

ESTUDO DE CASO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE UM REFEITÓRIO INDUSTRIAL

MARISNEILI IZOLINA ANDRADE¹
FLÁVIA NATALIA ADÃO²
MICHELE APARECIDA SIMÕES³
ADOLFO PLÍNIO PEREIRA⁴

RESUMO

O objetivo desse estudo é apresentar a implementação do processo de compostagem de resíduos orgânicos na área industrial que proporcionou um destino correto, não poluente, para estes resíduos. A Lei 12.305/2010 define que a destinação final, ambientalmente adequada, é aquela que contempla a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético de forma que se evitem danos ou riscos à saúde da população e que minimize os impactos ao meio ambiente. Os resíduos orgânicos quando descartados em locais impróprios podem causar diversos problemas como: a geração de chorume, emissão de gases, contaminação do solo, da água e, também, auxiliar na proliferação de doenças. Nesse sentido, a compostagem se torna uma técnica essencial para minimizar esses impactos. A metodologia aplicada neste artigo iniciou-se na descrição da área de estudo com a caracterização do ambiente industrial e a origem do resíduo, seguindo pela descrição das fases do processo conforme orientações da revisão bibliográfica, se atendo às questões específicas e adaptações necessárias como a utilização do local disponibilizado, contenção da umidade, condições do mal tempo entre outros. O processo de compostagem é lento e está ligado diretamente à relação de carbono e nitrogênio dos materiais e as fases de aumento de temperatura, umidificação e estabilização. Conclui-se com este estudo de caso que a compostagem de resíduos orgânicos com restos de alimentos e folhas secas, é uma prática viável e eficiente, porém, pode demandar de adaptações técnicas para garantir bons resultados finais.

Palavras-Chave: Restos de alimentos. Adubo orgânico. Composteira. Destinação final.

¹ Gestora ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas e Pós-Graduanda na Especialização em Engenharia Ambiental pela UNINCOR - Universidade Vale do Rio Verde.

² Gestora da produção industrial pela Universidade do Vale do Rio Sapucaí Pós-Graduanda na Especialização em Engenharia Ambiental pela UNINCOR - Universidade Vale do Rio Verde.

³ Gestora ambiental pela Facinter/Fatec Pós-Graduanda na Especialização em Engenharia Ambiental pela UNINCOR - Universidade Vale do Rio Verde.

⁴ Professor Mestre em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida pelas Faculdades Associadas de Ensino e Pós-Graduado em Gestão Avançada de Pessoas pela PUC.

CASE STUDY ON IMPLEMENTATION OF COMPOSTING OF ORGANIC WASTE FROM AN INDUSTRIAL REFECTORY

ABSTRACT

The objective of this study is to present the implementation of the composting process of organic waste in the industrial area and will provide a correct non-polluting destination for these residues. Law 12.305 / 2010 defines the environmentally appropriate final destination the one that contemplates the reuse, recycling, compost, recovery and the energy utilization in order to avoid damages or risks to the health of the population and to minimize the impacts on the environment. Organic waste when deposited in improper places can cause various problems such as slurry generation, gas emission, soil contamination, water contamination and also step up in the proliferation of diseases, making compost an essential technique to minimize these impacts. The methodology applied in this article began with the description of the study area with the characterization of the industrial environment and the origin of the waste, followed by the description of the phases followed in the process according to bibliographic, making the necessary adaptations such as the place available, moisture control, weather conditions, among others. The compost process is slow and is directly linked to the carbon ratio and nitrogen ratio of the materials and the phases of temperature increase, humidification and stabilization. It is concluded with this case study that the compost of organic residues such with food waste and leaves is a viable and efficient practice, but it demands technical adaptations in its phases to guarantee good final results.

Keywords: Food waste. Organic fertilizer. Compost. Final destinati.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos começou a ser discutida recentemente no Brasil com a homologação da Lei 12.305/2010. Dentre as diversas problemáticas relacionadas aos resíduos podemos observar que a destinação final é a que traz maiores prejuízos ao meio ambiente, quando está é feita de forma ambientalmente inadequada.

Segundo a Lei 12.305/2010, a destinação final ambientalmente adequada é àquela que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e que minimize os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Dentre os resíduos sólidos pode-se destacar os resíduos orgânicos que são gerados frequentemente pela população.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017, p. 1) os “resíduos orgânicos são constituídos basicamente por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas”.

Os resíduos orgânicos normalmente se degradam com facilidade nos ambientes naturais e reciclam os nutrientes nos processos da natureza fertilizando o solo, porém com o ritmo atual das atividades humanas há uma crescente geração de resíduos orgânicos que lotam os aterros e são dispostos em locais inadequados (lixões) causando diversos problemas ambientais como a geração de chorume, emissão de gás metano, contaminação do solo, contaminação do lençol freático, além de favorecer a proliferação de vetores de doenças (BRASIL, 2017).

Segundo Ribeiro, Buss e Menezes (2015) os problemas ambientais originam-se na migração dos elementos constituintes do chorume e de gases produzidos através do processo de degradação da matéria orgânica presentes nos lixões.

Dentre os resíduos gerados no Brasil certa de 50% são considerados resíduos orgânicos, estes em sua maioria podem ser reciclados por meio de processos como a compostagem, em qualquer escala, desde a doméstica até a industrial (BRASIL, 2017).

A compostagem pode ser definida como um processo biológico aeróbico exotérmico de um material orgânico, no estado sólido caracterizado pela produção de dióxido de carbono e água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (MARTINS, 2012).

A compostagem é um processo observado desde a agricultura antiga onde se constatou que um fenômeno natural fertilizava o solo como por exemplo uma folha cai no solo e se mistura com fezes de animais e a partir da sua decomposição proporciona a reciclagem natural da matéria orgânica para a nutrição das plantas (BRASIL, 2017).

Além de produzir adubo para ser utilizado no local a compostagem proporciona um destino correto não poluente para os resíduos orgânicos úmidos.

Neste artigo é apresentado um estudo de caso feito em uma indústria de fabricação de produtos eletrônicos, localizada em Santa Rita do Sapucaí no Sul de Minas de Gerais, entre os dias 04 de outubro de 2018 e 08 de janeiro de 2019. Neste local os resíduos orgânicos representavam em média de 2 a 7Kg do resíduo que seria enviado para a coleta pública diariamente.

Nesse sentido, este artigo acadêmico tem objetivo apresentar a implantação e adaptação de um método de compostagem para dar ao resíduo orgânico uma destinação ambientalmente adequada, onde foi utilizado folhas recolhidas na varrição junto ao resíduo orgânico, para alcançar a produção de adubo para nutrição das plantas do jardim local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O método de compostagem

A compostagem pode ser feita com diversos materiais, sendo necessária a utilização de materiais verdes e fibrosos. Os materiais verdes podem ser restos de legumes, hortaliças, restos e cascas de frutos, resíduos de culturas, dejetos de animais, entre outros. Os materiais fibrosos podem ser feno, palha, serragem, folhas secas, restos de capim seco, entre outros (DORNELLES *et al*, 2018)

De maneira geral esta metodologia de compostagem consiste em observar a relação Carbono/Nitrogênio dos resíduos secos e úmidos escolhidos (fibrosos e verdes) realizar o processo em local adequado, controlar a umidade, aeração, temperatura e demais parâmetros conforme o objetivo de utilização do composto (DINIZ FILHO *et. al.*, 2007).

2.2 Processo da compostagem

A produção de um composto (adubo) orgânico é provinda da matéria orgânica umidificada, obtida a partir da transformação (decomposição biológica) de resíduos orgânicos juntamente com a ação microbiana do solo (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

A compostagem ocorre a partir de um processo de decomposição com a presença de oxigênio (aeróbia) onde acontece o desprendimento do gás carbônico tendo como resultado a produção de água, vapor e energia por causa da ação dos microrganismos. Parte da energia é usada pelos microrganismos para crescimento e movimento, e a restante é liberada em forma de calor, dando início a primeira fase do processo até que se tenha a degradação completa dos materiais (KIEHL, 1985 *apud* LOUREIRO *et al*, 2007).

2.3 Eficiência da compostagem

Para a que a compostagem seja eficiente deve-se levar em consideração a relação C/N (carbono, nitrogênio) do composto, surgindo assim a necessidade de se misturar os materiais verdes e fibrosos para que haja um balanço na relação C/N. Quando não se tem uma relação C/N ideal a decomposição pode ser mais lenta (GOMES *et al*, 2001).

A rapidez da decomposição da matéria orgânica dá-se de acordo com a estrutura molecular de cada material considerando a diversidade da composição dos materiais constituintes da pilha (SILVA *et al*, 2009).

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e de nitrogênio para síntese de proteínas. É por esta razão que a relação C/N é considerada como fator que melhor caracteriza o equilíbrio da compostagem e do substrato final (OLIVEIRA, 2010).

A relação C/N (peso em peso) ideal para a compostagem é frequentemente considerada como 30/1. Dois terços do carbono são liberados como dióxido de carbono que é utilizado pelos microrganismos para obter energia e o outro terço do carbono em conjunto com o nitrogênio é utilizado para constituir as células microbianas. As perdas de nitrogênio podem ser muito elevadas (por exemplo, de 50%) durante o processo de compostagem dos resíduos orgânicos, particularmente quando faltam os materiais com elevada relação C/N. Para baixa relação C/N, o nitrogênio ficará em excesso e poderá ser perdido como amônia causando odores desagradáveis. Para alta relação C/N, a falta de

nitrogênio irá limitar o crescimento microbiano e o carbono será degradado lentamente com temperaturas baixas. Um volume de três partes de resíduos ricos em carbono para uma parte de resíduos ricos em nitrogênio é uma mistura muitas vezes utilizada. Com o aumento dos resíduos ricos em carbono relativamente aos nitrogenados o período de compostagem requerido aumenta (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Existem diversos métodos para se alcançar uma compostagem eficiente onde a relação C/N deve ser sempre respeitada. O método pode ser adaptado considerando os resíduos gerados no local se atendo a quantidade de resíduos orgânicos úmidos e os resíduos orgânicos secos disponíveis.

Outro ponto que garante a eficiência da compostagem é o revolvimento (aeração), ao revolver o composto se podem evitar altos índices de temperatura durante o processo de compostagem, aumentar a velocidade de oxidação, diminuir a liberação de odores e reduzir o excesso de umidade de um material em decomposição (COTTA *et al*, 2015).

2.4 Fases da compostagem: possíveis problemas e soluções

2.4.1 Temperatura

Segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008, p. 1) a “compostagem é o processo de decomposição e estabilização biológica dos substratos orgânicos sob condições que favorecem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas que resultam da produção biológica de calor”. Com isto podemos considerar que a produção de calor no composto é normal e esperada e por vezes até necessária para a decomposição.

No processo de compostagem a energia produzida pelos microrganismos promove um incremento de temperaturas. Quando essas se encontram superiores a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica. Nessa fase as temperaturas ultrapassam os 55°C, promovendo a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas. Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos serão eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Para melhor compreensão da variação da temperatura na compostagem, foram identificadas quatro importantes fases da temperatura durante o processo (TRAUTMANN; RICHARD; KRASNY, 2018).

1ª) Fase mesofílica: é a fase em que predominam temperaturas moderadas, até cerca de 40 °C. Tem duração média de dois a cinco dias.

2ª) Fase termofílica: quando o material atinge sua temperatura máxima (> 40 °C) e é degradado mais rapidamente. Esta fase pode ter a duração de poucos dias a vários meses, de acordo com as características do material sendo compostado.

3ª) Fase de resfriamento: é marcada pela queda da temperatura para valores da temperatura ambiente.

4ª) Fase da maturação: é o período de estabilização que produz um composto maturado, altamente estabilizado e humificado, livre de toxicidade.

Para a identificação das fases da temperatura, basta introduzir barras de ferro (vergalhões) até o fundo das pilhas, durante todo o processo de compostagem. Essas barras deverão ser retiradas para verificação da temperatura a cada dois ou três dias até o primeiro revolvimento, passando a uma vez por semana a partir de então, até o final do processo (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Segundo Carvalho (2006) a temperatura deve ser verificada tocando-se com a palma da mão a parte da barra de ferro que estava introduzida na pilha dos materiais em compostagem, podendo ocorrer três situações:

a) A barra de ferro apresenta-se quente, porém o contato com a mão é suportável. São indícios de que o processo está ocorrendo normalmente;

b) A barra de ferro está muito quente não sendo suportável o contato com a palma da mão. Nesse caso, está havendo excesso de temperatura e o material deve ser revolvido se estiver muito úmido, ou umedecido se estiver seco;

c) A barra de ferro se encontra morna ou fria. Nesse caso, deve-se considerar o tempo em que está ocorrendo o processo, ou seja; se ainda não tiver sido feito o primeiro revolvimento, provavelmente está faltando umidade na pilha ou ela não foi construída com as dimensões corretas e a decomposição não está sendo processada.

Se o processo já estiver ocorrendo há mais de sete semanas, com dois ou mais revolvimentos, a baixa temperatura indica que a decomposição está estabilizada, portanto, o composto está pronto.

2.4.2 Umidade

A umidade, da mesma forma que a temperatura, é necessária para a decomposição dos materiais orgânicos na compostagem, porém esta também pode se tornar um empecilho.

O teor de umidade ideal é de cerca de 60%. Para se avaliar a umidade da pilha de compostagem um teste simples pode ser executado. É preciso coletar uma amostra do material e apertar fortemente entre os dedos. A umidade ideal é aquela que será possível senti-la úmida, porém, sem que nenhum líquido esorra (DINIZ FILHO *et al*, 2007).

Para Kiehl (1985) *apud* Diniz Filho *et al* (2007), quando a umidade está elevada entre 60 e 70% deve-se revolver a pilha a cada dois dias. Quando a umidade estiver próxima ao ideal: na faixa 40 e 60%, deve-se revolver a cada três dias, relacionando também a atividade de revolvimento com as variações de temperatura e a necessidade de irrigação. Quando bem arejada, a decomposição da mistura é mais rápida.

3 METODOLOGIA

Para o progresso desta pesquisa, optou-se pelo estudo de referenciais bibliográficos. Cujo estudo busca esclarecer o que se quer apresentar mediante referências teóricas publicadas, procurando conhecer e aferir as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre certo assunto, apresentação ou dificuldade.

Chizzotti (2018, p. 7) explica que: “A pesquisa sobre um problema determinado depende das fontes de informação sobre ele. As informações podem provir de observações, de reflexões pessoais, de pessoas que adquiriram experiências pelo estudo ou pela participação em eventos, ou ainda do acervo de conhecimentos reunidos em bibliotecas, centros de documentação bibliográfica ou de qualquer registro que contenha dados. A utilização adequada dessas fontes de informação auxilia o pesquisador na delimitação clara do próprio projeto, esclarece aspectos obscuros da pesquisa e o orienta na busca da fundamentação e dos meios de resolver um problema”.

Além da Pesquisa Bibliográfica, este artigo traz um estudo de caso. O estudo de caso pode ser considerado um estudo profundo de um ou poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Possui uma metodologia de pesquisa classificada como aplicada, na qual se busca a aplicação prática de conhecimentos para a solução de problemas sociais. Os resultados deste tipo de estudo, em sua maior parte, estão voltados para a aplicação imediata de conhecimentos em uma realidade circunstancial, destacando o desenvolvimento de teorias (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O estudo de caso foi realizado em um ambiente industrial que possui a geração de resíduos orgânicos em seu refeitório a partir do descarte de alimentos não consumidos pelos funcionários, a empresa não disponibiliza alimentação, portanto a geração de

resíduos orgânicos varia conforme os funcionários escolhem trazer seu próprio alimento para o horário de almoço. A empresa está localizada em Santa Rita do Sapucaí no Sul de Minas Gerais, é do ramo industrial, sua atividade principal é a fabricação de produtos eletrônicos e possui cerca de 500 funcionários. A empresa em foco será tratada como Empresa Ômega neste artigo.

A empresa possui uma gestão de resíduos sólidos implementada com foco na melhoria contínua surgindo assim o interesse de executar a compostagem de seus resíduos orgânico para destinar de forma correta este tipo de resíduo.

Os estudos foram realizados entre os dias 04 de outubro de 2018 e 08 de janeiro de 2019.

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 As condições gerais da Empresa Ômega para realização do processo de compostagem

A Empresa Ômega possui uma grande geração de folhas secas por conta do número de árvores presentes no local. Já em contrapartida, existe uma pequena geração de resíduos orgânicos úmidos, pois poucas pessoas têm o costume de se alimentar na empresa no horário de almoço e, nos intervalos, são descartadas poucas cascas de frutas.

As características dos resíduos gerados na Empresa Ômega são atrativas, pois para se instalar um processo de compostagem a quantidade de matéria seca para tornar o sistema eficiente deve ser em maior quantidade do que a matéria orgânica úmida.

No local já existia uma estrutura projetada com o objetivo de ser utilizada como depósito de resíduos orgânicos. Esta foi adaptada para ser utilizada como composteira. Está estrutura é subterrânea feita de concreto com as seguintes dimensões considerando a sua parte interna:

- 1,47m de altura
- 1,57m de comprimento;
- 1,09 de largura.

Para o manuseio dos resíduos dentro da composteira foi necessário utilizar uma escada e, também, o auxílio de um funcionário previamente treinado para acessar o local (Figura 1).

Figura 1 - Composteira presente no local com folhas armazenadas para serem utilizadas no processo

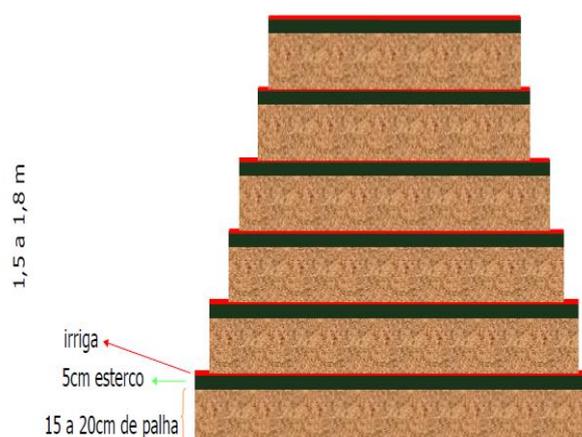


Fonte: As autoras

A partir de estudos e análises sobre a relação C/N dos resíduos, foi iniciado os testes para determinar uma forma prática de acertar a proporção entre a quantidade de resíduos a ser empilhadas dentro da composteira averiguando a capacidade desta.

Ao consultar manuais foi observado que em sua maioria a proporção de folhas e material orgânico úmido considerado ideal para o processo seria de 75% folhas secas e 25% resíduos orgânicos úmidos para aproximar-se da relação C/N 30/1, porém utilizar a proporção tão específica dificulta o trabalho de campo, com isso a proporção utilizada, conforme Cooper *et al* (2010), foi a de 20 cm de folhas e 5 cm de material orgânico úmido fazendo dessa maneira cada andar da pilha (Figura 2).

Figura 2- Modelo de composteira em pilhas enfatizando a proporção entre os resíduos secos e úmidos



Fonte: SILVA, 2018, p. 1

Para iniciar os testes foi colocado primeiramente uma pilha de folhas com aproximadamente 15 cm (Figura 3) logo após os resíduos orgânicos úmidos foram espalhados por esta pilha e foi adicionado mais folhas para cobrir totalmente os resíduos, nos primeiros dias foi realizada a irrigação da pilha (Figura 4).

Figura 3 - Quantidade de folhas dispostas antes de se adicionar o resíduo orgânico úmido



Fonte: As autoras

Figura 4 - Irrigação da pilha já com as folhas e os resíduos orgânicos úmidos empilhados



Fonte: As autoras

O procedimento foi realizado diariamente seguindo as orientações consultadas no referencial teórico dando origem ao relatório de acompanhamento descrito abaixo, foi definido a partir dos materiais consultados e adaptado a disponibilidade de funcionários para a execução das atividades de manutenção apenas um revolvimento semanal com exceções para os dias onde problemas foram encontrados como o excesso de umidade e a elevação da temperatura, se atendo a análise diária destes parâmetros.

4.2 Relatórios de acompanhamento

O acompanhamento foi feito em forma de planilhas como o diário de bordo relatando principalmente os dias em que problemas foram encontrados e como eles foram

solucionados, sendo que a principal forma de solucionar os problemas consistiu no revolvimento da pilha.

O acompanhamento da quantidade de resíduos orgânicos aproveitados na compostagem foi feito em forma de planilha. Para o controle o resíduo foi pesado diariamente considerando os dias que são retirados os resíduos do apenas do refeitório e os dias que também são agregados ao composto os resíduos das lixeiras de orgânicos de todos os ambientes da empresa. Deixou-se de descartar 64Kg de resíduos orgânicos de restos de alimentos durante aproximadamente um mês. Foi deixado de descartar também um percentual de folhas secas, as quais não foi possível contabilizar seu peso.

A utilização da composteira foi iniciada no dia 04 de outubro de 2018, criando as camadas de folhas e os resíduos orgânicos úmidos conforme a metodologia descrita neste artigo, se atendo sempre aos problemas e imprevistos ocorridos nesse processo.

O primeiro problema foi encontrado no dia 09 de outubro, quando ocorreu um indicie maior de pluviosidade. A água acabou entrando na composteira aumentando a umidade além do necessário, podendo prejudicar o processo de compostagem. Para evitar os transtornos a água foi retirada e a pilha foi revirada, que é o procedimento padrão quando a umidade fica elevada, sendo que este revolvimento deve ocorrer com maior frequência conforme citado nos estudos de Kiehl (1985) *apud* Diniz Filho *et al* (2007), os quais indicam a frequência de revolvimento com o intervalo de dois a três dias nos casos em que a umidade ultrapasse a sua faixa ideal dias (Figura 5).

Figura 5 - Excesso de água na composteira da Empresa Ômega



Fonte: As autoras

O revolvimento da pilha foi executado com maior frequência nesse período até ser possível observar a estabilização da umidade do composto.

Após chuvas mais acentuadas no período, o nível de água na composteira voltou a ficar elevado em 19 de outubro. Com isto foi necessário fazer a retirada desta água e

armazená-la em um galão (Figuras 6, 7). Este armazenamento foi necessário, pois o líquido gerado na decomposição dos resíduos (chorume) junto a água da chuva pode ser considerado contaminado (sem uma análise laboratorial). Revirou-se novamente o composto seguindo novamente a frequência estipulada por Kiehl (1985) *apud* Diniz Filho *et al* (2007).

Figura 6 - Procedimento de retirada do excesso de água e chorume da composteira



Fonte: As autoras

Figura 7 - Procedimento de retirada do excesso de água e chorume da composteira



Fonte: As autoras

No dia 26 de outubro observou-se novamente excesso de água devido às chuvas e, também, a geração de chorume. Foi feito o revolvimento do composto com o objetivo de agregar a água acumulada com o composto que estava mais seco na parte superior tornando desnecessária a irrigação. O revolvimento seria mesmo necessário por conta da manutenção semanal.

A temperatura da composteira estava de acordo com o esperado, sendo que é mais elevada na parte central da pilha liberando gases quando é feito o revolvimento. A cor do composto que inicialmente estava clara com folhas secas a partir do dia 11 de

outubro, que corresponde a uma semana após o início dos testes, começou a ficar mais escura, assim o composto estava escurecendo gradativamente conforme a decomposição dos materiais.

Não há relatos de mau cheiro, porém, quando o resíduo é revirado naturalmente há uma pequena liberação de gases que acarreta um mau cheiro temporário, o qual cessa alguns minutos após o término da atividade. Esse mau cheiro caracteriza a atividade microbiana que faz a decomposição dos materiais sendo necessária para garantir a efetividade do processo, sendo que o seu controle é feito por meio do revolvimento e da adição de mais matéria seca. Pois, segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008), quando se têm mais materiais úmidos do que secos pode ocorrer uma maior liberação de nitrogênio em forma de amônia, causando o mau cheiro, corroborando com o que constamos nesse momento que a falta de folhas causou um esse efeito.

Quando foi observado outro acúmulo de água, uma ação provisória de adicionar mais folhas secas foi tomada ao invés de retirar o líquido. Estas folhas tinham como objetivo absorver o líquido até que a pilha fosse novamente revirada.

Nas primeiras semanas do mês de novembro de 2018 encontrou-se novamente o problema da umidade excessiva e, até mesmo, a presença de odores fortes e altas temperaturas. Com isso, além de revirar o composto como de costume foi adicionado sob este um palete telado (Figura 8) para auxiliar na drenagem desta água para que não se comprometesse a decomposição. Esta medida foi tomada seguindo o exemplo de Massukado (2016) que recomendava que o local onde se colocasse a pilha de compostagem tenha declividade mínima de 2% para escoar as águas pluviais e o chorume produzido.

Mais folhas foram adicionadas para aumentar o nível de matéria seca no composto sendo que as altas temperaturas são causadas pelo excesso de matéria úmida. Após esta atividade, no dia 11 de novembro, foi observado uma melhora no controle de umidade e a ausência do mau cheiro.

Figura 8 - Controle da umidade utilizando base de palete telado para drenagem do chorume



Fonte: As autoras

Uma semana após a introdução do palete, foi possível observar que a água e o chorume escoaram como esperado, fazendo com que a umidade do composto ficasse adequada, diminuindo até mesmo o mau cheiro (MASSUKADO, 2016).

No dia 23 três de novembro dia executou-se novamente a atividade de revolvimento para aeração semanal do composto. Neste dia observou-se um aumento de temperatura do composto característico dessa fase onde a atividade microbiana está mais acelerada. Se esse controle não fosse executado as altas temperaturas poderiam causar a morte dos microrganismos (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Executou-se mais uma atividade de revolvimento novamente por conta das altas temperaturas no dia 30 de novembro de 2018.

A adição de resíduos foi interrompida após a adição de resíduos no dia 03 de dezembro, pois a temperatura estava começando a abaixar. Resfriamento, estabilização e maturação do resíduo para que este pudesse ser utilizado.

Após dois meses de iniciado os testes, surge a necessidade de deixar o composto estabilizar a temperatura e iniciar o processo de maturação, não sendo adequado agregar mais resíduos.

Conforme representado na Figura 9, vê-se que o composto estava com uma cor escura e, neste dia, a temperatura estava de morna para fria, caracterizando uma maior estabilidade do composto.

Figura 9 - Revolvimento para a estabilização de temperatura possível observar que o composto está escuro caracterizando a atividade de decomposição



Fonte: As autoras

Com a diminuição e interrupção das atividades na composteira, para que ocorra a maturação, foi observado que a temperatura não voltou a subir no 04 de dezembro de 2018, e que o composto aparentava estar mais seco, sendo, então, eliminado o excesso de umidade que anteriormente estava causando problemas no processo.

Figura 10 - Início da estabilização do composto



Fonte: As autoras

Para que fosse possível observar o andamento do processo de estabilização foi executada mais uma atividade de revolvimento. Observou-se que a temperatura estava baixando gradativamente, e o composto se apresentou com a temperatura mais baixa comparada com a dos dias anteriores.

Nos dias 19 e 27 de dezembro de 2018 foram executadas somente a atividade de observação e monitoramento para averiguar a temperatura e a estabilização do composto. No dia 19 foi constatada apenas a presença de pontos de mofo. Para solucionar este imprevisto a composteira foi aberta para arejar nos dias sem chuva. A presença desse mofo corrobora com o encontrado nos estudos de Silva *et al* (2015) os

quais também perceberam a presença de mofo junto à baixa umidade e a ação tomada foi o revolvimento.

Já no dia 27 de dezembro foi observado que a temperatura do composto poderia ser considerada fria e a umidade adequada, sendo estas características da fase final de maturação do composto.

O último revolvimento ocorreu no dia 04 de janeiro de 2019 para que fosse possível a observação de todo o composto por completo. Foi possível constatar que as características observadas estavam de acordo com o esperado para a fase de maturação (baixa temperatura, coloração escura e umidade média).

No dia 08 de janeiro de 2019 o composto foi retirado da composteira e deixado ao ar livre para que sua umidade diminuísse e este pudesse ser estocado (Figura 11).

Figura 11 - Composto retirado da composteira e disposto ao ar livre para secar



Fonte: As autoras

Após o processo de secagem para o armazenamento e para tornar mais simples o transporte, o composto foi embalado em sacos de ráfia e armazenado em um local coberto (Figura 12).

Figura 12 - Composto embalado pronto para ser utilizado



Fonte: As autoras

O resultado pretendido era que, em aproximadamente de três meses, o composto atingiria o seu ideal de decomposição, não tendo mau cheiro e possuindo umidade média e cor escura de solo preto, para ser utilizado na adubação de cobertura das plantas já existentes na empresa.

Assim, com o método empregado foi possível atingir o resultado pretendido por meio de adaptações e correções, sendo possível produzir adubo orgânico a partir de resíduos de um refeitório industrial e folhas secas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de compostagem utilizando restos de alimentos e folhas foi efetivo. Proporcionou a destinação final e reciclagem de 144 Kg de resíduo orgânico úmido, além do aproveitamento de folhas que não seriam reciclados.

O método utilizado apresentou bons resultados, pois a decomposição ocorreu conforme os estudos consultados no tempo previsto de dois meses de decomposição e mais um mês de estabilização, comprovando a que a proporção de carbono e nitrogênio desses resíduos é adequada para a decomposição. Todo o processo gerou aproximadamente 70 Kg de composto orgânico.

Tal experimento traz conhecimentos relevantes para os interessados, e pode ser replicado em condições análogas, o que deverá agregar conhecimentos relevantes sobre o tema.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: manual de orientação. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017.

CARVALHO, José. Gabriel. **Compostagem de resíduos agrícolas**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2018.

COOPER, Miguel; ZANON, André Ricardo; REIA, Marina Yasbek; MORATO, Ramom Weinz. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais**: teórico e prático. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca. 2010. 35 p., (Série Produtor Rural. Edição Especial).

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira; CARVALHO, Nayhana Lara Chaves; BRUM, Túlio da Silva; REZENDE, Maria Olímpia de Oliveira. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p.65-78, mar. 2015. Fap UNIFESP.

DINIZ FILHO, Edimar Teixeira; MESQUITA, Luciene Xavier de; OLIVEIRA, Alan Martins de; NUNES, Carlos Georg Fernandes; LIRA, José Flavinao Barbosa de. A prática da compostagem no Manejo Sustentável de Solos. **Revista Verde**, Mossoró - RN, v. 2, n. 2, p.27-36, dez. 2007.

DORNELLES, Milton Sérgio; SEABRA JR, Santino; CABRAL, James F.; RIBEIRO, Gustavo G; DIAMANTE, Izabella M.; FERRI, Marcelo, BARBOSA, Michelli F.; MENDES,

Wininton. **Uso de Compostagem e Vermicompostagem na agricultura.** 2018. Disponível em: <http://www.unemat.br/proec/compostagem/docs/cartilha_agroecologica.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

GOMES, Tâmara Cláudia de Araújo; SILVA, José Antonio Moura e; SILVA, Maria Sonia Lopes. **Preparo de Composto Orgânico na Pequena Propriedade Rural.** Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, 2001.

LOUREIRO, Diego Campana; AQUINO, Adriana Maria de; ZONTA, Everaldo; LIMA, Eduardo. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília - DF, v. 42, n. 7, p.1043-1048, jul. 2007.

MARTINS, Nicolas Fernandes. Modelo de composteiras orgânicas na Gestão Ambiental domiciliar. **RBGA**, Pombal - PB, v. 6, n. 1, p.29-36, dez. 2012.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Compostagem: nada se cria, nada se perde; tudo se transforma.** Brasília: Editora IFB, 2016.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de Resíduos Orgânicos.** 2017. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10615.html>>. Acesso 19 set. 2018.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. **Compostagem.** 2008. Curso de Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba –SP, 2008.

OLIVEIRA, Josefa Noelba de. **Compostagem e vermicompostagem de bagaço de cana-de-açúcar da produção de cachaça de alambique.** Salinas, MG, Ilhéus, BA: UESC, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, Edir Filipe; BUSS, Marta Verônica; MENEZES, Jean Carlo Salomé dos Santos. Tratamento do Chorume de Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos utilizando um Coagulante à Base de Tanino, Tratamento Biológico e Ozonização. **Revista de Engenharia Civil Imed**, v. 2, n. 2, p.37-42, out. 2015. Complexo de Ensino Superior Meridional S.A.

SILVA, Francisca Alcivania de Melo; LOPEZ, Francisca Guerrero; VILLAS BOAS, Roberto Lyra; SILVA, Reginaldo Barboza da. Transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas durante a compostagem de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p.59-66, jan. 2009.

SILVA, João Luciano Rodrigues da. **Compostagem**. 2018. Cartilha disponibilizada pela ESALQ. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf>>. Acesso 05 set. 2018.

SILVA, Minelly Azevedo da; MARTINS, Elisete Soares; AMARAL, William Kennedy do; SILVA, Heleno Santos da; MARTINES, Elizabeth Antonia Leonel. Compostagem: Experimentação Problematicadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Quím. Nova Esc**, São Paulo - SP, v. 37, n. 1, p.71-81, fev. 2015.

TRAUTMANN, Nancy M.; RICHARD, Tom; KRASNY, Marianne E.. **Compost Physics**. 2018. Disponível em: <<http://compost.css.cornell.edu/physics.html>> Acesso em: 19 ago. 2018.