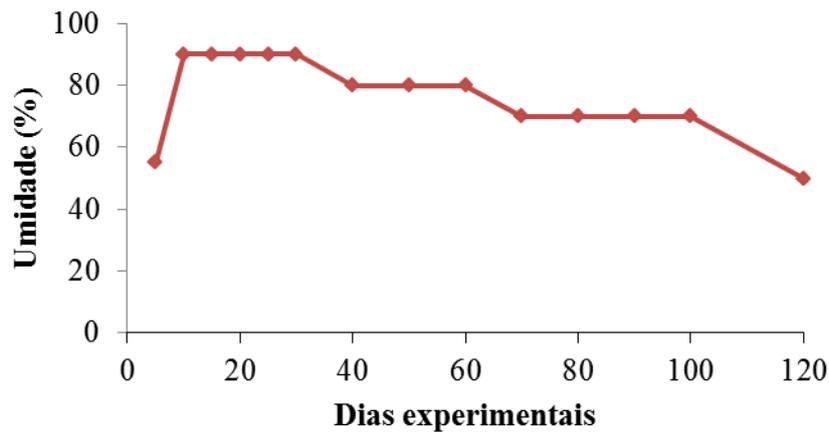
Em relação ao monitoramento da temperatura, pôde-se observar que a fase mesófila se desenvolveu rapidamente, pois a partir do quinto dia, os valores alcançaram 58 e 59° C, nas alturas superior e média da leira, respectivamente. No entanto, a parte inferior da leira só atingiu essa fase no 10o dia. A fase termófila ocorreu até o 25° dia (Figura 1).

Depois de iniciada a fase termófila, o ideal é controlar a temperatura entre 55 e 65°C. Esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade microbológica. Acima de 65°C a atividade microbológica cai e o ciclo de compostagem fica mais longo (FERNANDES & SILVA, 1996). Após os revolvimentos, que ocorreram nos 15° e 60° dias, observaram-se reduções nas temperaturas. Após o 60o dia, as temperaturas mantiveram-se abaixo dos 35°C, equiparando-se à temperatura ambiente desde então, até o final da compostagem.



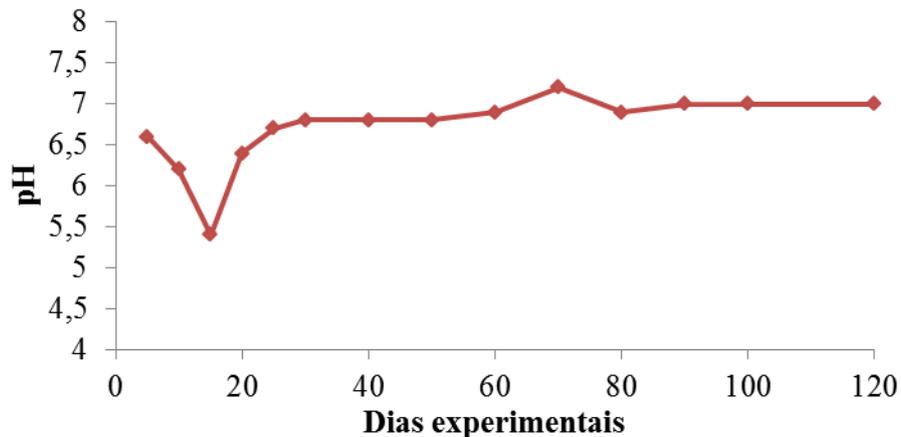
**Figura 1: Temperatura (°C) em três diferentes alturas da leira - piloto durante o desenvolvimento do experimento (120 dias).**

A umidade apresentou valores entre 50 e 90% durante a condução da compostagem (Figura 2). A alta taxa de umidade verificada pode ser explicada pelos elevados índices de precipitação nos meses de dezembro/2015 e janeiro/2016. No entanto, não se observaram indicadores de anaerobiose, como odores, atração de insetos ou lixiviação de chorume, durante o processo de compostagem.



**Figura 2: Valores de umidade (%) da composteira piloto durante o desenvolvimento do experimento (120 dias).**

Em relação ao pH, observou-se na fase inicial da compostagem (mesófila), a queda do pH devido à formação de ácidos orgânicos, variando aproximadamente de 6,6 a 5,4 (Figura 3). Porém, na fase termófila foi identificada uma rápida elevação do pH, mantendo-se até a fase final em uma faixa entre 6,5 e 7,5.



**Figura 3: Valores de pH da composteira piloto durante o desenvolvimento do experimento**

Outro aspecto importante a ser considerado refere-se a média de aproveitamento do composto final. A unidade - piloto de compostagem obteve um aproveitamento de 73,55% do composto final, após o peneiramento. Os teores de nutrientes, pH, matéria orgânica, umidade e Capacidade de Troca de Cátions são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1: Teores de nutrientes da amostra de composto orgânico, produzido com resíduos de preparo de alimentos e de jardins do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**

Nutriente	Unidade	Teores (Matéria seca)
N	%	<b>2,20</b>
P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> total	%	<b>0,02</b>
K <sub>2</sub> O	%	<b>0,35</b>
Ca	%	<b>3,49</b>
Mg	%	<b>0,26</b>
S	%	-
Matéria Orgânica	%	<b>23,05</b>
Carbono Orgânico	%	<b>13,37</b>
pH	-	<b>6,95</b>
CTC	<b>Cmolc/kg</b>	<b>780,00</b>
Umidade	%	<b>56,25</b>

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através do monitoramento dos parâmetros temperatura, umidade e pH pode-se observar um comportamento característico dos processos de decomposição da matéria orgânica, que ocorrem durante o método da compostagem (KIEHL, 1998). O intervalo ótimo de temperatura para a compostagem é de 40-65°C, sendo necessárias temperaturas acima de 55°C no início do processo, para matar os microrganismos patogênicos. No entanto, se a temperatura atingida exceder a faixa de tolerância dos decompositores termófilos, o efeito é prejudicial para compostagem. Em temperaturas acima de 63°C, a atividade microbiana diminui rapidamente (BERTOLDI ET AL., 1983).

O teor de água ideal para a compostagem varia com os resíduos a serem decompostos, mas geralmente o teor de umidade deve estar em 50-60% (GAJALAKSHMI; ABBASI, 2008), o que pôde ser verificado durante o experimento. Os valores de umidade maiores do que 65% podem afetar a aeração, favorecendo o processo de anaerobiose (LIMA, 2015).

O valor de pH do composto é, geralmente, elevado (7,2 a 8,5). No início do processo de compostagem, o pH é relativamente baixo devido à presença de ácidos orgânicos, posteriormente, o pH aumenta com o aumento do teor de NH<sub>4</sub> (VAN DER WURFF et al., 2016). A estabilidade do composto é o primeiro parâmetro de qualidade importante para o uso no solo, está estabilidade é principalmente relacionada a relação C/N. Segundo Bernal et al (1998), a relação C/N entre 5-6 é um indicador essencial da maturidade do composto (BERNAL ET AL., 1998). A relação C/N do composto produzido no experimento é 6,1.

Os teores de N, Carbono Orgânico (calculado pela divisão do teor de Matéria Orgânica por 1,72) e relação C/N e pH estão acima dos teores mínimos exigidos adequados para fertilizantes orgânicos comerciais (MAPA, 2009). Segundo KIEHL (1998), um bom composto deve apresentar uma CTC entre 60 a 80 cmolc/kg, o que indica que a CTC do composto analisado está bem elevada.

Os teores de nutrientes presentes em compostos orgânicos dependem das matérias primas utilizadas e, portanto, variam grandemente. Os teores de P e K no composto produzido neste trabalho são considerados baixos (KIEHL, 1998). Composto orgânico produzido com folhas, cascas de frutas e capinas possuem teores de P e K baixo (KIEHL, 2002; LOUREIRO et al, 2007). Além disso, como o experimento foi realizado durante a estação chuvosa, pode ter favorecido a lixiviação do potássio.

## CONCLUSÕES

Foi perceptível que durante todo o processo não houve atração de insetos ou animais, nem mesmo odor no local onde a compostagem foi implantada. Apesar do elevado índice de precipitação durante o período em que o processo estava em andamento, este fato não afetou a maturação. Em face do exposto, pode-se concluir que a compostagem se apresentou como uma prática simples e de fácil implantação, reutilizando de forma eficiente os resíduos do preparo de alimentos produzidos nos refeitórios universitários e de jardinagem, contribuindo para o aumento da vida útil dos aterros sanitários. Outro fator positivo, é a redução dos gastos da instituição com caçambas para disposição dos resíduos da jardinagem e também a economia oriunda da utilização do

composto produzido como fertilizante nas áreas verdes da instituição. Não seria possível compostar na instituição os resíduos oriundos do pós-consumo, devido à presença de restos de carne, laticínios e temperos que podem atrair animais e vetores. O ideal é que estes resíduos sejam reduzidos, através de campanhas de sensibilização da comunidade acadêmica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. [Circular Técnica], Seropédica, p.1-4, jun. 2005.
2. BERNAL, M. P., PAREDES, C., SANCHEZ-MONEDERO, M. A., CEGARRA, J. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. **Bioresour Technol** v.63, p.91–99, 1998.
3. BERTOLDI, M., VALLINI, G., PERA, A. The biology of composting: a review. **Waste Manage Res**, v.1, p.157–176, 1983.
4. FERRANTE, V. L. B.; LORENZO, H. C. de; RIBEIRO, M. L. **Alternativas de Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional**. Rio de Janeiro: E-papers, 2007.
5. GAJALAKSHMI, S., ABBASI, S. A. Solid waste management by composting: state of the art. **Crit Rev Environ Sci Technol**, v.38, p.311–400, 2008.
6. IPEA. **Brasil coleta 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos/dia**. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13932](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932)>. Acesso em: 21 maio 2017.
7. JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, Contagem, v. 71, n. 25, p.135-158, fev. 2011.
8. KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Ed. Agronômica Ceres, 1998.
9. KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto**. Piracicaba-sp, 2002, 171 p.
10. LIMA, L. C. **Avaliação de Diferentes Fontes de Carbono e Nitrogênio para Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante Universitário da UFLA**. 2015. 94 f. Dissertação [Mestrado] - Curso de Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
11. OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.
12. TREMIER, A.; DRUILHE, C.; DABERT, P. Part B: Global Assessment for Organic Resources and Waste Management ORBIT2012. **Waste and Biomass Valorization**, v. 5, n. 3, p. 429-431, 2014.
13. VAN DER WURFF, A.W.G., FUCHS, J. G., RAVIV, M., TERMORSHUIZEN, A. J. (Editors) **Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture**, 2016.
14. ZAGO, V.C.P., DUARTE, F.A.P., VICTORIANO, J.T., LOPES, L.F.J. **Impacto do desperdício de alimentos sobre a emissão de gases de efeito estufa**: Estudo de caso do refeitório do CEFET-MG – Campus I. IN: Links 2015 : os elos entre os consumos de .gua, energia e alimentos, no contexto das estratégias de mitigação das mudanças climáticas / organização José Baltazar Salgueirinho, Osório de Andrade Guerra ... [et al.]. - Palhoça : Ed. Unisul, 2016. 312 p.