

III-440 – AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA COMPOSTAGEM DOMÉSTICA SEM REVOLVIMENTO DE MATERIAL

Luciane Mara Cardoso Freitas⁽¹⁾

Mestra em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará

Renata Carlos Freire⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Ceará

Cícero Paulo da Silva Júnior⁽³⁾

Graduando em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Ceará

Jéssyca de Freitas Lima⁽⁴⁾

Doutoranda em Engenharia Civil na Universidade Federal do Ceará

Ronaldo Stefanutti⁽⁵⁾

Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará

Endereço⁽¹⁾: Av. Francisco Sá, 3572, Bloco R, Apt. 102 – Jacarecanga - Fortaleza - CE- Brasil - Tel: (85) 997446377 - e-mail: luciane.maracf@gmail.com

RESUMO

O tratamento dos resíduos sólidos urbanos vem sendo estudado no intuito de se encontrar alternativas para a crescente geração desses resíduos garantindo progressivamente segurança ambiental, redução de custos e qualidade de vida às pessoas. Nesse contexto, a compostagem doméstica se enquadra visando atingir as localidades não atendidas pelo poder público e às pessoas que pretendem realizar o tratamento de seus resíduos orgânicos de forma viável e prática. Este trabalho objetiva, através do teste de materiais estruturantes e recipientes, propor uma metodologia de compostagem caseira simplificada e de baixo custo. Para tanto, foram analisados os parâmetros temperatura, umidade, pH, relação C/N e condutividade elétrica do material coletado na região inferior dos recipientes, avaliando-se composteiras alimentadas com resíduos de comida de restaurante universitário e diferentes materiais estruturantes (grama, serragem e poda de árvores), bem como unidades experimentais sem material estruturante. Os recipientes testados foram R1 (75L), R2 (45L) e R3 (135L). Como resultados, R1 e R3 obtiveram, em relação à temperatura, melhores resultados, porém quanto à facilidade de operação, o R1 se sobressaiu. Tratando-se dos outros parâmetros físico-químicos, as composteiras alimentadas com grama e aquelas sem material estruturante tiveram o pior desenvolvimento gerando condições anaeróbias irreversíveis. Já a serragem obteve maior vantagem nesse método, pois atingiu resultados mais adequados comparados aos parâmetros estabelecidos pela literatura consultada. A metodologia de compostagem proposta com uso de composteiras de 75 litros e 135 litros associadas ao uso de estruturante e sem revolvimento de material mostrou-se adequada no âmbito de tratamento caseiro, perfazendo um processo sem proliferação de pragas domésticas.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Orgânicos, Compostagem Doméstica, Sem Revolvimento, Materiais Estruturantes, Recipientes.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil é expressiva. Segundo a ABRELPE (2015) gera-se anualmente 79,9 milhões de toneladas de RSU. Essa quantidade de resíduos vem aumentando progressivamente e isso pode estar associado, entre outros fatores, ao aumento do grau de industrialização, à alteração qualitativa da composição dos RSU (com a incorporação de novos produtos e a intensificação na produção de descartáveis) e à falta de política específica para o setor que vise estimular a minimização na geração, o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos (PARANÁ, 2012).

A gestão de resíduos é uma questão global, que requer máxima atenção e ação, especialmente nos países em desenvolvimento, onde é uma desvantagem social e um desafio adicional à pobreza e ao baixo padrão de vida atual. Se a fração orgânica biodegradável dos resíduos gerados pudesse ser bem gerenciada e convertida em produtos que sejam úteis para a aplicação no solo através da compostagem, a quantidade de resíduos enviada a lixões ou a aterros sanitários seria bastante reduzida, conforme Adekunle *et al.* (2011). Aterros sanitários são

soluções ainda importantes, entretanto existem alguns infortúnios que os tornam inviáveis com único destino final de resíduos sólidos, tais como: necessidade de grandes áreas, emissão de gases poluentes, custo elevado de implantação, manutenção e para reaproveitamento energético, além de ampla articulação política voltada para a valorização energética.

A compostagem tem o potencial de transformar resíduos sólidos orgânicos em formulações utilizáveis na agricultura (como fertilizantes orgânicos ou fertilizantes organo-minerais) para o aumento da produção de alimentos e, em relação ao meio ambiente, para fins de recuperação de solos e trabalhos hortícolas para o ecologização urbana (ADEKUNLE *et al.*, 2011). Esse tratamento se caracteriza como uma decomposição biológica e estabilização de material orgânico com produção de calor que, por sua vez, gera um produto final que é estável, livre de agentes patogênicos e sementes de plantas viáveis podendo ser aplicado de forma benéfica aos solos. À medida que o produto se estabiliza, os odores são reduzidos e os agentes patógenos são eliminados (AAFRD, 2005).

O tratamento dos resíduos por meio da compostagem pode ser desenvolvido por diferentes métodos, formatos, atuando em macro ou micro escala. Diante disso, sugere-se a compostagem doméstica como uma forma de oferecer uma solução local para muitas regiões onde o poder público não pode atuar com efetividade fornecendo uma destinação de resíduos ambientalmente segura, assim como, proporcionar a qualquer interessado um tratamento capaz de torná-lo agente de mudança na consciência ambiental da sociedade.

O objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia simplificada de compostagem doméstica de baixo custo e com facilidade de operação proporcionada pelo não revolvimento do material em tratamento. Para propor essa metodologia, testaram-se diferentes materiais estruturantes e recipientes para se atingir a condição mais adequada ao tratamento caseiro, sem aparecimento de pragas, ratos e nem presença de odores e chorume.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento se caracterizou pelo teste realizado com composteiras onde se combinou diferentes volumes de recipientes, bem como diferentes materiais estruturantes na compostagem de resíduos orgânicos de alimentos. Esses resíduos orgânicos de alimentos coletados do Restaurante Universitário localizado montado na Universidade Federal do Ceará no Campus do Pici, na horta didática do Departamento de Fitotecnia, caracterizados como restos de alimentos deixados nos pratos dos usuários do restaurante, assim como sobras da comida do dia que não foi servida.

Os materiais estruturantes utilizados foram resíduos de podas de árvores urbanas trituradas; serragem, de serrarias; e grama seca, recolhida de operação de manutenção do campus universitário. Esses materiais eram dispostos diariamente nas composteiras de forma alternada em camadas. Para controle de umidade, a água era adicionada duas vezes por semana.

Os recipientes utilizados para desenvolver o processo de compostagem caseira foram cestos de plástico perfurado comumente utilizados em domicílios para armazenar roupas e um *bag* manufaturado na forma de tecido em polipropileno, com 135L de capacidade e furos quadrangulares de aresta de 5 mm. Foram escolhidos dois formatos de cestos, um redondo de 70L e outro quadrangular de 45L, ambos com tampa, os quais foram recobertos com tela composta por furos de 1 cm de diâmetro para evitar a entrada de ratos. Esses recipientes foram escolhidos por serem de baixo custo e de fácil acesso à população.



Figura 1: Detalhe dos recipientes utilizados na compostagem: (a) Cesto de 45L (b) Cesto de 70L (c) bag de 135L.



Figura 2: Localização das composteiras.

O experimento foi montado com 12 composteiras e 3 repetições de cada formato/material estruturante, totalizando 36 composteiras. Durante a operação, foram introduzidas nas composteiras 5 vezes por semana quantidades equivalentes à produção de resíduo orgânico de uma família de 4 pessoas, cerca de 2,7 Kg de resíduo orgânico. Esse procedimento ocorreu até o período em que o volume total da maior composteira fora preenchido, sem que ocorresse a redução de seu volume. O monitoramento do processo de compostagem foi realizado através da coleta de 250g da amostra a 15 cm do fundo dos recipientes nos tempos de reação de 0, 7, 14, 30, 45, 60, 90 e 120 dias.

As temperaturas foram medidas em cada unidade experimental de segunda a sexta-feira durante a fase termofílica e após esse período eram medidas 2 vezes por semana com o termômetro posicionado a 15 cm do fundo. Os outros parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, nitrogênio total, carbono orgânico e condutividade elétrica.

RESULTADOS OBTIDOS

Ao analisar a Figura 3, percebeu-se que valores acima de 40°C correspondentes à fase termofílica foram registrados até cerca de 71 dias. Entretanto, não se observou valores acima de 55°C, o que indicou a não necessidade de revolvimento dos materiais conforme a metodologia adotada para o processo de compostagem.

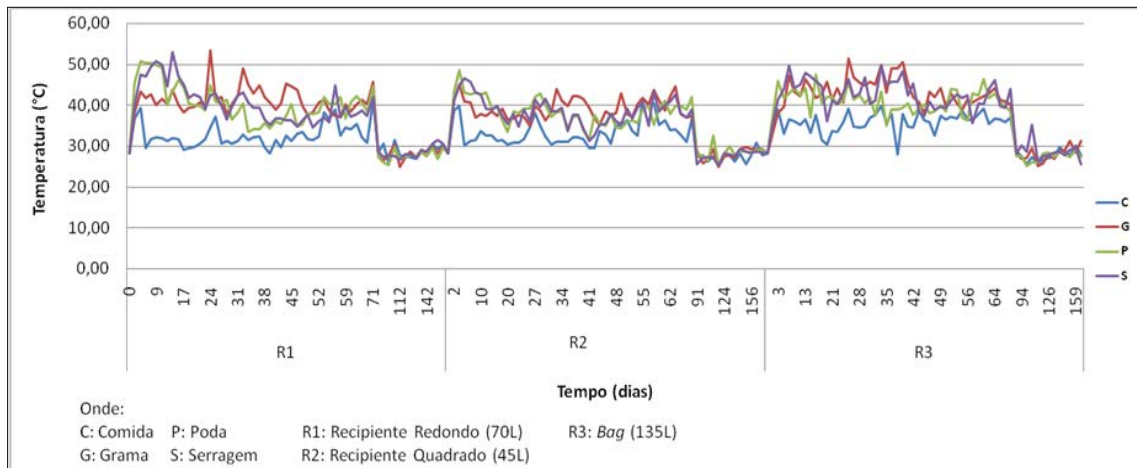


Figura 3: Evolução da temperatura durante a compostagem.

De acordo com a Figura 3, notou-se que as variações de temperaturas não ocorreram de forma contínua em nenhuma das composteiras, ou seja, as fases termofílicas e mesofílicas apresentaram-se de forma oscilatória. A variação ocorreu entre 25°C e 53°C. Entre as composteiras R1, grama (G) e serragem (S) apresentaram maiores temperaturas máximas, $53,40^{\circ}\text{C} \pm 1,47$ e $53,00^{\circ}\text{C} \pm 3,97$, respectivamente, comparadas à poda (P) e às composteiras alimentadas apenas com o resíduo de comida (C), $50,17 \pm 4,86$ e $41,30^{\circ}\text{C} \pm 2,08$, respectivamente.

As temperaturas obtidas nas composteiras R2, tiveram valores mais baixos em relação a R1, atingindo valores máximos de $40,6^{\circ}\text{C} \pm 1,04$; $45,17^{\circ}\text{C} \pm 2,87$; $48,53^{\circ}\text{C} \pm 2,64$; $46,77^{\circ}\text{C} \pm 3,72$, respectivamente para os materiais C, G, P e S. O fim da fase termofílica ocorreu em 57, 64, 71 e 64 dias, respectivamente para a mesma ordem dos materiais dada anteriormente. Quanto aos valores máximos alcançados em R3, obtiveram-se $39,88^{\circ}\text{C} \pm 6,63$ para C; $51,47^{\circ}\text{C} \pm 3,72$ para G; $47,43^{\circ}\text{C} \pm 5,31$ para P e $49,67^{\circ}\text{C} \pm 10,06$ para S. A fase termofílica durou até 71 dias para G e S; e 66 dias para P. Essa fase não foi registrada para C, pois esta não alcançou temperaturas acima de 40°C.

Ao observar os resultados apresentados na Figura 4, equivalente à umidade média na região inferior dos recipientes R1, R2 e R3, verificou-se que as composteiras que atingiram valores acima de 65% foram: R1 e R2 com serragem (S), R2 com grama (G), R3 com G e R3 com poda (P), em 7 dias de compostagem; em 15 dias, R1 e R2 com comida (C), R2 com G e R3 com S; e em 45 dias, R1 com C, R1 e R2 com G.

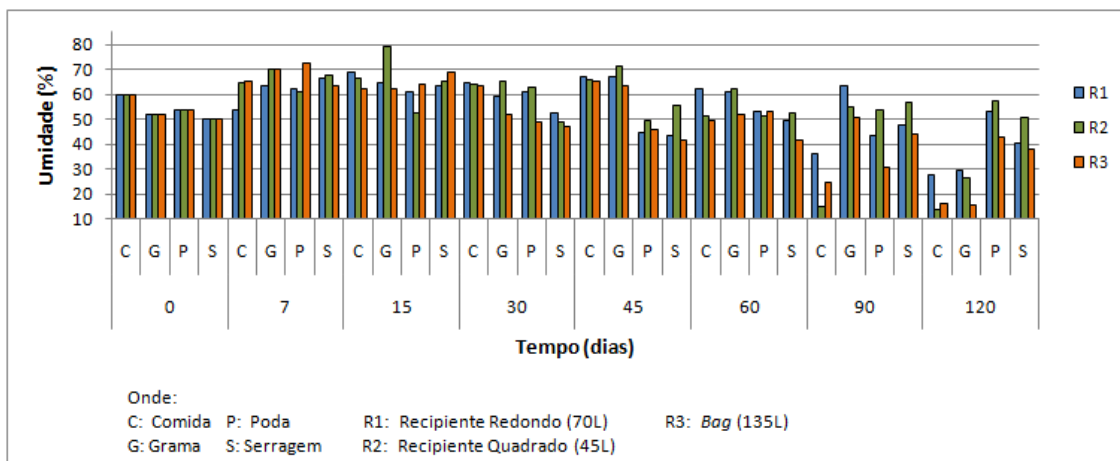


Figura 4: Porcentagem de umidade dos resíduos em compostagem nos recipientes R1, R2 e R3 com serragem, poda, grama e comida (sem estruturante)

A partir desses dados, percebeu-se que os materiais serragem e grama apresentaram valores acima de 65% com maior frequência, entretanto apenas a grama apresentou características de condições anaeróbias, como intensa geração de odor e produção de chorume em aproximadamente 60 dias de compostagem. Para se tentar reverter o processo, decidiu-se não adicionar mais água e observar se os sistemas se sustentavam apenas com a umidade da comida adicionada, entretanto o processo não teve reversão, quando se analisou até o período do desmonte das composteiras.

No caso das composteiras alimentadas apenas com comida, essas desde o início não eram regadas devido à ausência do material estruturante que é capaz de reduzir a umidade já contida na comida, porém, mais uma vez o processo de anaerobiose não teve reversão. Com relação aos valores abaixo de 40% de umidade, observou-se tal ocorrência apenas a partir de 90 dias. Nesse tempo, os recipientes com comida apresentaram os seguintes valores 35,97; 15,12 e 24,31%, respectivamente para R1, R2 e R3. A *bag* (R3) com P, também apresentou valor abaixo, sendo de 30,62%.

Em 120 dias, todas as composteiras com C e G tiveram sua atividade reduzida. Os valores encontrados foram de 27, 80; 13,59; 16,33%, respectivamente para R1, R2 e R3 com C e 29,19; 26,10 e 15,41% para R1, R2 e R3 com G. O recipiente R3 com S também teve destaque com 37,60%. O restante das composteiras apresentaram valores entre 40 e 63%.

A variação de pH na região inferior das composteiras do presente experimento se deu tal como descreveu Mustin (1987). A primeira fase de acidificação ocorre no 7º dia, devido à produção intensa de CO₂ e ácidos orgânicos, como se observa na Figura 5.

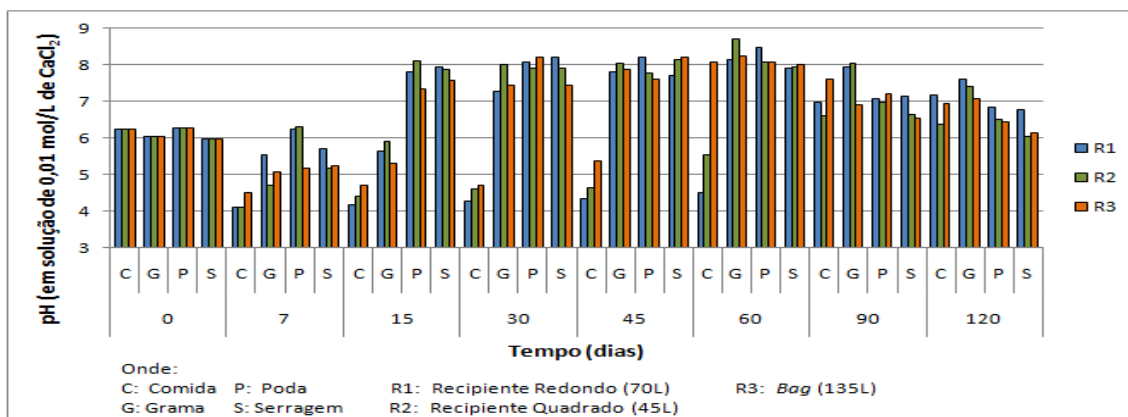


Figura 5: Variação média do pH dos resíduos em compostagem nos recipientes R1, R2 e R3 com serragem, poda, grama e comida (sem estruturante)

No 15º dia, ocorreu aumento do pH devido à produção de amônia pela conversão do nitrogênio orgânico presente nos materiais. Observa-se que entre 30 e 60 dias há certa estabilidade do pH, enquanto que entre 90 e 120 dias, pode-se verificar que houve um decaimento dos valores, tendendo à faixa levemente ácida.

Ao observar os resultados da relação C/N apresentados na Figura 6, verificou-se que os valores foram bem variáveis ao longo do tempo. Apesar dessa variação, é possível verificar que entre 60 e 90 dias os valores começam a decrescer.

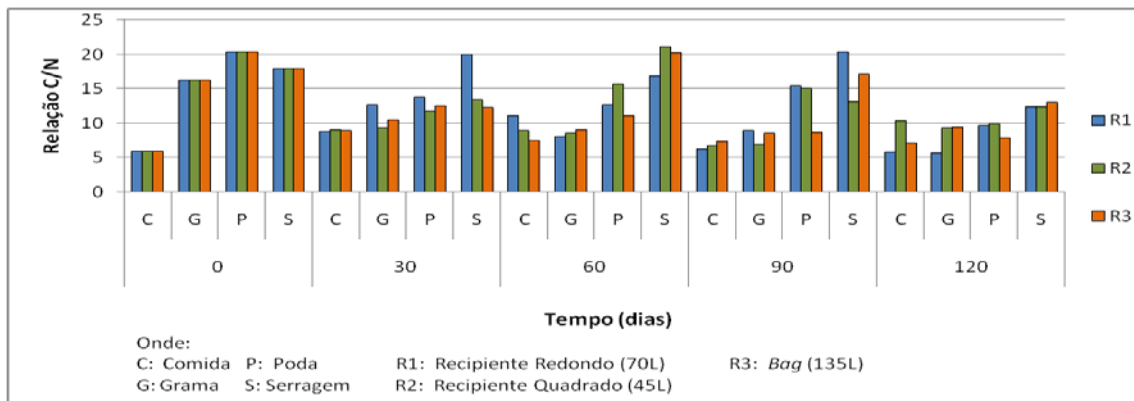


Figura 6: Relação C/N durante a compostagem nos recipientes R1, R2 e R3 com serragem, poda, grama e comida (sem estruturante)

As composteiras alimentadas com grama e aquelas com apenas comida, por terem baixa relação C/N, não atingiram valores ideais; rapidamente os valores caíram, permanecendo abaixo de 10. As composteiras constituídas de resíduos de comida, exclusivamente, apresentaram C/N de 32 no início e 22 ao final. Em 30 dias, os recipientes com grama já estavam com valores dentro ou próximos à faixa ideal considerada, entre 10 e 15, apesar de seu aspecto ainda não estar característico de material em maturação e a fase mesofílica também não ser predominante.

Quanto à poda, a relação ficou satisfatória a partir de 90 dias, exceto para R3, que ficou abaixo, embora seja o maior recipiente. Tratando-se da serragem, verificou-se que R2 em 90 dias encontrava-se com valor de $13,17 \pm 0,80$ e os outros recipientes (R1 e R3), apenas em 120 dias é que a relação caiu para $12,38 \pm 2,08$ e $12,96 \pm 1,87$, respectivamente.

As composteiras do presente trabalho apresentaram comportamentos semelhantes entre si na redução e aumento dos valores de condutividade elétrica, a partir da análise do material coletado na região inferior dos recipientes, como são apresentados na Figura 7. De acordo com Oliveira (2010), ao decorrer do processo de maturação do composto, ocorre a mineralização da matéria orgânica e a quantidade de sais deve diminuir.

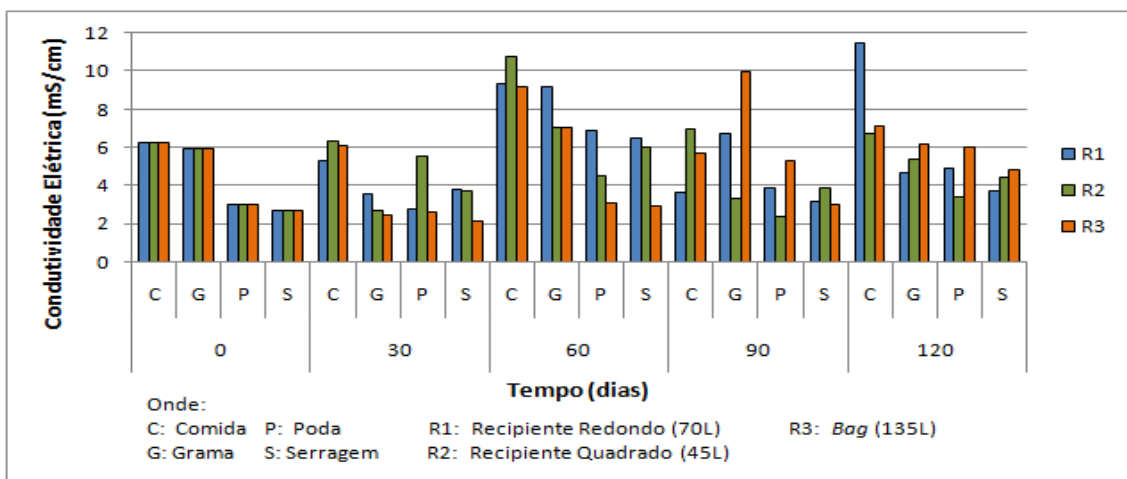


Figura 7: Variação da condutividade elétrica durante a compostagem nos recipientes R1, R2 e R3 com serragem, poda, grama e comida (sem estruturante)

Neste experimento, observou-se que houve redução dos valores da maioria das composteiras em 30 dias, aumento em 60 e diminuição em 90, com exceção para G e P em R3, que aumentaram de $7,06 \pm 0,8$ para $9,98 \pm 1,1$ mS/cm e $3,11 \pm 0,8$ para $5,26 \pm 4,3$ mS/cm, respectivamente. Em 120 dias, houve acréscimo nos valores da maioria novamente. Os valores finais verificados foram de $11,46 \pm 1,2$; $6,73 \pm 4,3$; $7,14 \pm 1,6$ mS/cm,

respectivamente para os recipientes R1, R2 e R3 com C; $4,66 \pm 2,1$; $5,42 \pm 2,6$; $6,15 \pm 1,8$ mS/cm para G; $4,93 \pm 2,0$; $4,39 \pm 1,1$; $6,04 \pm 0,7$ mS/cm para P e $3,74 \pm 3,5$; $4,40 \pm 1,9$; $4,85 \pm 0,4$ mS/cm para S.

Com relação às pragas domésticas, percebeu-se que não houve indícios de presença de ratos. O único fator indesejável foi a presença de moscas que logo foi sanada com a introdução de uma tela do tipo mosquiteiro. Com a inserção da tela, foi possível notar que não houve mais a proliferação desses insetos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação à temperatura desenvolvida nas unidades experimentais deste trabalho, esperava-se que a *bag* (R3), por ter um volume e altura maior, tivesse valores máximos de temperatura maiores que os outros recipientes, provocando um maior aquecimento da massa. Entretanto, pelos resultados, o recipiente R1 apresentou valores acima dos que aquela desenvolveu. Uma hipótese a ser sugerida trata-se do fato das composteiras R3 não terem se sustentado “em pé”, devido ao acúmulo de massa superior às outras (R1 e R2) e pelo material não ser firme, as cordas que as mantinham suspensas se rompiam. Por consequência, o material ficava em uma altura menor à medida que o tempo passava.

Entre os materiais estruturantes utilizados, a grama e a serragem apresentaram maiores máximas de temperatura, sendo que a grama apresentou maiores resultados ao se comparar as médias semelhantes ao nível de 5%. Tal resultado pode se dever ao fato desse estruturante provocar baixa perda de calor à medida que se adicionava água e esta preenchia muitos espaços livres. Tal fato é comprovado pelo aparecimento de condições anaeróbicas, como odor e formação de chorume em 60 dias.

Os valores verificados nas composteiras alimentadas apenas com comida foram os mais baixos, sendo tal resultado já esperado, devido à ausência do material estruturante que possui também a função de isolamento térmico. Já em relação à poda, uma hipótese a ser sugerida é que a granulometria do material era bem maior em relação aos outros, possibilitando uma perda maior do calor gerado. Apesar dos seus valores estarem dentro da faixa de temperatura recomendada para se promover a compostagem.

Guidoni *et al.* (2013) realizaram um experimento com composteiras cilíndricas domésticas de 200L com perfurações para entrada de ar, revolvimento semanal e alimentação diária. Os autores encontraram valores de temperatura medida a meia profundidade em torno de 30 e 50°C, durante as 10 primeiras semanas de compostagem, sendo utilizada casca de arroz como material estruturante. Comparando-se a este experimento, a variação de temperatura foi próxima sendo de 25 a 53°C.

Adhikari *et al.* (2013) enfatizam que uma maior superfície de exposição dos resíduos, proporciona maior aeração, influenciando numa maior atividade microbiana e um bom desenvolvimento da fase termofílica. Os autores confirmaram esse fato testando recipientes fechados, um feito com madeira ripada e outro de plástico com perfurações. O primeiro, que possuía mais entradas de ar, desenvolveu melhor temperatura, pois a fase termofílica iniciou-se mais rapidamente e durou um período semelhante ao outro.

Tratando-se dos recipientes utilizados neste experimento (R1, R2 e R3), os três eram expostos ao ar em toda superfície, isso representa uma vantagem nesse método utilizado comparado ao de Adhikari *et al.* (2013). Quanto ao início da fase termofílica, a maioria dos recipientes utilizados iniciaram entre 2 e 3 dias, assemelhando-se ao resultado obtido com o primeiro recipiente dos autores citados, diferindo do segundo, que se iniciou entre 6 e 7 dias.

Quanto à umidade, a faixa adequada para a compostagem está entre 40% e 65%; abaixo dessa faixa o processo se torna bastante lento (VALLINI, 1995; CORDEIRO, 2010; AAFRD, 2005) e acima disso a água tende a ocupar os espaços vazios do meio, impedindo a livre passagem do oxigênio, o que poderá provocar aparecimento de zonas de anaerobiose (OLIVEIRA, 2010), diminuindo a velocidade de biodegradação e gerando odores. Para valores abaixo de 15% é possível que a atividade microbiana nem ocorra (AAFRD, 2005).

Segundo Kiehl (1985), se a umidade estiver abaixo de 40% no período final da compostagem, não há comprometimento da qualidade do composto. Diaz, Bertoldi e Bidlingmaier (2007) recomendam que o teor de

umidade seja inferior a 50% para manter o manuseio, transporte e aplicação viável, entretanto, de acordo com Andersen *et al.* (2011), isto não se torna um grande problema uma vez que o objetivo da compostagem seja usar o composto diretamente no jardim ou em hortas da casa do usuário que adotará o sistema.

A partir dos resultados apresentados deste trabalho, observou-se que os materiais serragem e poda tiveram valores adequados de umidade ao longo do período de compostagem, quando se encontravam acima do valor máximo aceitável de 65%, não apresentaram condições de anaerobiose, diferentemente do caso ocorrido com a grama e comida. Tal condição não teve reversão, sendo considerada imprópria para a compostagem domiciliar devido às consequências desagradáveis dessa situação em se tratando de operação do sistema.

Tratando-se de pH, muitos trabalhos com compostagem de resíduos de alimentos e agentes estruturantes revelam que, ao final do processo, encontra-se pH na faixa entre 7 e 8 (MARAGNO, TRONBIN e VIANA, 2007; KARNCHANAWONG e SURIYANON, 2011; KARNCHANAWONG e NISSAIKLA, 2014; BENJAWAN *et al.* 2015). Entretanto, Guidoni *et al.* (2013), Lima (2015) e Tatano *et al.* (2015), na compostagem de resíduos de alimentos, encontraram valores na mesma faixa do presente trabalho e consideraram essa faixa de pH adequada. Além disso, a Instrução Normativa MAPA no. 25 de 2009, define pH mínimo 6 para compostos de classe A, B e D; e 6,5 para classe C. Portanto, pode-se afirmar que os valores encontrados nesta pesquisa estão adequados de acordo com a literatura citada.

A grande variação de valores encontrados da relação C/N pode estar relacionada à alimentação contínua das composteiras, que se encerrou entre 43 e 67 dias, provocando uma oscilação da concentração de carbono e nitrogênio; além disso, tem-se a característica heterogênea do sistema, pelo fato de não ocorrer mistura do material. A variação da C/N foi bem pequena nas unidades experimentais com comida, fato demonstrado por Yang *et al.* (2013), que avaliaram a compostagem com recipientes de 60L, utilizando tanto resíduos provenientes de cozinha como único material a participar do processo quanto outros recipientes com agentes estruturantes adicionados.

No caso dos sistemas alimentados com grama em que se encontrou valores baixos de C/N, não era possível compensar a introdução de maior quantidade de material estruturante para aumentar a relação, pois o volume total dos recipientes era preenchido com poucas adições de material, tornando o sistema inviável para a metodologia doméstica proposta. Em relação à poda no recipiente R3, a quantidade de material introduzida na parte superior pode não ter influenciado o suficiente para aumentar os valores de C/N, pelo fato já mencionado das composteiras terem permanecido “deitadas” à medida que eram preenchidas.

Karnchanawong e Nissaikla (2014), utilizando recipientes de 200L com alimentação contínua durante os primeiros 60 dias e revolvimento diário, encontraram uma relação C/N com um decaimento linear e, ao final de cerca de 100 dias, o material atingiu a faixa de 10-15. Realizando-se uma comparação com o material do fundo dos recipientes deste experimento, percebe-se que, em 120 dias, a maioria dos recipientes com grama, poda e serragem apresentou valores dentro ou próximos à faixa. O tempo atingido foi próximo ao trabalho dos autores citados, apesar de haver vantagem no presente trabalho pelo fato de não ter sido realizado o revolvimento do material e o volume utilizado ainda ser menor.

Em relação à variação da condutividade elétrica verificada nesta pesquisa, Cordeiro (2010) encontrou resultado semelhante em seu experimento com pilhas de compostagem, a variação foi justificada pela quantidade de água adicionada e frequência de revolvimento. As pilhas com condutividade mais elevada ficaram mais tempo sem receber adição de água e foram revolvidas com menor frequência. Quanto às composteiras deste trabalho, o aumento da CE também pode estar relacionado à falta de adição de água bem como à ausência de revolvimento.

Comparando-se com o teor de umidade verificado na Figura 4, a partir de 90 dias a umidade decresceu, notadamente para os recipientes com grama e comida, ficando abaixo da faixa de recomendação, enquanto os valores das outras composteiras ficaram dentro dessa faixa. As composteiras com C apresentaram valores significativamente maiores em relação às outras, enquanto G apresentou valores próximos a S e P. Portanto, não se pode justificar essa oscilação entre aumento e redução de valores ao longo do tempo pelo teor de umidade. Tal fato pode ser atrelado ao transporte dos sais pela água, já que a região superior apresentava mais sais que a inferior, devido ao acréscimo mais recente na primeira região. Em relação à diferença entre C e os

outros materiais, pode-se explicar pela ineficiente mineralização da matéria orgânica devido à falta de material estruturante.

Karnchanawong e Nissaiakla (2014) encontraram valores entre 4,2 e 5 mS/cm após 150 dias de compostagem doméstica em recipientes de 200L, com alimentação contínua durante os primeiros 60 dias e revolvimento diário. Tais valores estão próximos à faixa de variação encontrada neste experimento, que foi de 3,74 a 6,15 nas composteiras com material estruturante. Entretanto, para Kiehl (1998) e Lasaridi *et al.* (2006), o limite considerado tolerável para plantas de média sensibilidade é de 4 mS/cm; dessa forma, apenas o recipiente R1 com S, ficou abaixo desse limite. Para Manios (2004), Farrel e Jones (2009), processos de compostagem com uso de resíduos sólidos municipais pode apresentar um nível relativamente elevado de sais inorgânicos comparado com outros substratos (lodos, resíduos agrícolas, entre outros). Isto pode ser explicado pelo elevado grau de decomposição de materiais orgânicos, especialmente ricos em proteínas, o que leva à acumulação de vários sais solúveis em água.

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Através desta pesquisa, verificou-se que os recipientes R1 e R3 foram os que desenvolveram melhor aquecimento sem proporcionar valores de temperatura muito altos, fator fundamental em qualquer processo de compostagem, entretanto, o R1 a facilidade de operação teve maior destaque. Em relação ao material estruturante, concluiu-se que a grama, nas condições deste experimento sem revolvimento, favoreceu o predomínio de condições anaeróbias resultando em geração de chorume, mau odor e dificuldade de operação.

Entre os materiais serragem e poda, percebeu-se que a serragem se sobressaiu apresentando resultados mais próximos ao ideal descrito pela literatura. A compostagem realizada apenas com o resto de comida não foi adequada em nenhum dos parâmetros analisados, com os piores resultados, principalmente em se tratando de geração de odor, chorume e moscas.

Em relação à condutividade elétrica, esse parâmetro é de fundamental importância, pois pode prejudicar o desenvolvimento das plantas e como foi mencionado, esse tipo de compostagem utilizando restos de comida resulta em teores elevados de sais. Ao final desta pesquisa, os resultados encontrados estiveram acima do limite, exceto em umas das composteiras (R1-S). Diante desse fato, pode-se recomendar o uso do composto em quantidades pequenas proporções para que a quantidade de sais não ultrapasse o valor ideal.

Em se tratando da forma de operação da compostagem, verificou-se que com uma tela do tipo mosquiteiro pode-se garantir que não haja presença de moscas. Recomenda-se também que o composto seja utilizado do fundo das composteiras, pois nas partes superiores o material ainda se encontra em processo imaturo de compostagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADEKUNLE, I. *et al.* Recycling of organic wastes through composting for land applications: a Nigerian experience. *Waste Management & Research*, [s.l.], v. 29, n. 6, p.582-593, 15 dez. 2011.
2. ADHIKARI, B. K. *et al.* Gas emissions as influenced by home composting system configuration. *Journal of Environmental Management*, v. 116, p.163-171, fev. 2013.
3. ALBERTA AGRICULTURE, FOOD AND RURAL DEVELOPMENT (EUA). *Manure composting manual*. 2005. Disponível em:
4. <[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex8875/\\$file/400_27-1.pdf?OpenElement](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex8875/$file/400_27-1.pdf?OpenElement)> Acesso em: 10 jan. 2015
5. ANDERSEN, J. K. *et al.* Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic waste. *Waste Management*, v. 31, n. 9-10, p.1934-1942, set. 2011.
6. BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 25, 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, na forma dos Anexos à presente Instrução Normativa. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1.*

7. BENJAWAN, L.; SIHAWONG, S; CHAYAPRASERT, W. Composting of Biodegradable Organic Waste from Thai Household in a Semi-Continuous Composter. *Compost Science & Utilization*, v. 23, n. 1, p.11-17, 5 nov. 2014.
8. BERNARDI, F. H. Uso do processo de compostagem no aproveitamento de resíduos de incubatório e outros de origem agroindustrial. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Paraná. p. 17-22, 2011.
9. CORDEIRO, Nathalie Marcelino. Compostagem de Resíduos Verdes e Avaliação da Qualidade dos Compostos Obtidos - Caso de Estudo da Algar S.A. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente – Tecnologias Ambientais) Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.
10. DIAZ, L. F.; BERTOLDI, M. de.; BIDLINGMAIER, W. *Compost science and technology*. Califórnia: Elsevier Science, 2007. Vol. 8, 380 p.
11. FARRELL, M.; JONES, D. L. Critical evaluation of municipal solid waste composting
12. and potential compost markets. *Bioresource Technol.* v. 100, p. 4301–4310. 2009
13. GUIDONI, L. L. C. et al. Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo. *Tecno-Lógica*, v. 17, n. 1, p. 44-51, jan/jun., 2013.
14. KARNCHANAWONG, S.; NISSAIKLA, S. Effects of microbial inoculation on composting of household organic waste using passive aeration bin. *International Journal Of Recycling Of Organic Waste In Agriculture*, v. 3, n. 4, p.113-119, 4 set. 2014. DOI:10.1007/s40093-014-0072-
15. KARNCHANAWONG, S.; SURIYANON, N. Household organic waste composting using bins with different types of passive aeration. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 55, n. 5, p.548-553, mar. 2011. DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.01.006.
16. KIEHL, E. J. *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba: Gráfica e Editora Degaspari, 1998. 171 p.
17. LASARIDI, K. *et al.* Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. *Journal of Environmental Management*, 80, 58–65. 2006
18. LIMA, L. C. Avaliação de diferentes fontes de carbono e nitrogênio para compostagem de resíduos orgânicos do restaurante universitário da UFLA. Dissertação (Mestrado em Hidrologia e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
19. MANIOS, T. The composting potential of different organic solid wastes: experience from the island of Crete. *Environment International*, v. 29, n. 8, p.1079-1089, fev. 2004. DOI: 10.1016/s0160-4120(03)00119-3.
20. MARAGNO, E. S.; TROMBIN, D. F.; VIANA, E. The use of sawdust in a little compounder system. *Eng. sanit. Ambient*, v.12, n. 4, p. 355-360. 2007
21. MUSTIN, M. (1987). *Le compostGestion de lamatièreorganique*. Édition François Dubusc, 954 pp.
22. OLIVEIRA, J. N. Compostagem e vermicompostagem de bagaço de cana-de-açúcar da produção de cachaça de alambique, Salinas-MG. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, 2010.
23. PARANÁ. Ministério Público do Paraná. Unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos. Apostila para a Gestão Municipal de Resíduos Sólidos Urbanos. 2ª ed. Curitiba, 2012.
24. VALLINI, G. Il Compostaggio. In: *La protezione dell’ambiente in Italia*. Ed. Bertini, I., Cipollini, R., Tundo, P. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Società Chimica Italiana e Consorzio Interuniversitario Chimica per l’Ambiente. Bologna, p. 83-134, 1995.
25. TATÀNO, F. et al. Biowaste home composting: Experimental process monitoring and quality control. *Waste Management*, v. 38, p.72-85, abr. 2015.
26. YANG, F. et al. Effect of bulking agents on maturity and gaseous emissions during kitchen waste composting. *Chemosphere*, v. 93, n. 7, p.1393-1399, out. 2013.