

III-260 – COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UFLA

Lucas Cardoso Lima⁽¹⁾

Geógrafo pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Lavras, Doutorando em Recursos Hídricos na UFLA.

Letícia de Melo Vitorino⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFLA

Felipe Lopes Miranda Meimberg Porto⁽³⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFLA

Ronaldo Fia⁽⁴⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa, Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV, Professor DEG/UFLA.

André Geraldo Cornélio Ribeiro⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre e Doutor em Engenharia Civil pela UFV, Professor DEG/UFLA.

Endereço ^(1, 2, 3, 4, 5): Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG - CEP: 37.200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1481 - e-mail: lucascardosolima@gmail.com; leticia.vitorina@gmail.com; felipemiranda@outlook.com.br; ronaldofia@deg.ufla.br; andreribeiro@deg.ufla.br.

RESUMO

Na atualidade, cada vez mais se torna evidente a necessidade de dar uma destinação final ambientalmente adequada aos resíduos sólidos orgânicos, uma vez que estes compõem a maior parte dos resíduos gerados pelo homem nos centros urbanos; pois, se dispostos no meio ambiente de maneira incorreta, podem gerar inúmeros problemas, como a contaminação de solo e água, e emissão de gases poluentes. Este trabalho teve por objetivo avaliar o processo de compostagem por meio da montagem de pilhas de capim e resíduos orgânicos, resultantes das refeições do Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com e sem a utilização de lodo de esgoto como inoculante. Foram realizados dois tipos de tratamento (T1 - capim e resíduo do RU; T2 - capim, resíduo do RU e lodo). Para cada tratamento foram feitas duas repetições. Cada pilha de compostagem teve a forma cônica, com aproximadamente 1,30 metro de altura por 2 metros de base. Devido às condições climatológicas do período, que foram atípicas para o período do ano em estudo, o experimento foi conduzido com uma umidade de 40%, menor faixa sugerida pela literatura, na condução de trabalhos com compostagem. Os valores finais de relação C/N, apresentados após 120 dias de compostagem, foram iguais a 13/1 e 11/1, para T1 e T2. Para os valores de pH, verificou-se, em que T1 e T2 mantiveram valores acima de 7 durante todo o processo de compostagem.

PALAVRAS-CHAVE: Composto orgânico, Lodo de ETE, Capim, Relação C/N, Inoculante.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e tecnológico apresentam grandes melhorias e facilidades para a vida atual da sociedade, porém, também trazem graves consequências para o meio ambiente. Entre elas, o aumento dos resíduos sólidos em aterros sanitários, causando assim, problemas como a contaminação do lençol freático e do solo (BORTOLIN; MALAGUTTI FILHO, 2012).

A correta destinação desses resíduos, que podem ser de naturezas diversificadas (como domiciliares, de serviços de saúde, industriais, comerciais, etc.) é um dos grandes desafios a serem solucionados. Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) – 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são aqueles nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição ou agrícola.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, em 2012, o Brasil gerou 183.481,5 toneladas de resíduos, sendo que desse valor, 94.334,10 são de origem orgânica, correspondendo a 51,2% de todo o resíduo gerado no Brasil (BRASIL, 2012). Muitas vezes os resíduos não passam por um processo adequado de destinação, o

que acarreta condições adequadas à proliferação e vetores e a consequente transmissão de doenças. Uma forma para tratamento dos resíduos orgânicos, bastante utilizada, é a compostagem, que consiste em um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos por microrganismos que, pela oxidação biológica dos materiais, liberam dióxido de carbono e água, resultando num composto rico em macro e micronutrientes úteis às plantas (PEREIRA NETO, 2007).

A compostagem possui inúmeros benefícios, tais como a redução dos impactos ambientais, pois diminui o uso de aterros sanitários e ainda, atende a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Outro benefício é a contribuição para a saúde pública, pois em locais inapropriados de descarte, existem focos de agentes nocivos à saúde. A utilização do composto orgânico pode promover a geração de renda por meio do aumento da produção agrícola. Diversos trabalhos têm mostrado aumento na produção de matéria seca e grãos, por espécies de interesse agrônomo, cultivadas em solos tratados com o composto gerado a partir de resíduos orgânicos. Em alguns casos, o aumento é equiparável ou superior aos obtidos com a adubação mineral recomendada para as culturas (OLIVEIRA et al., 2009; RODRIGUES al., 2011; STOJAKI et al., 2013).

O processo de compostagem não se limita apenas a adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas ou leiras, mas envolve a escolha dos materiais, a seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizada, como também a disponibilidade desses materiais para que o processo se complete de forma econômica (KIEHL, 1998). O processo de compostagem é caracterizado por duas fases bem distintas, sendo a primeira, definida como a degradação ativa, e a segunda, como a fase de maturação. Na primeira etapa do processo, ocorre a oxidação da matéria orgânica e eliminação de microrganismos patogênicos. Nessa fase a temperatura varia entre 40° e 65°C, caracterizando a fase termofílica, durando em média, os primeiros 70 a 90 dias da compostagem. A segunda fase é caracterizada pela maturação do composto. Nessa etapa, a temperatura se mantém entre 35° e 45°C, caracterizando a fase mesofílica, em que o composto orgânico ainda não se encontra totalmente humificado, a duração desta etapa pode durar de 30 a 60 dias, quando todo o composto orgânico estará mineralizado (PEREIRA NETO, 2007).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o processo de compostagem por meio da montagem de pilhas de capim e resíduos orgânicos, resultantes das refeições do Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com e sem a utilização de lodo de esgoto como inoculante.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nas dependências da Universidade Federal de Lavras–UFLA, no Campo Experimental de Tratamento de Resíduos Sólidos I (CETRES I), unidade vinculada a Diretoria de Meio Ambiente da UFLA. As coordenadas geográficas do local são: latitude 21°14'S, longitude 45°00' W e altitude média de 918 metros. O clima é classificado segundo Koppen, em Cwa temperado chuvoso, com inverno seco e verão chuvoso (DANTAS et al., 2007).

O experimento foi dividido em duas etapas: caracterização dos resíduos orgânicos a serem utilizados na compostagem (Tabela 1), e execução em campo do tratamento dos resíduos por meio do processo de compostagem.

Diariamente, durante o período de uma semana (02/06/2014 a 06/06/2014), uma amostra representativa dos resíduos gerados nas refeições foi coletada no Restaurante Universitário da UFLA, após o horário do almoço. Foram consideradas apenas as sobras dos pratos, antes da higienização dos mesmos. O lodo de ETE utilizado nesse estudo foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto Domésticos do Município de Santo Antônio do Amparo – MG, que possui população de 17.349 habitantes (IBGE, 2010), localizada aproximadamente 60 km da UFLA. O lodo foi proveniente do reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente que compõe a ETE.

O capim utilizado na compostagem foi o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq cv Colonião), coletado no dia 08/09/2014, nas proximidades do CETRES I, e encaminhado para o Departamento de Zootecnia da UFLA, para ser triturado em picadeira com peneira de aproximadamente 10 mm de abertura, obtendo-se assim, um material homogêneo.

Tabela 1: Caracterização da umidade e relação carbono/ nitrogênio dos diferentes resíduos utilizados no processo de compostagem

Resíduos	Umidade (%)	Relação C/N
Resíduo do RU	58,0	12/1
Capim	12,0	52/1
Lodo	68,0	13/1

Os diferentes tratamentos avaliados foram compostos pela montagem de pilhas de resíduos com diferentes composições, sendo as mesmas confeccionadas em duplicata (Tabela 2). As pilhas que compuseram os tratamentos T1 e T2 foram montadas diretamente sobre o solo limpo, não impermeabilizado, no dia 14/09/2014, com a composição apresentada na Tabela 3. Ao final da montagem das pilhas, obteve-se 1,30 metro de altura por 2 metros de base, formando uma figura geométrica cônica.

Tabela 2: Especificação dos tratamentos utilizados no processo experimental da compostagem dos resíduos do restaurante universitário da UFLA com outros diferentes resíduos orgânicos

Tratamentos	Pilhas	Composição
1 (T1)	1 (P1)	Capim + Resíduo do RU
	2 (P1)	Capim + Resíduo do RU
2 (T2)	3 (P3)	Capim + Resíduo do RU + Lodo
	4 (P4)	Capim + Resíduo do RU + Lodo

Tabela 3: Quantidade dos diferentes resíduos e de água utilizados na montagem das pilhas de compostagem.

Tratamento/Pilhas	Resíduos e água	Massa (kg)
T1 (P1 e P2)	Capim	480
	Resíduo do RU	120
	Água	196
T2 (P3 e P4)	Capim	420
	Resíduo do RU	87
	Lodo	100
	Água	140

Após a montagem das pilhas deu-se início da segunda etapa do processo de compostagem que durou 120 dias, onde foi realizado o acompanhamento da temperatura, com termômetro digital, umidade determinada em estufa, pH, por potenciometria, e relação C/N, a fim de monitorar a estabilização dos tratamentos T1 e T2. A partir do desenvolvimento da temperatura inicial nas pilhas de compostagem, verificou-se a necessidade de reviramento das pilhas a cada três dias para a dissipação do calor e manutenção da temperatura abaixo dos 65°C (Pereira Neto, 2007).

RESULTADOS

Após a caracterização dos resíduos a serem utilizados na compostagem no presente experimento (Tabela 4) foram observados para a umidade valores superiores para os resíduos do RU e do lodo de esgoto, em relação ao capim, devido as suas composições, tal como observado por Silva (2007). Silva (2007), ainda verificou semelhança na caracterização dos resíduos a serem compostados, quando analisado valores de relação C/N, próximos aos encontrados para o lodo neste trabalho, de 13/1.

Tabela 4: Caracterização física e química dos resíduos utilizados na compostagem

Resíduos	pH	Umidade (%)	Carbono (C) (dag kg ⁻¹)	Nitrogênio (N) (dag kg ⁻¹)	Relação C/N
Resíduo do RU	7,2	58,0	34,4	2,93	12/1
Capim	7,7	12,0	36,6	0,70	52/1
Lodo	7,6	68,0	44,6	3,48	13/1

Durante o processo de compostagem ocorreram duas variações importantes de umidade durante a primeira fase de degradação da matéria orgânica (Figura 1). Houve queda da umidade em T1 no décimo sétimo dia, onde foi observado o valor de 37%. Já em T2, o mínimo valor observado de umidade foi de 38%, e ocorreu no vigésimo quarto dia. Tal fato pode ser justificado pela presença do lodo, que provavelmente proporcionou maior retenção de água em T2 (MALINSKA; ZABOCHICK-SWIATEK, 2013), em relação ao T1, com a presença somente do capim e das sobras do RU. Destaca-se aqui, que o capim, visualmente apresentava maior granulometria e porosidade, permitindo maior penetração de ar nas pilhas, facilitando as perdas de água por evaporação (HUET et al., 2012; SILVA, 2007).

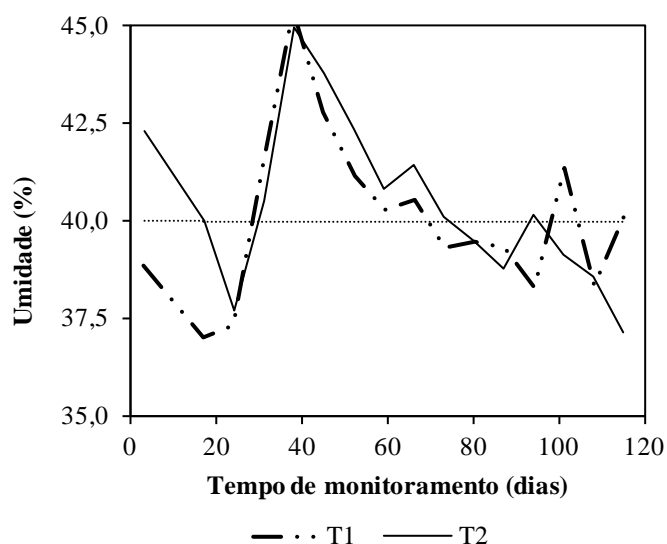


Figura 1: Variação dos valores médios de umidade nas pilhas de compostagem para os diferentes tratamentos avaliados: T1 e T2.

Os percentuais observados estão abaixo do recomendado, e foram ocasionadas pelas altas temperaturas ocorridas no período, e também devido à falta de aplicação de água nas pilhas, devido à escassez de água na instituição. A segunda variação de destaque em T1 e T2, foi observada próximo ao quadragésimo dia, quando ocorreu o umedecimento das pilhas, e posteriormente, houve a precipitação de aproximadamente 30 mm (Figura 2).

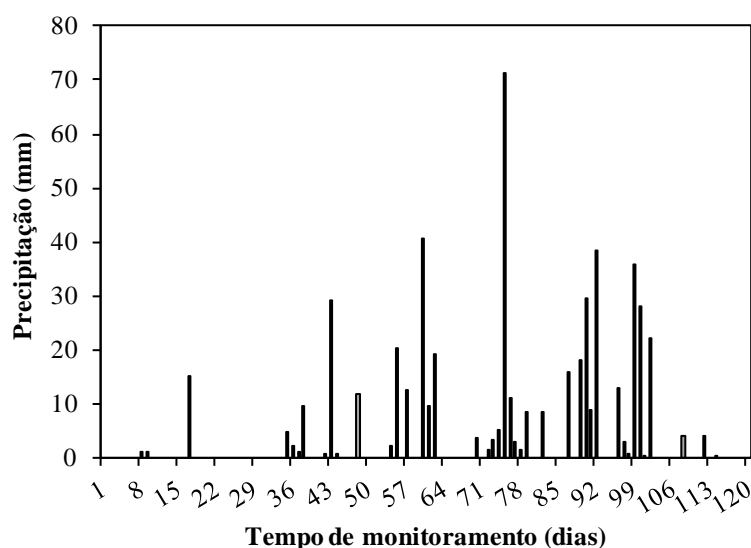


Figura 2: Precipitação pluvial diária ocorrida em Lavras – MG durante o monitoramento do processo de compostagem.

A elevação da temperatura dos tratamentos, logo nos primeiros dias após a montagem das pilhas, é o primeiro indício de que a atividade microbiana teve início. A elevação da temperatura nas pilhas que compunham os tratamentos T1 e T2 aconteceu no terceiro dia, após a montagem das mesmas, alcançando 52°C e 57°C, respectivamente (Figura 3). Observando-se a variação da temperatura nas pilhas de compostagem, pode-se inferir que a fase de degradação ativa durou cerca de 60 dias para T1 e T2 para este experimento, com temperaturas superiores a 35°C, tal como descrito por Inácio e Miller (2009).

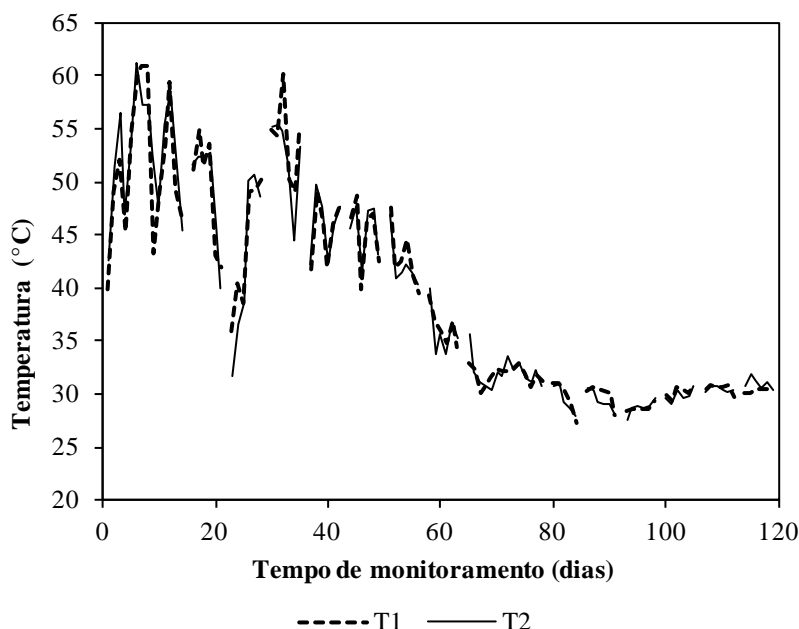


Figura 3: Variação dos valores médios de temperatura nas pilhas de compostagem dos diferentes tratamentos avaliados durante o monitoramento do processo de compostagem.

A variação da temperatura é diretamente influenciada pela variação da umidade das pilhas de compostagem. Quanto menor a umidade, menor a atividade microbiana e menor será a temperatura alcançada na pilha (LIANG et al., 2003). Assim, constatou-se que quando a faixa de umidade reduziu, em torno do vigésimo dia de compostagem, as temperaturas dos dois tratamentos também reduziram, como observado por Kumar e Lin

(2010). Foram registradas temperaturas médias de 35°C durante a fase de degradação ativa, o que pode ter afetado as atividades microbianas na fase de degradação, e pode ter retardado o processo de compostagem.

As temperaturas observadas nos tratamentos T1e T2 ao longo do experimento, de uma forma geral, foram observadas em outros trabalhos. Chang e Hsu (2008) ao analisarem os efeitos de compostagem de resíduos alimentares, obtiveram a mesma tendência observada neste trabalho, que quando na fase de degradação ativa apresentaram médias entre 40 a 65°C, e posteriormente, uma queda nas temperaturas, na fase de maturação, na ocasião da estabilização dos compostos, transformando o resíduo em húmus.

Apesar de ser verificada maior influência negativa da umidade no processo de compostagem, quando comparada à temperatura do processo (LIANG et al., 2003), no presente trabalho, apesar das menores umidades estabelecidas (Figura 1), verificou-se que as temperaturas, resultantes da atividade microbiana durante a fase de degradação ativa (Figura 3), foram mantidas dentro do que é considerado normal na literatura (KIEHL, 1998; INÁCIO; MILLER, 2009; PEREIRA NETO, 2007).

Os valores médios de pH observados em T1 ficaram acima da neutralidade, após o décimo quinto dia de monitoramento. Para o T2, valores superiores a 7 foram obtidos durante todo o processo de compostagem. Ao longo do processo, T2 teve menor variação do pH quando comparado a T1 (Figura 4). Em T1, verificou-se o que é comumente relatado durante o processo de compostagem de resíduos de alimentos, em que ácidos orgânicos de cadeia curta são gerados a partir da matéria prima, desde a fase inicial da compostagem, ocasionando a redução do pH, e consequentemente, a redução da atividade microbiana (YU; HUANG, 2009). À medida que o processo avança, há uma maior concentração de bases, gerando assim, um material mais alcalino (KIEHL, 1998).

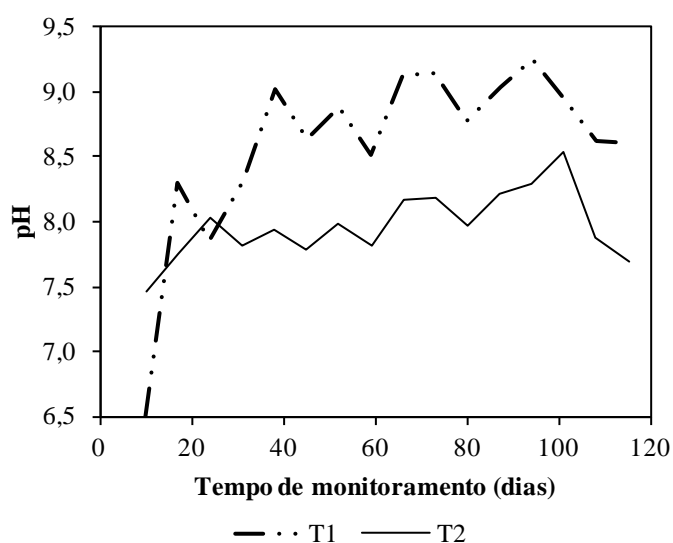


Figura 4: Variação dos valores médios de pH nas pilhas de compostagem dos diferentes tratamentos avaliados.

Parece que o lodo utilizado no processo, combinado com os demais resíduos (T2), funcionou como um tampão, regulando e estabilizando o pH em todo o processo, apesar da maior atividade microbiana, ter proporcionado, provavelmente, maior geração de ácidos no meio, pela degradação do resíduo. Leal et al. (2013) verificaram que o pH da mistura de capim elefante, com torta de mamona, se manteve superior a 7, a partir do vigésimo dia de compostagem. Os valores obtidos neste trabalho se assemelham aos observados por Li et al. (2013), em revisão sobre a compostagem de resíduos alimentares.

O comportamento observado na relação C/N durante o processo de compostagem foi o esperado para T1 e T2, em que com a redução das concentrações de carbono e nitrogênio, são alcançadas relações C/N menores que os valores iniciais (Figura 5). Sendo o decréscimo mais acentuado durante a fase de degradação ativa (DUI-NA et al., 2013). O valor da relação C/N pode indicar a humificação do resíduo quando atinge um valor entre 8/1 e 12/1, e a estabilização do composto orgânico quando se encontra com valor entre 13/1 e 18/1 (KIEHL.

1998). Os valores finais de relação C/N apresentados por T1 e T2 foram iguais a 13 e 11, evidenciando a finalização do processo de compostagem. Avaliando a inserção do lodo de esgoto no processo (T2) verificou-se menor relação C/N durante todo o processo de compostagem, parecendo ser influenciada pela inserção deste resíduo, e ajudando assim na diminuição do tempo para sua estabilização em campo.

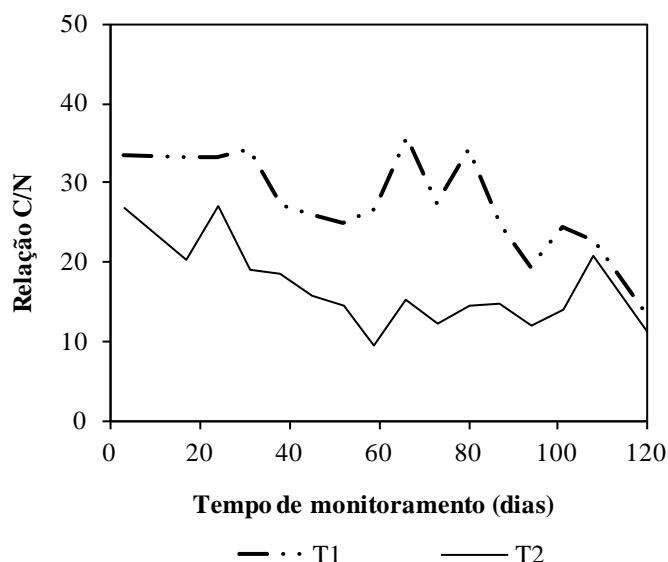


Figura 5: Variação dos valores médios de relação carbono /nitrogênio (C/N) nas pilhas de compostagem dos diferentes tratamentos avaliados.

CONCLUSÕES

A partir da caracterização inicial e o monitoramento nos 120 dias corridos nas pilhas de compostagem de resíduo do restaurante universitário podemos concluir que:

As temperaturas mantiveram sua tendência na fase mesofílica e termofílica durante o processo de compostagem.

O tratamento T1, sem lodo de esgoto, teve o pH inferior a 7,0 durante a fase inicial do processo.

A relação C/N seguiu a tendência de decaimento durante o processo, terminando ambos os tratamentos na faixa ideal para o composto ser utilizado no solo. Em todo o processo o tratamento T2, com adição de lodo de esgoto, teve uma menor faixa na relação C/N.

A utilização da menor faixa de umidade sugerida pela literatura (40%) não permitiu inferir sobre o papel do lodo de esgoto como inoculante em relação à redução do tempo de compostagem.

A compostagem realizada com o resíduo do restaurante universitário mostrou-se um processo eficiente no que tange a destinação final do mesmo, sendo assim, uma alternativa viável para a instituição na gestão de tais resíduos orgânicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NÓRNAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos: classificação. São Paulo, 2004. 71 p.
2. BORTOLIN, J.R.M.; MALAGUTTI FILHO, W. Monitoramento temporal da pluma de contaminação no aterro de resíduos urbanos de Rio Claro (SP) por meio do método geofísico da eletroresistividade. Geol. USP, Sér. cient., v.12, n.3, p. 99-113, 2012.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional de resíduos sólidos**: versão pós audiências e consulta pública para conselhos nacionais. Brasília, 2012. 102 p

4. DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
5. DUI-AN, L. et al. Changes in phosphorus fractions and nitrogen forms during composting of pig manure with rice straw. **Journal of Integrative Agriculture**, Tsukuba, v. 12, n. 10, p. 1855-1864, Oct. 2013.
6. HUET, J. et al. The impact of compaction, moisture content, particle size and type of bulking agent on initial physical properties of sludge-bulking agent mixtures before composting. **Bioresource Technology**, Essex, v. 114, p. 428-436, June 2012.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Rio de Janeiro, 2010
8. INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**. Brasília: EMBRAPA, 2009. 156 p. KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998. 171 p.
9. KUMAR, M.; OU, Y. L.; LIN, J. G. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. **Waste Management**, Oxford, v. 30, n. 4, p. 602-609, 2010.
10. LEAL, M. A. de A. et al. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1195-1200, 2013.
11. LI, Z. et al. Experimental and modeling approaches for food waste composting: a review. **Chemosphere**, Oxford, v. 93, n. 7, p. 1247-1257, Oct. 2013 LIANG et al., 2003
12. MALISNSKA, K.; Zabochnicka-Świątek, M. EFFECTS OF BIOCHAR AMENDMENT ON AMMONIA EMISSION DURING COMPOSTING OF SEWAGE SLUDGE. **ECOLOGICAL ENGINEERING**, NEW YORK, V. 71, P. 474-478, 2013.
13. OLIVEIRA, J. P. B. et al. Efeito do lodo de esgoto no desenvolvimento inicial de duas cultivares de mamona em dois tipos de solos. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p. 203-219, maio/jun. 2009.
14. PEREIRA NETO, J. T. Questões econômico: financeiras na reciclagem e compostagem do lixo orgânico e ganho ambiental. In: CONGRESSO DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IQPC, 2006
15. RODRIGUES, P. N. F. et al. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 788-793, 2011.
16. SILVA, L. N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. 59 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Recursos Hídricos e Meio Ambiente) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007. STOJAKI et al., 2013.
17. YU, H.; HUANG, G. H. Effects of sodium acetate as a pH control amendment on the composting of food waste. **Bioresource Technology**, Essex, v. 100, p. 2005-2010, 2009.