

Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior

Compostage: the importance of the organic waste reuse for the sustainability at a higher education institution

Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi¹, Isadora de Oliveira Gonçalves^{II}

RESUMO

O crescimento populacional, a urbanização, o desenvolvimento econômico e tecnológico ocasionaram mudanças no estilo de vida, alterando os modos de produção e consumo. Assim, resultaram em um aumento, tanto em quantidade como em diversidade, da geração dos resíduos sólidos. Consequentemente, surge a necessidade da promoção da disposição final adequada dos resíduos gerados. O presente estudo teve como objetivo propor diagnóstico de geração de resíduos orgânicos e recomendações para a melhoria do manejo desse tipo de resíduos em uma instituição de ensino superior da cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Como resultado, pode-se destacar o local onde funciona o restaurante universitário, que apresentou o maior percentual de resíduos orgânicos: 84% do total (142.240g). Foi constatado que não há uma destinação correta dos resíduos orgânicos gerados. A compostagem é uma forma viável para a destinação ambientalmente apropriada, pois aproveita os resíduos na agricultura urbana e rural como adubo. Importante destacar que a simples implantação de um sistema de compostagem não resolve os graves problemas da destinação incorreta, que polui e apresenta risco ambiental. Dessa forma, foi necessário elaborar e apresentar recomendações, baseadas nos resultados encontrados, para serem implementadas na Instituição investigada.

Palavras-chave: Resíduos orgânicos; Compostagem; Gerenciamento de resíduos sólidos; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Gestão Ambiental.

ABSTRACT

Population growth, urbanization, economic and technological development have led to changes in lifestyle, changing modes of production and consumption. Thus, they resulted in an increase in both quantity and diversity of solid waste generation. Consequently, there is a need to promote an adequate final disposition of the waste generated. The present study aimed to propose improvements for the management of organic solid waste from a Higher Education Institution, when four areas of organic waste disposal were delineated and quantified in the study area. As a result, it is possible to highlight the place where the university restaurant operates, which presented the highest percentage of organic waste, 84% of the total (142,240g). It was verified that there is not a correct destination of the organic residues generated. Composting is a viable way for environmentally appropriate

¹ Pesquisadora em Gestão Ambiental e Desenvolvimento de Empreendimentos Sociais GamDes, UCSal. E-mail: cristina.marchi@pro.ucs.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3239-9477>.

^{II} Especialista em Gerenciamento Ambiental, UCSal. E-mail: isacoia@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3239-9477>.



disposal, using waste in urban and rural agriculture as fertilizer. It is important to highlight that the simple implementation of a composting system does not solve the serious problems of the incorrect destination, which pollutes and presents environmental risk. Thus, it was necessary to prepare and present a Management Plan for Organic Solid Waste for the Institution under study, aiming to propose environmentally appropriate planning and management.

Keywords: Organic waste; Composting; Solid Waste management; National Policy of Solid Waste; Environmental Management.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional sem planejamento, a urbanização, o desenvolvimento econômico e tecnológico ocasionaram mudanças no estilo de vida, alterando os modos de produção e consumo. Essas mudanças resultaram em um aumento, tanto em quantidade como em diversidade, da geração dos resíduos sólidos. Pelo fato do crescimento populacional ter contribuído para o aumento da produção de resíduos, conseqüentemente, surge a necessidade de se promover uma disposição final adequada dos resíduos gerados. Quando dispostos em locais inadequados, causam a poluição do solo, das águas e do ar, acarretando sérios impactos negativos para a saúde do homem e para o meio ambiente.

A preocupação com os resíduos sólidos urbanos vem ganhando importância ao longo das últimas décadas, visto que as atuais demandas ambientais, sociais e econômicas alcançaram uma complexidade, exigindo uma nova postura tanto dos representantes do governo, quanto da sociedade civil e da iniciativa privada. Essa afirmativa se encontra inserida na PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2016).

O manejo inadequado de resíduos sólidos traz prejuízo, gera desperdícios, contribui de forma intensa para a manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos de médio e grande porte (SCHALCH et al., 2002, p. 1).

Levantamento realizado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais- ABRELPE indicou que de todo o resíduo sólido produzido no Brasil

em 2016, 58,4% foi destinado a aterros sanitários; 24,2%, a aterros controlados; e 17,4%, a lixões (ABRELPE, 2016). Estima-se que mais da metade (51,4%) é representada pela fração orgânica (IBGE, 2010). Normalmente, materiais de rápida degradação, que constituem basicamente restos de animais ou vegetais, são provenientes de diversas fontes: doméstica ou urbana (restos alimentares, podas e varrição de ruas e praças), agrícola ou industrial (resíduos de indústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos), de saneamento básico (lodos de estação e tratamento de esgoto), entre outras.

Uma solução viável e sustentável para reciclar um volume tão grande de resíduos orgânicos, mais de 94 mil toneladas diárias, segundo IBGE (2010), é processá-lo por meio da compostagem e aproveitá-lo na agricultura urbana e rural como adubo. Porém, apenas 1,6% desses resíduos são aproveitados dessa maneira no País (IPEA, 2012).

Quando esses resíduos estão em ambientes naturais equilibrados são espontaneamente degradados, reciclando os nutrientes na reprodução dos ciclos da matéria orgânica. Quando dispostos em grande quantidade e de maneira inadequada podem representar sério risco ambiental devido à produção de chorume e emissão de gases na atmosfera. Assim, é indispensável o emprego de métodos adequados de gestão e tratamento desses resíduos para o equilíbrio da matéria orgânica (MMA, 2017).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei Federal nº 12.305/2010, instituída no Brasil, marca o início da integração da União, dos Estados e Municípios com o setor produtivo e a sociedade em geral na busca de soluções para os problemas relativos à gestão dos resíduos sólidos. A responsabilidade compartilhada promulgada pela PNRS propõe que todos os agentes, sociedade, empresas e governo sejam responsáveis pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. A PNRS também presume a prevenção e a redução na geração de resíduos, o reuso, a coleta, a segregação, o tratamento e a disposição final de forma adequada (BRASIL, 2010).

É importante a implementação de algumas estratégias, como o manejo correto dos resíduos sólidos, que contribui para a preservação ambiental, garantindo a proteção e promoção da saúde. Esse manejo depende de alguns fatores, como, a forma de geração,

acondicionamento na fonte geradora, coleta, transporte, processamento, recuperação, destinação e disposição final (GOUVEIA, 2012).

Para os resíduos orgânicos, existe a opção da compostagem, embora não seja uma prática nova. Na atualidade, ela vem ganhando popularidade por causa da sustentabilidade que promove como fertilizante orgânico.

Compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica na presença de oxigênio, temperatura e umidade, gerando composto ou adubo orgânico (BRASIL, 2017).

A matéria orgânica se classifica, conforme ABNT NBR 10.004 (2004), como pertencentes à classe IIa, ou seja, os não-perigosos e não-inertes.

Segundo Massukado (2008), a separação da matéria orgânica na fonte, quando encaminhada para tratamento, como a compostagem, evitaria custos ocasionados pelo transporte e disposição final no aterro.

São necessários o estímulo, a informação e a divulgação para promover a separação da matéria orgânica, podendo ser destinada à compostagem caseira e aos pátios de compostagem comunitários, dentro de escolas e centros comunitários, entre outros empreendimentos (ABREU, 2013).

Segundo Tauchen e Brandli (2006), universidades e faculdades podem ser comparadas com pequenas comunidades urbanas, abrangendo diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades no que diz respeito à sua operação através de restaurantes, cantinas, entre outras. É necessário que essas organizações comecem a implementar os princípios e práticas da sustentabilidade, iniciando um processo de conscientização envolvendo toda a população acadêmica.

Sugestões para prática da compostagem são importantes para o planejamento das ações para o adequado gerenciamento dos resíduos, que deverão ter como ordem de prioridade a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final dos rejeitos. O gerenciamento adequado é de responsabilidade de entes governamentais

e não governamentais e devem garantir a participação de todos os envolvidos nas etapas de formulação, implementação e operacionalização (BRASIL, 2010).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo propor diagnóstico de geração de resíduos orgânicos e recomendações para a melhoria do manejo desse tipo de resíduos em uma instituição de ensino superior localizada na cidade de Salvador, Bahia, Brasil.

2 A COMPOSTAGEM: DEFINIÇÃO, CONCEITOS E O ESTADO DA ARTE PARA O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO BRASIL

Resíduos orgânicos têm um grande potencial para serem reciclados a partir de técnicas de compostagem, gerando composto orgânico.

O processo de compostagem se encontra inserido no Capítulo II – Definições, Art. 3, Parágrafo VII - destinação final ambientalmente adequada "... que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes..." da Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

A referida Lei também se refere explicitamente aos resíduos orgânicos. No art. 36, inciso V, como obrigação dos titulares dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos a implantação de sistemas de compostagem e a articulação, com os agentes econômicos e sociais, de formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010).

Loureiro et al. (2007) definem a compostagem como,

...um processo de decomposição aeróbica, em que há desprendimento de gás carbônico, água – na forma de 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 como calor, que se procura conservar na pilha de compostagem (LOUREIRO et al., 2007, p.1044).

Os autores ampliam o conceito de compostagem quando citam a vermicompostagem, resultante da combinação da ação de minhocas e de microrganismos inseridos nos seus intestinos, originando o vermicomposto (LOUREIRO et al., 2007).

Para Lima (2004) a compostagem é um processo aeróbico controlado de transformação biológica da matéria orgânica sobre ação de micro-organismos, resultando em um composto orgânico estável quando utilizado diretamente no solo aprimora as características físicas, físico-químicas e biológicas do mesmo.

A depender da finalidade de uso da compostagem, produção de fertilizante para a agricultura, para o cultivo de hortas ou para a agricultura orgânica, o composto orgânico deve ter uma qualidade exigida seguindo padrões definidos pelo Ministério da Agricultura (MMA, 2010). A produção de adubo orgânico de boa qualidade resulta da segregação prévia dos resíduos orgânicos de resíduos perigosos, evitando, assim, a contaminação.

Há vários projetos e estudos no Brasil sendo realizados, que ilustram o estado da arte da utilização do processo da compostagem e que propõem soluções para o aproveitamento dos resíduos orgânicos, no intuito de reduzir o volume deste tipo de resíduo no meio ambiente.

Em experimento realizado no campus da Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus-PI, Silva Júnior et al. (2014), ao avaliarem as características agronômicas de mudas de tomateiro produzidas utilizando resíduos orgânicos (resíduo de carnaúba com casca de arroz e resíduo de carnaúba semi-decomposto), como substrato e sob adubação foliar, concluíram que a aplicação de adubação foliar promove mudas de melhor qualidade. Sendo assim, o uso de resíduos orgânicos como substratos fornece nutrientes essenciais quando transformados em adubo ou fertilizantes orgânicos.

Outro exemplo é o exposto pelo Serviço Social do Comércio do Estado de Santa Catarina – SESC/SC (CEPAGRO, 2013), que resolveu realizar a gestão dos resíduos orgânicos em suas unidades de Florianópolis, Blumenau e Lages. Com o objetivo de desenvolver práticas sustentáveis, implantaram um projeto de compostagem pelo método de transformação dos resíduos orgânicos em adubos de qualidade. Os colaboradores foram capacitados pela assessoria técnica do CEPAGRO – Centro de Estudos e Promoção da Agricultura em Grupo. Foi decidido que os resíduos orgânicos das três unidades seriam destinados para um único pátio de compostagem, no Hotel SESC Cacupé. Foi feita a

separação dos resíduos orgânicos, em “bombonas” de 50 a 60 litros, nas cozinhas, refeitórios e lanchonetes das unidades do SESC. Este material era transportado por um furgão até o pátio de compostagem, distante 12 km dos locais de geração. O pessoal que recebia os resíduos na sede do pátio de compostagem era responsável pelo manejo das leiras. Esses resíduos eram misturados com serragem, palhas, folhas e podas da instituição, sendo realizado o rodízio entre leiras.

Foram tratadas 670 toneladas de resíduos orgânicos, fato que gerou 210 toneladas de compostos orgânicos, que foram doados para prefeituras, escolas e comunidades. Esses compostos foram usados no cultivo e manutenção de hortas escolares, na agricultura orgânica e nas áreas verdes das unidades. O projeto incluía atividades de educação ambiental e debates com os visitantes (CEPAGRO, 2013).

Outro exemplo é o de Fiori et al. (2008) que realizaram um estudo em Cascavel-PR, na área de compostagem de resíduos orgânicos da Coopavel – Cooperativa Agroindustrial, visando obter um composto orgânico por meio da técnica de compostagem aeróbia, utilizando a fase mesófila de temperatura, em área aberta, com processo lento de decomposição. Utilizaram uma variedade de materiais no experimento: resíduos agroindustriais de dejetos suínos e bovinos, resíduos de cereais, cama de aviário, maravalha e resíduos de incubatório de ovos, em dois tratamentos com diferentes proporções. O composto final obtido apresentou características adequadas, porém resultou em uma baixa relação C/N (carbono/nitrogênio), não sendo ideal, por apresentar uma quantidade alta do último, que poderá ser perdida via volatilização, o que compromete a qualidade do composto e faz com que a planta não absorva todo esse excesso de nitrogênio presente no resíduo. Para produzir um composto de boa qualidade, é essencial que os resíduos apresentem uma relação de nutrientes (C/N) adequada.

2.1 Resíduos Orgânicos: Redução do Volume

Algumas alternativas são propostas para a redução, o tratamento e a destinação dos resíduos orgânicos, tais como:

2.2.1 Vermicompostagem

Processo de tratamento realizado pelas minhocas que decompõem a matéria orgânica. Esse processo de decomposição dos resíduos orgânicos produz adubo (rico em húmus) e biofertilizante líquido. Ele é feito em caixas de plástico (minhocário), que são fechadas, então os resíduos são colocados no minhocário e cobertos, adicionando matéria seca. A quantidade de resíduos é limitada, pois grandes quantidades são nocivas às minhocas (BRASIL, 2017).

A Universidade Estadual da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, aplica e ensina este processo e esclarece que materiais orgânicos são convertidos em “vermingcompost” por meio do processo que utiliza a atuação de minhocas, de microorganismos e de outros decompositores. Anualmente, há quase duas décadas, esta Universidade promove Conferências ligadas à Vermicompostagem (NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY, 2018).

Estudo conduzido por Loureiro et al. (2007) conclui que a produção de insumo utilizando resíduos orgânicos domiciliares, por meio da vermicompostagem, é tecnicamente viável, pois “... as minhocas sobrevivem e se reproduzem nos substratos, e o esterco é o que possibilita a maior taxa de multiplicação” (LOUREIRO et al., 2007, p.1048). Uma ilustração de minhocário é dada pela Figura 1, que se segue.

Figura 1 – Conteúdo do minhocário

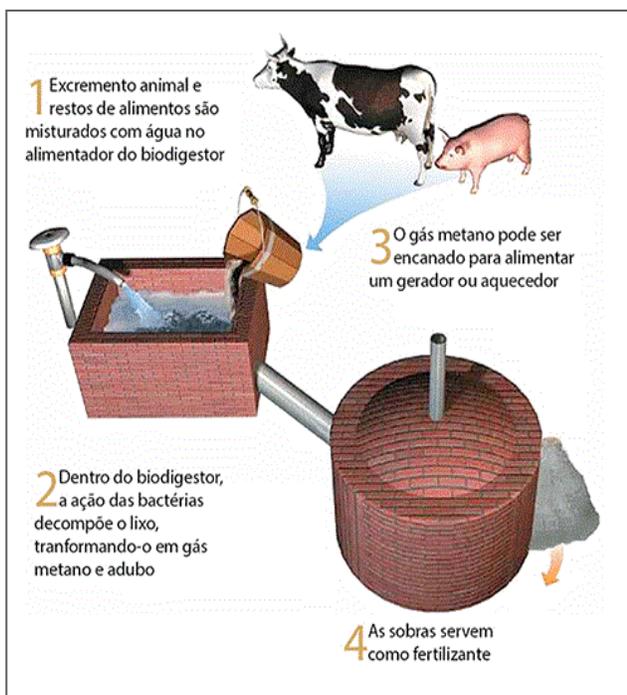


Fonte: www.hortabiologica.com/vermicompostagem.

2.2.2 Biodigestão

Outra alternativa para a destinação e redução dos resíduos orgânicos é a biodigestão, que consiste em um processo de decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio, realizado por biodigestores, que são equipamentos que auxiliam o processo e que resulta subprodutos como fertilizantes e gases (biogás), principalmente o gás metano, que podem ser aproveitados como combustível para geração de calor e energia elétrica (BRASIL, 2017). Ver figura 2.

Figura 2 – Etapas da biodigestão



Fonte: www.revistaecologico.com.br.

Para Souza et al. (2010) o aproveitamento do gás metano para produção de biogás já é bem conhecido, mas as pesquisas que utilizam resíduos agrícolas, como biomassa na geração do biogás, são mais recentes. Os resultados da pesquisa empreendida pelos autores mostraram que resíduos orgânicos como casca de banana, folhas e pseudocaule foram bem sucedidos para a produção de biogás, com viabilidade tanto técnica como econômica. Os autores afirmam que "o retorno do investimento na construção e operação

de um biodigestor tipo indiano com capacidade mínima de geração diária de 10 m³ de biogás, é de 3 anos” (SOUZA et al., 2010, p. 443).

Além de retorno financeiro, é grande o retorno na preservação ambiental. A decomposição dos resíduos orgânicos, sem a correta destinação final, impacta o meio ambiente, principalmente pelo líquido percolado ou lixiviado produzido pelos mesmos, que polui o solo e os recursos hídricos.

2.2.3 Compostagem

A compostagem é um método de tratamento para os resíduos orgânicos, que é definida como um processo de decomposição biológica da matéria orgânica na presença de oxigênio, sob condições controladas, resultando um composto orgânico com diferentes macros e micronutrientes que melhoram a fertilidade do solo (MASSUKADO, 2008). Ver Figura 3.

Figura 3 – Leira de compostagem



Fonte: Revista Meio Ambiente Industrial e Sustentabilidade (2018).

Fases da compostagem:

(I) Fase Inicial: Dura de dois a quatro dias, caracteriza-se pela liberação de calor e a temperatura aumenta rapidamente (até 45°C), ocorre pela ação de micro-organismos mesófilos que se proliferam e iniciam a decomposição;

(II) Fase termófila: A temperatura fica acima de 45°C (entre a faixa de 50 a 65°C), ocorre acentuada decomposição pela ação de micro-organismos termófilos, além da liberação de calor e vapor d'água;

(III) Fase mesófila: Diminuição da temperatura pela redução da atividade bacteriana e perda da umidade;

(IV) Fase de maturação: Ocorre a formação de húmus, diminuição da atividade microbiológica e o processo de decomposição é lento, favorecendo a liberação de nutrientes (INÁCIO; MILLER, 2009).

Fatores que influenciam a compostagem

Para que a compostagem se desenvolva de uma forma eficiente depende de alguns fatores, demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1– Fatores que influenciam a compostagem

Fator	Detalhamento	Referencial
Temperatura	A temperatura é um fator indicador para analisar se o processo está ocorrendo e em que fase se encontra. Na fase termofílica (em torno de 45°C), é preciso controlar a temperatura entre 55 e 65°C. É nessa faixa que ocorre a intensa atividade microbiológica, o que contribui para eliminar organismos patogênicos. Se a temperatura ficar acima de 65°C, a atividade biológica diminui e a compostagem fica mais lenta.	(PROSAB, 1999).
Aeração	O processo de compostagem é aeróbio. É essencial a disponibilidade de oxigênio para permitir a ação dos micro-organismos e a transformação da matéria neste processo. A aeração contribui para a retirada do excesso de calor, de gases, vapor de água e controle de odores.	(MASSUKADO, 2008).

Fator	Detalhamento	Referencial
Umidade	A decomposição da matéria orgânica depende da umidade para promover a atividade microbológica. A faixa ideal de umidade é de 50 a 65%. A correção é feita a partir da mistura de resíduos alimentares e matéria seca. Teores de umidade acima de 60% impedem a passagem do oxigênio, obstruindo os poros, tornando o ambiente anaeróbio. Abaixo de 40%, o processo torna-se lento.	(PROSAB, 1999).
Umidade	A faixa ideal de umidade é de 50 a 65%. A correção é feita a partir da mistura de resíduos alimentares e matéria seca. Teores de umidade acima de 60% impedem a passagem do oxigênio, obstruindo os poros, tornando o ambiente anaeróbio. Abaixo de 40%, o processo torna-se lento.	(PROSAB, 1999).
Granulometria	Quanto menor o tamanho da partícula, maior será a área superficial sujeita à ação dos decompositores.	(PROSAB, 1999).
Ph	O pH muito baixo ou alto reduz a atividade microbológica. No decorrer do processo, ocorrem mudanças de pH devido à composição diversificada de matéria orgânica. O pH se estabiliza no fim do processo, o que não é um fator crítico à compostagem.	(PROSAB, 1999).
Relação c/n	O equilíbrio da relação C/N é indispensável na compostagem, pois cria condições para fixar os nutrientes. Quanto mais diversificado forem os nutrientes disponíveis, mais eficiente será a decomposição da matéria orgânica. O carbono (C) funciona como fonte de energia e o nitrogênio (N) para a síntese de proteínas, garantindo o crescimento celular. O equilíbrio dessa relação se atinge a partir da mistura entre os restos alimentares, ricos em N e a matéria seca, rica em C. Uma relação ideal é uma mistura que proporcione uma relação C/N de 30:1.	(PROSAB, 1999).

Fonte: Prosab (1999) e Massukado (2008). Elaborado pelas autoras.

Método de Compostagem:

Um método de compostagem desenvolvido por pesquisadores e professores da Universidade Federal de Santa Catarina, que vem se destacando, é a Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Passiva, que será detalhado nesse estudo (CEPAGRO, 2013).

As leiras são montes, formados por resíduos úmidos e materiais secos, nos quais ocorre a compostagem. O formato e as dimensões das leiras são importantes, pois garantem a aeração adequada do processo. Suas dimensões variam dependendo da disponibilidade de espaço, porém, para favorecer a entrada de ar em seu interior, sua largura não deve ultrapassar 2m. Ela deve ter uma altura de 1,2 a 1,5m e seu comprimento será de acordo com a quantidade de material (INÁCIO; MILLER, 2009).

Inicia-se a construção da leira formando paredes retas com uma grossa camada de grama cortada (palhas), contornando de acordo com seu tamanho definido.

Na base e ao longo dela, colocam-se galhos, ramos, folhas de palmeiras para facilitar a entrada de ar, assim permitindo a ventilação natural. Esse ar entra pelas paredes laterais e sai, por convecção, pela superfície superior.

Sobre essa camada de galhos, podem-se colocar camadas de materiais secos, como serragem, palhas, folhas, que serão misturados com resíduos orgânicos alimentares (CEPAGRO, 2013).

Na montagem da leira, é preciso adicionar uma camada de adubo pronto para inoculá-la com os micro-organismos que irão decompor esses resíduos, assim evitando a atração de vetores de doenças.

Depois de adicionar o inoculante, mistura-se com os resíduos úmidos e cobre-se com resíduos secos (serragem, podas de grama, folhas), o que cria um ambiente favorável à atividade microbiológica em que irão se decompor esses resíduos. Então, deixa-se a leira fechada por, no mínimo, 48 horas. Quando for acrescentar mais resíduos, abre-se a cobertura de palha, colocando-a para os lados e aumentando a altura das "paredes". Adiciona-se serragem à matéria orgânica anterior, misturando-as e, então, acrescentam-se resíduos frescos, misturando-os novamente e cobrindo esse material misturado com mais serragem e folhas secas, depois se fecha com uma nova camada de palha a cobertura da leira (CEPAGRO, 2013).

Como o volume de resíduos orgânicos na instituição é grande e esses resíduos são gerados diariamente, um modelo de manejo é ter um conjunto de três ou quatro leiras

funcionando simultaneamente, adicionando, a cada dia, os resíduos em leiras diferentes. Assim, a cada três ou quatro dias, essas leiras seriam manejadas. Enquanto o primeiro conjunto termina seu processo de compostagem e maturação, um novo conjunto de três ou quatro leiras seria formado. Deve-se esperar, no mínimo, quatro meses, depois do início do descanso para a construção de novas leiras no local do primeiro conjunto.

A compostagem natural demanda um tempo de 60 a 90 dias para alcançar a bioestabilização e de 90 a 120 dias para a humificação (maturação) (SCHALCH et al., 2002).

É necessário o desenvolvimento de mais pesquisas e inovação tecnológica para as possibilidades de reutilização dos resíduos orgânicos como matérias-primas alternativas para produção de adubo, reduzindo seu volume nos aterros e aumentando sua reciclagem.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida se caracteriza como descritiva e exploratória, de cunho bibliográfico e de natureza aplicada (estudo de campo), visando à proposição de um diagnóstico e de ações para a redução do volume dos resíduos orgânicos gerados, que possam ser reutilizados em práticas de compostagem no local de estudo.

3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada em um dos campi de uma instituição de ensino superior, localizado no Parque Metropolitano de Pituáçu, no município de Salvador, Bahia, Brasil. Os Parques Metropolitanos têm função socioambiental e política. Estes parques devem assegurar uma unidade de conservação diferenciada e permitir melhor qualidade ambiental urbana da Região Metropolitana de Salvador. O lócus da pesquisa possui um restaurante universitário, além de refeitório, varanda gourmet e lanchonete.

3.2 Fases da Pesquisa

A pesquisa foi dividida em quatro etapas:

(I) A primeira etapa se constituiu na aplicação de entrevista, liderada pelo administrador do campus, para levantar informações dos locais que geram resíduos sólidos orgânicos. As informações do estudo foram enviadas por e-mail para a administração do campus, visando serem repassadas aos responsáveis pelos setores que geravam maior volume de resíduos orgânicos;

(II) A segunda etapa se constituiu por uma reunião com os responsáveis pela coleta dos resíduos sólidos, que prestam serviço terceirizado, para maior apresentação, divulgação e discussão do projeto;

(III) A terceira etapa, com a colaboração dos funcionários da limpeza e higienização, foi feita visita técnica para observação dos locais que geram resíduos orgânicos e apreender a forma que os mesmos realizam o manejo de coleta de dados. Posteriormente, foi realizada a pesagem dos resíduos orgânicos provenientes do restaurante universitário, lanchonete, refeitório e varanda gourmet, locais apontados como os de maior geração de resíduos orgânicos pela administração do campus. Após cada pesagem, os dados foram computados em planilha para posterior análise.

(IV) Finalmente, a quarta etapa foi a da análise dos dados realizados durante a coleta dos resíduos orgânicos, visando à proposição de soluções para os problemas encontrados.

3.3 Procedimento Amostral

Foi solicitado, à responsável pela lanchonete e restaurante universitário, que fizesse a segregação dos resíduos orgânicos.

As coletas foram realizadas pelo período de quatro dias, de 18 a 21 de dezembro de 2017, durante o turno vespertino.

Para proceder às coletas, os sacos plásticos com os resíduos eram retirados dos acondicionadores do próprio local com a ajuda de um funcionário da limpeza, amarrados, identificados com as respectivas fontes geradoras e, depois, colocados em novos sacos.

Depois de coletados, os sacos eram colocados em contentores de 130 litros e encaminhados para uma área selecionada para serem segregados e pesados, para posterior análise dos dados.

Para realizar a quantificação dos resíduos gerados, foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPIs) como: luvas de borracha, jaleco, máscara e sacos plásticos de 40 litros para segregar os resíduos orgânicos de outros tipos de resíduos, pois estavam misturados por falta de correta segregação (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Resíduos coletados



Fonte: Autoras (2017)

Figura 5 – Identificação e separação



Fonte: Autoras (2017).

Para registro das imagens do procedimento foi utilizada uma câmera fotográfica de dispositivo móvel.

Os resíduos foram pesados por uma balança digital de bancada da marca Micheletti, com capacidade máxima de 100kg.

3.4 Tratamento e Análise dos Dados

Para este trabalho obteve-se a pesagem dos resíduos orgânicos de quatro pontos geradores desses resíduos, objetivando, a partir da média da massa, estimar o volume total dos resíduos coletados ao longo de quatro dias. As informações obtidas foram anotadas e os dados armazenados em planilhas para posterior elaboração de gráficos e tabelas usando o programa Excel 2007.

Posteriormente, foram realizadas análises estatísticas, como distribuições de frequência e representações gráficas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a realização do estudo, foi feita a observação do manejo dos resíduos sólidos orgânicos no campus. Os resíduos gerados são coletados pelo setor de limpeza da Universidade no turno vespertino. Os sacos plásticos são recolhidos dos coletores, que não possuem uma identificação conforme o padrão de cores exigido pela Resolução nº 275/2001 do CONAMA para a separação dos resíduos orgânicos e dos recicláveis, sendo acondicionados misturados. São transportados em contentores e levados ao local final de armazenamento, em uma área externa, em frente à Instituição.

As fontes geradoras de resíduos orgânicos identificadas no campus foram: o refeitório dos funcionários, a varanda gourmet, a lanchonete e o restaurante universitário.

A Tabela 1 apresenta o peso (em gramas) da coleta diária de resíduos orgânicos gerados na instituição de ensino superior, campus de Pituaçu, no período de quatro dias.

Tabela 1 – Peso da coleta diária de resíduos orgânicos

Locais de Coleta	Dias de Coleta				Total (g)	Massa Média (g)
	1º	2º	3º	4º		
Refeitório	509	1.461	1.776	92	3.838	960
Varanda	792	343	377	-	1.512	378
Lanchonete	4.092	9.977	4.094	3.012	21.175	5.294
Restaurante	3.873	59.169	44.298	34.900	142.240	35.560

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Na Tabela 1, observa-se que a quantidade de resíduos orgânicos gerados no restaurante universitário foi alta, apresentando uma massa média de 35.560g e a massa total de 142.240g. Essa quantidade elevada explica-se pelo fato do restaurante preparar refeições, o que gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos, provenientes do pré-preparo, preparo e desperdício dos alimentos. São compostos por cascas de verduras, legumes, frutas, aparas de carnes e aves, restos de alimentos, entre outros.

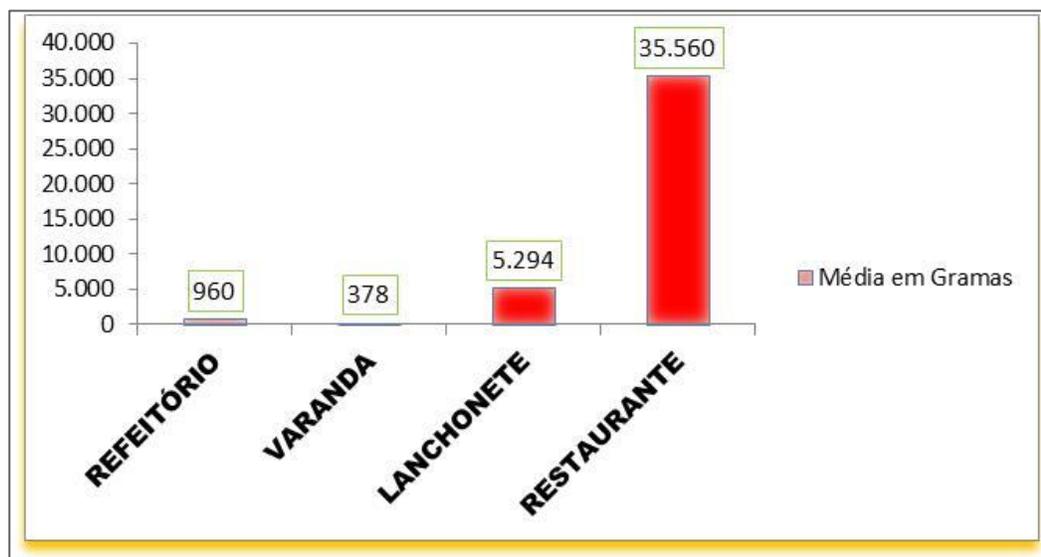
Em segundo lugar, a lanchonete correspondeu à massa média de 5.294g e a massa total de 21.175g da quantidade de resíduos orgânicos gerados. Esses resíduos apresentam, em sua composição, cascas de frutas, usadas para preparar sucos de frutas, salada de frutas, sanduíches e hambúrgueres que são preparados no local.

Em terceiro lugar, encontra-se o refeitório dos funcionários, correspondendo à massa média de 960g e massa total de 3.838g de resíduos orgânicos gerados, que são provenientes do desperdício de alimentos e algumas cascas de frutas que os funcionários levam de suas casas.

Em quarto lugar, a menor quantidade de resíduos orgânicos gerados foi na varanda gourmet, com massa média de 378g e massa total de 1.512g, sendo esses resíduos procedentes do desperdício de alimentos que os alunos e alguns funcionários levam de casa para as dependências da Universidade. No último dia de coleta, na varanda, não foi

encontrado resíduo orgânico no coletor. Nele, só havia rejeito. As quantidades encontradas de resíduos orgânicos são representadas na Figura 6, a seguir.

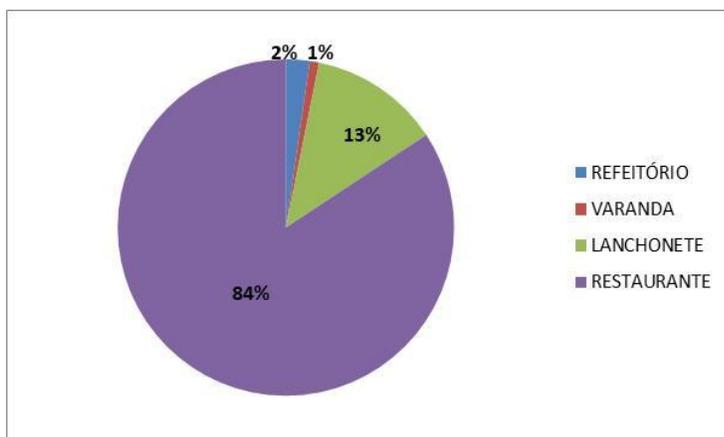
Figura 6 – Valores encontrados da massa média dos resíduos orgânicos gerados nos locais pelo período de quatro dias



Fonte: Elaborada pelas autoras.

Na Figura 7 pode ser visualizado o percentual da quantidade de resíduos orgânicos gerados em cada local da Instituição.

Figura 7 – Percentual de resíduos orgânicos por área



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O restaurante universitário contribuiu para o maior percentual de resíduos orgânicos gerados: 84%. Em seguida, a lanchonete correspondeu a 13% do total; depois, o refeitório com 2%; e, finalmente, a varanda, onde se obteve 1% desse total.

Em um estudo realizado por Perunchin et al. (2013), em um restaurante universitário na Universidade Federal de Pelotas, foi constatado um percentual de 82,14% de resíduo orgânico. Neste estudo, no mesmo local, esse percentual sobe para 84%, ficando acima do percentual do trabalho citado.

No campus da instituição estudada foi gerado um total de 168.765g (ou 168,77kg) durante o período de quatro dias de levantamento de dados para esta pesquisa.

Nas instalações internas da instituição de ensino, não há uma destinação dos resíduos orgânicos gerados, que são enviados para o aterro sanitário. Resíduos orgânicos não devem ser enviados para esse tipo de destinação, não é uma solução apropriada.

A compostagem é um modelo de tratamento eficiente e de baixo custo para uma correta destinação dos resíduos orgânicos gerados pela instituição. Resíduos orgânicos, quando segregados na fonte de geração, não estando misturados com outros tipos de resíduos, podem ser utilizados como matéria-prima para compostagem.

O composto orgânico gerado poderá ser utilizado nas áreas verdes e no cultivo da horta para consumo do próprio restaurante universitário.

A partir do levantamento quantitativo dos resíduos orgânicos gerados na instituição, propõe-se uma campanha contínua de conscientização e educação ambiental na comunidade acadêmica e seu entorno, através de eventos, como palestras, seminários, minicursos, compartilhando conhecimentos técnicos e científicos a respeito dos resíduos e seus impactos no meio ambiente e na saúde.

A prática da compostagem servirá como ferramenta de educação ambiental e sensibilização para a problemática dos resíduos orgânicos na instituição.

Para realizar o manejo correto dos resíduos orgânicos das fontes geradoras, a melhor forma é a implantação de recipientes identificados, um para resíduos úmidos (orgânicos) e outro para resíduos secos (recicláveis), podendo assim contribuir para o

serviço de coleta seletiva. Desse modo, os resíduos podem ser recolhidos dos recipientes devidamente identificados e encaminhados para contêineres com as mesmas identificações para posterior uso na compostagem.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

É importante planejar e promover ações sustentáveis visando à redução na fonte, reciclagem, reaproveitamento e destinação ambientalmente correta para os resíduos orgânicos de instituições de ensino.

Com base nos resultados do diagnóstico, constatou-se uma significativa geração de resíduos orgânicos no campus de Pituaçu, com destaque para o local onde funciona o restaurante universitário, que apresentou o maior percentual de resíduos orgânicos, visto que sua destinação não é a mais adequada.

Pode-se concluir que a compostagem é uma forma viável para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos gerados pela Instituição. Porém, somente a implantação de um sistema de compostagem não resolverá os problemas dos resíduos gerados, é necessária a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Por ser uma grande geradora de resíduos, é importante que a instituição se responsabilize pela gestão ambientalmente adequada dos mesmos. A prática da compostagem contribui como ferramenta para a educação ambiental e para a sensibilização da problemática dos resíduos orgânicos dessa entidade.

O objetivo geral deste trabalho foi realizar um diagnóstico e propor ações de redução do volume dos resíduos sólidos orgânicos gerados no campus da instituição de ensino superior.

A partir do levantamento quantitativo dos resíduos orgânicos gerados na instituição, são apresentadas algumas propostas de ações para a redução do volume dos resíduos sólidos orgânicos gerados na Universidade pesquisada:

(I) Promoção de curso de capacitação, no restaurante, para funcionários que manipulam alimentos para seu aproveitamento integral. Há diversas práticas para diminuir o desperdício desses alimentos, como receitas criativas que mostram como usar folhas, cascas e talos, além de sementes, que têm alto valor nutricional;

(II) Desenvolver planejamento adequado do número de refeições a serem produzidas no restaurante universitário, assim evitando o excesso de desperdício de alimentos;

(III) Incentivar os alunos e professores a formarem uma equipe multidisciplinar para desenvolverem e construírem composteiras para destinar corretamente os resíduos orgânicos gerados, que serão reaproveitados para o processo de compostagem, gerando adubo orgânico;

(IV) Elaborar e implementar Planos de Gestão e Gerenciamento de Resíduos específicos para os resíduos orgânicos, pois a Instituição não os possui;

(V) Implantar programas de reciclagem de resíduos, tanto dos secos (recicláveis) quanto dos úmidos (orgânicos), que também podem ser reciclados; e

(VI) Fomentar projetos de pesquisa de extensão universitária visando o desenvolvimento e implantação de um biodigestor para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados, resultando como produto o biogás, que poderá ser utilizado para a geração de energia e produção de fertilizantes.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas e Técnicas. (2004). NBR 10.004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2016). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm Acesso em: 9 jul. 2018.

ABREU, M. J. (2013). Gestão comunitária de resíduos orgânicos: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. 182 p.

BRASIL (2010). Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 19 set. 2017.

BRASIL (2001). Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, DF, 2001.

BRASIL (2016). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>. Acesso em: 5 out. 2017.

BRASIL (2017). Ministério do Meio Ambiente. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação. Brasília, DF, 68 p.

CEPAGRO (2013). Centro de Estudos e Promoção da Agricultura em Grupo. Agricultura urbana, hortas, e tratamento de resíduos orgânicos. Coleção saber na prática agricultura urbana, volume 3. Florianópolis, SC.

FIORI, M. G. S. et al. (2008). Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 178-191, set.-dez. 2008.

GOUVEIA, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Ciência e Saúde Coletiva. Universidade de São Paulo. p. 1503-1510.

IBGE (2008). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2008. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2010. 219 p.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M (2009). Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

IPEA (2012). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012. 82 p.

LIMA, L. M. Q. (2004). Lixo: tratamento e biorremediação. São Paulo: Editora Hemus.

LOUREIRO, Diego Campana et al (2007). Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 42, n. 7, p. 1043-1048, jul 2007. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000700018&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 ago 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700018>.

MASSUKADO, L. M. (2008) Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. 182 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (2010). Manual para implantação de compostagem e coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Brasília, DF.

NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. Vernicompost. Disponível em: <https://carolinacompost.com/vermicomposting/>. Acesso em: 12 ago. 2018.

NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. NC State's Vermiculture Conference. Disponível em: <https://composting.ces.ncsu.edu/vermiculture-conference/>. Acesso 12 ago. 2018.

PERUNCHIN, B. et al. (2013) Gestão de resíduos sólidos em restaurante escola. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 11 p.

PORTAL da horta biológica. Disponível em: <https://www.hortabiologica.com/vermicompostagem/>. Acesso em: 15 mar. 2018.

PORTAL da Revista Ecológico. Disponível em: <http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=67&secao=1027&mat=1094>. Acesso em: 17 mar. 2018.

PORTAL da Revista Meio Ambiente Industrial e Sustentabilidade. Instituições apostam na compostagem. Disponível em: <http://rmai.com.br/instituicoes-apostam-na-compostagem/>. Acesso em: 17 mar. 2018.

PROSAB (1999). Manual Prático para a compostagem de biossólidos. Universidade Estadual de Londrina, 1999. 91 p. Disponível em: https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf. Acesso em: 9 out. 2017.

SCHALCH et al. (2002). Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

SILVA JÚNIOR, J. V. et al. (2014). Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. Revista Ciência Agronômica. v. 45, n. 3, p. 528-536, jul.-set. 2014.

SOUZA, Ozair et al (2010). Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 438-443, abr. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000400014&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 22 ago. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000400014>.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. (2006). A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Revista Gestão & Produção*, v.13, n. 3, p. 503-515, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v13n3/11.pdf>. Acesso em: 5 out. 2017.