

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA BACHARELADO

KAROLAINY DA SILVA MORAES

**Compostagem: uma proposta para reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na
Fazenda Parnaíba, Tasso Fragoso - MA**

São Luís
2022

KAROLAINY DA SILVA MORAES

**Compostagem: uma proposta para reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na
Fazenda Parnaíba, Tasso Fragoso - MA**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia
Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Estadual do Maranhão como requisito
para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gislane da Silva Lopes

São Luís

2022

Moraes, Karolainy da Silva.

Compostagem: uma proposta para reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na Fazenda Parnaíba, Tasso Fragoso – MA / Karolainy da Silva Moraes. - São Luís, 2022.

41 f

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Gislane da Silva Lopes.

1.Matéria orgânica. 2.Impactos ambientais. 3.Tratamento de resíduos. I.Título.

CDU: 628.473(812.1)

KAROLAINY DA SILVA MORAES

**Compostagem: uma proposta para reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na
Fazenda Parnaíba, Tasso Fragoso - MA**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia
Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Estadual do Maranhão como requisito
para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gislane da Silva Lopes

Aprovado em: 05/08/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a). Dr.(a) Gislane da Silva Lopes

Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA

Prof.(a). Dr.(a) Maria Cristina da Silva Mendonça

Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA

Prof. Dr. Luiz Junior Pereira Marques

Instituto Federal do Maranhão/IFMA - Campus Maracaná

Á Deus meu refugio e fortaleza, à minha
família e amigos pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial, que permitiu que tudo isso fosse possível.

Aos meus pais, Alzinete Anacleto da Silva Moraes e Clebes Leandro Moraes, que acreditaram em mim e por todo esforço dado. Espero um dia poder retribuir o sacrifício feito por eles.

Ao meu irmão Leandro da Silva Moraes que dividiu comigo os momentos bons e difíceis da vida acadêmica e me apoiou durante esta longa caminhada.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Gislane da Silva Lopes, por todo apoio e paciência no desenvolvimento do trabalho. E a todos os professores não citados que me proporcionaram conhecimentos, aprendizagem e caráter profissional.

Aos grandes colegas de turma, que participaram desta jornada e construíram comigo uma jornada de grande crescimento pessoal e profissional.

As pessoas que não mediram esforços para ajudar ao decorrer do projeto, em especial seu Cícero, Daniely e Walter.

Ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Maranhão, por ter me proporcionado um grande aprendizado e experiências.

Á todos, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Devido ao desenvolvimento industrial e ao crescimento populacional das últimas décadas, o volume de resíduos gerados tem se constituído em um problema de ordem social, econômica e ambiental. Entre os métodos de reaproveitamento de alimentos pode-se citar a compostagem, como uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente e em melhores condições a desejada estabilização da matéria orgânica pelo processo biológico de decomposição na presença de oxigênio, temperatura e umidade, gerando um composto/adubo orgânico. Nesse contexto o presente trabalho tem como objetivo reaproveitar os resíduos orgânicos gerados no refeitório da Fazenda Parnaíba no processo de compostagem. O projeto foi conduzido na Fazenda Parnaíba com sede na Serra do Penitente, em Tasso Fragoso - MA. O projeto teve duração de 212 dias (Janeiro a Julho/2022) abrangendo a horta da Fazenda Parnaíba. Para as coletas foi utilizado os resíduos orgânicos gerados no refeitório da Fazenda. Para os meios de fermentação utilizou-se esterco bovino e caprino e para o composto fornecedor de fibra e conseqüentemente carbono foi utilizado restos de galhos e folhas secas encontrados na mata adjacente a horta. A escolha da compostagem foi em pilha no próprio canteiro. A montagem consistiu-se na relação C/N onde foram dispostas camadas para formação da composta envolvendo alta e baixa relação (C/N) e o meio de fermentação. A maior quantidade de resíduos sólidos gerados na Fazenda Parnaíba são orgânicos. Através do projeto foi possível perceber que houve uma redução no tempo de compostagem quando comparado ao tempo que a literatura estipula. A técnica de compostagem na fazenda tornou-se uma solução para destinação dos resíduos orgânicos que antes eram transportados e descartados para o lixão, possibilitou tratar os resíduos utilizando técnicas e equipamentos simples para gerar o composto. Pode-se concluir que a compostagem é uma forma viável para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos gerados pela Fazenda, essa ideia trouxe ao refeitório uma visão maior de um espaço social sustentável.

Palavras-chave: Matéria Orgânica. Impactos Ambientais. Tratamento de Resíduos.

ABSTRACT

Due to industrial development and population growth in recent decades, the volume of waste generated has become a problem of social, economic and environmental order. Among the methods of food reuse we can mention composting, as a technique designed to obtain more quickly and under better conditions the desired stabilization of organic matter by the biological process of decomposition in the presence of oxygen, temperature and humidity, generating a compost/organic fertilizer. In this context, the present work aims to reuse the organic waste generated in the cafeteria of Farm Parnaíba in the composting process. The project was conducted in Farm Parnaíba, located in Serra do Penitente, Tasso Fragoso - MA. The project had a duration of 212 days (January to July/2022) covering the vegetable garden of Fazenda Parnaíba. For the collections we used the organic waste generated in the farm cafeteria. For the fermentation media we used cattle and goat manure e for the fiber supplier compost and consequently carbon was used remains of branches and dry leaves found in the forest adjacent to the garden. The choice of composting was in a pile in the garden bed itself. The assembly consisted of the C/N ratio where layers were arranged for the formation of the compost involving high and low ratio (C/N) and the fermentation medium. The largest quantity of solid residues generated at Fazenda Parnaíba are organic. Through the project it was possible to see that there was a reduction in the composting time when compared to the time stipulated in the literature. The composting technique on the farm became a solution for the destination of organic waste that was previously transported and disposed of at the dump, making it possible to treat the waste using simple techniques and equipment to generate compost. It can be concluded that composting is a viable way for the environmentally appropriate destination of organic waste generated by the farm, this idea brought to the cafeteria a greater vision of a sustainable social space.

Keywords: Organic Matter. Environmental Impacts. Waste Treatments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Demonstrativo das fases da compostagem.....	12
Figura 2. Fatores que influenciam na compostagem.....	13
Figura 3. Demonstrativo das funções desempenhadas pelos microrganismos na compostagem	14
Figura 4. Umidades recomendadas no processo de compostagem.....	15
Figura 5. Importância da aeração adequada no processo de compostagem	16
Figura 6. Escala de pH.....	18
Figura 7. Tipos de materias-primas recomendadas e aquelas que devem ser evitadas para realização da compostagem.....	19
Figura 8. Mapa da localização geográfica do município de Tasso Fragoso-MA (2022)	23
Figura 9. Setor da horta agrícola pertencente á Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	24
Figura 10. Lixeiras para coleta seletiva implantadas na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	25
Figura 11. Resíduos orgânicos em sacos pretos (A) e processo de separação dos resíduos orgânicos para compostagem na Fazenda Parnaíba (B), município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	26
Figura 12. Meios de fermentação utilizados no processo de compostagem: esterco bovino (A) e esterco caprino (B), Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	27
Figura 13. Matéria seca utilizada na elaboração da compostagem na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	28
Figura 14. Relação C/N para preparo da compostagem na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	29
Figura 15. Montagem da composta na Fazenda Parnaíba município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	30
Figura 16. Percentual dos resíduos orgânicos utilizados na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	31

Figura 17. Textura e coloração da composta finalizada na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	33
Figura 18. Germinação de sementes de melão na composta, Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	34
Figura 19. Etapas da instalação da alface roxa na horta da Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	35
Figura 20. Ciclo dos resíduos orgânicos, Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Compostagem	11
2.2 Resíduos sólidos	19
2.3 Resíduos sólidos orgânicos gerados no Brasil e no Maranhão.....	20
2.4 Compostagem como alternativa de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos.....	21
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 Unidade demonstrativa	22
3.2 Coleta dos resíduos orgânicos	24
3.3 Coleta dos meios de fermentação	26
3.4 Montagem da composta.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O alimento anualmente descartado equivaleria a 3.3 Gtons de gases lançados na atmosfera (análogo a toda emissão de gases no transporte rodoviário nos Estados Unidos), 1.4 bilhão de hectares cultivados e descartados (o Brasil possui uma área territorial de 0,8 bilhão de hectares) e 250 km³ de água limpa perdida (toda a vazão anual do rio Volga, na Europa). O desperdício é um ato voluntário dos agentes e, por esse motivo, de ocorrência mais frequente nos elos finais da cadeia produtiva, a saber: comercialização e consumo em restaurantes ou no lar. Nesse contexto sabe-se que quanto mais afluenta é a sociedade, maior é o desperdício (FAO, 2013).

Dados comprovam que 1/3 dos alimentos produzidos por ano são perdidos ou desperdiçados com efeitos negativos para o meio ambiente e para economia, o que resulta em enormes custos para todo o sistema produtivo. Estimativas demonstraram que o montante de 1,3 milhões de toneladas de alimentos perdidos ou desperdiçados representa um custo irrecoverável da ordem 750 bilhões de dólares por ano (MARTINS *et al.*, 2018).

Tanto em países desenvolvidos quanto em subdesenvolvidos é crescente a preocupação quanto à geração acelerada de resíduos orgânicos. Devido ao desenvolvimento industrial e ao crescimento populacional das últimas décadas, o volume de resíduos gerados tem se constituído em um problema de ordem social, econômica e ambiental. O Brasil está entre os dez países que mais desperdiçam alimentos. Estima-se que da área de produção até a mesa, cerca de 30 a 40% de produtos como verduras, folhas e frutos são jogados fora, principalmente em restaurantes universitários e restaurantes de fazendas agrícolas sendo que no Brasil, o desperdício equivale a mais de 800 milhões de hectares (BORGES *et al.*, 2019).

Desperdiçar é o mesmo que extraviar o que pode ser aproveitado para benefício de outras pessoas, de uma empresa ou da própria natureza. Entre os métodos de reaproveitamento de alimentos pode-se citar a compostagem, designada como uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente e em melhores condições a desejada estabilização da matéria orgânica, a compostagem também é a técnica mais adequada para tratamento de resíduos orgânicos e indicada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, gerando ainda o composto orgânico que pode ser aproveitado na área agrícola (KIEHL, 1985).

A compostagem ocorre naturalmente no ambiente através da degradação de matéria orgânica. Porém o homem, para atender as suas necessidades, vem desenvolvendo técnicas para aceleração do processo. A compostagem é um bioprocessamento aeróbio pelo qual ocorre a humificação do material orgânico, gerando um composto estável como produto final, capaz de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUSA *et al.*, 2019).

A redução do desperdício de alimentos em fazendas, além de minimizar a geração de resíduos, também representa um fator de grande relevância no desempenho financeiro da unidade. Algumas pesquisas têm destacado a importância da implementação de práticas de gerenciamento ambiental como forma de diminuir custos operacionais e, conseqüentemente, melhorar o seu desempenho financeiro e competitividade (ZOTESSO *et al.*, 2016). Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo reaproveitar os resíduos orgânicos gerados no refeitório da Fazenda Parnaíba, no processo de compostagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

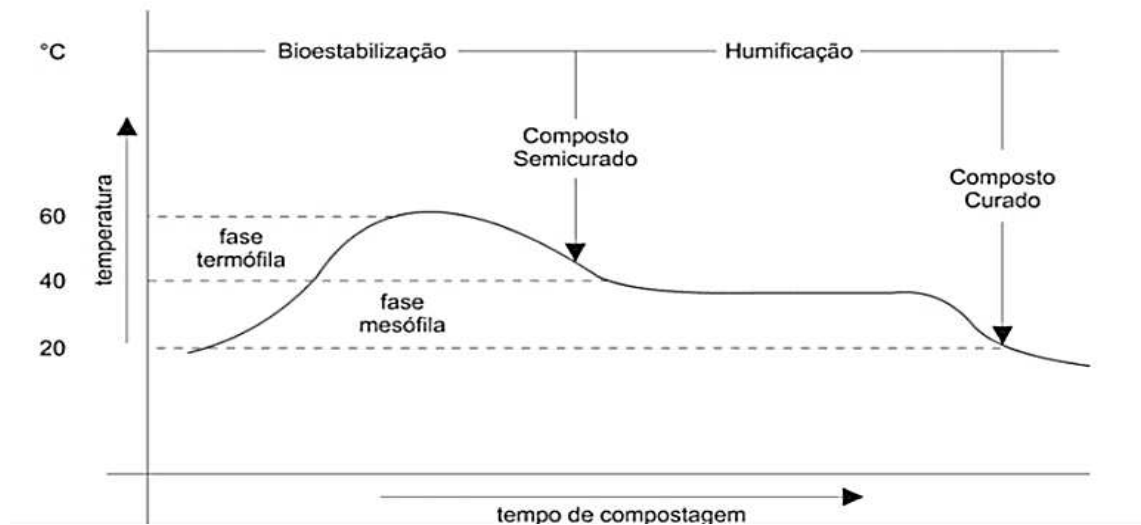
2.1 Compostagem

A Portaria nº. 15, de 23 de janeiro 1996, Art. nº 3, linha “i”, define compostagem como um “processo de reciclagem onde há degradação biológica aeróbia ou anaeróbia de resíduos orgânicos de modo a proceder à sua estabilização, produzindo uma substância húmica, utilizável em algumas circunstâncias como condicionador do solo” (BRASIL, 1996).

A compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica na presença de oxigênio, temperatura e umidade, gerando um composto/adubo orgânico (BRASIL, 2017). Dependendo da finalidade de uso da compostagem como 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.

Para Nascimento *et al.* (2019) as vantagens no processo de compostagem são: aproveitamento agrícola da matéria orgânica, enriquecimento da saúde do solo, aumento da capacidade de infiltração de água reduzindo a erosão, aumento da vida no solo, mantêm a temperatura e os níveis de acidez do solo, além de ser um processo ambientalmente seguro e econômico no tratamento de efluentes. Logo, a compostagem pode ser produzida pelo método aeróbico, em que estão presentes microrganismos que necessitam do ar atmosférico para sobreviver, classificando-se por quatro fases: bioestabilização (criófila, mesófila e termófila) e humificação (maturação) (Figura 1).

Figura 1. Demonstrativo das fases da compostagem.



Fonte: D'almeida & Vilhena (2000).

No processo da compostagem a fase de degradação rápida também conhecida como a fase da bioestabilização, apresenta a atividade dos microrganismos mais intensa e a transformação da matéria orgânica ocorre rapidamente. Contudo, há um grande consumo de Oxigênio (O_2) pelos microrganismos e elevação da temperatura, além de visíveis mudanças na mistura da compostagem, visto que a mesma se apresenta mais escura e com um odor menos agressivo. Apesar desses sinais de transformação o composto ainda não estar preparado para utilização, uma vez que estará pronto após a seguinte fase, denominada maturação. Nesta fase, a atividade biológica diminui, assim como a necessidade de aeração. O processo de maturação ocorre em temperatura ambiente e se caracteriza predominantemente por transformações químicas, como a polimerização das partículas orgânicas estáveis no processo denominado humificação (SOARES; SILVA, 2021).

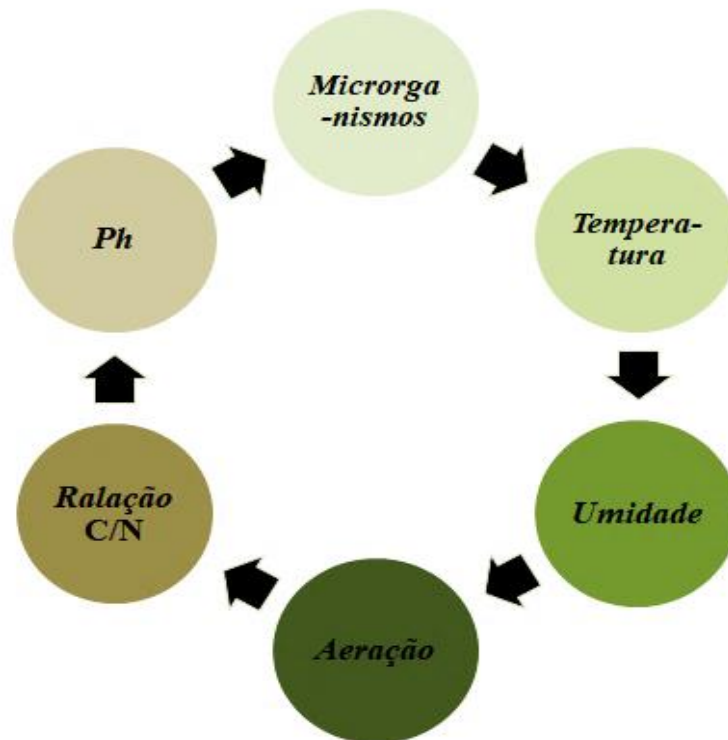
A técnica de compostagem pode ser produzida também pelo método anaeróbico, sem a presença do ar atmosférico, na qual a sua temperatura fica somente na fase mesófila, sendo que os microrganismos não necessitam de oxigênio e usualmente esse processo é feito em compostagem de lodos de esgoto em biodigestores (BRITO, 2018).

Para Oliveira (2019) há quatro classificações que determina o processo de formação da compostagem, a primeira esta relacionada com a temperatura da composta, podendo ser criofíla quando a temperatura atinge uma média inferior próxima à do ambiente, mesofíla com temperatura entre 35 e 45 °C e termofíla quando atinge temperatura superior á 55 até 70 °C; a segunda classificação é relacionada à biologia, podendo ser pelo método aeróbico onde há fermentação com presença de oxigênio, anaeróbico quando há fermentação na ausência de

oxigênio e misto quando há uma fermentação aeróbia e uma redução de oxigênio desenvolvendo-se assim o processo anaeróbio. A terceira é referente ao ambiente, sendo produzida em céu aberto ou em ambientes fechados como estufas, digestores, células de fermentação e bioestabilizadores; a quarta classificação diz a respeito ao método de processamento estático onde não há necessidade de revolvimento da composta e processamento dinâmico com revolvimentos contínuos.

Neste contexto, Ferreira (2017) destaca alguns fatores que influenciam na compostagem e precisam ser acompanhados ao decorrer de todo processo (Figura 2):

Figura 2. Fatores que influenciam na compostagem.



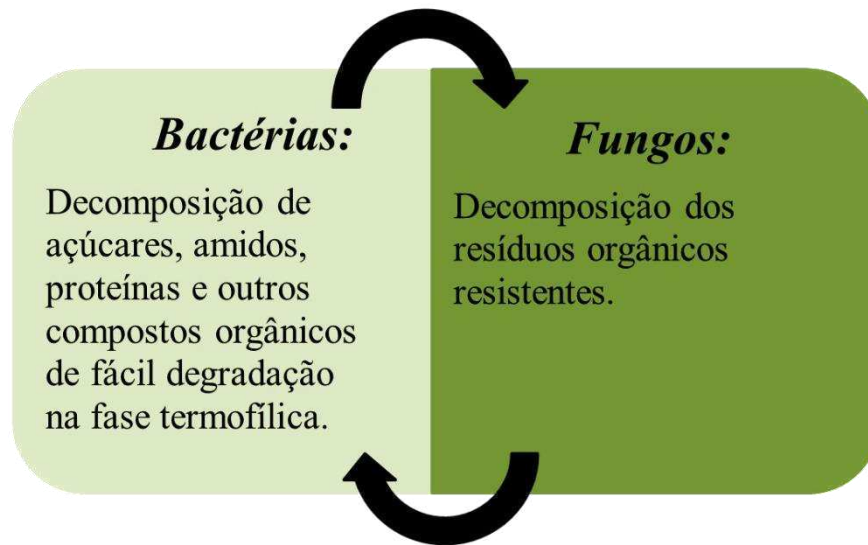
Fonte: Moraes, K. S. (2022).

- **Microrganismos:**

Browne (1993) foi o primeiro a realizar estudos sobre o auto aquecimento das compostas, que resultou devido á atividade biológica encontrada nos meios de inoculação. A partir de novas pesquisas com uso de DNA e RNA, os resultados mostraram a presença de muitas espécies desconhecidas que podem ser encontradas durante o processo de compostagem. As bactérias e fungos são os principais grupos de microrganismos que participam da compostagem (BIDONE; POVINELLI, 1999).

As bactérias atuam em sua maioria na fase termófila, podem ser aeróbicas ou anaeróbicas, decompõem a matéria orgânica seja ela animal ou vegetal, aumentam a disponibilidade de nutrientes, agregam mais partículas no solo e fixam nitrogênio; os fungos são microrganismos filamentosos, heterotróficos e ocorrem em sua maior parte na ausência de bactérias, são responsáveis pela formação do húmus e, fixação do nitrogênio (PAULA, 2014) (Figura 3).

Figura 3. Demonstrativo das funções desempenhadas pelos microrganismos na compostagem.



Fonte: Moraes, K. S. (2022).

- **Temperatura:**

A temperatura influencia tanto na natureza específica da população dos microrganismos como no tempo de decomposição da matéria orgânica, é um indicador para analisar se o processo está ocorrendo e em que fase se encontra. Dessa forma, a temperatura reflete a eficiência do processo, por ser um indicativo do equilíbrio biológico e de fácil monitoramento (VILELA, 2019).

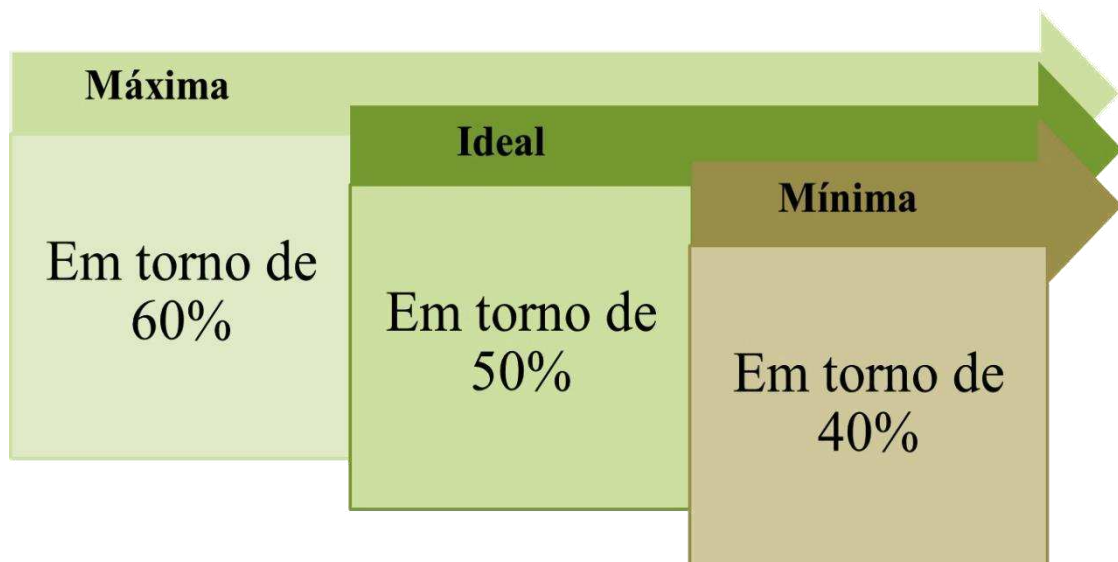
A fase inicial caracteriza-se pelo aumento do processo de decomposição da matéria orgânica devido ao aumento do número de microrganismos mesófilos, a temperatura é elevada pela geração de calor da reação de fermentação. A fase termófila se caracteriza por apresentar as temperaturas mais altas do processo, nesta etapa os microrganismos em sua maioria bactérias se sobressaem na decomposição acelerando o processo, gerando vapor d'água e calor e, com um maior consumo de oxigênio. Além disso, ocorre simultaneamente a eliminação de microrganismos patogênicos do material, devido às altas temperaturas. A temperatura diminui em relação à fase anterior, contudo mantém-se igual à temperatura ambiente. Nesta etapa as substâncias orgânicas mais resistentes são degradadas, ocorre perda

de umidade e redução da atividade microbiana onde predominam fungos e actinomicetos. Por fim há redução da atividade dos microrganismos e a decomposição continua a ocorrer, porém em taxas mais baixas (SOUZA, 2015).

- **Umidade:**

A decomposição da matéria orgânica também depende da umidade para promover a atividade microbiológica. A faixa ideal de umidade é de 50 a 55%. 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 e tornando o ambiente anaeróbico, abaixo de 40% o processo torna-se lento (PROSAB, 1999) (Figura 4).

Figura 4. Umidades recomendadas no processo de compostagem.



Fonte: Moraes, K. S. (2022).

Desta forma assim como a temperatura, a umidade também é decisiva no processo de compostagem porque a água é o meio de transporte de nutrientes dissolvidos que são obrigatórios para as atividades metabólicas e fisiológicas dos organismos decompositores (HAMELERS, 2004). Manter a umidade na compostagem é um processo complexo, pois a temperatura da leira, aeração e o revolvimento da pilha podem ocasionar perda de água por evaporação.

Em contrapartida a formação de água proveniente da decomposição da matéria orgânica pode gerar aumento no teor de água. Contudo, o monitoramento do teor de água para que a compostagem se desenvolva com eficiência deve ser realizado (KIHIL, 1998 apud PEREIRA, 2017; CORDEIRO, 2010).

- **Aeração:**

A qualidade do processo de decomposição é influenciada diretamente pela aeração da pilha na compostagem, visto que a aeração é basicamente um processo de circulação de ar na pilha. Geralmente é feita através de revolvimento do material ou por meio de injeção mecânica. A aeração contribui para a retirada do excesso de calor, de gases, vapor de água e controle de odores (VILELA, 2019).

A estruturação da massa de compostagem é indispensável para uma melhor eficiência do processo, pois os microrganismos aeróbicos necessitam de oxigênio para estabelecerem seu metabolismo. Com abundância de ar a decomposição se torna mais rápida e, quando controlada evita que exceda a temperatura ideal, umidade, e que o composto produza mau cheiro. Quando a compostagem é desenvolvida em sistema de pilhas o composto, pode ser arejado por revolvimentos mecânicos ou manuais fazendo com que as camadas se misturem conforme o processo selecionado; outro método de fornecimento de oxigênio pode ser realizado por insuflação de ar (KIEHL, 1985). Na Figura 5 é possível observar a importância de uma aeração eficiente para compostagem.

Figura 5. Importância da aeração adequada no processo de compostagem.



Fonte: Kiehl (1985) - Adaptado por Moraes, K. S. (2022).

- **Relação C/N:**

Na relação C/N (carbono/nitrogênio) o equilíbrio é indispensável por criar condições para fixar os nutrientes, ou seja, quanto mais diversificados forem os nutrientes disponíveis, mais eficiente será a decomposição da matéria orgânica. O carbono (C) funciona como fonte

de energia e o nitrogênio (N) o crescimento celular pela síntese de proteínas. O ajuste dessa relação 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).

O acompanhamento da relação C/N durante a compostagem é de suma importância para conhecer o andamento do processo, informando quando o composto atingiu as fases e/ou se já está estabilizado. A diminuição da relação ocorre ao longo do processo, pois as perdas de C são superiores as de N (KIEHL, 2004 apud ENGEMA, 2018).

As relações C/N que podem ocorrer no processo de acordo com Kiehl (2004):

I-Relação C/N abaixo de 10:1: pode haver perda de N por volatilização na forma de NH_3 e formação de odor.

II-Relação C/N entre 25:1 a 30:1: considerada ideal para o processo da compostagem.

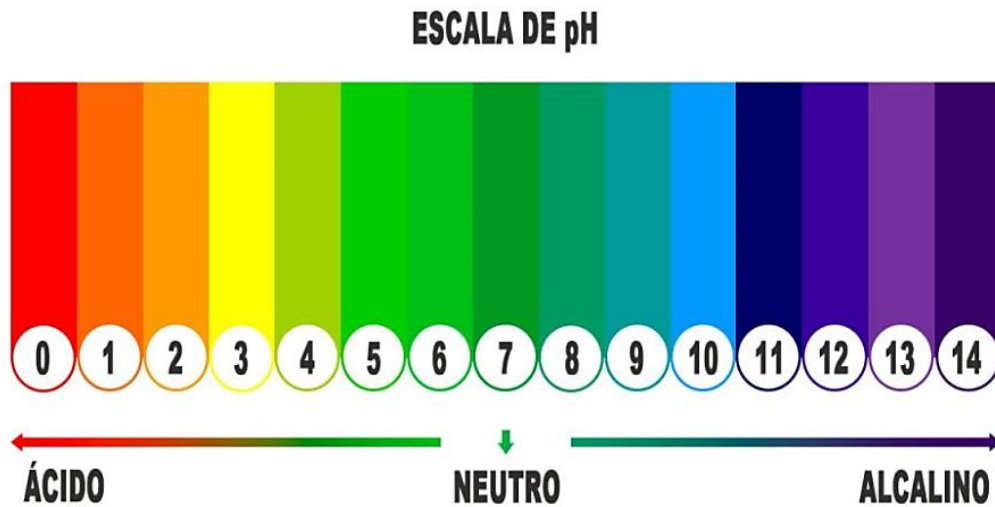
III-Relação C/N entre 30:1 a 50:1: permite uma decomposição mais acelerada.

IV-Relação C/N acima de 50:1: deficiência de N, tempo de maturação mais prolongado.

- **pH:**

O pH é um fator determinante para indicar a bioestabilização do composto durante o processo. No início do processo de compostagem o ambiente fica ácido com valores até cinco devido à decomposição, à medida que os fungos e as bactérias digerem a matéria orgânica ocorre à liberação de ácidos que serão decompostos até serem completamente oxidados. Posteriormente o pH aumenta gradativamente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando o valor ideal. O pH deve estar próximo ao neutro, considerando uma faixa de pH entre 5,5 e 8, suficiente para que ocorra uma degradação satisfatória (KIEHL, 1998 apud PEREIRA, 2017) (Figura 6).

Figura 6. Escala de pH.



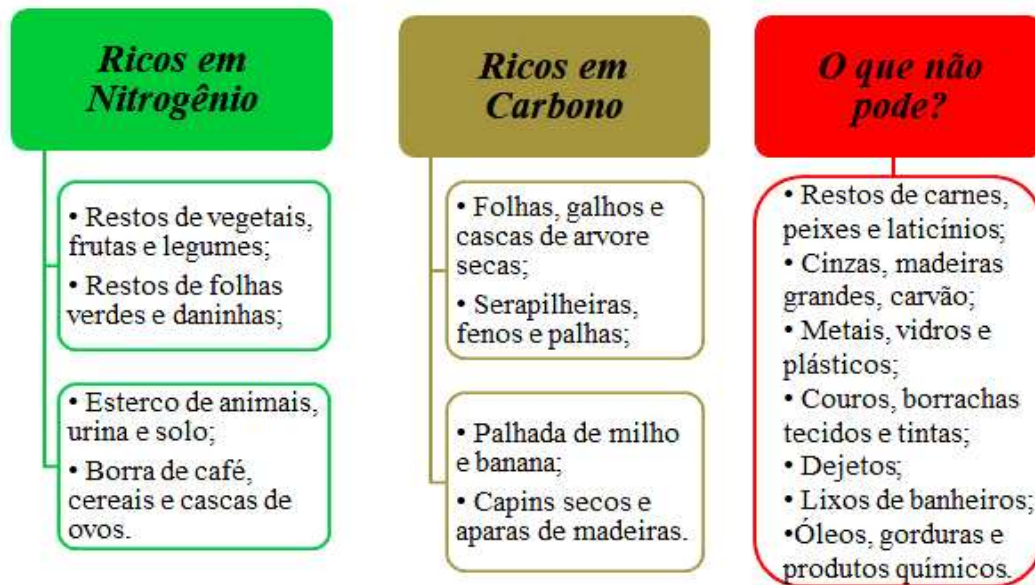
Fonte: Canal meteorologia (2019).

Os níveis baixos e altos de pH podem inibir a atividade microbiana, impossibilitando ou dificultando a decomposição (ANDREOLI *et al.*, 2002). É necessário acompanhar o pH do composto, pois valores inferiores aos descritos durante o processo de compostagem podem ser indício de falta de maturação, ocasionada pela reduzida duração do processo (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

- **Matéria-prima orgânica:**

No processo de compostagem podem ser utilizados os resíduos sólidos gerados nas residências, restaurantes, hospitais, fazendas e escolas como matéria-prima, em virtude da quantidade de matéria orgânica existente nesses resíduos. Entretanto, devem ser selecionados de modo a evitar problemas indesejáveis como, por exemplo, odor desagradável. Além disso, a escolha inadequada pode fazer com que a compostagem atraia pragas e doenças que consequentemente influenciam no produto final (SILVA, 1999 apud OLIVEIRA, 2019) (Figura 7).

Figura 7. Tipos de matérias-primas recomendadas e aquelas que devem ser evitadas para realização da compostagem.



Fonte: Custódio *et al.* (2011) - Adaptado por Moraes, K. S. (2022).

2.2 Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos são todos os restos de materiais sólidos gerados pelas atividades humanas que não apresentam utilidades como as embalagens e as cascas de vegetais. Esses tipos de resíduos podem ser reaproveitados para fabricação de novos produtos ou realização de outras atividades, evitando o desperdício e acúmulo nos aterros sanitários. Os resíduos sólidos também se diferem quanto à origem do material a ser descartado. Os resíduos de origem biológica denominam-se resíduos orgânicos enquanto os resíduos feitos com material artificial, ou seja, produzido pelo homem denominam-se inorgânicos (Quadro 1); cada tipo de resíduo apresenta distintas formas de descarte e aproveitamento (SEGeT, 2016).

Quadro 1. Diferenças entre resíduos orgânico e inorgânico.

	O que é?	Como é descartado?	Como é aproveitado?
Resíduo orgânico	Material de origem biológica, como restos de alimentos e bebidas, plantas e animais mortos.	Normalmente, em sacos plásticos. É encaminhado ao serviço de coleta ou à compostagem.	Pode virar adubo ou ser usado em usinas termoelétricas para produção de energia com base no gás que emite.

Resíduo inorgânico	Papéis secos, plásticos, vidros, metais ferrosos e não ferrosos.	Separado do orgânico. O resíduo contendo restos de alimentos ou outras substâncias deve ser lavado, o que minimiza a proliferação de animais, como ratos e baratas.	Após a triagem, segue para os fabricantes de matérias-primas.
---------------------------	--	---	---

Fonte: Revista escola (2021).

A gestão de resíduos sólidos tornou-se uma preocupação em diversos países devido ao rápido crescimento da população mundial e os altos custos associados ao seu gerenciamento após uso (NIGUSSIE *et al.*, 2016).

Tendo em vista os problemas ambientais devido à disposição inadequada de resíduos como a contaminação dos lençóis freáticos pelo lixiviado gerado no resíduo, atração de vetores e transmissão de doenças, poluição atmosférica e visual, entre outros, em 2010 foi implantado a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 onde “dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis”. Nesta lei, o primeiro objetivo é proteger a saúde pública e o meio ambiente bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeito (BRASIL, 2010).

2.3 Resíduos sólidos orgânicos gerados no Brasil e no Maranhão

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicam que a população brasileira vem crescendo nos últimos anos, no ano de 2010 a população seria de 194.890.682 habitantes e a projeção para o ano de 2060 será de 228.286.347 habitantes; esse crescimento populacional gera aumento na demanda e na produção de alimentos, e deste modo aumentando o descarte de resíduos na produção e no pós-consumo (IBGE, 2019). Pensando no pós-consumo, de acordo com a Associação Brasileira Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais são gerados cerca de 214.868 tonelada/dia de resíduos, sendo que desse total somente 196.050 toneladas/dia são de fato coletadas (ABRELPE, 2019).

O Brasil produz quase 37 milhões de toneladas de lixo orgânico. Esse resíduo tem potencial econômico para virar adubo, gás combustível e energia. No entanto, apenas 1% do que é descartado é reaproveitado, caso contrario o lixo orgânico que não é tratado vai parar nos aterros sanitários, o problema é que a decomposição desse material gera gás metano, nocivo à atmosfera o que equivale por ano, a mesma quantidade de gases de efeito estufa

produzida por 7 milhões de carros (CNB, 2019). O Diagnóstico do Manejo de Resíduos compilado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades revelou que, das 77.997.025 toneladas de resíduos que chegaram a alguma unidade de processamento (aterros sanitários, aterros controlados, lixões, unidades de triagem etc.) apenas 0,3% são direcionados às unidades de compostagem existentes no país (BRASIL, 2015).

O Ministério do Meio Ambiente (2019) reporta que no Brasil, 60% da composição dos resíduos sólidos são de origem orgânica, tal resultado é típico para países com grande produção agrícola e desperdício de alimentos, sendo a compostagem uma ferramenta de educação ambiental simplificada e sem custos elevados para o tratamento sanitariamente adequado.

O Plano de desenvolvimento de resíduos sólidos no Maranhão, o estado gera mais de 5.733 toneladas por dia de resíduos, correspondendo em média 2.092.554 toneladas por ano e 2,9% dos resíduos gerados no Brasil. Uma alternativa para reverter à situação é a produção de compostagem em todos os segmentos (restaurantes, escolas, fazendas agrícolas de produção, casas etc...) para um melhor desempenho e diminuição desses resíduos orgânicos que afetam negativamente no ambiente (PEGRS, 2012).

2.4 Compostagem como alternativa de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos

Diante da enorme geração de resíduos sólidos orgânicos, um dos grandes desafios para o ser humano é destinar corretamente esse tipo de resíduo, uma solução 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, 2017). Há vários projetos e estudos no Brasil sendo realizados que ilustram a 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 (MARCHI; GONÇALVES, 2020).

No trabalho de Diniz *et al.* (2009) que realizou compostagem de resíduos vegetais na propriedade da Fazenda Tamanduá - PB produtora da cultura da manga, comparou podas de mangueiras (*Mangifera indica* L.), de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.) e algaroba (*Prosopis juliflora* Sw.) em relação ao teor de macro e micronutrientes dos compostos, onde obteve resultados positivos no processo de compostagem adotando essa prática. Já a Fazenda Decisão - MG, desde 2015 faz a gestão dos resíduos orgânicos (dejetos de animais) realizada

com o auxílio de uma empresa especializada nesse tipo de serviço ao qual a empresa recolhe todo o resíduo da propriedade e o que antes iria para o lixo retorna em dinheiro para a fazenda e, como incentivo ao descarte correto destina o dinheiro aos colaboradores (PLANETA CAMPO, 2022).

A compostagem da fração orgânica tem despontado como uma solução eficiente e de baixo custo. Estudos têm sido realizados buscando o aperfeiçoamento da técnica. O intuito é torná-la cada vez mais difundida e acessível para que possam aplicá-la. A adoção da tecnologia proporciona redução nos gastos, minimização de problemas ambientais e fomento à agricultura, através da produção do composto orgânico (SOUZA; MAHLER; INÁCIO, 2016).

Essa técnica é uma opção a ser considerada na gestão de resíduos sólidos orgânicos gerados em ambientes que geram uma grande proporção alimentar. Além de reduzir os volumes que seriam direcionados para lixões também promove a redução de emissão de metano e óxidos nitrosos, além da amônia, dependendo do modelo a ser adotado (GUIDONI, 2018). Pode ser considerada como uma adequada ferramenta de educação social/ambiental, pois fortalece a consciência ambiental e responsabilidade social da população em relação aos resíduos (VICH *et al.*, 2017).

A prática da compostagem serve como ferramenta de educação ambiental e sensibilização para a problemática dos resíduos orgânicos nas localidades, por isso o intuito é torná-la cada vez mais difundida e acessível para que possam aplicá-la no dia a dia, com planejamento adequado. Vale ressaltar que a compostagem é uma forma viável para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos gerados pelos locais. Porém, somente a implantação de um sistema de compostagem não resolve de imediato os problemas dos resíduos gerados, é necessária a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (MARCHI; GONÇALVES, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 Unidade demonstrativa

O projeto foi conduzido na Fazenda Parnaíba pertencente ao Grupo SLC Agrícola S/A com aproximadamente 38.000 mil hectares. A Fazenda Paraíba tem sede na Serra do Penitente, em Tasso Fragoso - MA, com coordenadas 08°30'54,837"S e 46°04'37,646"W (Figura 8). Denominada área de grande importância agrícola no Sul do Maranhão, reunindo os quatro maiores produtores agrícolas do estado, atualmente produz milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), soja (*Glycine max* L.), algodão

(*Gossypium hirsutum* L.), e há pouco tempo iniciou o ILPF (Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta), é responsável por realizar assim como outros grupos, agricultura convencional com o uso intensivo de maquinários modernos e insumos agrícolas (fertilizantes e defensivos químicos) nessa localidade. Atualmente a Fazenda conta com uma média de 400 colaboradores que realizam as três refeições diárias no refeitório.

Figura 8. Mapa da localização geográfica do município de Tasso Fragoso - MA (2022).



Fonte: Google imagens, 2022.

O projeto teve duração de 212 dias (Janeiro a Julho/2022) abrangendo a horta da Fazenda Parnaíba localizada na proximidade do refeitório, mantendo o composto protegido de terceiros, animais/pragas, chuvas e da radiação direta do sol; com acesso a ventilação natural e temperatura superior á ambiente.

Com área de 273 m², a estufa possui 16 canteiros e irrigação por microaspersão (Figura 9). A horta agrícola (assim denominada) produz hortaliças orgânicas como: cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.), salsa (*Petroselinum crispum* Mill.), alface (*Lactuca sativa* L.), rúcula (*Eruca sativa* L.), tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.), vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) e, medicinais. Essas hortaliças são produzidas e ofertadas para o refeitório diariamente de acordo com a demanda.

Figura 9. Setor da horta agrícola pertencente à Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

3.2 Coleta dos resíduos orgânicos

Para as coletas foi utilizado os resíduos orgânicos gerados no refeitório da Fazenda Parnaíba que foram obtidos por meio de uma prévia seleção dos alimentos que estavam impróprios para o preparo das refeições, descarte após o preparo e, os restos alimentares das refeições dos funcionários.

Os alimentos desperdiçados provenientes do refeitório possuem uma média de 400 kg semanais. Os resíduos orgânicos gerados pela fazenda são restos de arroz, feijão, carnes, ossos, vegetais, frutas, borras de café e cascas de ovos que são direcionados para a lixeira (cor marrom) específica. Vale ressaltar que um dos objetivos da Fazenda é a redução do desperdício através de coletas seletivas (Figura 10), pois é estimado que até o alimento ser preparado 40% do total são desperdiçados. O refeitório desperdiça 60 kg/dia de restos alimentares onde 36 kg/dia foram reutilizados para servir como matéria-prima na formação das compostas. Os resíduos orgânicos utilizados foram os restos de vegetais, frutas, borras de café e cascas de ovos.

Figura 10. Lixeiras para coleta seletiva implantadas na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

As coletas aconteceram semanalmente e os resíduos orgânicos foram direcionados para as proximidades do local de realização em sacos plásticos na cor preta e posteriormente separados com utilização de luvas para proteção (Figura 11A). No momento da separação foi averiguada a qualidade dos resíduos e, constatou-se a existência de frutas cítricas (cascas e podres) que foram descartadas, assim como outros produtos (carnes, ossos, plásticos, vidros e metais) que poderiam estar presentes e interferir no processo de compostagem (Figura 11B).

Figura 11. Resíduos orgânicos em sacos pretos (A) e processo de separação dos resíduos orgânicos para compostagem na Fazenda Parnaíba (B), município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

3.3 Coleta dos meios de fermentação

Os meios de fermentação são os materiais denominados inoculantes por serem responsáveis pela fermentação e multiplicação dos microrganismos por toda a pilha da composta e são considerados fontes de matérias-primas necessárias para a técnica de compostagem assim como os resíduos orgânicos.

Atualmente a fazenda conta com 2.000 cabeças de gados de diversas raças implantados no sistema ILPF e raças de caprinos para consumo próprio. Para a composta utilizou-se esterco de ambas as espécies que foram coletados em campo com a utilização de um carrinho de mão e uma pá e, direcionados para as proximidades da horta agrícola ao mesmo dia da produção para evitar contaminação (Figura 12).

Figura 12. Meios de fermentação utilizados no processo de compostagem: esterco bovino (A) e esterco caprino (B), Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

Para cada composta foi realizada a intercalação dos meios de fermentação como consta a Tabela 1.

Tabela 1. Meios de fermentação utilizados nas compostas, Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).

Nº Composta	Inoculantes
1	Bovino
2	Caprino
3	Caprino + Bovino
4	Caprino
5	Bovino
6	Bovino

Foto: Moraes, K. S. (2022).

Para o composto fornecedor de fibra e conseqüentemente carbono foi utilizado restos de galhos e folhas secas encontrados na mata adjacente a horta, esses restos foram escolhidos para implantação da base da composta e revestimento ao final da montagem (Figura 13). Deu-

se preferência para materiais pequenos ou houve redução do tamanho de galhos antes da formação da composta para facilitar na cobertura, eficiência e manejo.

Figura 13. Matéria seca utilizada na elaboração da compostagem na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

3.4 Montagem da composta

A escolha das compostas foi em pilha e produzidas no próprio canteiro onde ao final da maturação iriam ser implantadas culturas para seus cultivos. Foram seis canteiros escolhidos para realização dessa técnica que estavam fora de uso, o que ocasionou essa tomada de decisão principalmente relacionada à eficiência final das compostas quanto ao ataque de pragas e doenças, já que a estufa consiste em um ambiente protegido que impede a proliferação desses patógenos por toda a horta e conseqüentemente nas compostas.

A montagem consistiu-se na relação C/N, onde foram dispostas camadas para formação da composta envolvendo alta e baixa relação (C/N), ou seja, utilizando materiais como fonte de carbono e nitrogênio intercalados nas camadas e o meio de fermentação (Figura 14).

Figura 14. Relação C/N para preparo da compostagem na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).

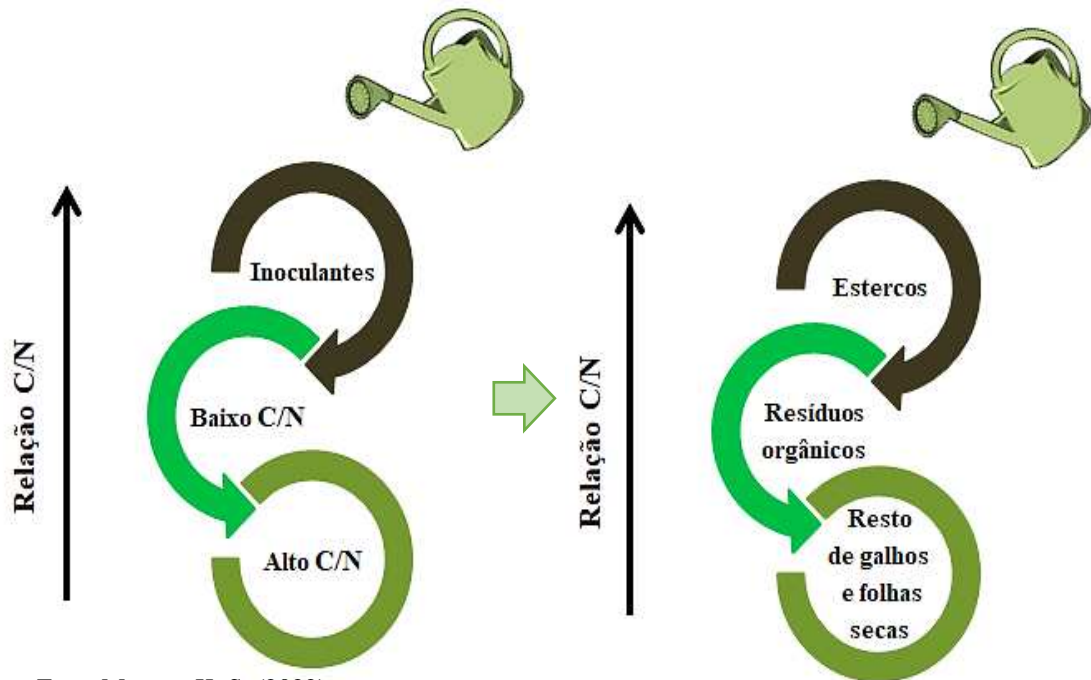


Foto: Moraes, K. S. (2022).

Para formação da leira a área demarcada dispõe-se uma camada de restos de galhos e folhas secas ricas em fibras e carbono que serviram como suporte sobre a qual foi disposta uma camada de resíduos orgânicos ricos em nitrogênio e com baixa relação C/N, pois, quanto mais variados forem os restos menor será a tendência à compactação, o qual é mais intenso quando se emprega um só tipo de restos.

À medida que se completou a formação de cada camada foi realizada a rega. Completada a formação da primeira camada de restos vegetais (frutas, verduras e legumes), dispõe-se sobre esta o meio de fermentação a base de esterco bovino e caprino que são ricos de microrganismos e ajudam na decomposição dos materiais. A compostagem foi pelo método estático, sem necessidade de revolvimento (Figura 15).

Figura 15. Montagem da composta na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

Após formação das compostas, as mesmas foram acompanhadas periodicamente a cada 15 dias no período matutino observando as seguintes características: coloração, umidade, odor, presença de fungos e chorume.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do projeto foi de extrema importância, pois demonstrou a todos os colaboradores do refeitório a necessidade de obter destinações adequadas para os tipos de resíduos orgânicos. Durante a condução deste projeto foi observado uma grande quantidade de resíduos orgânicos gerados no refeitório da Fazenda Parnaíba, essa quantidade elevada explica-se pelo fato do refeitório preparar refeições, o que gera um grande desperdício de resíduos orgânicos provenientes do pré-preparo dos alimentos e, principalmente pelos colaboradores.

No projeto foi observado em uma análise quantitativa (%) que os resíduos orgânicos da Fazenda são constituídos por variadas frutas, hortaliças e cascas de ovos, sem grandes quantidades de resíduos cítricos, ausência de alimentos cozidos ou com sal, que poderiam

influenciar no projeto; as frutas, verduras e vegetais foram encontrados em ordem decrescente em quantidade: > cascas e folhas > alimentos podres > sobras alimentares dos colaboradores.

A maior quantidade de resíduos sólidos desperdiçados no refeitório da Fazenda Parnaíba são orgânicos, a Figura 16 mostra o percentual dos resíduos mais encontrados em cada coleta para formação das compostas, os restos das cascas de mandioca lideram com 30% total dessa quantidade por ser usada principalmente na produção de pães e bolos para o café da manhã considerada a substituta do trigo. Já as folhas do repolho resultaram em 20% da quantidade por ser utilizada diariamente para produção de variadas saladas, assim como as folhas de alface, restos de melancia e melão que atingiram 7% da quantidade total sendo ofertados no almoço assim como as cascas de ovos que resultaram em 5%.

Figura 16. Percentual dos resíduos orgânicos utilizados na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).

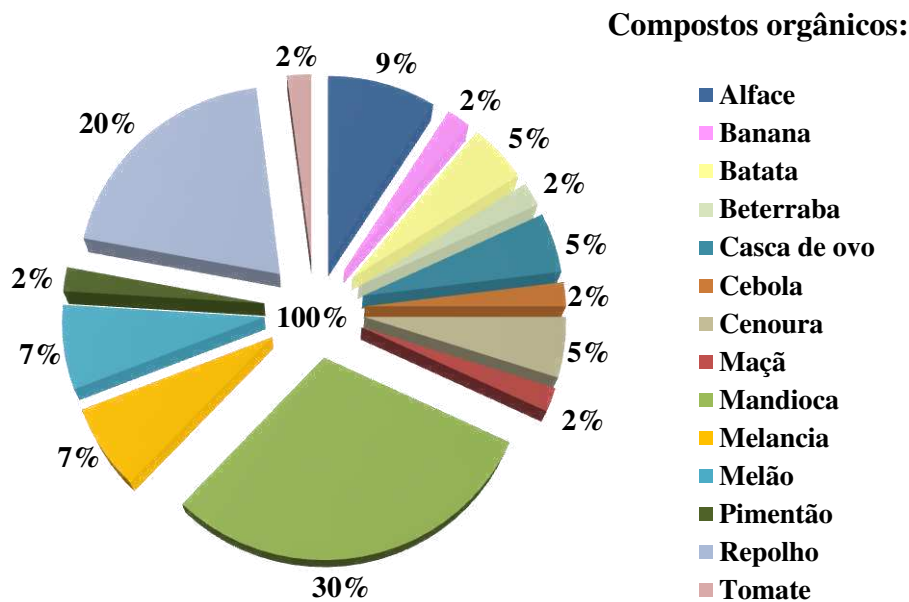


Foto: Moraes, K. S. (2022).

No trabalho de Faria (2014) realizado no restaurante universitário Dom Gourmet, a maior parte de resíduos sólidos gerados no estabelecimento também é composto de matéria orgânica (65%), valor acima da média brasileira que segundo a estimativa do Plano Nacional de Resíduos Sólidos correspondem a 51,4 % no Brasil.

No processo de formação da técnica compostagem, a finalização das compostas foi em um intervalo inferior ao considerado pela literatura entre 90 a 120 dias (PROENÇA; LANA, 2021), isso pode ser devido à temperatura da estufa ser superior à ambiente o que

ocasionou uma maior atividade dos microrganismos. A tabela 2 demonstra os resultados obtidos em dias da produção e finalização das compostas.

Tabela 2. Dias de produção das compostas, Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).

N° Composta	Inoculantes	Início	Fim	Dias
1	Bovino	19/01/2022	05/03/2022	45
2	Caprino	03/02/2022	19/03/2022	44
3	Caprino + Bovino	07/03/2022	19/04/2022	43
4	Caprino	12/03/2022	25/04/2022	44
5	Bovino	19/03/2022	01/05/2022	43
6	Bovino	07/04/2022	22/05/2022	45

Fonte: Moraes, K. S. (2022).

A maturação das compostas foi alcançada em média \pm 44 dias, comparando os dados do presente trabalho com os de Souza (2015) que balanceou 60% de resíduos de restaurante com 40% de resíduos de poda e obteve uma composta finalizada aos 60 dias, o tempo de maturação foi inferior.

Através do projeto foi possível perceber que houve uma redução no tempo das compostagens quando comparado ao tempo que a literatura estipula. Entretanto, devido ao alto teor de umidade e a condição de temperatura, infere-se que a produção de compostagem em ambiente protegido reduziu o tempo das compostas. Quando a técnica de compostagem se processa em meio não protegido, a velocidade do processo é reduzida, contrabalanceando a ação dos microrganismos.

O composto orgânico formado possuiu uma coloração escura (Figura 17) com cheiro de terra e estrutura solta, que foi observada ao apertar com a mão uma pequena quantidade, onde formava-se uma massa solta.

Figura 17. Textura e coloração da composta finalizada na Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

Durante todo o processo das compostagens buscou-se um equilíbrio água/oxigênio, mantendo as leiras com um teor de umidade na ordem de 50%, uma vez que o considerado ideal pela literatura é entre 40% e 60% (KIEHL, 2004). É importante frisar que a irrigação pelos microaspersores ocorreu todas as vezes que as leiras apresentavam uma textura “seca” o que poderia interferir na atividade dos microrganismos, já que a temperatura na estufa é superior á ambiente e também há perdas por lixiviação da água.

No presente trabalho não houve formação do chorume durante a decomposição da matéria orgânica devido aeração feita através de furos sobre as compostas para prevenção da formação desse liquido e conseqüentemente aumento da velocidade de oxidação da matéria orgânica. Além disso, não houve contaminação com fungos em nenhuma das fases de produção das compostas.

É importante destacar que algumas sementes de melão germinaram após o período de maturação da composta um e quatro (Figura 18), comprovando que as propriedades químicas e físicas do produto final estavam apropriadas já que essa cultura se desenvolve em um pH 6,4 a 7,2.

Figura 18. Germinação de sementes de melão na composta, Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

Ao final da fase de maturação das compostas foi possível realizar o plantio de culturas de acordo com a Tabela 3 que fossem compatíveis com o tempo da realização do projeto, destacando a composta seis com o plantio da salsa que a pedidos da nutricionista foi introduzida, porém, não foi acompanhado todo seu desenvolvimento por seu ciclo de produção ultrapassar os dias de condução do projeto, mas que posteriormente será usada no refeitório para tempero nos alimentos, além de utilizar um insumo sustentável que contribuirá para uma alimentação mais saudável.

Tabela 3. Culturas utilizadas para plantio, Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).

N° Composta	Cultura	Ciclo da Cultura (dias)
1	Alface Roxa	30
2	Rúcula	40
3	Alface Americana	30
4	Alface Roxa	30
5	Cebolinha	21
6	Salsa	60

Fonte: Moraes, K. S. (2022).

Como supracitado as compostas foram produzidas no canteiro onde as culturas seriam implantadas, contudo, como demonstrado na Tabela 3 seguiu-se com o plantio em bandejas contendo substrato, após \pm dez dias as mudas foram direcionadas para o canteiro, a partir daí estariam aptas para seu desenvolvimento pleno. A Figura 19 mostra as etapas de instalação da alface roxa para posterior colheita e direcionamento para o refeitório.

Figura 19. Etapas da instalação da alface roxa na horta da Fazenda Parnaíba, município de Tasso Fragoso-MA (2022).



Foto: Moraes, K. S. (2022).

A técnica de compostagem na fazenda tornou-se uma solução para destinação dos resíduos orgânicos que antes eram transportados e descartados para o lixão, possibilitou tratar os resíduos utilizando técnicas e equipamentos simples para gerar o composto. Este composto poderá então, fertilizar o solo das plantações para produção de alimentos que serão utilizados no refeitório, reiniciando o ciclo conforme Figura 20.

Pinto (2020) realizou estudos sobre a vulnerabilidade ambiental para implantação de um pátio de compostagem na Fazenda Papuda - DF, através do geoprocessamento e análise hierárquica a qualidade ambiental da área de estudo e constatou que para implantação do projeto, foi necessário um estudo mais aprofundado contendo as informações de custos e investimentos necessários, assim como a criação de uma logística de coleta e transporte do material, já que a fazenda produziria a compostagem para dois hectares e seu uso para destino agrícola.

Pode-se concluir que a compostagem é uma forma viável para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos gerados pela fazenda, essa ideia trouxe ao refeitório uma visão maior de um espaço social sustentável. Com base nos resultados do projeto, constatou-se uma significativa geração de resíduos orgânicos, porém, é necessário a elaboração de um plano de gerenciamento bem como um local adequado para implementação dessa técnica.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE - Associação Brasileira Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Brasil produz mais lixo, mas não avança em coleta seletiva**. 2019. Disponível em: <<http://abrelpes.org.br/brasil-produz-mais-lixo-mas-nao-avanca-em-coleta-seletiva>>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- ANDREOLI, C.V et al. Avaliação do processo compostagem utilizando podas verdes e resíduos do saneamento. In FERTIBIO, 5p., 2002. **Anais**. Rio de Janeiro, 2002.
- BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999. 120p.
- BORGES, M. P. **Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário**. Engenharia Sanitária e Ambiental [online]. v. 24, n. 4, p.843-848, 2019.
- BRASIL. **Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental Diário Oficial da União, Brasília, DF**. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- BRASIL. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei 12.305 de 02 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**. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- BRASIL. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos – 2015. Brasil: Ministério das Cidades**. 2015. Disponível em: <<http://www.tsnis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: 17 dez. 2021.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Brasília - DF, 2017. 68p.
- BRITO, M. J. C. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial e utilização do composto como substrato**. 2018. 124f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Química) - Universidade Tiradentes, Aracaju - SE, 2018.
- BROWNE, C. A. The spontaneous haeting and ignition of hay and other agricultural products, **Science**, v. 77, p. 223-229, jul.1993.

CESAR, Julio. **Medição de pH**. Canal Meteorologia, 2019. Disponível em: <https://canalmeteorologia.com.br/medicao-de-ph>. Acesso em: 16 jun. 2022.

CNB. **Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil**. ASEMAE, 2019. Disponível em: <http://www.asemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>. Acesso em: 23 nov. 2021.

CORDEIRO, N. M. **Compostagem de resíduos verdes e avaliação da qualidade dos compostos obtidos - caso de estudo da Algar S.A.** 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente - Tecnologias Ambientais) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

CUSTÓDIO, B. P.; MERSONI, C.; SCHNEIDER, C. A. **Manual Prático de Compostagem**. 2011. Disponível em: <http://www.garibaldi.rs.gov.br/upload/pagefile/manual-pratico-de-compostagem-net-final.pdf>. Acesso em 15 Jun. 2022.

D'ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 2ed, 370p.

DINIZ A. T. Utilização de resíduos vegetais para produção de compostos orgânicos na Fazenda Tamanduá - PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.1, p. 43-46, ago. 2009.

ENGEMA XX. Compostagem: fatores que a influenciam e a importância do processo em pequena escala para gestão de resíduos orgânicos nos centros urbanos. In: Engema, Tema: Gestão Ambiental, p. 10, v. 10., 2014. **Anais**. Online, 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint**. Rome: FAO, 2013.

FARIA, A. B. **Proposta de Gerenciamento de resíduos sólidos para o restaurante Dom Gourmet, com base na identificação da composição gravimétrica**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas) - Associação Educacional Dom Bosco. Resende - RJ, 2014.

FERREIRA, R. D. S. **Eficácia de um composto de resíduos de cunicultura com palha na produtividade e qualidade da alface**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Portugal, 2017.

GUIDONI, L.L.C. et al. Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo. **Revista Tecno-lógica**, v.17, n.1, p.44-51, jan./jun.2018.

HAMELERS, H. V. M. Modeling composting kinetics: A review of approaches. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, v. 3, p. 331-342, ago. 2004.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Brasília: IBGE, 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos: Relatório de Pesquisa**. Brasília: IPEA, 2012.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba - SP, 2004.173p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agronômica Ceres. Piracicaba - SP, 1985. 492p.

LANES, B; S. N. et al. A compostagem de resíduos como técnica sustentável em uma propriedade rural produtora de insumo farmacêutico. In IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2013. **Anais**. Salvador, 2013.

MARCHI, C. D. F.; GONÇALVES, I. D. O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais, REMOA**, v. 19, p.1, ed. 1, mai. 2020.

MARTINS, N. F. B.; MITTMANN, V. L.; ANDRADE, A. L. B. **Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. Caxias do Sul - RS: Educs, 2018. 419p.

MMA. MINISTÉRIO O MEIO AMBIENTE. **Compostagem**. Brasília: MMA, 2019.

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

NASCIMENTO, G. M.; MACHADO, D. D.; BARROSO, F. M. G. **Projeto no clima da Caatinga - Natureza Preservada**. Cartilha da Compostagem, 2019. 30p.

NIGUSSIE, A. et al. Vermicomposting as a technology for reducing nitrogen losses and greenhouse gas emissions from small-scale composting. **Journal of Cleaner Production, Tennessee**, v.139, p.429-439, ago. 2016.

OLIVEIRA, L. T. D. **Compostagem doméstica: uma solução para os resíduos sólidos urbanos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2019.

PAULA, S. **Implantação do processo de compostagem de resíduos do abate de aves no ceep newton freire maia do município de Pinhais-PR**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Educação Ambiental-Espaços Educadores Sustentáveis) - Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2014.

PEGRS. **Plano Estadual de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Maranhão**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão. Maranhão: PEGRS, 2012.

PEREIRA, R. F. **Efeito da aplicação de inoculantes na compostagem de resíduos urbanos**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba 2017.

PINTO, L. P. S. **Estudo de vulnerabilidade ambiental para implantação de um pátio de compostagem na fazenda da Papuda - DF**. 2020. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

PLANETA CAMPO. **Fazenda encontra nova fonte de renda com gestão de resíduos**. Planeta campo. 2022. Disponível em: <https://planetacampo.com.br/fazenda-encontra-nova-fonte-de-renda-com-gestao-de-residuos/>. Acesso em: 18 jun. 2022.

PROENÇA, L. C.; LANA, M. M. **Compostagem**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortaliza-nao-e-so-salada/secoes/compostagem>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

PROSAB. **Manual Prático para a compostagem de biossólidos**. Universidade Estadual de Londrina, 1999. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

SEGET XIII. Simpósio de Excelência de Gestão e Tecnologia. **Utilização da Técnica de Compostagem: uma proposta para destinação final dos resíduos orgânicos gerados em um restaurante universitário**. Online: SEGET, 2016.

SOARES, V. B.; SILVA, J. A. F. Resíduos orgânicos no Brasil: métodos de compostagem para pequenas comunidades rurais. Engenharia Ambiental, Revista Científica Multidisciplinar Nucleo do Conhecimento, ano 06, v. 01, ed. 06, p. 156-195, jun. 2021.

SOUZA, L. A. **Análise dos métodos de leira estática e de revolvimento manual na compostagem de resíduos orgânicos gerados em restaurante universitário**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. São Paulo, 2015.

SOUSA, L. A.; CARMO, D. F.; SILVA, F. C. Uso de microrganismos eficazes em compostagem de resíduos sólidos orgânicos de feira e restaurante. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 2, ed. 2, p. 42-54, jul./dez. 2019.

SOUZA, P. O.; MAHLER, C. F.; INÁCIO, C. T. **Avaliação de diferentes inoculantes na compostagem em biorreatores de bancada**. Dissertação (Mestrado) - UFRJ/COPPE/programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 2016.

VICH, D.V. et al. Household food-waste composting using a small-scale composter. **Revista Ambiente & Água**, v.12, n.5, 718-729p, set./out.2017.

VILELA, N. M. S. **Comparação dos métodos de compostagem por leiras estáticas aeradas e por reviramento no tratamento da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2019.

ZOTESSO, J. P. et al. Avaliação do desperdício de alimentos e sua relação com a geração de resíduos em um restaurante universitário. **Engevista**, v. 18, ed. 2, p. 294-308, dez. 2016.