

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**CAIO DE PAULA OLIVEIRA  
LUIZA PASCHOALOTTI IENNE**

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE BIODEGRADAÇÃO DOS RESÍDUOS  
ORGÂNICOS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIFAL**

**ALFENAS  
2025**

**CAIO DE PAULA OLIVEIRA  
LUIZA PASCHOALOTTI IENNE**

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE BIODEGRADAÇÃO DOS RESÍDUOS  
ORGÂNICOS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIFAL**

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Bacharel em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosymar Coutinho de Lucas

Co-orientador: Me. Arthur Arnoni Occhiutto

**ALFENAS-MG**

**2025**

**CAIO DE PAULA OLIVEIRA E LUIZA PASCHOALOTTI IENNE**

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE BIODEGRADAÇÃO DOS RESÍDUOS  
ORGÂNICOS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIFAL**

O(A) Presidente da banca examinadora abaixo  
assina a aprovação do(a) Trabalho de  
Conclusão de Curso apresentado(a) como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Bacharelado em Ciências Biológicas pela  
Universidade Federal de Alfenas.

Aprovado em: 12 de Dezembro de 2025

Profa<sup>a</sup>. Dra<sup>a</sup>. Rosymar Coutinho de Lucas

Assinatura:

Universidade Federal de Alfenas

Dra<sup>a</sup>. Carla Beatriz Silva

Assinatura:

Universidade Federal de Alfenas

Me. Leticia Caroline Oliveira

Assinatura:

Universidade Federal de Alfenas

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca Central

Oliveira, Caio de Paula.

Otimização do Processo de Biodegradação dos Resíduos do Restaurante  
Universitário da UNIFAL / Caio de Paula Oliveira, Luiza Paschoalotti Ienne.  
- Alfenas, MG, 2025.

38 f. : il. -

Orientador(a): Rosymar Coutinho de Lucas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -  
Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Compostagem. 2. Otimização . 3. Padronização. 4. Sustentável. I.  
Ienne, Luiza Paschoalotti. II. de Lucas, Rosymar Coutinho , orient. III.  
Título.

## RESUMO

Com o avanço da globalização e o aumento da geração de resíduos orgânicos, este trabalho teve como objetivo otimizar o processo de biodegradação dos resíduos provenientes do Restaurante Universitário da UNIFAL-MG, por meio da implantação e padronização de uma rotina de compostagem em ambiente institucional. A pesquisa foi desenvolvida em parceria com o projeto de extensão “Do Lixo ao Luxo – Destinando Resíduos Orgânicos de Modo Sustentável” e contemplou desde a organização logística de coleta e transporte até a montagem das composteiras e o monitoramento sistemático de temperatura, umidade e pH, buscando integrar ensino, pesquisa e extensão em uma prática concreta de sustentabilidade. Foram estruturadas duas leiras com volumes distintos de resíduos, associadas a uma mistura padronizada de materiais secos ricos em carbono, o que permitiu testar o efeito do volume inicial e do manejo físico-químico sobre o desempenho da compostagem. Os resultados indicaram que o ajuste da umidade por meio de revolvimentos e da incorporação de material seco, aliado ao controle básico da aeração e da relação carbono:nitrogênio, contribuiu para a evolução do processo, ainda que interferências climáticas, limitações de infraestrutura para armazenamento e restrições de mão de obra tenham provocado oscilações em parâmetros-chave, como temperatura e pH. Apesar dos desafios operacionais, o estudo consolidou uma proposta de padronização da logística de coleta, armazenamento e montagem da compostagem no campus, oferecendo um protocolo inicial que pode ser aperfeiçoado e replicado em futuras etapas do projeto. Os avanços alcançados demonstram o potencial da compostagem como estratégia de valorização dos resíduos orgânicos do Restaurante Universitário e reforçam a importância do trabalho realizado como base para a redução de impactos ambientais, o fortalecimento da economia circular e a ampliação de ações educativas e de pesquisa em sustentabilidade na UNIFAL-MG.

**Palavras-Chave:** compostagem; otimização; padronização; sustentável.

## ABSTRACT

With the advance of globalization and the increase in organic waste generation, this study aimed to optimize the biodegradation process of waste from the UNIFAL-MG University Restaurant through the implementation and standardization of a composting routine in an institutional environment. The research was developed in partnership with the extension project “From Waste to Luxury - Disposing of Organic Waste in a Sustainable Way” and covered everything from the logistical organization of collection and transportation to the assembly of composters and the systematic monitoring of temperature, humidity, and pH, seeking to integrate teaching, research, and extension into a concrete practice of sustainability. Two piles with different volumes of waste were structured, associated with a standardized mixture of dry materials rich in carbon, which allowed testing the effect of the initial volume and physical-chemical management on composting performance. The results indicated that adjusting moisture through turning and incorporating dry material, combined with basic control of aeration and the carbon:nitrogen ratio, contributed to the evolution of the process, even though climatic interference, storage infrastructure limitations, and labor restrictions caused fluctuations in key parameters such as temperature and pH. Despite operational challenges, the study consolidated a proposal for standardizing the logistics of compost collection, storage, and assembly on campus, offering an initial protocol that can be refined and replicated in future stages of the project. The advances demonstrated the potential of composting as a strategy for recovering organic waste from the University Restaurant and reinforced the importance of the work carried out as a basis for reducing environmental impacts, strengthening the circular economy, and expanding educational and research activities in sustainability at UNIFAL-MG.

**Key-words:** composting; optimizing; standardizing; sustainable.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Logística da coleta de resíduos orgânicos.....	14
Figura 2 – Coleta e armazenamento diário .....	14
Figura 3 - Mistura do capim-elefante e serragem .....	15
Figura 4 - Processo de redução da granulometria do material.....	15
Figura 5 - Localização do Campus SEDE e o horto da UNIFAL-MG.....	16
Figura 6 - Instalação das telas sombrite nas leiras de madeira.....	17
Figura 7 - Composteiras cobertas com lona.....	17
Figura 8 - Composteiras ativadas.....	18
Figura 9 - Diferença de volume entre a Leira A (a esquerda) e Leira B (a direita).....	18
Figura 10 - Pontos de coleta para análise.....	19
Figura 11 - Phmetro.....	20
Figura 12 - Metodologia da temperatura com termômetro digital.....	20
Figura 13 - Analisador de umidade.....	21
Figura 14 - Diferença de temperatura média em relação ao ambiente.....	24

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Perfil idealizado da temperatura durante o processo de compostagem.....23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Temperaturas mínimas, ótimas e máximas para as bactérias, em C° .....	14
--	----

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

C/N – Relação carbono e nitrogênio

CD – Compostagem descentralizada

EC – Economia Circular

FAO – *Food and Agriculture Organization* – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

GEE – Gases do Efeito Estufa

IES – Instituição de Ensino Superior

NBR – Norma Brasileira

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

Ph – Potencial hidrogeniônico

ROs – Resíduos Orgânicos

RSO – Resíduos Sólidos Orgânicos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RU – Restaurante Universitário

SIEP – Simpósio Integrado de Ensino-Pesquisa-Extensão da UNIFAL-MG

UDC – Unidade Descentralizada de Compostagem

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas

UNIFENAS – Universidade José do Rosário Vellano

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
1.1.1 O cenário global e a geração acelerada de resíduos.....	7
1.1.2 Impactos ambientais do descarte indevido de resíduos.....	7
1.1.3 Gestão de resíduos orgânicos no contexto institucional e universitário.....	8
1.1.4 Extensão universitária e Educação Ambiental.....	9
1.1.5 Conceitos fundamentais da compostagem.....	10
1.1.6 Parâmetros físicos essenciais no monitoramento da compostagem.....	11
<b>1.2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 OBJETIVO.....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Objetivo Geral.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
2.1 LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO AMBIENTAL.....	13
2.2 LOGÍSTICA E PADRONIZAÇÃO.....	14
2.3 MONTAGEM DAS COMPOSTEIRAS.....	16
2.4 MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	19
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
3.1 DESEMPENHO, AJUSTE E AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	21
3.1.1 Logística de coleta e armazenamento dos resíduos.....	21
3.1.2 Quantidade de resíduos.....	22
3.1.3 Influência do volume nas condições operacionais e estabilidade.....	22
3.1.4 Relação Carbono e Nitrogênio (C/N).....	23
3.2 ANÁLISE DE TEMPERATURA, UMIDADE E PH.....	23
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a mudança no estilo de vida e a rápida urbanização em todo o mundo, a quantidade de resíduos alimentares provenientes de fontes industriais, agrícolas e domésticas tem aumentado significativamente. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de um terço dos alimentos produzidos globalmente a cada ano é desperdiçado. O Brasil gera aproximadamente 37 milhões de toneladas de lixo orgânico oriundo do desperdício de alimentos por ano, onde a maior parte desse lixo não é bem aproveitada, causando problemas ambientais relacionados ao acúmulo de resíduos e à poluição de solos, rios e lagos (Abrelpe, 2022).

A compostagem surge como uma técnica amplamente reconhecida para a reciclagem de resíduos orgânicos, transformando-os em compostos ricos em nutrientes que melhoram a qualidade do solo (Dores-Silva *et al.*, 2013; Jiang *et al.*, 2015). Contudo, foi somente a partir do século passado, mais especificamente da década de XX, que se iniciaram os estudos científicos relacionados a esse tema (Piveta, 2018).

A busca por alternativas sustentáveis para a gestão de resíduos sólidos tem intensificado o interesse em modelos alinhados à Economia Circular (EC) (Närvänen *et al.*, 2021). A EC é um conceito que apoia a circularidade responsável dos recursos disponíveis para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável. Diferente do modelo econômico linear tradicional, caracterizado pelo padrão de consumo "fazer-usar-descartar", a EC propõe um modelo regenerativo que busca minimizar a entrada de recursos e o desperdício em qualquer forma de vazamento ou disposição, visando fechar ou retardar o ciclo dos materiais. Neste contexto, a gestão de resíduos desempenha um papel crucial na transição do modelo linear para o circular (Rashid; Shahzad, 2021; Moraga *et al.*, 2019).

A compostagem, em particular a compostagem urbana descentralizada (CD), emerge como uma solução promissora e diretamente alinhada aos princípios da EC, pois permite o reaproveitamento de grande parte da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) (Sasaki, 2024). A transformação de resíduos orgânicos em composto e sua posterior aplicação na agricultura e em hortas, ou mesmo no Sistema Agroflorestral do campus universitário, representa um passo fundamental para essa transição ao fechar o ciclo do material sem produzir rejeito (Siqueira, 2016). Dessa forma, o desenvolvimento e a disseminação de iniciativas de compostagem em ambientes institucionais, como as universidades, são ações fundamentais para o desenvolvimento sustentável (Fernandes, 2016).

A relevância da gestão orgânica dos resíduos sólidos transcende o âmbito local e se alinha à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), um plano de ação global para o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, o tratamento e valorização dos resíduos orgânicos contribuem diretamente para o avanço em metas cruciais, em especial aquelas relacionadas aos padrões de consumo e produção responsáveis (ODS 12). A compostagem, como método de reciclagem de baixo custo e alta eficiência, representa uma alternativa viável para desviar a grande massa de resíduos orgânicos (que no Brasil pode ser de 50% ou mais dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU) do aterramento (Feitosa *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2019). Ao promover a ciclagem de nutrientes e carbono, essa prática transforma o resíduo em insumo de alto valor agronômico, o que reduz a dependência de fertilizantes químicos na agricultura e minimiza o desperdício (Manea, 2024). Além disso, a gestão adequada dos resíduos orgânicos fortalece a meta de construir cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), pois mitiga os impactos ambientais negativos do descarte incorreto, como a emissão de gases de efeito estufa (GEE) em especial o metano e a geração de chorume (Bello, 2010).

Na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), o Restaurante Universitário (RU) gera uma quantidade substancial de resíduos orgânicos diariamente, os quais são atualmente destinados à criação de porcos de pequenos produtores rurais. Contudo, essa prática não aproveita totalmente o potencial desses resíduos, configurando um desafio para a sustentabilidade institucional. Dessa forma, o uso da compostagem surge como uma solução sustentável, barata e acessível para a valorização desses resíduos, transformando-os em um substrato de qualidade. Entretanto, para garantir a segurança e a qualidade agronômica do composto final, é fundamental que o processo seja monitorado, padronizado e conduzido sob condições ideais.

## **1.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1.1 O cenário global e a geração acelerada de resíduos**

É imprescindível reconhecer que as transformações do meio ambiente foram crescendo rapidamente junto da industrialização e do modelo capitalista. A temática da geração de resíduos sólidos tem ganhado destaque global, muito devido ao seu descarte incorreto e ao aumento progressivo de seu volume, que ocorre devido a diversos fatores, como o consumo excessivo de produtos (Oliveira *et al.*, 2016). A necessidade de tratar os resíduos de forma eficiente e ambientalmente adequada torna-se ainda mais desafiadora diante do grande volume gerado no país. Dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (2023) indicam que o Brasil produziu 80,96 milhões de toneladas de resíduos, o que corresponde a uma média de 382 kg por habitante. Além disso, levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), de 2018, mostra que, de um total de 79 milhões de toneladas geradas, apenas 59,5% foram destinadas de maneira correta.

Os resíduos orgânicos geralmente não são separados devidamente dos demais detritos, ocasionando um empecilho no manejo adequado do lixo, o que poderia ser evitado de maneira prática através da compostagem. Em 2025, dados do Ministério do Meio Ambiente afirmam que aproximadamente 43,5% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são resíduos orgânicos, como citado anteriormente. Esses números significativos demonstram que para o sucesso de um plano de gestão de resíduos, é necessário se atentar ao desperdício de alimentos, principalmente dos resíduos orgânicos.

### **1.1.2 Impactos ambientais do descarte indevido de resíduos**

A destinação final imprópria ou o acúmulo da fração orgânica em aterros e lixões é reconhecida como um dos problemas ambientais mais recorrentes na atualidade (Monteiro; Machado, 2023). Por isso, o descarte inadequado de resíduos orgânicos em grande quantidade, sem o tratamento específico, resulta na degradação da matéria em condições descontroladas (Zanette, 2016). Uma consequência direta desse processo é a geração de chorume (ou lixiviado), um líquido percolado que possui alta carga orgânica e sua infiltração contamina o solo, comprometendo o uso de corpos hídricos e lençóis freáticos (Wen *et al.*, 2019). É relevante notar que o chorume originado em lixões provém de uma massa de resíduos sem segregação e pode conter agentes tóxicos, como metais pesados e lixo

hospitalar, diferente do chorume proveniente de uma composteira, visto que, segundo Fernandes (1999), esse produto pode retornar à circulação da composteira.

Em aterros sanitários e lixões, a biodegradação dos resíduos orgânicos ocorre em condições anaeróbias, o que influencia a geração de gases do efeito estufa (GEE), liberando gases tóxicos como o metano (CH<sub>4</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>), sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) entre outros poluentes atmosféricos, contribuindo para o efeito estufa e agravando o impacto das mudanças climáticas. (Bello, 2010; Ayilara *et al.*, 2020). Segundo o panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da Abrelpe em 2018, mostrou que a destinação incorreta dos RSU no município de São Paulo foi responsável por cerca de 14% das emissões de GEE entre 1974 e 2007.

Outro impacto ambiental decorrente do descarte inadequado de resíduos é relacionado a vida útil das áreas destinadas a aterros sanitários, onde grandes volumes de resíduos orgânicos podem reduzir a expectativa de vida da área, além de reduzir os gastos públicos com o transporte e manutenção desses locais (Gimenez *et al.*, 2024). O envio da fração orgânica para aterros representa um desperdício de recursos, pois impede o aproveitamento do seu potencial de recuperação e valorização. Nesse contexto, a compostagem surge como uma estratégia que possibilita a reciclagem de nutrientes essenciais e a reintegração do fluxo de energia e de fertilidade aos agroecossistemas. Assim, a adoção da compostagem configura-se como uma alternativa viável para reduzir o volume de resíduos orgânicos sólidos e, conseqüentemente, mitigar os impactos ambientais associados à gestão inadequada desses materiais (Zanette, 2015).

### **1.1.3 Gestão de resíduos orgânicos no contexto institucional e universitário**

As Instituições de Ensino Superior (IES) têm assumido um papel pioneiro na adoção de programas de compostagem em seus campi. As IES, por conta da complexidade de suas atividades, que englobam ensino, pesquisa, extensão e operações como restaurantes e centros de convivência, podem ser comparadas a pequenos núcleos urbanos e conseqüentemente, abordagens sobre sustentabilidade e a correta gestão de resíduos sólidos se tornam essenciais nesse ambiente (Tauchen; Brandli, 2006). A gestão de resíduos orgânicos (ROs) no contexto universitário busca, principalmente, fornecer uma solução sustentável para os resíduos de cozinhas, transformando um problema logístico e ambiental em um recurso interno de valor, contribuindo para o retorno do fluxo energético e de fertilidade aos agroecossistemas que produziram os alimentos, através do composto orgânico (Abreu, 2013). No contexto do

Restaurante Universitário (RU), os resíduos orgânicos gerados (restos do preparo das refeições e sobras das bandejas) já constituem, muitas vezes, material orgânico compostável em sua totalidade, o que facilita o sucesso da alternativa de destinação escolhida.

O projeto de compostagem no RU do Campus II da USP-São Carlos utilizou a técnica de compostagem para os resíduos orgânicos gerados no preparo e nas sobras das bandejas. A compostagem foi proposta como solução após os resíduos do RU terem deixado de ser compostados em uma Horta Municipal, voltando a ser enviados ao aterro sanitário. Este projeto demonstrou que a existência de uma Unidade Descentralizada de Compostagem (UDC) em uma instituição de ensino constitui um importante espaço de aprendizagem e fomenta a educação ambiental da comunidade, o qual em cerca de dois anos de operação, foi possível tratar mais de 13 toneladas de resíduos orgânicos (Zanette, 2015).

O projeto Composta CT, desenvolvido pelo grupo MUDA na UFRJ, teve como objetivo reaproveitar os resíduos sólidos gerados pelo restaurante universitário do Centro de Tecnologia, com potencial de reduzir em até 58% o total de resíduos produzidos no local. A iniciativa promoveu a produção de adubo orgânico estabilizado por meio de compostagem Guimaem pequena escala, utilizando bombonas de 200L, cujas fases mesofílica (5 dias) e termofílica (40 dias) se mantiveram dentro de padrões descritos na literatura para resíduos orgânicos. Os testes com o composto obtido, aplicado como constituinte de substrato no cultivo de feijão, indicaram melhor desempenho das plantas, com maiores valores de biomassa total, aérea e radicular, em comparação a outros tratamentos (Guimarães; Dias, 2018). Em todos os casos, a implementação da compostagem em ambientes institucionais não apenas proporciona a destinação correta dos resíduos, mas também cumpre o papel da universidade de transferir conhecimento e conscientizar a comunidade de suas responsabilidades, integrando os pilares de Ensino, Pesquisa e Extensão.

#### **1.1.4 Extensão universitária e Educação Ambiental**

O papel da universidade transcende a formação técnica, exigindo que ela forme profissionais capazes de atuar ativamente na transformação do ambiente por meio de seus projetos de extensão, assumindo o protagonismo na promoção da sustentabilidade (Bacci *et al.*, 2020). A compostagem, ao promover a valorização de resíduos e a reciclagem de nutrientes, torna-se um instrumento de educação ambiental, que contribui para a conscientização necessária para a gestão integrada de resíduos (Bontempi *et al.*, 2013).

A Extensão Universitária é o pilar que garante a integração entre Ensino, Pesquisa e Extensão, onde a prática da compostagem, o rigor científico e o impacto social trazem benefícios dentro e fora do campus. O projeto “Do Lixo ao Luxo: Destinando Resíduos Orgânicos de Modo Sustentável” na UNIFAL-MG é o início de uma série de práticas que complementam a formação de estudantes, assim como seu potencial em desenvolver atividades que beneficiam a sociedade, o ambiente e a economia, transferindo esse conhecimento à comunidade.

Assim, projetos de extensão sobre compostagem têm o objetivo de difundir a prática, atuando como agente multiplicador de novos saberes, refletindo na formação cidadã e na gestão ambiental ao estimular o reaproveitamento e promover economia circular (EC) (Mothé *et al.*, 2020).

### **1.1.5 Conceitos fundamentais da compostagem**

A norma técnica ABNT NBR 13.591:1996 define “compostagem” como um processo biotecnológico de transformação da matéria orgânica realizado por uma diversidade de microrganismos (predominantemente aeróbios), em que os resíduos orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas de decomposição e estabilização. Segundo a norma, trata-se de um processo controlado, no qual fatores físicos e químicos — como umidade, temperatura e pH, aeração e relação C/N — devem ser manejados para garantir a eficiência do processo. A compostagem resulta na produção de um composto orgânico maturado humificado e de qualidade, capaz de melhorar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em que for aplicado.

A aeração e a relação de carbono e nitrogênio são parâmetros indispensáveis para o bom desempenho da composteira. Segundo Fernandes *et al.*, (1999), a aeração de uma leira de compostagem é responsável principalmente por aumentar a porosidade do meio, diminuir o teor de umidade dos resíduos, expor as camadas externas às temperaturas mais elevadas e também eliminar o calor excessivo do interior da leira, controlando a temperatura do processo. A aeração também evita os odores de mau cheiro que podem partir da composteira.

Já a relação de carbono e nitrogênio é utilizado como índice para determinar a maturação da composteira (Valente *et al.*, 2009). Muitos autores recomendam que no início do processo, a relação seja de 30/1 (trinta partes de carbono para uma de nitrogênio), mas que entre 20-30/1 ainda são proporções favoráveis, principalmente 26/1, para a maturação (Xyaoian *et al.*, 2023). Na compostagem, considerando a relação ideal de 30/1, o carbono

assimilado pelos organismos é utilizado para duas finalidades; sendo dois terços liberados como dióxido de carbono, e o outro um terço incorporado no protoplasma celular (Kiehl, 2004). O nitrogênio, por sua vez, passa por processos de mineralização ao longo da compostagem, enriquecendo o composto final com nutrientes importantes para o solo.

### **1.1.6 Parâmetros físicos essenciais no monitoramento da compostagem**

Para garantir o sucesso do processo da compostagem, é necessário realizar monitoramentos periódicos de diferentes parâmetros dentro das leiras. Segundo Fienstein *et al.* (1983), a degradação de matéria orgânica é um processo exotérmico, que acaba produzindo uma quantidade bem alta de energia, a qual é utilizada principalmente pelos microrganismos na síntese de ATP. A “sobra” dessa síntese se transforma em calor dentro da composteira, o qual deve ser controlado, pois temperaturas mais altas podem facilitar o crescimento microbiano e retardar o processo de degradação do material.

A temperatura ideal no início da composteira se encontra entre 30 a 45°C, conhecida como a fase mesofílica de aquecimento (de Bertoldi *et al.*, 1983; Fienstein *et al.*, 1983; Stentiford, 1993). A temperatura das composteiras pode ser medida através de um termômetro específico para o solo, sendo necessário realizar essas medições periódicas, a fim de identificar em qual fase de temperatura a composteira se encontra (mesofílica de aquecimento, termofílica, mesofílica de resfriamento ou maturação).

A água também é um composto essencial para a atividade microbiana, e deve estar presente em quantidades apropriadas durante o processo. Segundo Díaz *et al.* (2007), pouca umidade pode significar que o material está desidratado, porém um alto teor de umidade pode favorecer processos anaeróbios, também desacelerando o processo de compostagem e podendo resultar em um produto de baixa qualidade. De acordo com Popescu *et al.* (2025), a umidade ideal se encontra entre valores de 45-65%. A manutenção dessa umidade pode ser realizada através de regas periódicas ou revolvimento, dependendo da condição e estado da composteira, pois a adição de água durante o processo pode influenciar negativamente em diversos fatores.

Outro parâmetro igualmente relevante é o pH, que, segundo Insam *et al.* (2007), tende a situar-se em faixas ligeiramente ácidas, entre 5 e 6, no início do processo de compostagem, em razão da presença de ácidos orgânicos. Entretanto, a faixa recomendada para se manter na compostagem é de 5-8, pois as bactérias termofílicas que auxiliam na rápida decomposição atuam melhor em condições levemente ácidas a neutras. Fora dessa faixa, esse metabolismo

diminui, reduzindo o calor da composteira e a velocidade desse processo – condições ácidas favorecem microrganismos produtores de ácidos, reduzindo o aumento de temperatura e estagnado a compostagem; enquanto condições alcalinas deslocam a comunidade microbiana em direção a fungos, diminuem a atividade bacteriana e podem aumentar problemas de odor. O pH pode ser determinado através de termômetros específicos para solo, ou realizando a diluição do solo em água destilada e medindo as faixas em um pHmetro de bancada.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

É visível que a geração crescente de resíduos orgânicos seja um desafio ambiental significativo, inclusive em ambientes públicos com grande fluxo de alimentos, como os Restaurantes Universitários de grandes instituições. Contudo, o destino atual dos alimentos do RU da Universidade Federal de Alfenas, MG, não aproveita totalmente o potencial desses resíduos, sendo um grande desafio para a sustentabilidade dentro das instituições de ensino, visto que para garantir o bem-estar geral da comunidade dentro e no entorno das universidades, é necessário a prática correta do descarte e tratamento desses detritos (Smith et al., 2021).

Dessa forma, esse trabalho busca integrar dois pilares importantes que sustentam as Universidades, a pesquisa e as ações de extensão. Esta pesquisa está vinculada ao projeto de extensão “DO LIXO AO LUXO: DESTINANDO RESÍDUOS ORGÂNICOS DE FORMA SUSTENTÁVEL”, que surgiu de discussões entre alunos de pós-graduação em Ciências Ambientais e os coordenadores da Universidade Federal de Alfenas em 2021, com o objetivo de enfrentar o problema dos resíduos sólidos orgânicos (RSO). O presente projeto propõe a execução da técnica de compostagem para os resíduos orgânicos gerados no Restaurante Universitário do Campus Sede da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), constituídos por restos provenientes do preparo das refeições e das sobras alimentares das bandejas.

Um novo começo de práticas sustentáveis surge com essa busca de promover a divulgação e conscientização desta comunidade acadêmica e população do entorno, sobre a importância da compostagem, ressaltando o papel essencial da sociedade como colaboradora e corresponsável na implementação de políticas e soluções voltadas à gestão sustentável,

além de contribuir para uma economia circular dos resíduos orgânicos gerados no campus da UNIFAL.

### **1.3 OBJETIVO**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Otimizar a logística de coleta e transporte dos resíduos orgânicos do Restaurante Universitário – estabelecendo rotinas, horários e procedimentos que garantam eficiência, redução de perdas e melhor integração com o sistema de compostagem.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- 1) Quantificar e caracterizar os resíduos orgânicos gerados diariamente pelo Restaurante Universitário da UNIFAL;
- 2) Padronizar a infraestrutura e o manejo da composteira, estabelecendo protocolos para a montagem, carga de resíduos, revolvimento, aeração e tempo de decomposição;
- 3) Monitorar parâmetros físicos essenciais do processo de compostagem – como temperatura, pH e umidade – por meio de medições sistemáticas, a fim de avaliar a eficiência do processo;
- 4) Avaliar a evolução do processo de compostagem ao longo do tempo, identificando possíveis ajustes necessários para otimização da decomposição do material orgânico;
- 5) Produzir composto orgânico de qualidade que possa ser utilizado em hortas comunitárias, fortalecendo práticas sustentáveis dentro da universidade;
- 6) Gerar dados e registros que subsidiem pesquisas futuras, além de materiais educativos vinculados ao programa de extensão “Do Lixo ao Luxo”, contribuindo para ações de conscientização ambiental.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO AMBIENTAL**

No que se refere às condições climáticas, o município de Alfenas (MG) apresenta clima classificado como tropical mesotérmico, com temperatura média anual de 19,5 °C, segundo dados da Prefeitura de Alfenas (2016). Esse regime climático é marcado por

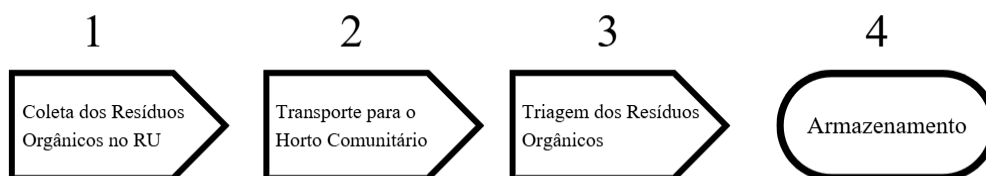
temperaturas amenas ao longo do ano, com variações sazonais moderadas, o que favorece o processo de compostagem, especialmente nas fases termofílica e de maturação.

O desenvolvimento do projeto foi realizado principalmente no Horto Comunitário do campus sede da UNIFAL, espaço que atende a diferentes projetos de extensão e pesquisas acadêmicas, com apoio do Laboratório de Bioprocessos (Sala S-204). Essa infraestrutura permitiu a execução prática do processo de compostagem em condições reais de manejo.

## 2.2 LOGÍSTICA E PADRONIZAÇÃO

A coleta dos resíduos orgânicos foi realizada diariamente, durante um período de 4 semanas, sempre após o almoço no Restaurante Universitário, às duas horas da tarde, conforme a logística ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Logística da coleta de resíduo orgânico



Fonte: Autores, 2025.

Os funcionários do estabelecimento disponibilizaram os alimentos previamente selecionados (Figura 2.a), conforme as práticas descritas no manual de Pereira Neto (2011). Foram recolhidas cascas de frutas (melancia, melão mamão, banana), folhas, frutas e vegetais (beterraba, inhame, tomate, batata, cenoura) provenientes do preparo das refeições, otimizando o processo de triagem. Esse material foi armazenado dentro de sacos de lixo preto de 100 litros em um coletor com capacidade de 120kg (Figura 2.b).

Figura 2 - Coleta e armazenamento diário



Fonte: Autores, 2025.

Legenda: a) Caixote de resíduos provenientes do RU.

b) Armazenamento em saco de lixo preto no cesto.

Em colaboração com a Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), por meio da Faculdade de Medicina Veterinária, foi disponibilizado Capim-Elefante e que, para complementar a estrutura e atingir a proporção ideal de material seco, foi adicionado pó de serragem, fornecido pela loja de materiais de construção Xodó do Tangará LTDA. Foi realizada uma mistura em uma proporção de 80% de capim-elefante e 20% de serragem para as duas composteiras (Figura 3).

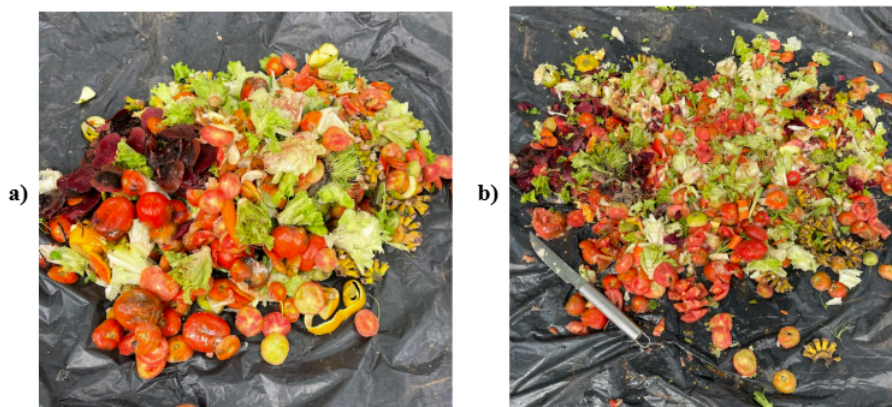
Figura 3 - Mistura do capim-elefante e serragem.



Fonte: Autores, 2025.

No último dia de cada coleta, o material foi fatiado em uma lona com facões para obter uma menor granulometria dos alimentos, otimizando assim o processo de biodegradação (Figura 4).

Figura 4 - Processo da redução da granulometria do material



Fonte: Autores, 2025.

- Legendas: a) Resíduos orgânicos sobre lona.  
b) Resíduos orgânicos em grânulos menores.

## 2.3 MONTAGEM DAS COMPOSTEIRAS

Após a coleta dos resíduos orgânicos provenientes do RU da UNIFAL, foram utilizadas as leiras estruturadas em madeira, localizadas no Horto Comunitário do Campus sede da UNIFAL (Figura 5). As leiras foram construídas com as medidas de 89 cm de altura, 1.35 m de largura e 1.20 m de profundidade, com capacidade total para suportar até 1.450 litros. Essa estrutura foi pensada de modo a favorecer a estabilidade da massa e aeração, além de ser protegida pela vegetação de sol e chuva intensa.

Figura 5 - Localização do campus sede e o horto da UNIFAL-MG



Fonte: Google Earth, 2025.

Foram preparadas duas leiras com tela sombrite em torno da estrutura para evitar qualquer contaminação por insetos ou animais durante o processo de compostagem, e as leiras inativadas foram usadas como armazenamento dos sacos de resíduos úmidos (Figura 6). Além disso, as leiras foram cobertas por uma lona plástica impermeável 3x4 (Figura 7) e

tijolos, a fim de preservar a integridade do processo de compostagem diante da temporada de chuvas que ocorre entre os meses de outubro, novembro e dezembro.

Figura 6 - Instalação da tela sombrite nas leiras de madeira

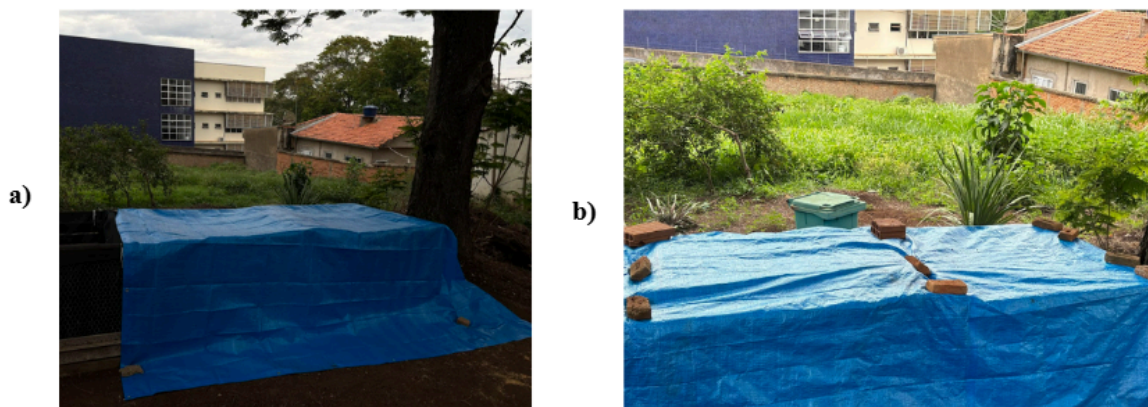


Fonte: Autores, 2025.

Legendas: a) Quatro leiras instaladas com tela sombrite.

b) Exemplo da leira com a tela instalada.

Figura 7 - Composteiras cobertas com lona



Fonte: Autores, 2025.

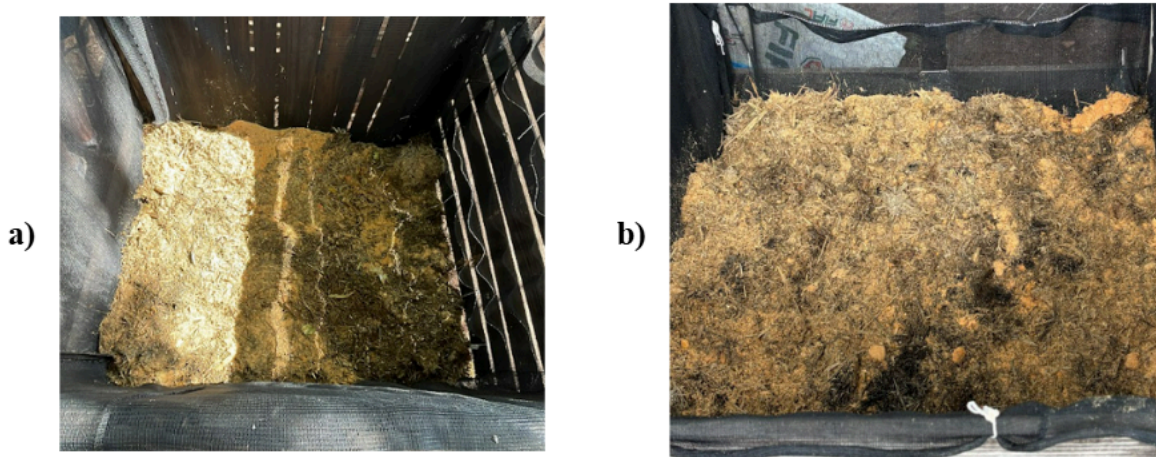
Legendas: a) Composteira coberta com lona.

b) Tijolos sobre a lona.

O volume da composteira foi baseado em práticas já realizadas, conforme Vieira *et al.* (2019), onde a cada três partes de material rico em carbono foi adicionado uma parte de material rico em nitrogênio. A leira A (Figura 8.a) foi montada com a coleta de 5 dias, onde foi possível obter cerca de 50 kg de material orgânico. Na Leira B (Figura 8.b), a coleta foi de

10 dias, onde obtivemos o dobro de material orgânico, cerca de 100 kg de resíduo. Em sequência, uma camada com a mistura de material seco com capim-elefante e serragem foi adicionada na proporção 3:1.

Figura 8 - Composteiras ativadas



Fontes: Autores, 2025.

Legendas: a) Composteira A com menor volume

b) Composteira B com maior volume

Vale ressaltar que, a Leira B foi iniciada após 20 dias da Leira A, onde foi necessário coletar um volume de resíduos suficiente para a comparação de volume ideal (Figura 9).

Figura 9 - Diferença de volume entre a Leira A à esquerda e a Leira B à direita

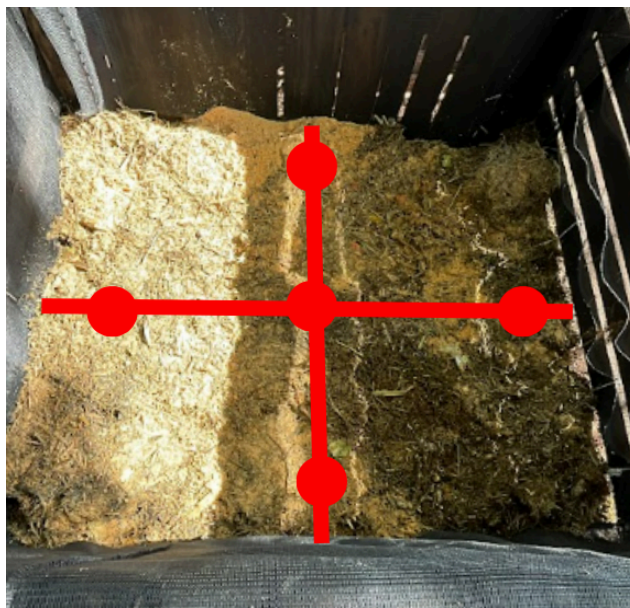


Fonte: Autores, 2025.

## 2.4 MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Após a montagem das composteiras, iniciou-se a etapa de monitoramento dos parâmetros físicos e químicos do processo, com acompanhamento periódico do pH, temperatura e umidade, onde para as análises, padronizamos pontos de coleta no centro e nas laterais (Figura 10).

Figura 10 - Pontos de coleta para análise



Fonte: Autores, 2025.

Legendas: Pontos de coleta nos círculos em vermelho.

As medições de pH foram realizadas a fim de verificar a evolução da acidez do material ao longo da compostagem, uma vez que esse parâmetro está diretamente relacionado à atividade microbiana e à estabilidade do composto. Com isso, foram coletadas amostras compostas de cada leira, as quais foram submetidas a diluição em água destilada. Após essa diluição, foi feito o uso do Phmetro de bancada (Figura 11) no laboratório de Bioquímica da UNIFAL.

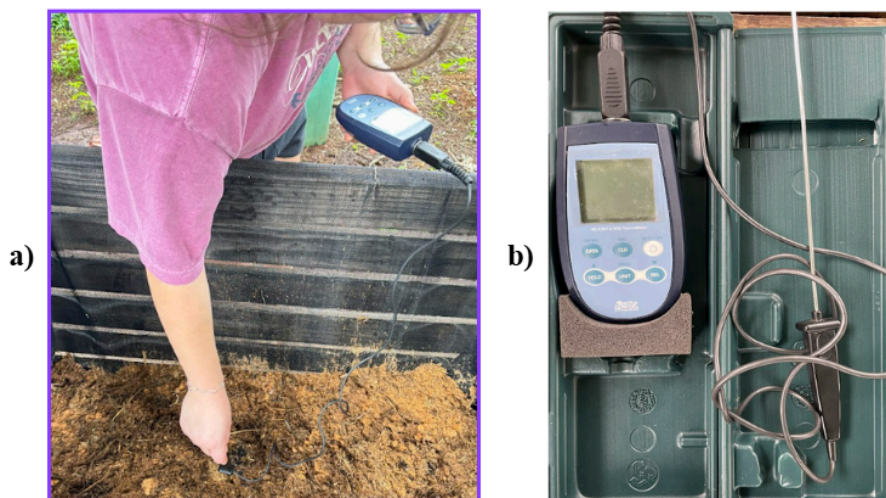
Figura 11 - Phmetro



Fonte: Autores, 2025.

Com o auxílio de um termômetro digital portátil de haste PT-100 – HD2307.0 (Figura 12), a temperatura das leiras foi aferida diariamente na fase inicial e posteriormente, a cada semana, com o objetivo de identificar a saúde da compostagem e em qual fase o processo de biodegradação se encontrava (mesofílica, termofílica ou de maturação).

Figura 12 - Metodologia da temperatura com o termômetro digital



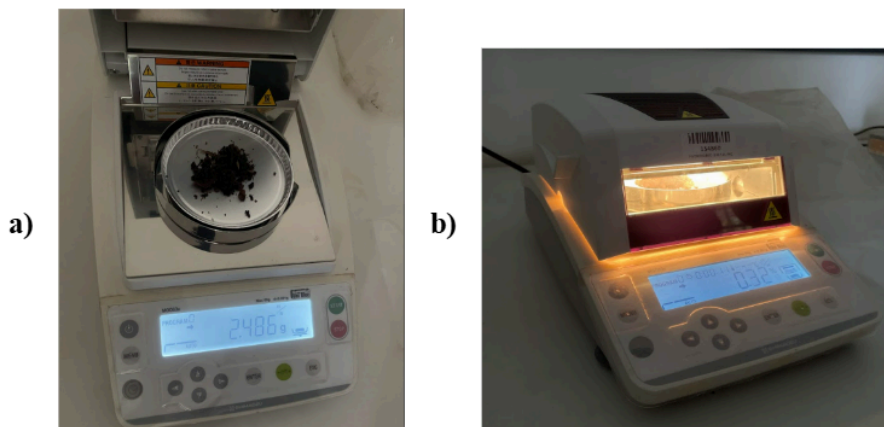
Fonte: Autores, 2025.

Legendas: a) Utilização do termômetro na composteira.

b) Termômetro digital.

A umidade foi monitorada por meio de pesagens sucessivas em um analisador de umidade com aquecimento por halogênio - Shimadzu (Figura 13). Esse equipamento utiliza a metodologia gravimétrica, em que a perda de massa do composto após a secagem na balança corresponde a quantidade de água presente na amostra. A umidade também foi controlada a fim de manter os parâmetros de umidade adequados para a atividade microbiana, bem como impedindo excesso ou falta de líquidos.

Figura 13 - Analisador de umidade



Fonte: Autores, 2025.

Legendas: a) Analisador com uma amostra da compostagem  
b) Analisador em processo de secagem

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 DESEMPENHO, AJUSTE E AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Com o objetivo de estabelecer as condições ideais para o processo de compostagem, o presente trabalho buscou monitorar e discutir as diferenças observadas entre as duas composteiras instaladas sob os mesmos parâmetros com a diferença exclusiva do volume de resíduos compostados em cada uma.

##### 3.1.1 Logística de coleta e armazenamento dos resíduos

A logística de coleta mostrou-se um fator imprescindível para o sucesso da compostagem. Foi necessário alinhar os horários de coleta com o Restaurante Universitário: utilizando o horário das 13h50m, diariamente, foi possível fazer um maior proveito dos resíduos, evitando coletas muito esparsas que permitem a degradação do material, e garantindo assim uma padronização da quantidade de resíduos coletados. Entretanto, o armazenamento no Horto se limitou a um coletor de lixo de 127 litros, dificultando a conservação dos demais sacos de lixo, que foram amarrados e armazenados em local exposto, ocasionando um processo de degradação do material mais acelerado e causando a perda de nutrientes que seriam de bom uso no composto (Souza, 2014). A disponibilidade de bombonas adequadas para o armazenamento dos resíduos se apresenta como uma condição ideal, pois esse tipo de recipiente possibilita melhor organização dos materiais, minimiza odores e reduz a atração de animais indesejados até o momento de montagem da composteira.

### 3.1.2 Quantidade de resíduos

Para o desenvolvimento das composteiras, a leira A foi montada com os resíduos orgânicos coletados durante 5 dias, que renderam cerca de 50 kg de material. Com o objetivo de padronizar um volume ideal para o processo de compostagem e tornar o processo mais eficiente, a leira B foi montada com o dobro de material orgânico, utilizando uma coleta de 10 dias que rendeu cerca de 100 kg de resíduo. Foi observado que, a adição de maiores quantidades de resíduos demonstrou aumentar a temperatura e a maturidade durante o processo de compostagem, confirmando o trabalho realizado por Storino *et al.* (2016). Este achado corrobora a ideia de Vázquez *et al.* (2015) de que a massa total e a taxa de carregamento (não apenas o volume estático do recipiente) são decisivas para a eficiência da biodegradação e para atingir a faixa termofílica.

### 3.1.3 Influência do volume nas condições operacionais e estabilidade

A leira utilizada neste experimento, com suporte para até 1.450 litros, se mostrou mais eficiente com a quantidade inicial de 100 kg de resíduo. Devido ao seu comprimento mais alto (1.35 m, com recomendação de 1,5 m a 3 m), a evaporação da compostagem foi maior, conforme Brito *et al.* (2011) constatou, deixando em melhores condições para microrganismos termófilos e a degradação do material orgânico. Porém, com volume maior decorrente da alta proporção de resíduos úmidos/secos e de períodos de chuva, foi necessário maior manutenção de equilíbrio de umidade e aeração para atingir a estabilidade da biodegradação, visto como um problema recorrente em compostagem experimental observado também no trabalho de Lima *et al.* (2018).

O uso de volumes muito grandes de material sem o controle da granulometria pode atrapalhar o processo de decomposição por dificultar o acesso dos microrganismos (Silva *et al.*, 2019; Brinck, 2020). Portanto, antes de ativar as composteiras, o tamanho das partículas do material foi reduzido com a utilização de facões. Porém, com o intuito de otimização dos processos, este deve ser realizado de uma forma menos trabalhosa, com o auxílio de um triturador do tipo orgânico ou residual. Também é necessário atentar-se ao fato de que o tamanho das partículas não deve ser muito pequeno, pois pode causar a compactação do material que está sendo composto, o que comprometeria também a aeração do sistema, conforme a literatura: “quanto maior o tamanho da partícula, maior será a área superficial sujeita à ação dos decompositores” (Marchi; Gonçalves, 2020, p12).

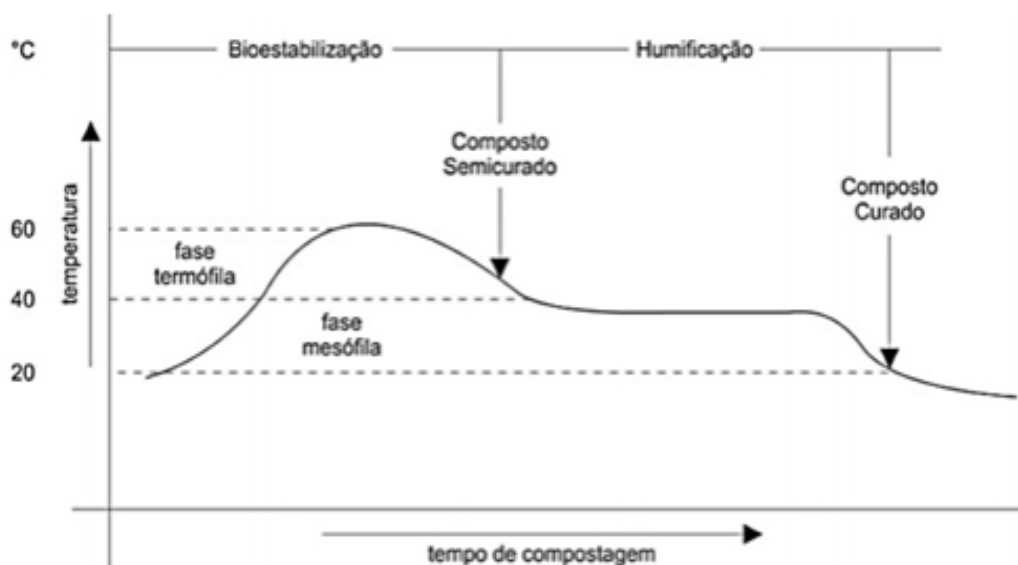
### 3.1.4 Relação Carbono e Nitrogênio (C/N)

De acordo com Pereira Neto (2011), a escolha de uma boa fonte de carbono para equilibrar a relação com nitrogênio - liberado dos resíduos orgânicos no processo de biodegradação - além de controlar a umidade, é essencial para um bom resultado de compostagem que resulta em um biocomposto de alta qualidade (Silva *et al.*, 2023). Seguindo esse raciocínio, para compor esse equilíbrio C/N foi usado capim-elefante, um resíduo vegetal rico em carbono sendo estruturante e vital para promover a aeração e a porosidade na leira, prevenindo a compactação do resíduo úmido (Leal *et al.*, 2013). Para acompanhar a mistura dessa composição, foi escolhida a serragem em pó fino, um material lenhoso rico em carbono e composto majoritariamente por celulose, hemicelulose e lignina. Estes componentes atuam como fontes energéticas essenciais para a comunidade microbiana (Ferreira, 2025).

### 3.2 ANÁLISE DE TEMPERATURA, UMIDADE E PH

De acordo com Chen, Zhang e Yuan (2020), a temperatura é um fator crucial, pois não apenas influencia a taxa de degradação da matéria orgânica, mas também é o principal indicador da fase em que o composto se encontra. O gráfico 1 ilustra o processo ideal de compostagem e como a temperatura varia de acordo com sua fase.

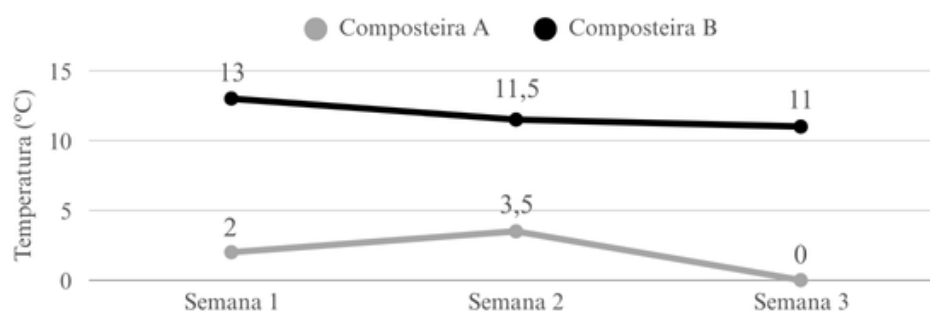
Gráfico 1 - Perfil idealizado da temperatura durante o processo de compostagem



Fonte: Adaptado de Kiehl (1985).

Assim, durante a primeira semana de cada compostagem, a temperatura observada nas leiras A (24-28 °C) e B (38-35 °C) foi um indicativo direto das diferenças na atividade microbiana e, conseqüentemente, da fase de decomposição predominante em cada leira (Figura 14).

Figura 14 - Diferença de temperatura média em relação ao ambiente



Fonte: Autores, 2025.

Legendas: Diferença de temperatura média (°C) em relação ao ambiente (eixo y) por semana (eixo x).

Através da diferença de temperatura média registrada no centro das leiras e no ambiente foi possível observar que a composteira A, contendo volume menor de resíduos e matéria seca, não chegou a atingir a fase termófila da compostagem, enquanto a composteira B, contendo os mesmos tipos de resíduos e matéria seca, variando apenas o volume, foi capaz de atingir temperaturas 13° C maiores do que a temperatura ambiente.

Na Leira A, ao longo de 40 dias de monitoramento apresentou temperaturas oscilando entre 24 °C a 34 °C, demonstrando que se manteve na fase mesófila de acordo com a figura 3. Nesta fase, que tipicamente atinge até 45 °C, ocorre o forte crescimento e a proliferação de microrganismos mesófilos como bactérias e fungos, que iniciam a degradação dos compostos orgânicos mais simples e de fácil decomposição, como açúcares, amidos e proteínas, liberando calor como resultado das reações exotérmicas. O fato de a temperatura ter se mantido próxima à temperatura ambiente sugere que a decomposição estava em seu estágio inicial e menos intensa (Dal Bosco *et al.*, 2017).

Por outro lado, as temperaturas mais elevadas registradas na Leira B (31 °C a 39,5 °C) indicam um avanço na intensidade da decomposição. Embora tecnicamente a Fase Termofílica comece acima de 45 °C (Inácio; Miller, 2009), a Leira B demonstra um metabolismo microbiano mais acelerado na fase mesofílica, próxima ao limite superior dessa

fase (Quadro 1). Esse aumento mais acentuado na temperatura, em comparação com a Leira A no mesmo período de tempo em atividade - dos primeiros 15 dias, pode ser atribuído a uma maior eficiência inicial na proporção da mistura (Relação C/N) ou na granulometria do material.

O manejo da Leira B, que recebeu o dobro da massa de resíduos (100 kg) em comparação com a Leira A (50 kg), proporcionou maior superfície de contato para os decompositores, resultando em uma atividade microbiana inicial mais acelerada e, conseqüentemente, em maior liberação de calor (Brasil, 2017). Atingir temperaturas mais rapidamente nessa fase inicial é um pré-requisito para o processo subseqüente de higienização na fase termofílica (Zanette, 2015).

Tabela 1 - Temperatura mínimas, ótimas e máximas para as bactérias, em C°

Bactérias	Temperatura mínima	Temperatura ótima	Temperatura máxima
Mesófilas	15 a 25	25 a 40	43
Termófilas	25 a 45	50 a 55	85

Fonte: Institute for solid wastes of American Public Works Association , 1970

Também foram realizadas medidas de outros parâmetros, como a umidade. Foram realizadas duas sessões de medição da umidade, duas da Leira A e uma da Leira B, sendo relevante levar em consideração que as leiras foram montadas com uma semana de diferença. Foram coletadas amostras dos mesmos pontos em que foram medidas as temperaturas, buscando sempre evitar coletar da camada mais superficial, e sim da camada mais profunda. É importante também ressaltar que durante esses meses de chuva, apesar das composteiras serem cobertas com lona, ocorreram chuvas fortes que reviraram a cobertura e molharam as leiras, justificando assim a alta umidade nas composteiras e a estagnação de temperatura.

Na primeira medição, a Leira A apresentou uma porcentagem de umidade de 73.81%, ultrapassando os valores da faixa ideal para a compostagem. Conforme exposto anteriormente, uma das estratégias para ajustar a umidade da leira é o revolvimento. É importante realizar a manutenção da umidade, a fim de evitar a perda da porosidade da massa de compostagem e atividade de microrganismos anaeróbios que causam odores desagradáveis e desaceleram o processo (Popescu *et al.*, 2025). Nessa leira, realizou-se o revolvimento com a incorporação de uma maior quantidade de material seco. Na segunda medição, foi observado uma mudança na umidade da Leira A, que teve sua porcentagem reduzida para 68.52%, demonstrando que o primeiro revolvimento agiu de acordo com o esperado. Já a

primeira medição da Leira B foi feita uma semana após sua montagem, e revelou uma porcentagem de 32.81%, apresentando um valor abaixo do esperado. De acordo com Lai *et al.* (2024), é de se esperar que ao longo do processo de compostagem a umidade da leira diminua devido ao calor que, gerado pela atividade microbiana, dissipe ao longo dos revolvimentos.

A medição do pH das leiras é um parâmetro fundamental para acompanhar o avanço da compostagem, já que esse indicador reflete diretamente a atividade microbiana ao longo do processo. No início, é comum que o pH apresente valores mais ácidos devido à liberação de ácidos orgânicos durante a decomposição inicial dos resíduos. Com o progresso da compostagem, entretanto, a tendência é que essa acidez diminua, aproximando o pH da faixa considerada adequada, geralmente entre 5,5 e 8,5, intervalo no qual a maior parte dos microrganismos envolvidos se desenvolve de forma eficiente.

Apesar disso, o pH não costuma ser um parâmetro ajustado diretamente ao longo do processo, uma vez que diferentes grupos microbianos apresentam preferências distintas — bactérias tendem a atuar melhor em condições mais alcalinas, enquanto fungos preferem ambientes ligeiramente ácidos (Tuomela *et al.*, 2000). Ainda assim, práticas de manejo, como o revolvimento, podem afetar seus valores, e estudos mais recentes têm destacado o uso de aditivos capazes de auxiliar na estabilização desse parâmetro, como é o caso da aplicação de pó de rocha (Conceição *et al.*, 2022).

No presente estudo, a primeira medição foi realizada com as leiras já em plena atividade, de modo que valores muito ácidos já não eram esperados. A amostra da Leira A apresentou pH de 8,76, enquanto a da Leira B registrou pH de 8,88. Ambos os resultados se situaram acima do limite superior considerado ideal, o que pode interferir na disponibilidade de nutrientes e reduzir a eficiência da atividade microbiana responsável pela estabilização e maturação do composto. Essas condições sugerem a necessidade de acompanhar a evolução do pH nas etapas subsequentes, a fim de verificar se o sistema tende naturalmente à neutralidade, como esperado em processos de compostagem bem conduzidos.

## 4 CONCLUSÃO

O presente trabalho evidenciou que a implementação e o monitoramento sistemático da compostagem dos resíduos orgânicos do Restaurante Universitário da UNIFAL-MG representam uma alternativa tecnicamente viável e alinhada aos princípios da economia circular e da sustentabilidade institucional. A padronização da logística de coleta, da montagem das leiras e do acompanhamento de parâmetros físicos, como temperatura, umidade e pH, permitiu identificar pontos fortes do processo, bem como gargalos operacionais que precisam ser aprimorados para garantir maior estabilidade e eficiência da biodegradação.

Os resultados obtidos nas leiras estudadas demonstraram que o manejo adequado da umidade e da aeração, associado ao equilíbrio da relação carbono:nitrogênio, foi determinante para a evolução do processo de compostagem, ainda que limitações estruturais e de recursos humanos tenham ocasionado oscilações nos parâmetros monitorados. Mesmo diante de interferências climáticas e da ausência de infraestrutura ideal para armazenamento dos resíduos, foi possível avançar na compreensão das condições mínimas necessárias para conduzir a compostagem em ambiente institucional, fornecendo subsídios práticos para ajustes futuros.

Nesse contexto, o projeto “Do Lixo ao Luxo – Destinando Resíduos Orgânicos de Modo Sustentável” consolidou-se como uma iniciativa de grande potencial para a UNIFAL-MG, ao integrar ensino, pesquisa e extensão e promover a valorização dos resíduos orgânicos gerados no campus. A menção honrosa recebida pelo projeto – que foi prestigiado no XI SIEPE (Simpósio Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIFAL-MG), apresentado por Leonardo Nogueira Alves, um grande apoio para esse Trabalho de Conclusão de Curso e o projeto em si – evidencia não apenas seu mérito técnico, mas também o potencial transformador no contexto da gestão de resíduos e economia circular dentro do âmbito da universidade. Além de apontar caminhos para a otimização do processo de compostagem e da gestão de resíduos, este trabalho reforça o papel das universidades como agentes multiplicadores de práticas sustentáveis, capazes de gerar benefícios ambientais, sociais e educacionais e de inspirar novas pesquisas e ações em outros contextos institucionais.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13591: **Compostagem – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1996.

ABRELPE (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **"Pesquisa revela que Brasil produz 37 milhões de toneladas de resíduos orgânicos por ano"**. Disponível em: [Grupo Interação](#).

ABREU, Marcos José de. **Gestão comunitária de resíduos orgânicos: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana**. 2013. 182 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano**. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-d-e-residuos-solidos-por-ano>. Acesso em 27/11/2025.

AYILARA, Modupe Stella et al. **Waste management through composting: Challenges and potentials**. Sustainability, Basel, v. 12, n. 11, p. 4456, 2020.

BELLO, Patrícia Pinheiro Gonçalves. **Estudo da variação da porcentagem e da estimativa de geração de gás metano para o aterro sanitário do município de Rio Claro – SP**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/residuos-solidos-urbanos>. Acesso em 27/11/2025.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Brasília, DF: MMA, 2017.

CHEN, Tianming; ZHANG, Shiwen; YUAN, Zengwei. **Adoption of solid organic waste composting products: A critical review**. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 272, p. 122712, 2020.

CONCEIÇÃO, L. T.; SILVA, G. N.; HOLSBACK, H. M. S.; OLIVEIRA, C. F.; MARCANTE, N. C.; MARTINS, É. S.; SANTOS, F. L. S.; SANTOS, E. F. **Potential of basalt dust to improve soil fertility and crop nutrition**. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 10, art. 100443, 2022. DOI: 10.1016/j.jafr.2022.100443.

- CORRÊA, R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S. **Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 4, p. 420–426, 2007.
- DÍAZ, L. F.; DE BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, W.; STENTIFORD, E. (Eds.). *Compost Science and Technology*. Oxford: Elsevier, 2007. p. 53-56.
- DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. **Qualidade de compostos de lixo urbano produzido em Curitiba e região metropolitana do Paraná.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 3, p. 761-772, 2011.
- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual Prático para Compostagem de Biossólidos.** Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- FINSTEIN, M. S.; MILLER, F. C.; ERDOS, G. W. **Composting ecosystem management for waste treatment.** *BioCycle*, v. 24, n. 5, p. 26–30, 1983.
- FORMENTINI, E. A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem.** Vitória: Incaper, 2008. 27 p.
- GARCIA, N. N.; DEVENS, K. U.; OLIVEIRA, D. L. do A.; CONSOLIN FILHO, N.; GONÇALVES, M. S. **Toxicidade do Lodo de Flotador de Abatedouro de Aves e seu Biochar em Alface.** In: Congresso Técnico Científico De Engenharia E Da Agronomia, 1. Anais... Foz do Iguaçu: Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia, 2016. p. 1-5
- GOVERNO FEDERAL. **Governo Federal institui Política Nacional de Combate à Perda e ao Desperdício de Alimentos.** Portal Gov.br, 1 out. 2025.
- GIMENEZ, Vanderson Urbaiti et al. **Compostagem em escala piloto para resíduos sólidos orgânicos gerando biofertilizantes sólidos e líquidos e material de forração.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 13, n. 3, e1113345195, 2024.
- INSAM, H.; DE BERTOLDI, M. **Microbiology of the composting process.** In: DÍAZ, L. F.; DE BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, W.; STENTIFORD, E. (Eds.). *Compost Science and Technology*. Oxford: Elsevier, 2007. p. 53-56.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 492p. 1985.

KIEHL, E.J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4ª ed. Piracicaba, 173p. 2004.

LIMA, Tomé de Almeida e et al. **Compostagem experimental de resíduos orgânicos do restaurante Universitário na Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 40, p. 219-227, 2021.

LEAL, A. M.; LEME, F. O.; FAVARETTO, N.; CAVALCANTI, E. B.; GODOY, A. S. **Análise da compostagem de resíduos sólidos orgânicos em diferentes temperaturas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 11, p. 1173-1180, 2013.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; GONÇALVES, Isadora de Oliveira. **Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior**. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 19, e1, 2020.

MONTEIRO, Adriana Maria de Castro; MACHADO, Ana Lúcia Soares. **Compostagem: produção de composto, a partir dos resíduos orgânicos gerados no Instituto Federal do Amazonas - IFAM-campus Manaus Distrito Industrial**. Cuadernos de Investigación en Diseño, v. 15, n. 11, [s. p.], 2023.

OLIVEIRA, L. R. de; ARAUJO, P. L.; SOSINSKI, L. T. W. **Diagnóstico preliminar para gerenciamento de resíduos comuns na Embrapa Clima Temperado**. Embrapa Clima Temperado-Documents, 2016.

POPESCU, I.-S.; COVALIU-MIERLĂ, C. I.; NICULESCU, V.-C.; SANDU, C.; ANDRU, C. **Home composting: a sustainable solution at community level**. *Sustainability*, vol. 17, n. 3368, 9 Apr. 2025. DOI: 10.3390/su17083368

PEREIRA NETO, João Tinôco. **Manual de Compostagem: processo de baixo custo**. Ed. rev. e aum. Viçosa, MG: UFV, 2010.

SASSAKI, Rebeca Longhi. **Potencial da compostagem urbana descentralizada como alternativa de gerenciamento da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos em São Carlos - SP. 2024**. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2024.

SMITH, J. **The Importance of Proper Trash Disposal Procedures for Ensuring Community Wellbeing**. *Environmental Studies Journal*, v. 25, n. 2, p. 45-56, 2021.

SILVA, Paloma Daycy Mendes et al. **O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares**. MIX Sustentável, Salvador, v. 5, n. 4, p. 63-70, 2019.

SOUZA, Paulo Henrique Moraes. **Avaliação da compostagem de resíduos orgânicos urbanos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2014.

STENTIFORD, E. I. **Composting control: principles and practice**. In: Science and Engineering of Composting. Columbus: The Ohio State University, 1993. p. 49–59.

TUOMELA, M.; VIKMAN, M.; HATAKKA, A.; ITÄVAARA, M. **Biodegradation of lignin in a compost environment: a review**. *Bioresource Technology*, v. 72, n. 2, p. 169–183, 2000.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM, B. de S. Jr.; CABRERA, B. R.; MORAES, P de O. e LOPES, D. C. N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. *Archivos de Zootecnia*. v.58. p.60-76, 2009

VIEIRA, Leonardo Azedias Nicácio et al. **Estudo do aproveitamento de resíduos orgânicos provenientes de restaurante por meio da compostagem**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 10., 2019, Fortaleza. Anais... Fortaleza: IBEAS, 2019. p. 1-10.

XIONG, Xiaoyan et al. **Evaluation of composting parameters, technologies and maturity indexes for aerobic manure composting: A meta-analysis**. *Bioresource Technology*, v. 379, 2023. DOI: 10.1016/j.biortech.2023.128999.

ZANETTE, Pedro Henrique de Oliveira. **Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante Universitário do Campus 2 da USP São Carlos - Balanço do funcionamento inicial e propostas de melhorias**. 2015. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.