UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DE FEIRA DE SANTANA
BEATRIZ FARIAS BITTENCOURT
GABRIELE TAUANA MARQUES DA SILVA
NILTON VIANA MATOS

ESTUDO SOBRE ADUBOS ORGÂNICOS E BIOFERTILIZANTES COMO PRODUTOS DE COMPOSTAGEM

Feira de Santana
2021

Beatriz Farias Bittencourt
Gabriele Tauana Marques da Silva
Nilton Viana Matos

ESTUDO SOBRE ADUBOS ORGÂNICOS E BIOFERTILIZANTES COMO PRODUTOS DE COMPOSTAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dranda. Maria das Neves Moreira Carneiro

Coorientador: Prof. Me. Ricardo de Oliveira Mota

Feira de Santana
2021

BEATRIZ FARIAS BITTENCOURT
GABRIELE TAUANA MARQUES DA SILVA
NILTON VIANA MATOS

ESTUDO SOBRE ADUBOS ORGÂNICOS E BIOFERTILIZANTES COMO PRODUTOS DE COMPOSTAGEM

Feira de Santana, 21/09/2021

Banca Examinadora:

_____

Prof. Msc. Dranda. Maria das Neves Moreira Carneiro
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF)
Orientador (a)

_____

Prof. Me. Ricardo de Oliveira Mota
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF)
Coorientador

_____

Prof. Me. Anderson Carneiro de Souza
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF)
Examinador

_____

Prof. Me. Vanessa Gomes Matos
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF)
Examinador (a)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos proporcionar o dom da vida, a sabedoria para lidar com todos os obstáculos durante a formação, e força para continuar nossos sonhos e objetivos.

Aos familiares e amigos que torceram e nos ajudaram em todas as etapas desse sonho, fazendo com que tudo isso fosse possível.

Aos profissionais da educação pelas correções e ensinamentos compartilhados que permitiram uma melhor formação e desempenho durante todo curso, em especial a Prof. Dr. (a) Júlia Andrade Romão que nos auxiliou nos primeiros passos da pesquisa; aos orientadores Prof. Msc. Dranda. Maria das Neves Moreira Carneiro e Prof. Me. Ricardo de Oliveira Mota que aceitaram nos auxiliarem com paciência e dedicação, sempre disponíveis a compartilhar seus vastos conhecimentos.

Aos professores Prof. Me. João Felipe Lacerda da Cruz e Prof. Me. Vanessa Gomes Matos pela atenção, colaboração e apoio.

Por fim, gratidão a todas as pessoas que fizeram com que esse sonho fosse possível.

RESUMO

Com a crescente geração de resíduos sólidos, existe a preocupação da destinação adequada. Uma alternativa viável para os rejeitos orgânicos é a compostagem, que consiste na decomposição da matéria orgânica por meio da ação de microrganismos. Esse processo é dividido em quatro fases, inicial, termofílica, mesofílica e de maturação, obtendo dois produtos, o composto e o chorume, materiais ricos em nutrientes e estabilizados. Os produtos são utilizados em meio rural e aplicados aos solos, minimizando os danos ao meio ambiente de maneira sustentável. Desta maneira, o trabalho possui o objetivo de avaliar a viabilidade no processo da compostagem, através do estudo da adubação orgânica e biofertilização, sendo realizada na cidade de Feira de Santana - BA, por meio da construção de uma composteira giratória. Adicionou-se resíduos secos e úmidos para a obtenção dos produtos da compostagem. Por ser um procedimento controlado, durante o processo foram realizadas análises físico-químicas, obtendo temperatura (25,9 ºC), umidade (31,4%), potencial hidrogeniônico (pH) (composto 6.04 e chorume 7.65) e relação carbono/nitrogênio ($^{19,6}/_{1}$), comprovando a eficiência do produto, estes sendo adubo orgânico e biofertilizante. Ambos possuem grande potencial de aplicabilidade em solos, melhorando o cultivo pela disponibilização de nutrientes e evitando erosões.

Palavras-chave: Adubo Orgânico, Biofertilizante, Compostagem, Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

With the growing generation of solid waste, there is concern about the appropriate destination. A viable alternative for organic waste is composting, which consists of the decomposition of organic matter through the action of microorganisms. This process is divided into four phases: first, thermophilic, mesophilic, and maturation, obtaining two products, compost and slurry, materials rich in nutrients and stabilized. The products are used in rural areas and applied to the soil, minimizing damage to the environment in a sustainable way. In this way, the work has the objective of evaluating the viability of the composting process, through the study of organic fertilization and biofertilization, being carried out in the city of Feira de Santana – BA, through the construction of a rotating compost bin. Dry and wet residues were added to obtain the compost products. Because it is a controlled procedure, during the process physicochemical analysis were performed, obtaining temperature (25,90ºC), humidity (31,4%), hydrogen potential (pH) (compost 6.04 and slurry 7.65) and carbon/nitrogen ratio ($^{19,61}/_{1}$), proving the efficiency of the product, these being organic fertilizer and biofertilizer. Both have great potential for application in soils, improving cultivation by making nutrients available and preventing erosion.

Keywords: Organic Fertilizer, Biofertilizer, Composting, Solid Waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição da porcentagem de resquícios sólidos domiciliares. 16
Figura 2 – Tipos de descartes mais adequados. 18
Figura 3 – Esquema do processo de compostagem. 20
Figura 4 – Etapas e fases da compostagem. 23
Figura 5 – Lista de resíduos que podem ser colocados em uma composteira, os que devem ser evitados e os que nunca devem ser colocados. 26
Figura 6 - Ciclo da compostagem orgânica. 33
Figura 7 – Composição média do Biogás. 35
Figura 8 – Localização da empresa Phytonordeste essências. 39
Figura 9 – Modelo base da composteira giratória. 40
Figura 10 – Equipamento montado para a compostagem. 41
Figura 11 – Equipamento no local escolhido para o processo. 42
Figura 12– Material orgânico. 43
Figura 13 – Primeira e segunda camada na composteira, respectivamente. 44
Figura 14 – Termo-higrômetro acoplado a composteira. 45
Figura 15 – Composteira com proteção. 49
Figura 16 – Adubo orgânico. 54
Figura 17 – Amostras de chorume. 57
Gráfico 1 – Temperatura ao longo processo de compostagem. 51
Gráfico 2 – Umidade ao longo processo de compostagem. 52
Quadro 1 – Classificação de Resíduos Sólidos. 17
Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens de diferentes composteiras. 22
Quadro 3 – Características dos principais microrganismos envolvidos no processo da compostagem. 28
Quadro 4 – Dicas para manter a composteira equilibrada e saudável. 32
Quadro 5 – Relação de materiais utilizados na montagem da composteira. 41
Quadro 6 – Relação de materiais utilizados para obtenção dos produtos da compostagem. 44
Quadro 7 – Resíduos sólidos orgânicos nas composteiras. 47
Quadro 8 – Parâmetros ideias para compostagem. 48
Quadro 9 – Produtos adicionados para aumento da temperatura na composteira. 50
Quadro 10 - Potencial hidrogeniônico (pH) do processo de compostagem. 52

Quadro 11 - Comparativo dos parâmetros da compostagem. 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frutas em excesso que prejudicam a compostagem. 26
Tabela 2 – Relação de materiais adicionados na segunda composteira. 43
Tabela 3 – Relação de materiais adicionados nas composteiras. 48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 OBJETIVOS 14

2.1 Objetivo geral 14

2.2 Objetivos específicos 14

3 REVISÃO DE LITERATURA 15

3.1 Geração de resíduos sólidos e impactos ambientais 15

3.1.1 Classificação de Resíduos Sólidos 15

3.1.2 Destinações dos resíduos sólidos e impactos ambientais 17

3.2 Compostagem 19

3.2.1 Composteira 20

3.2.2 Fases da compostagem 23

3.2.3 Gestão de resíduos sólidos orgânicos para compostagem 25

3.2.4 Fatores que interferem na compostagem 26

3.2.4.1 Aeração 27

3.2.4.2 Microrganismos 27

3.2.4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH) 28

3.2.4.4 Relação carbono/nitrogênio (C/N) 29

3.2.4.5 Granulometria 30

3.2.4.6 Temperatura 30

3.2.4.7 Umidade 31

3.2.5 Possíveis problemas encontrados no processo de compostagem 31

3.3 Produtos obtidos na compostagem 32

3.3.1 Composto (Adubo orgânico) 32

3.3.2 Chorume 33

3.3.3 Biogás 34

3.4 Adubo orgânico e biofertilizante 36

4 METODOLOGIA 38

4.1 Caracterização do local da pesquisa 38

4.2 Construção da composteira 39

4.3 Obtenção dos produtos: composto e chorume 42

4.4 Análises do processo e produto final 45

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 47

5.1 Processo da compostagem: comparação e análises 47

5.2 Produtos gerados na compostagem 53

5.2.1 Adubo orgânico 54

5.2.2 Biofertilizante 56

6 CONCLUSÃO 58

REFERÊNCIAS 59

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA FANTASIA 66

ANEXO B – LAUDO ANALÍTICO 67

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o desenvolvimento tecnológico fazem com que atualmente haja uma crescente geração de resíduos sólidos, sendo subdividida em duas fases: Inicialmente a do surgimento do homem até a fase da Revolução Agropastoril, onde os rejeitos eram provenientes da alimentação, e a fase após a Revolução Industrial, que trouxe consigo um aumento significativo da poluição ambiental, sendo definida como ação de contaminar água, solo e ar. O descarte incorreto desses resíduos tem interferido amplamente no desenvolvimento dos ecossistemas (HEMPE; NOGUERA, 2012).

Conhecidos popularmente como lixo, os resíduos sólidos são produzidos por substâncias ou materiais de carácter sólido ou semissólido no qual é gerado e descartado de forma incorreta pelos seres humanos. A crescente produção desses materiais acarretou a necessidade da criação de uma destinação final adequada, tendo em vista uma melhor condição ambiental e a diminuição da disseminação de doenças (JESUS, 2013).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº 12.305 (Brasil, 2010), entende-se como destinação final, ambientalmente apropriada, os resquícios que abrange a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético ou outras destinações, onde o descarte dos resíduos possui uma ordem específica. Estas destinações consistem na incineração, lixão, aterro sanitário, compostagem e reciclagem (JESUS, 2013).

A compostagem é uma das tecnologias de reciclagem mais aceitas para a destinação dos resíduos orgânicos, devido a decomposição do material ao longo do processo, ocasionando a sua estabilização. Esta atividade consiste na transformação da matéria orgânica por meio de microrganismos em condições aeróbicas, ou seja, na presença do oxigênio, onde o procedimento se dispõe de quatro (4) fases (inicial, termofílica, mesofílica e de maturação), liberando energia em forma de calor. O produto gerado, este sendo o adubo orgânico, é rico em nutrientes, o que traz uma melhoria química, biológica e física do solo, além de minimizar os riscos, e obter maiores rendimentos reduzindo o custo com fertilizantes inorgânicos no cultivo (SOARES et al, 2017).

O aumento da geração de resíduos orgânicos resulta em uma preocupação crescente para a destinação adequada, bem como a redução dos problemas

ambientais, como a quantidade de resíduos em aterros sanitários e as contaminações de aquíferos e solos. A técnica de compostagem, foco desse estudo, caracteriza-se como um processo biológico de degradação do material orgânico, modificando-o em adubo natural e biofertilizante, utilizados em meio rural e aplicações ao solo, minimizando os danos ao meio ambiente de maneira sustentável. Os produtos gerados contribuem na diminuição do adubo mineral, garantindo maior eficiência e menores gastos na execução do processo.

Com o intuito de minimizar a degradação dos solos causada pelas deficiências químicas e físicas, o adubo é utilizado como estratégia para a recuperação das áreas danificadas, possuindo elevada carga de nutrientes oriundo da gestão dos resíduos orgânicos, o que é capaz de beneficiar e transformar o solo (SILVA, 2019). Portanto, com o processo da compostagem obtém-se o adubo orgânico e biofertilizante, acarretando a redução dos resíduos sólidos orgânicos e complementação das substâncias escassas nas plantações, a qual colabora com o desenvolvimento e maiores rendimentos dos cultivos. Diante disso, o objetivo deste estudo é realizar o processo da compostagem, onde ocorre a transformação do material orgânico em adubação orgânica e biofertilizante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar o processo da compostagem, através do estudo da adubação orgânica e biofertilização.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma composteira para o processo da compostagem;
- Reaproveitar os resíduos sólidos orgânicos para a determinação da proporção dos materiais a serem estabilizados;
- Analisar os parâmetros físico-químicos ao longo do processo da compostagem;
- Comparar os parâmetros obtidos com os valores estipulados por literaturas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Geração de resíduos sólidos e impactos ambientais

As questões ambientais começaram a ganhar maior destaque quando foram discutidas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), onde foi levantada uma crescente produção de resíduos sólidos no mundo, estimando os valores atuais a partir de 2019, até o ano de 2025, cerca de 2,2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos (SOARES, 2019).

De acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2020), a geração de resíduos sólidos urbanos é crescente no intervalo de dez (10) anos, constando no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, um aumento de aproximadamente 12,4 milhões de toneladas no período de 2010 a 2019.

A destinação final de resíduos tem sido um grande problema em todo o mundo. Nos últimos anos houve um crescente apoio para estimular o consumo consciente e a reciclagem como alternativa para a reutilização de matérias-primas e resíduos, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental causado (ABRELPE, 2019).

No Brasil, atualmente, poucos municípios fazem o descarte adequado de resíduos sólidos urbanos. As disposições mais comuns são em lixões e em vazadouros, ocasionando inúmeros problemas ambientais e de saúde pública, afirma Massukado (2016).

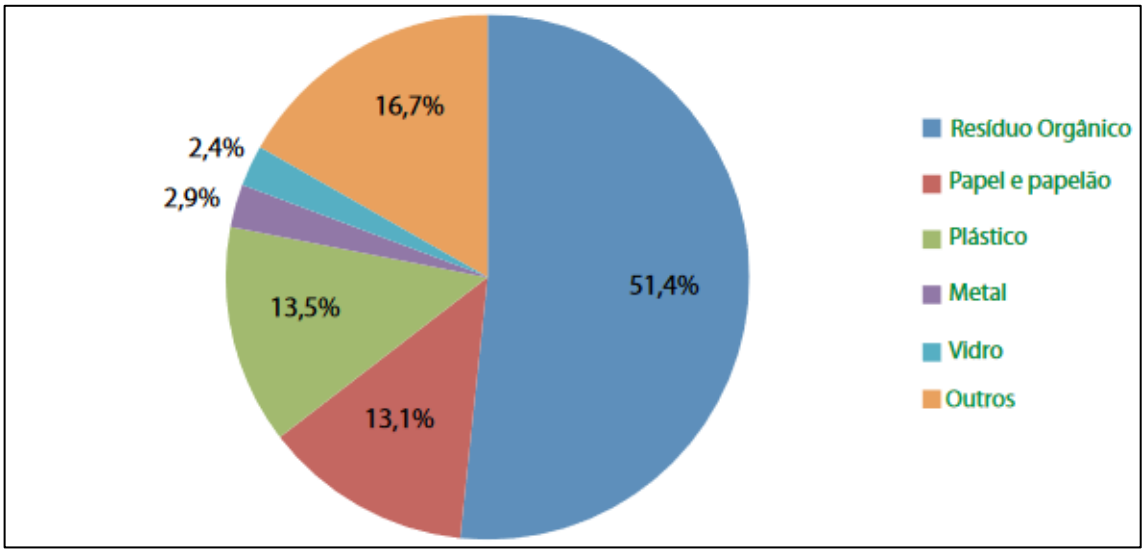
3.1.1 Classificação de Resíduos Sólidos

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma técnica brasileira (NBR) 10004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos e semissólidos são definidos como rejeitos provenientes das atividades de origem agrícola, comercial, doméstica, hospitalar, industrial, de serviços e de varrição. A norma inclui os lodos gerados em sistemas de tratamento de água, provenientes de instalações e equipamentos de controle de poluição, além dos líquidos inviáveis para lançamento em esgotos ou corpos d’água.

Os resíduos orgânicos correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos gerados no Brasil, possuindo como fundamental característica a imediata

decomposição, sendo os principais causadores da geração de metano e chorume em um aterro sanitário, ambos com grande capacidade de poluição (MASSUKADO, 2016). As porcentagens das categorias dos rejeitos sólidos domiciliares coletados no Brasil podem ser observados na figura 1.

Figura 1 – Distribuição da porcentagem de resquícios sólidos domiciliares.



Fonte: MASSUKADO et al. (2016).

A classificação dos resíduos sólidos obedece aos parâmetros estabelecidos, seguindo as características físicas e químicas dos rejeitos e do objeto de estudo (ARAÚJO; PIMENTEL, 2016).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a norma NBR 10004 (2004) categoriza os resíduos em classe I e II para substâncias perigosas e não perigosas, respectivamente, envolvendo desde a identificação/origem do processo às características, constituintes e comparação por meio de listagens das substâncias e resíduos. A classe I apresenta periculosidade, ou seja, características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. No caso dos resíduos de classe II, não perigosos, subdivide-se em A – não inertes, possuindo propriedades combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, e B – inertes, para resíduos que não solubiliza os constituintes a concentrações maiores que os padrões de potabilidade da água.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, identifica os resíduos sólidos quanto à origem e à periculosidade. Tem como um dos propósitos a não geração, reutilização, redução, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos resíduos sólidos. O quadro 1 mostra a classificação dos resíduos sólidos quanto ao objeto de estudo. (BRASIL,2010)

Quadro 1 – Classificação de Resíduos Sólidos.

OBJETO DE ESTUDO	CLASSIFICAÇÃO			
Quanto a natureza física	Seco			
	Molhado			
Quanto a composição química	Matéria orgânica			
	Matéria inorgânica			
Quanto ao grau de periculosidade	Classe I	Perigosos		
	Classe II	Não Perigosos	Classe II A – Não inertes	
			Classe II B – Inertes	
Quanto a origem	Resíduo domiciliar, Comercial, Público, De fontes especiais, Industriais, De serviços de saúde, Cemitérios, Portos, Aeroportos, Terminais rodoviários, Agrícolas e Radioativos			
Quanto ao grau de biodegradabilidade	Facilmente degradáveis (materiais de origem biogênica)	Moderadamente degradáveis (papel, papelão e outros produtos celulósicos)	Dificilmente degradáveis (trapos, couro, borracha e madeira)	Não-degradáveis (vidros, metal, plástico)
Quanto ao grau de reciclagem	Reciclável	Reutilizável	Não reciclável (inservível)	Compostável

Fonte: ARAÚJO; PIMENTEL (2016).

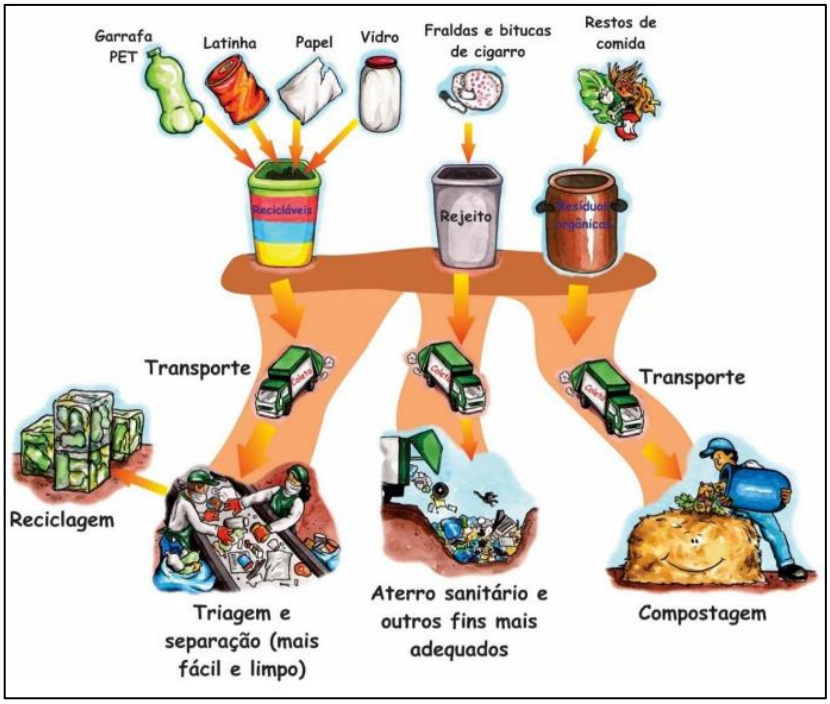
Dentre as classificações utilizadas, quanto à origem possui maior destaque, devido ao reconhecimento da geração e a avaliação das medidas de responsabilidade e manejo do gerenciamento. Desta forma, os restos domiciliares, pertencentes a classe da origem dos resíduos, são rejeitos produzidos nos domicílios habitacionais, como por exemplo jornais velhos, embalagens de papelão e plástico, latas, papéis, vidros e resquícios orgânicos (sobra de alimentos) (ARAÚJO; PIMENTEL, 2016).

3.1.2 Destinações dos resíduos sólidos e impactos ambientais

Os tipos de disposição final e descarte dos resíduos foram sendo criados a partir das necessidades apresentadas no cotidiano, que atualmente consiste na compostagem, reciclagem, incineração, aterro sanitário e aterro comum ou lixão (JESUS, 2013).

As várias maneiras de descartar os resíduos sólidos trazem inúmeros impactos ambientais, além de riscos à saúde. Ao ser descartado no solo, as substâncias tóxicas são expostas aos seres vivos, sendo as principais exposições por meio da dispersão do solo e do ar contaminado, os líquidos lixiviados, os percolados e o chorume (GOUVEIA, 2012). Com isso, os tipos de descarte mais adequados podem ser verificados pela figura 2.

Figura 2 – Tipos de descartes mais adequados.



Fonte: BRASIL (2018).

O aterro comum e o lixão consistem no descarte dos resíduos sólidos em solo, sendo a forma mais inadequada de destinação final, sem apresentar medidas de proteção e saúde pública (JESUS, 2013). Locais próximos a aterros comuns apresentam níveis altos de metais pesados e compostos orgânicos, verificando que populações residentes nas proximidades dessas áreas apresentam níveis elevados destes compostos no sangue (GOUVEIA, 2012).

A incineração é apresentada como uma forma adequada de descarte dos resíduos sólidos. Ocorre pela decomposição térmica dos resíduos, reduzindo o peso e volume pela combustão controlada. O processo da queima recupera as energias contidas nesses resíduos, sendo um procedimento de custo elevado, o qual se torna restrito (JESUS, 2013). A grande produção de substâncias tóxicas traz riscos à saúde, além das populações residentes em áreas próximas a incineradores sofrerem com a contaminação que se dá por meio do consumo de água, alimentos infectados ou contato com o solo contaminado (GOUVEIA, 2012).

A decomposição em aterros sanitários, após o soterramento e compactação dos materiais orgânicos, é anaeróbica, ou seja, o oxigênio é isento no processo, resultando a formação do gás metano (CH_4) e sulfeto de hidrogênio (H_2S), o qual é prejudicial para a humanidade e ao meio ambiente (MONTEIRO, 2016).

Além dos diversos impactos que atuam imediatamente ao meio ambiente, conforme Gouveia (2012), a disposição de resíduos sólidos pode aumentar o processo de mudanças climáticas. Os gases de efeito estufa, podem ser gerados pela decomposição anaeróbica dos resíduos sólidos orgânicos, como exemplo o metano (CH_4), este sendo um dos responsáveis pelo aquecimento global.

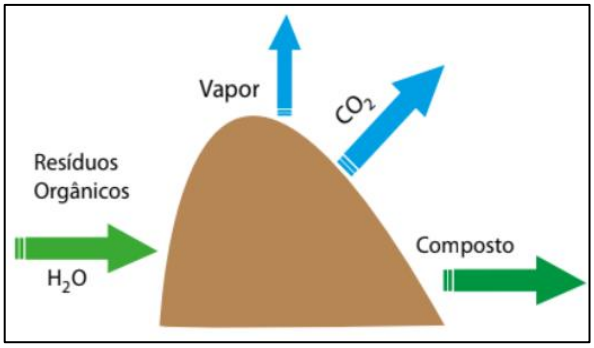
3.2 Compostagem

De acordo o Conselho Nacional do Meio Ambiente, na resolução nº 481, de 03 de outubro de 2017 no artigo 2º, a compostagem é definida como um processo que decompõe biologicamente de forma controlada os resíduos orgânicos, sendo realizada por diversos microrganismos em condições termofílicas e aeróbias, gerando um produto estável.

A compostagem é classificada pelo sistema o qual é executado o processo, sendo anaeróbica, aeróbica e mista. A compostagem anaeróbica é caracterizada pela ausência de oxigênio devido a fermentação, sendo um processo mais lento e com menores temperaturas, onde ocorre o desprendimento de gases como metano e sulfídrico, o qual exala mau cheiro e menor atuação de microrganismos. A compostagem aeróbia é a mais utilizada, contendo oxigênio, altas temperaturas, liberação de gás carbônico, vapor de água e uma decomposição acelerada da matéria orgânica. É considerada favorável para eliminação de organismos e sementes indesejáveis, assim como mau odor e moscas. A compostagem mista consiste em uma fase anaeróbia e outra aeróbica (BARBOSA, 2019).

Massukado (2016) afirma que a compostagem é um processo controlado, que decompõe a matéria orgânica através da ação de microrganismos em meio aeróbico, ou seja, na presença de oxigênio. O processo da compostagem se dá pela transformação das moléculas orgânicas em um composto químico orgânico e, durante essa formação, há a liberação de gases, como ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Esquema do processo de compostagem.



Fonte: MASSUKADO (2016).

A compostagem é responsável pela transformação da matéria orgânica em água, gás carbônico, calor e composto, isso devido a ação dos microrganismos e enzimas que possuem a função de ciclagem de nutrientes. A técnica tem como intuito decompor mais rápido os resíduos de origem animal ou vegetal, o qual proporciona condições químicas e físicas adequadas para a reprodução dos microrganismos (BARBOSA, 2019). Nesse processo há a geração do gás metano, porém sua quantidade, ao ser relacionada com outras formas de tratamento e deposição dos resíduos, é considerada baixa (BATISTA et al., 2016).

O controle das condições aeróbias e termofílicas na compostagem garantem a eliminação de possíveis agentes patogênicos dos resíduos que são dispostos como matéria prima, fazendo com que seja possível a utilização do produto final em solos agrícolas (GUIDONI et al.,2013).

O produto obtido ao final da compostagem, o composto, é rico em matéria orgânica e nutrientes para a agricultura, possibilitando um solo mais resistente a problemas ambientais (SOARES et al., 2017). Nesta perspectiva, a compostagem pode ser considerada como uma alternativa viável, que possui vantagens econômicas, sendo sanitariamente satisfatório na eliminação de patógenos dos rejeitos sólidos e eficaz para o combate a erosões dos solos (OLINTO et al., 2012).

3.2.1 Composteira

A compostagem pode ser realizada em um recipiente pelo qual recebe o nome de composteira, lugar onde a matéria orgânica é armazenada e o processo de decomposição ocorre. O local onde será realizado a compostagem interfere

diretamente no tipo de composteira que deve ser utilizada (SILVA; SILVA; SILVA, 2016).

No Brasil existem poucas variedades de composteiras que geralmente funcionam de forma manual e simples, utilizando caixas plásticas com aspecto funcional e ecológico, ou seja, é na maioria das vezes comprado por pessoas que se importam com o meio ambiente e consequentemente tratam seu lixo (SAGAZ, 2016).

O ambiente no qual a composteira deve ser colocada pode ser interno ou externo, levando em consideração a exposição ao sol ou a sombra, pois os resíduos não devem ficar nem muito secos e nem úmidos (BOMFIM, 2020).

O método de aeração é dado de acordo com a composteira, podendo ser realizado por aeração forçada ou manual e reatores ou equipamentos que fazem aeração com ajuda de tecnologia (MOURA, 2018).

De acordo com Oliveira (2019), estudos indicaram vantagens e desvantagens de diferentes modelos de composteiras como mostra no quadro 2.

Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens de diferentes composteiras.

COMPOSTEIRA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Composteira aberta de plástico	• Baixo custo operacional.	• Deve-se revolver todos os dias a compostagem para aumentar a oxigenação e diminuir possível odor; • O estado fermentativo é muito lento, demorando muitos dias devido a exposição ao ar livre; • Baixo poder fermentativo.
Composteira de três andares	• Pode ser utilizado em casas e apartamentos; • Muito portátil e de fácil manuseio; • Não precisa mexer na matéria orgânica; • Não lança cheiro; • Alto poder fermentativo.	• Possui custo de compra de materiais; • As minhocas californianas muitas vezes não aguentam o calor e morrem; • Sempre deve fazer a reposição de minhocas.
Composteira semiaberta de madeira	• Baixo custo operacional; • Muito utilizado em fazendas.	• Emissão de cheiro desagradável; • Ocupa um espaço considerável; • Sempre deve-se fazer manutenção da madeira, pois com o tempo a umidade provoca apodrecimento do material; • Recomenda-se envernizar a madeira; • Deve-se revolver todos os dias para aumentar a oxigenação; • Não é viável para comida, muito utilizada para restos de folhas (serapilheira); • Baixo poder fermentativo.
Composteira de roda de caminhão	• Baixo custo operacional; • Ótimo para vedação do cheiro; • Alto poder fermentativo.	• Devido ser muito pesada, não é viável para as casas; • Muito utilizada para compostagem de folhas, ao contrário de comida que ocorre oxidação do material.
Composteira de bandeja	• Baixo custo operacional.	• Todos os dias necessita oxigenar a bandeja; • Aparece com mais frequência insetos, devido ficar exposta ao ambiente; • Exala cheiro pela casa; • Baixo poder fermentativo.
Composteira quadrada de campo	• Eficiente para locais de grande produção de matéria orgânica; • Alto poder fermentativo.	• Estática, ou seja, fica somente num local; • Necessita de chapas galvanizadas para que não ocorra corrosão do ferro.
Composteira giratória	• Fácil aeração; • Não precisa mexer na matéria orgânica.	• Possui baixa capacidade de armazenamento de composto • Possui custo de compra de materiais • Ocupa um espaço considerável

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2019).

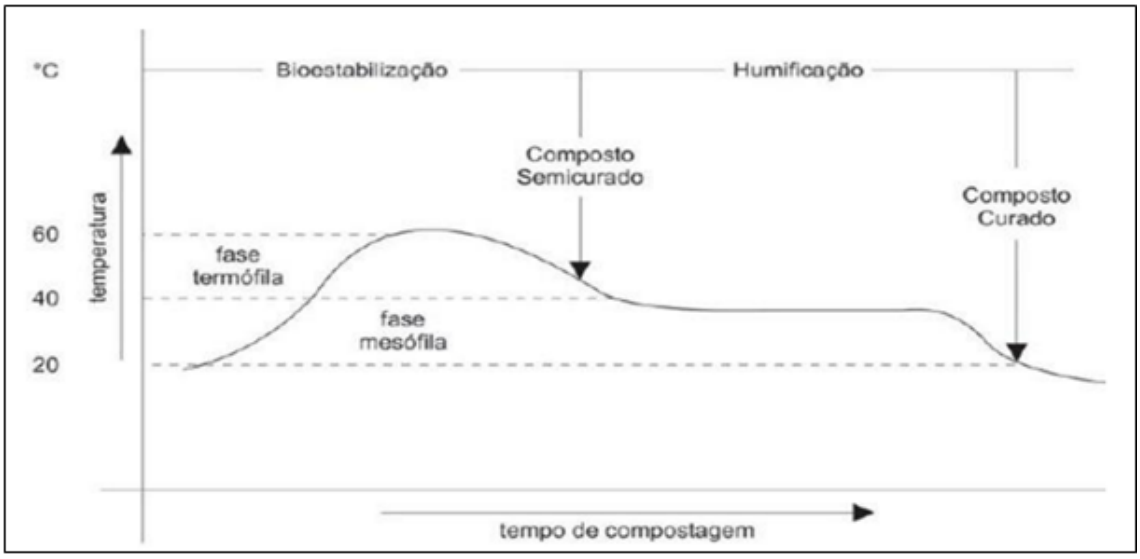
Considerando as vantagens e desvantagens de alguns tipos de composteiras, existem outros fatores pelo qual devem ser levados em consideração, como os parâmetros físico-químicos. Além do mais, a forma pelo qual a composteira será manuseada interferirá no produto final (ISMAEL et al., 2013).

3.2.2 Fases da compostagem

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), a decomposição da matéria orgânica é realizada em duas (2) etapas, sendo etapa ativa e etapa de maturação, onde é dividida em quatro (4) fases: fase inicial, fase termofílica, fase mesofílica e fase de maturação. A formação do composto, de acordo com Lira (2018), possui duração de 120 dias, em média. As mudanças de fases podem ser definidas pela geração de calor, devido a atividade microbiológica e perda de temperatura por dissipação.

Essas duas etapas são distintas e, ao decorrer do processo, transformam o material orgânico através de processos químicos, físicos e biológicos, gerando adubo orgânico. A primeira etapa caracteriza-se pelas intensas reações bioquímicas devido a ação dos microrganismos, gerando a bioestabilização do material pelo consumo do gás oxigênio (O_2), além da temperatura ser elevada e mudanças na massa residual da compostagem. Na segunda etapa ocorre a humificação, a qual, à temperatura ambiente, possui menor atividade biológica devido a formação de macromoléculas orgânicas estabilizadas (BERTICELLI; DECESARO; MAGRO, 2016). Basicamente, as fases da compostagem podem ser analisadas na figura 4, mostrando cada etapa do processo.

Figura 4 – Etapas e fases da compostagem.



Fonte: D'ALMEIDA; VILHENA (2000).

A etapa ativa, pode ser chamada de fase de degradação, sendo composta pela fase inicial, fase termofílica e fase mesofílica com um tempo de duração, em média, de noventa (90) dias, pelo qual é caracterizada por reações de oxirredução e

decomposição de polissacarídeos e proteínas. Essas reações dão origem a aminoácidos, açúcares simples e liberação de calor, dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), além da maior redução do volume do material (BRASIL, 2017).

Desta forma, conforme Vilela (2019), os parâmetros que interferem na compostagem devem ser mantidos e observados, resultando na biodegradação eficiente.

A etapa de maturação é iniciada após o último estágio da etapa ativa, ou seja, após a fase mesofílica, e possui em torno de 30 dias de duração. Nessa etapa ocorre a decomposição dos ácidos orgânicos e das partículas resistentes, como no caso da celulose e lignina, além da formação do composto. Sua caracterização é dada pela diminuição da relação carbono/nitrogênio e neutralização do pH (BRASIL, 2017) e, de acordo com Vilela (2019), pela baixa ação metabólica dos microrganismos, devido a degradação da grande parte do substrato na etapa anterior, do composto não auto aquecer e da queda de temperatura.

A fase inicial é caracterizada pelo aumento das colônias de microrganismos mesófilos, intensificando a ação de decomposição. Essa fase é caracterizada pelo tempo de duração entre 15 e 72 horas, liberação de calor, elevação da temperatura, a qual atinge em torno de 45 ºC, pH ácido e relação carbono/nitrogênio alta (BRASIL, 2017).

Posteriormente é a fase termofílica. A decomposição do material ocorre através da ação de microrganismos termofílicos (bactérias), resultando na geração de calor e de vapor d’água. Essa fase é iniciada quando a temperatura do meio está acima de 45 ºC, variando entre 50 e 65 ºC, resultando na alteração do pH do material orgânico (BRASIL, 2017). A duração dessa fase é variável, podendo ser em dias ou vários meses, de acordo com as características do material que será decomposto (BERTICELLI; DECESARO; MAGRO, 2016).

A próxima fase é a mesofílica, em que os microrganismos predominantes são os fungos. Essa fase é caracterizada pela redução de temperatura devido a diminuição da ação dos microrganismos no material, além da perda de umidade e degradação das substâncias orgânicas mais resistentes (BRASIL, 2017). Logo, essa fase pode ser também chamada de fase de resfriamento e, de acordo com Oliveira; Sartori; Garcez (2008), quando ocorre o consumo do carbono disponível, começa a degradação de materiais mais complexos em sua estrutura, como hemiceluloses e celuloses, sendo realizado por fungos principalmente.

A última fase é de maturação. A decomposição do material é processada mais lentamente, podendo ser feita a aplicação do composto no solo para liberação dos nutrientes ao final do processo. A formação do composto é ocasionada pela perda da capacidade de auto aquecimento do material, ou seja, a temperatura é estabilizada, além da diminuição da atividade dos microrganismos (BRASIL, 2017).

3.2.3 Gestão de resíduos sólidos orgânicos para compostagem

A obtenção do composto orgânico provém do processo da compostagem de resíduos sólidos orgânicos, o qual é um material rico em nutrientes, muito utilizado na agricultura devido seu potencial fertilizante. Os resíduos orgânicos são divididos em duas classes: materiais ricos em carbono e ricos em nitrogênio (MASSUKADO, 2016). Os materiais ricos em carbono são considerados matéria seca e os ricos em nitrogênio são os resíduos sólidos orgânicos. Em relação à quantidade do material fonte de carbono depende da concentração de fonte de nitrogênio coletado (BRASIL, 2017).

A qualidade dos resíduos sólidos orgânicos garante o bom funcionamento da composteira. Desta forma, conforme o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), deve existir uma separação dos resíduos na coleta, evitando a contaminação dos materiais, o que facilita a gestão dos resíduos orgânicos na composteira.

Os materiais a serem colocados em uma composteira devem ser selecionados. Esse fato se dá pela degradação de alguns resíduos sólidos orgânicos prejudicarem o processo, contaminando o composto (MONTEIRO, 2016). Algumas medidas preventivas devem ser tomadas em relação ao que se deve ser colocado em uma composteira, como no caso de não colocar resíduos inorgânicos, substâncias poluentes, fezes de animais domésticos, material infectante de origem hospitalar, plantas doentes, entre outros (MASSUKADO, 2016). Desta forma, a figura 5 apresenta a lista de resíduos que podem ser inseridos, os que devem ser evitados e os que não deverão ser colocados em uma composteira.

Figura 5 – Lista de resíduos que podem ser colocados em uma composteira, os que devem ser evitados e os que nunca devem ser colocados.

Fonte: MASSUKADO (2016).

De acordo com Monteiro (2016), algumas frutas em excesso com caráter ácido e semi-ácido prejudicam o composto, as quais estão listadas na tabela 1.

Tabela 1 – Frutas em excesso que prejudicam a compostagem.

Fruta	***Fruta***	***Fruta***
Abacaxi	Jabuticaba	Morango
Acerola	Laranja	Nêspera
Ameixa	Lima	Pêra
Caju	Limão	Pêssego
Caqui	Maçã	Romã
Carambola	Manga	Tangerina
Cidra	Maracujá	Uva
Goiaba	Marmelo	

Fonte: Adaptado MONTEIRO (2016).

3.2.4 Fatores que interferem na compostagem

A compostagem é um processo controlado. Desta forma, há a necessidade de assegurar, para o seu bom desenvolvimento, condições especiais. Ao monitorar

adequadamente esses fatores, dificultando os processamentos indesejáveis, os quais dão origem a odores desagradáveis (MASSUKADO, 2016).

3.2.4.1 Aeração

A aeração da mistura é um fator importante, possibilitando que a composteira realize um processo aeróbico não exalando odores (MONTEIRO, 2016). Desta forma, com a aeração, o material entra em contato com o oxigênio, possibilitando a transformação adequada do material orgânico. A falta de oxigênio nesse processo ativa outros microrganismos ocasionando a decomposição anaeróbica (MASSUKADO, 2016), a qual, de acordo com Barbosa (2019), há o desprendimento de gases como sulfídrico (H_2S) e metano (CH_4).

Ao realizar o arejamento, o ar que fica em abundância decompõe mais rápido o composto, evitando alguns fatores, que em excesso, podem prejudicar, como umidade e temperatura. Esse processo pode ser realizado manualmente ou mecanizado, além de poder ser inserido oxigênio por insuflação de ar (COSTA et al, 2015).

Com a aeração na composteira, Soares et al. (2017) afirmam que ocorrem diminuições de temperatura, vapor d'água e gases gerados na decomposição, além da secagem, redução do volume do composto e aumento da velocidade de oxidação.

3.2.4.2 Microrganismos

Os microrganismos que atuam em uma composteira são fungos e bactérias. Esses microrganismos têm a função de decompor os resíduos, principalmente proteínas e açúcares (MASSUKADO, 2016). Possuem a capacidade de produzir enzimas, as quais irão degradar os resíduos, transformando matéria orgânica em substrato (SOARES et al, 2017).

Dentre as bactérias que podem ser encontradas durante o processo da decomposição da matéria orgânica, ressalta-se os actinomicetos, sendo muito numerosos na compostagem, devido a sua função de degradar moléculas complexas, como por exemplo lignina e celulose, convertendo hemicelulose e celulose em amido e açúcares (MELO, 2015). No quadro 1 destaca-se algumas características dos principais microrganismos presentes no processo de compostagem.

Quadro 3 – Características dos principais microrganismos envolvidos no processo da compostagem.

DISCRIMINAÇÃO	BACTÉRIAS	ACTINOMICETOS	FUNGOS
Substrato	Carboidratos, amidos, proteínas e outros compostos orgânicos de fácil decomposição.	Substratos de difícil decomposição.	Substratos de difícil decomposição.
Oxigênio	Menos necessidade.	Regiões bem aeradas.	Regiões bem aeradas.
Condições do meio	Neutro até levemente ácido.	Neutro até levemente alcalino.	Ácido à alcalino.
pH	6,0 a 7,7	7,0 a 8,0	2,0 a 9,0
Temperatura	Até 75ºC: redução da capacidade de degradação quando essa temperatura for ultrapassada.	Supõe que o limite de temperatura seja de 65ºC.	Limite de temperatura de 60ºC.
Função	Decompor a matéria orgânica, animal ou vegetal, aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo e fixar o nitrogênio.	Decomposição dos resíduos resistentes de animais e vegetais, formação de húmus, decomposição em alta temperatura de adubação verde, feno, composto, entre outros. Fixação do nitrogênio.	Decomposição dos resíduos resistentes de animais e vegetais, formação de húmus, decomposição em alta temperatura de adubação verde, feno, composto, entre outros. Fixação do nitrogênio.

Fonte: adaptado de BERTICELLI; DECESARO; MAGRO (2016).

Referente ao processo da compostagem, inicialmente acontece o crescimento dos microrganismos mesófilos, liberando calor para o meio. Com o aumento desta temperatura, há a proliferação dos termófilos composto por bactéria termofílicas, nesse caso os bacilos equivalentes a mais de 80%, fungos termofílicos e actinomicetos (actinobactérias), degradando as hemiceluloses, transformando em subprodutos. Ao reduzir a temperatura, os microrganismos mesofílicos voltam a agir no material, atuando fungos e actinomicetos até que se iguale à temperatura ambiente. A última fase é a de maturação, atuando os microrganismos da fase anterior, porém de forma mais predominante (BERTICELLI; DECESARO; MAGRO, 2016).

3.2.4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo Massukado (2016), o potencial hidrogeniônico (pH), indicador de acidez ou alcalinidade, para um bom desenvolvimento de um composteira deverá estar inicialmente entre 5.5 e 8.0. Caso o valor esteja abaixo do estimado, ocorre a diminuição da atividade microbiana do meio, podendo não chegar à fase termofílica. Já para valores acima do estimado, principalmente caso esteja maior que 9.0, pode causar deficiência de micronutrientes, além do nitrogênio ser convertido para amônia, ocasionando um meio indisponível para os microrganismos pela sua toxicidade.

O pH no início do processo é baixo, conforme Silva et al (2020), devido à quebra de moléculas maiores em menores, o qual liberam ácidos que são consumidos pelo

material, elevando seu pH e tornando-o alcalino ao decorrer do processo. A variação do pH considerada adequada para os microrganismos da compostagem é de 6.0 a 8.0.

3.2.4.4 Relação carbono/nitrogênio (C/N)

A eficiência da compostagem está diretamente ligada à relação carbono/nitrogênio e na decomposição mais rápida do composto, existindo a necessidade de misturar materiais fibrosos e verdes para que exista um balanço na reação (ANDRADE et al., 2018).

Na composteira, o carbono equivale a fonte de energia e o nitrogênio é necessário para a síntese de proteínas. Essas substâncias devem ser adicionadas nas proporções adequadas, garantindo um bom desempenho no processo (MASSUKADO, 2016). Desta forma, de acordo com Brietzke (2016), o carbono promove o crescimento dos microrganismos e o nitrogênio é encontrado na composição de alguns elementos essenciais, como ácidos nucleicos, aminoácidos, coenzimas, enzimas e proteínas.

Para obtenção de um produto final de qualidade é importante levar em consideração a relação carbono/nitrogênio (C/N), tendo em vista que a diversidade de microrganismos e o seu crescimento está ligado à quantidade de nutrientes. Possui a função de fornecer a quantidade necessária de energia para o crescimento celular e o material para síntese protoplasmática. A relação C/N influência no tempo de maturação do composto, devido os microrganismos presentes no material dependerem da quantidade de nitrogênio disponível (BRIETZKE, 2016).

A relação carbono/nitrogênio (C/N) ideal no início da compostagem, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), é de 30:1, ou seja, para cada átomo de nitrogênio são necessários 30 átomos de carbono. Essa relação em volume equivale a $^{2}/_{3}$ rico em carbono, material seco, e $^{1}/_{3}$ rico em nitrogênio, material úmido. Caso haja excesso de material rico em carbono, a fermentação na composteira pode não ocorrer. Já para quantidade mais rica em nitrogênio, haverá perda desse composto na forma de amoníaco.

Durante a compostagem é possível conhecer o andamento do processo devido a relação C/N. Quando o composto atinge a bioestabilização ou a semicura, os valores

da relação C/N ficam em torno de $^{18}/_{1}$, e quando chega na fase de maturação pode chegar, em média, 10:1 (LACERDA, 2020).

Durante o processo, uma fração do carbono é liberado na forma de dióxido de carbono (CO_2) e o restante associa-se ao nitrogênio colaborando para o crescimento microbiano. Na fase termofílica, há maior liberação CO_2 comparado com as outras fases, devido a elevadas temperaturas (BRIETZKE, 2016).

3.2.4.5 Granulometria

O tamanho da partícula que é usada no processo de compostagem influencia diretamente na decomposição dos microrganismos, as quais devem possuir um tamanho adequado, permitindo que ocorra a aeração e retenção de temperatura (SOARES et al., 2017).

Desta forma, o tamanho deve estar de acordo com a superfície de exposição e aeração do material, considerando que esse material não deverá possuir menos de dois (2) mm e não exceda três (3) cm de diâmetro (COSTA et al., 2015).

3.2.4.6 Temperatura

A compostagem é um processo exotérmico, ou seja, há liberação de calor. De acordo com Monteiro (2016), normalmente a composteira apresenta temperatura superior ao ambiente, comprovando a atividade microbiana. É recomendado deixar a composteira em locais arejados, evitando que a temperatura ultrapasse o limite, não afetando os agentes decompositores.

O desprendimento da energia do sistema ocorre em forma de calor, fator característico da decomposição do material. O processo é realizado pela quebra da cadeia carbônica da glicose, resultando no aumento da temperatura até 70ºC, o que ocasiona a evaporação da água em forma de vapor, diminuindo o volume inicial e a umidade. Vale ressaltar que inicialmente a temperatura é elevada, principalmente, pelo rompimento da celulose e lignina, o qual acumula e libera ácidos (LACERDA, 2020).

A temperatura em uma composteira é classificada em duas fases. A primeira fase é denominada termofílica, sua temperatura encontra-se acima de 45 ºC, não excedendo 70 ºC por um longo período, fato que provoca eliminação de componentes

benéficos para o composto, além da intensa atividade microbiana. Nessa fase há um grande consumo de oxigênio e liberação de dióxido de carbono (CO_2) e vapor d'água, resultando na decomposição de polissacarídeos e proteínas. Já a segunda fase, chamada de mesofílica, a temperatura atua entre 20 ºC e 45 ºC. É nessa fase que é iniciado a maturação do material orgânico devido a redução da demanda de oxigênio (MASSUKADO, 2016).

3.2.4.7 Umidade

No processo de compostagem, a umidade é um fator crucial, devido a presença de água ser indispensável para os microrganismos decompositores do material orgânico. Os parâmetros ideais de umidade são responsáveis pelo transporte dos produtos decompostos, trocas gasosas e temperatura elevada (BRIETZKE, 2016).

A proporção de água disponível atua diretamente na transformação do material orgânico. Esse fator, quando em pouca quantidade (valores abaixo de 40%), ocasiona em atraso no processo de decomposição. Já quando está em excesso (valores acima de 65%), reduz a oxigenação do composto, devido os preenchimentos nos poros desencadeando o processo anaeróbico (SOARES et al., 2017).

Como os microrganismos precisam de água no processo metabólico, é necessário controlar a umidade da composteira. Inicialmente, na compostagem a umidade é mais elevada, sendo equivalente a 50% do material. Ao decorrer do processo, a umidade é reduzida de forma gradativa, obtendo ao final valores em torno de 30%. Durante todo o processo, a umidade na composteira deve estar na faixa de 40% e 60% (MASSUKADO, 2016).

3.2.5 Possíveis problemas encontrados no processo de compostagem

Segundo o Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2017), o processo de compostagem pode apresentar determinados desequilíbrios e, ao perceber algumas alterações, poderá tomar medidas preventivas, como pode ser observado no quadro 4.

Quadro 4 – Dicas para manter a composteira equilibrada e saudável.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÕES
Mau cheiro	• Há excesso de material úmido, geralmente rico em nitrogênio; • Está compactado, gerando deficiência de oxigênio.	• Adicione material seco (folhas secas, serragem); • Revolva os resíduos para promover a aeração; • Adicione resíduos com tamanhos maiores para promover a circulação.
Moscas, baratas e roedores	• Presença de carne, peixe, gorduras em excesso.	• Retire, se possível, esses resíduos da composteira; • Não adicione mais carnes, peixes e alimentos com muita gordura; • Deixe sempre a última camada da composteira com material seco.
A composteira não esquenta	• Está muito pequena; • Falta material rico em nitrogênio; • Está em local não protegido de ventos; • Há poucos resíduos.	• Adicione mais resíduos; • Adicione resíduos ricos em nitrogênio (restos de alimentos, cascas de frutas e verduras etc.); • Proteja a composteira do vento: mude de lugar ou crie um dispositivo de proteção.
O processo está muito lento	• Há excesso de material seco, geralmente rico em carbono; • Há resíduos com grandes dimensões.	• Adicione materiais ricos em nitrogênio; • Sempre que possível, corte os resíduos em pedaços menores.
O composto está muito úmido	• Falta drenagem; • Há excessiva adição de água; • Há deficiência de aeração.	• Adicione folhas secas ou serragem; • Revolva os resíduos para aumentar a aeração.

Fonte: MASSUKADO (2016).

3.3 Produtos obtidos na compostagem

3.3.1 Composto (Adubo orgânico)

A composteira, local onde armazena toda matéria orgânica, é o recipiente onde ocorre o processo de compostagem e o material, que é decomposto, irá se tornar fertilizante natural, ou seja, adubo orgânico/natural que servirá de nutrientes para as plantações sem poluir o solo (NASCIMENTO, 2018).

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente, na Resolução nº 481, de 03 de outubro de 2017 no artigo 2º, o composto é definido como um produto que é estabilizado, originado do processo de compostagem, possuindo finalidade como condicionador de solos, fertilizante orgânico, entre outros.

O composto orgânico é um fertilizante adquirido a partir de fonte de material orgânico tratada de modo específico, como mistura de palha e farelo de alimentos,

sobras de culturas, estercos e resíduos domésticos. Esse composto, ao final da decomposição do material, apresenta algumas características: estrutura fofa, temperatura ambiente e aroma agradável, além de estar livre de agentes causadores de doenças (NASCIMENTO, 2018). Desta forma, o ciclo da matéria orgânica é ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Ciclo da compostagem orgânica.

Fonte: WWF – BRASIL (2020).

3.3.2 Chorume

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente, na Resolução nº 481, de 03 de outubro de 2017 no artigo 2º, o chorume é definido como um líquido oriundo da umidade natural e da degradação de resíduos orgânicos. Geralmente, de acordo com Ariza; Hara (2020), é originado da água existente na matéria, da umidade natural do lixo e das bactérias existentes que expelem enzimas responsáveis por decompor o material, formando o líquido.

A degradação destes resíduos sólidos orgânicos, gera a produção de um líquido escuro e viscoso, denominado chorume. Esse produto caracteriza-se por valores elevados de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) (CRUZ et al., 2019).

O chorume é gerado pela decomposição espontânea e degradação presente nos resíduos sólidos, além da junção de água da chuva e rejeitos orgânicos e inorgânicos. Esse produto é um agente significativo ao impacto ambiental. A formação do chorume

se dá desde a entrada dos materiais, onde os constituintes biológicos e químicos dos resíduos lixiviam, dando início a uma solução. Desta forma, considera-se o chorume como um líquido proveniente de materiais orgânicos dissolvidos e suspensos. Caso não seja gerido de maneira precisa, se adentra ao solo o que possibilita a contaminação de mananciais (GONÇALVES, 2019).

O chorume possui odor desagradável, devido a decomposição dos materiais orgânicos juntamente com substâncias tóxicas, metais pesados e excrementos de animais e humanos. Entre as substâncias tóxicas são comuns encontrar arsênio, cádmio, cobre, cobalto e chumbo (ARIZA; HARA, 2020).

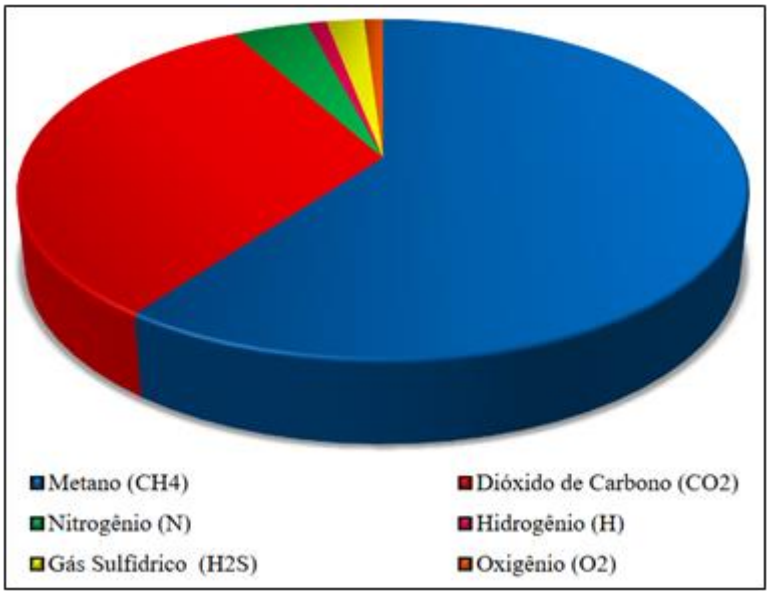
A variação de formação do chorume tem sua origem nos inúmeros processos biológicos, físicos e químicos, dependendo de fatores climáticos, os quais exercem intervenção consecutiva no lixiviado definindo suas características. Diante disso, existe a necessidade do tratamento do chorume devido à alta quantidade de carga de compostos químicos prejudiciais ao meio ambiente, os quais geram a contaminação de solos, rios e mares, fauna e flora (GONÇALVES, 2019). Porém, de acordo com Cruz et al. (2019), ao separar os resíduos orgânicos na fonte pode ser feita a reciclagem desses rejeitos, transformando-os em adubo/fertilizante orgânico.

3.3.3 Biogás

De acordo com a legislação brasileira, na Resolução nº 6559-A, de 2013 no artigo 2º, o biogás é definido como um composto gasoso, o qual possui uma mistura contendo em torno de 60% de gás metano (CH_4), 39% de dióxido de carbono (CO_2) e gases-traço. Esse produto é obtido pela degradação anaeróbia, ou seja, na ausência de oxigênio de efluentes e resíduos orgânicos ou biomassa residual. O biogás é um combustível de valor energético, porém considerado uma fonte renovável de energia (BRASIL, 2013).

A mistura de compostos gasosos gera o biogás, principalmente dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4). O processo de obtenção do biogás advém da degradação de substratos orgânicos. Essa mistura pode conter baixas concentrações de vapor d'água (H_2O) e gás sulfídrico (H_2S), além de, para Rufino (2018), gás hidrogênio (H_2), gás nitrogênio (N_2) e gás oxigênio (O_2). A composição do biogás pode ser verificada na figura 7, onde estabelece uma média de componentes presentes nesse produto (PEREIRA, 2020).

Figura 7 – Composição média do Biogás.



Fonte: RUFINO (2018).

Na formação do biogás, os microrganismos decompõem as moléculas do material orgânico transformando-a em gás, principalmente o gás metano (RUFINO, 2018). O metano pode ser utilizado como combustível, devido esse hidrocarboneto possuir um elevado poder calorífico (PEREIRA, 2020).

A produção do biogás possui dois estágios. Inicialmente ocorre a fermentação de macromoléculas orgânicas, gerando álcoois, dióxido de carbono (CO_2), hidrogênio (H) e ácidos carboxílicos, como ácido acético. A segunda fermentação transforma os ácidos carboxílicos e álcoois em gás hidrogênio (H_2), acetato e CO_2, estes convertidos ao final em metano e CO_2. Além dessas substâncias, o biogás apresenta outros compostos como nitrogênio, siloxanos, compostos halogenados, compostos aromáticos, compostos orgânicos voláteis, vapor d´água e compostos de enxofre, principalmente o sulfeto de hidrogênio (H_2S). Quando estão na presença de água, os compostos que contêm enxofre causam corrosão nos equipamentos destinados para o aproveitamento energético (BARDUCO, 2016).

Desta forma, a fermentação do material orgânico em reatores anaeróbios gera o biogás, o qual pode ser utilizado como fonte de energia elétrica, térmica e mecânica, e o resíduo final, podendo ser utilizado como adubo orgânico (ARAÚJO, 2017).

3.4 Adubo orgânico e biofertilizante

Os adubos são materiais que proporcionam a nutrição da terra, elevando consequentemente a produção da agricultura, os quais podem ser de origem orgânica, como os resultantes de rejeitos vegetais e animais, ou sintéticos, também conhecidos como fertilizantes, provenientes principalmente da indústria petroquímica e mineral (RODRIGUES et al., 2015).

Os macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), e micronutrientes, como boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn), são aplicados a agricultura em quantidades determinantes para o desenvolvimento das plantações, variando de acordo com o cultivo e fatores externos, além da absorção está diretamente relacionada às quantidades da substância na solução e condições ambientais, como umidade e temperatura do solo. Esses nutrientes possuem desempenhos específicos em cada planta, estando ligado ao seu desenvolvimento vegetal (MOREIRA; MORAES, 2018).

As funções metabólicas e estruturais dos micro e macronutrientes, de acordo com Mendes e Sarmanho (2019), são: enxofre (S) e nitrogênio (N), os quais fazem parte de composto integral de carbono; fósforo (P), responsável pelo uso de energia e armazenamento; boro (B) e cálcio (Ca), aliado a parede celular; cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), nitrogênio (N) e zinco (Zn), formados por enzimas ou outros compostos fundamentais ao metabolismo; e cálcio (Ca), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), sódio (Na), potássio (K) e zinco (Zn), atuando como controladores ou ativadores de enzimas.

Os adubos orgânicos, quando aplicados corretamente, acarretam melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo, aumentando sua biodiversidade e tornando-o mais produtivo e fértil, o qual melhora a qualidade do produto gerado (SANTOS, 2019).

As deficiências principais do solo são referentes a falta das substâncias químicas nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), estes sendo os principais componentes dos fertilizantes NPK que são produzidos e vendidos em larga escala, variando as quantidades desses macronutrientes para comercialização a depender da escassez da terra. Desta forma, encontra-se os fertilizantes fosfatados e potássicos, ricos em fósforo e potássio respectivamente, os quais são originados de reservas minerais, e

fertilizantes nitrogenados, possuindo elevado teor de nitrogênio e produzido a partir de gás natural (RODRIGUES et al., 2015).

Devido ao processo de produção e sua alta solubilidade em água, os adubos sintéticos dispõem de metais pesados, tornando-os tóxicos e prejudiciais ao meio ambiente, os quais contaminam e degradam o solo, além das elevadas quantidades de concentração dos nutrientes, excedendo o valor necessário. O biofertilizante é um produto que possui as mesmas funções do fertilizante, porém minimizando o risco ambiental por ser um efluente líquido originado da fermentação da matéria orgânica, as quais são determinadas pelo tipo de resíduo utilizado, diminuindo os custos da fabricação e evitando a fertilização excessiva (RAMOS, 2017).

4 METODOLOGIA

Estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória com caráter qualitativo e quantitativo, realizado a partir de levantamentos bibliográfico e experimentais. Tem o objetivo de gerar o adubo orgânico e o biofertilizante, produtos oriundos da compostagem. De acordo com Gil (2018), o estudo experimental é um dos mais utilizados no meio científico, visando a determinação do objeto de estudo e definir as variáveis que podem influenciá-lo. Possui como intuito adequar as melhores formas de observação dos possíveis efeitos e controles, o qual o pesquisador é um agente ativo.

A base de dados online escolhida como eixo desta revisão de artigos foi a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico, Portal de Periódicos da Capes e Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). A busca foi realizada seguindo critério de estudos científicos publicados nos últimos dez (10) anos, permitindo dessa forma dados atualizados sobre estudos e experiências desenvolvidos na área de adubos orgânicos e biofertizantes.

A metodologia dividiu-se em etapas, sendo constituída por construção da composteira, obtenção dos produtos e análises do processo e produto final. A coleta dos dados realizou-se após o processo de compostagem, analisando o composto e chorume, os quais foram obtidos da composteira.

4.1 Caracterização do local da pesquisa

Referente ao local do estudo, o experimento foi realizado no pátio da Phytonordeste essências, localizado na cidade de Feira de Santana – BA (figura 8), a qual encontra-se a cerca de 100 Km de distância da capital da Bahia, Salvador – BA.

Figura 8 – Localização da empresa Phytonordeste essências.

Fonte: GOOGLE EARTH (2021).

A empresa possui um galpão disponível, sendo uma grande área e de fácil acesso, favorecendo a observação e análises diárias do processo. Desta forma, devido a otimização do recinto, o ambiente é favorável, contendo um espaço arejado.

4.2 Construção da composteira

A construção do equipamento foi baseada em pesquisas seguidas de análises comparativas, visando a otimização do equipamento para alcançar os resultados desejados.

Diante disso, optou-se pela construção da composteira giratória, tendo em vista que este equipamento permite uma fácil aeração, possibilitando que a passagem do oxigênio seja realizada de maneira mais prática, devido a ocorrência dessa atividade ser semanalmente. O modelo base do equipamento é representado pela figura 9.

Figura 9 – Modelo base da composteira giratória.

Fonte: GRIST (2010).

A composteira foi montada utilizando-se dois tambores plásticos, sendo o primeiro todo perfurado com o auxílio da ponteira de solda e o segundo cortado longitudinalmente ao meio para coletar o chorume que é gerado. A aeração e os furos no tambor são de grande importância por ser um processo que ocorre através de respiração aeróbica, ou seja, os microrganismos decompõem a matéria a partir do oxigênio presente no ar. Os materiais utilizados para a construção da composteira estão descritos no quadro 5.

Quadro 5 – Relação de materiais utilizados na montagem da composteira.

Material	Capacidade	Quantidade
Disco de serra para madeira	4 x 60	01
Dobradiça líder galvanizado	½"	03
Ferrolho líder galvanizado fio redondo	2"	06
Furadeira	--------	01
Madeira Barrote Guajará	1,19 metros (5 x 3)	04
Madeira Ripão pinus	1,00 metros (7 x 2,5)	02
Palete de madeira	--------	01
Parafuso francês com porca	$^{5}/_{16}$ x 4	02
Ponteira de solda	--------	01
Tambor plástico	200 litros	02
Tela	1,30 x 1,50 metros	01
Tubo galvanizado	1,25 metros	01

Fonte: Autoral.

A base da composteira foi montada com madeiras com as laterais em formato de “x”, onde cortou-se quatro (4) partes iguais, sendo conectadas por parafusos, tornando-a firme e suportando a estrutura (figura 10). Após a montagem, destinou-se a composteira para o local escolhido (Phytonordeste essências), como mostra a figura 11.

Figura 10 – Equipamento montado para a compostagem.

Fonte: Autoral.

Figura 11 – Equipamento no local escolhido para o processo.

Fonte: Autoral.

4.3 Obtenção dos produtos: composto e chorume

Para a realização do estudo, utilizou-se os resíduos orgânicos domiciliares, ou seja, os resíduos gerados em casa. Foram necessários sete (7) dias de coleta desses resíduos para o preenchimento da composteira, o qual destinou-se a um local arejado e sem muito contato com o sol, neste caso, no pátio da Phytonordeste essências. Com auxílio de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), os resíduos de banana, couve, mamão, manga, melancia, melão, pepino e tomate foram separados e colocados em sacos plásticos na cor preta, de acordo com as normas de vigilância sanitária.

O processo iniciou-se com a coleta de folhas secas, composto principalmente por folhas de cajueiro, seguidas pela trituração. Esse material foi triturado com o auxílio de um mini soprador/aspirador industrial, o qual possui a função de soprar e aspirar, triturando o material coletado.

Para o caso do material orgânico, triturou-se de forma manual, ou seja, com o auxílio de uma faca cortou-se cada fruta/verdura disponível (figura 12), sempre observando a granulometria a qual deve seguir de acordo com as pesquisas

realizadas, devido a granulometria das partículas influenciarem diretamente na superfície de contato, fator que interfere na decomposição e aeração do material.

Figura 12– Material orgânico.

Fonte: Autoral.

Após o preparo dos resíduos, adicionou-se as camadas de material seco (folhas secas) e material úmido (resíduos orgânicos), essa etapa exige atenção para regulagem da relação carbono/nitrogênio (C/N) da composteira. Para esse preparo, foi necessário pesar a quantidade de cada material, utilizando uma balança digital, antes de ser adicionado na composteira em uma única batelada. As camadas dos resíduos adicionados estão relacionadas na tabela 2, totalizando 29,45 quilos adicionados a composteira que possui capacidade de 200 litros.

Tabela 2 – Relação de materiais adicionados na composteira.

Camada	Tipo de resíduo	Peso (Kg)
1	Seco	1,10
2	Úmido	6,00
3	Seco	1,15
4	Úmido	5,05
5	Seco	1,15
6	Úmido	5,60
7	Seco	1,10
8	Úmido	7,15
9	Seco	1,15
	Total	**29,45**

Fonte: Autoral.

Na composteira, foram alternadas as camadas de resíduos secos e úmidos, como apresentado na figura 13, totalizando 9 camadas. Vale ressaltar que a primeira e a última camada foram compostas por material seco e para obtenção dos produtos foram necessários os materiais descritos no quadro 6.

Figura 13 – Primeira e segunda camada na composteira, respectivamente.

Fonte: Autoral.

Quadro 6 – Relação de materiais utilizados para obtenção dos produtos da compostagem.

Material	**Quantidade**
Balança digital	01
Medidor de umidade	01
pHmetro	01
Termômetro	01

Fonte: Autoral.

Como o processo tem que ser controlado, houve a necessidade de um termo-higrômetro acoplado na composteira (figura 14), com o intuito de obter os valores de temperatura e umidade constantemente ao longo de todo o processo. Esse equipamento possui um sensor, o qual inseriu-se no composto (nomeação para o material localizado na parte interna da composteira), transmitindo as informações coletadas para o visor, sendo anotados diariamente entre 12:00 e 14:00 horas.

Figura 14 – Termo-higrômetro acoplado a composteira.

Fonte: Autoral.

4.4 Análises do processo e produto final

A duração de uma compostagem é dividida em duas etapas. Primeiramente ocorre a fase ativa / de oxidação com duração cerca de 90 dias, onde ocorre a decomposição do material pela presença dos microrganismos, sendo composta por três (3) fases: inicial, com tempo de 15 a 72 horas; termofílica, duração em torno de 30 dias; e mesofílica, com um período de 58 dias. Por fim, ocorre a fase de maturação com duração de 30 dias, caracterizando-se pela estabilização do composto e formação do produto. Desta forma, o processo da compostagem totalizou um tempo de, em média, 120 dias.

Ao decorrer do processo realizou-se aeração semanalmente em um período de 6 semanas, aproximadamente, até uma parte da fase termofílica. Foram medidos valores diários da temperatura e umidade do sistema, com o auxílio do termo-higrômetro, adicionando-se em uma planilha no Microsoft Excel. Analisou-se o potencial hidrogeniônico (pH) do composto e chorume, efetuadas no laboratório de testes físico-químicos da Phytonordeste essências, determinado pelo pHmetro através de eletrodos mergulhados na amostra e concentração de íons de hidrogênio (H+).

Ao final do processo da compostagem foram realizadas as análises da relação carbono/nitrogênio e umidade do composto / adubo orgânico no Centro de Análises da Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira (FAAHFLAB Centro de Análises LTDA).

O chorume obtido, oriundo do processo de compostagem, foi destinado para o biofertilizante. A coleta desse material foi realizada a partir de uma composteira giratória, onde o chorume gerado escorreu para um recipiente localizado na parte

inferior do equipamento, onde foi acoplado um mosquiteiro com intuito de garantir a proteção necessária.

Ao longo do processo de decomposição do material, foi observado a coloração do chorume. Logo, coletou-se uma amostra em cada fase ativa da compostagem, totalizando três (3), colocadas em recipientes transparentes de 100 mL, com o intuito de examinar a cor visualmente, relacionando com a concentração orgânica do material.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem pode ser uma solução para o tratamento dos resíduos sólidos, visto que esses resíduos, principalmente os de origem doméstica, por apresentar uma alta porcentagem de matéria orgânica putrescível. Sendo uma saída para diminuição da concentração da carga orgânica no lixiviado e redução da emissão de gases para a atmosfera, o produto obtido do processo possui aspectos semelhantes aos fertilizantes orgânicos, além dessa alternativa servir como uma nova fonte de renda para os cooperativos (GOMES et al., 2015).

5.1 Processo da compostagem: comparação e análises

Os resíduos úmidos e secos foram adicionados em dois momentos distintos, sendo o primeiro caracterizado pela maior adição de verduras e o segundo com frutas, como relacionado no quadro 7. Diante disso, as quantidades adicionadas à composteira foram divididas em materiais secos e úmidos em ambos os processos, contudo com valores diferentes, como descrito na tabela 3.

Quadro 7 – Resíduos sólidos orgânicos nas composteiras.

Composteira 1	**Composteira 2**
Abóbora	Banana
Batata	Couve
Couve	Mamão
Mamão	Manga
Pepino	Melancia
Repolho	Melão
Tomate	Pepino
	Tomate

Fonte: Autoral.

Tabela 3 – Relação de materiais adicionados nas composteiras.

Camada	Tipo de resíduo	1º	2º
		Peso (Kg)	Peso (Kg)
1	Seco	1,00	1,10
2	Úmido	3,80	6,00
3	Seco	0,90	1,15
4	Úmido	3,85	5,05
5	Seco	0,95	1,15
6	Úmido	3,35	5,60
7	Seco	1,05	1,10
8	Úmido	3,05	7,15
9	Seco	0,80	1,15
	Total	**18,75**	**29,45**

Fonte: Autoral.

As análises, como potencial hidrogeniônico (pH), temperatura e umidade, foram realizadas ao longo do processo de compostagem, seguindo parâmetros ideais, como as relacionadas no quadro 8.

Quadro 8 – Parâmetros ideias para compostagem.

FATORES	PARÂMETROS	
Potencial hidrogeniônico (pH)	Início	5.5 a 8.0
	Final	7.0
Temperatura	Fase inicial	45 ºC
	Fase Termofílica	50 a 65 ºC
	Fase Mesofílica	20 a 45 ºC
	Fase de maturação	20 a 30 ºC
Umidade	Processo	40 a 60%
	Final	30%
Relação carbono/nitrogênio	Início	$^{30}/_{1}$
	Final	$^{20}/_{1}$

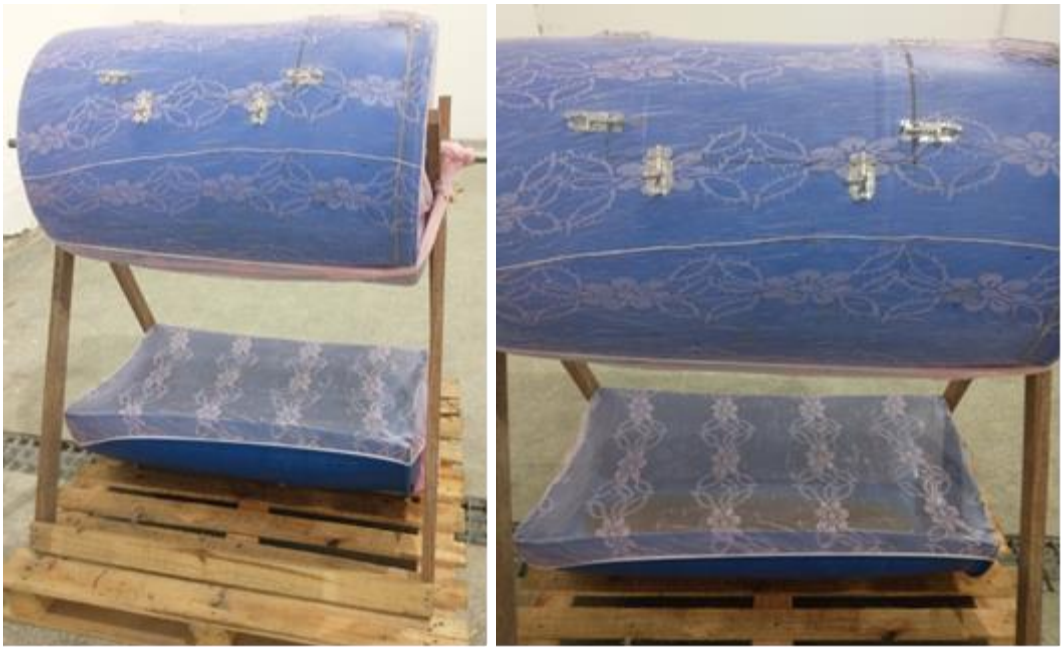
Fonte: Autoral.

No primeiro momento, como foi adicionado uma quantidade maior de verduras, observou-se que estava sendo gerado pouco chorume, fator justificado pela adição de resíduos orgânicos vegetais pouco úmidos, o qual era necessário para o estudo. Outro ponto agravante foi o sistema aberto do processo de compostagem, evaporando o que foi gerado com facilidade.

Além da problemática na geração do chorume, houve aparecimento de alguns insetos. Rodrigues et al. (2016) confirma que o surgimento de determinados insetos é comum na compostagem, como no caso de minhocas *(Haplotaxida*), moscas *(Diptera*), larvas de inseto (*Insecta*) e formigas (*Hymenoptera*), apresentando em todas as etapas do processo em baixas quantidades, além de insetos diminutos, como cascudinho *(Coleoptera Tenebrionidae*), os quais costumam aparecer no primeiro mês em grande intensidade e quantidade. Desta forma, além de comprovar que o composto segue como esperado, a presença desses insetos ajuda na decomposição da matéria orgânica.

Para o segundo momento, foi realizada a adição de resíduos orgânicos mais úmidos, como no caso de frutas que possuem mais água, para a formação de maior volume de chorume que, de acordo com Velasques (2015), tende a atrair insetos, como mosca, baratas e roedores, devido seu odor desagradável e forte. Desta forma, para evitar a proliferação de possíveis moscas e larvas, optou-se por um novo método de proteção no equipamento esquematizado na figura 15, o qual diminui o contato de insetos no material.

Figura 15 – Composteira com proteção.



Fonte: Autoral.

Nesse novo processo, observou-se que não existiu insetos indesejados e uma alta quantidade da geração do chorume. Porém surgiu outra situação, referente a temperatura, a qual inicialmente estava de acordo com os parâmetros, chegando a 42,80 ºC após três (3) dias de atividade. Contudo, ao entrar na fase termofílica da

compostagem, a temperatura variou entre 33,0 e 42,10 ºC durante um período de quinze (15) dias, não chegando aos valores estipulados, ou seja, entre 45,0 e 65,0 ºC.

Como solução, conforme Maragno; Trombin; Viana (2007), as fontes de carbono estão relacionadas a energia dos microrganismos que é gerada no processo. Diante disso, resíduos vegetais secos são considerados como fonte de carbono, como a maravalha e pó de serra, os quais possuem características de absorção de umidade, além do fornecimento de porosidade apropriada.

De acordo com Juizo; Lima; Silva (2017), materiais com maior massa específica possuem, consequentemente, poder calorífico e rendimento energético mais elevados. Desta maneira, para acelerar o processo é recomendado a aplicação de materiais com alto teor calorífico, como pó de café, maravalha e pó de serra, aumentando a temperatura e chegando próximo do previsto, além dos resíduos orgânicos, como melancia, pepino, tomate e folhas de repolho. A adição desses materiais está relacionada no quadro 9, onde os materiais utilizados para correção de temperatura foram inseridos em camadas em dois dias distintos, sendo ao décimo quinto dia (15º) e décimo nono (19º) dia de processo.

Quadro 9 – Produtos adicionados para aumento da temperatura na composteira.

	Camada	**Material**	**Quantidade (Kg)**
15º dia	1	Maravalha	2,00
		Pó de café	0,25
	2	Resíduo	8,70
	3	Maravalha	1,20
		Pó de café	0,25
	4	Resíduo	8,60
	Camada	**Material**	**Quantidade (Kg)**
19º dia	1	Pó de serra	2,45
		Pó de café	0,25
	2	Resíduo	14,40

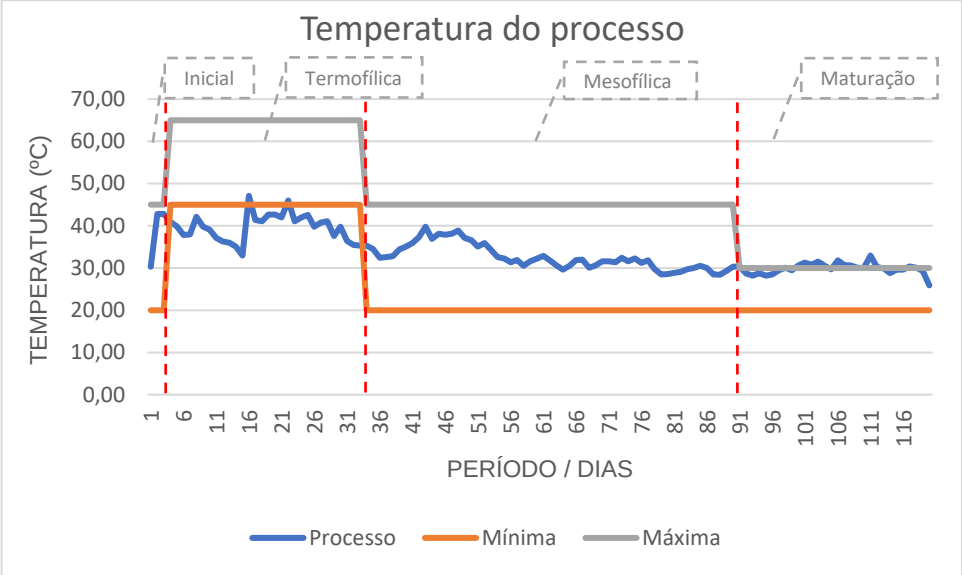
Fonte: Autoral.

Logo, no décimo quinto dia foram adicionadas as proporções relacionadas no quadro 8, onde a temperatura chegou a atingir 47,10 ºC. Porém, após dois (2) dias da adição dos materiais, a temperatura tornou-se baixar, alcançando 41,10 ºC. Desta forma, no décimo nono dia foi inserido pó de serra ao invés de maravalha, elevando a temperatura gradativamente até 46,0 ºC, fator justificado, de acordo com Maragno;

Trombin; Viana (2007), pela maior absorção de umidade dos resíduos orgânicos, o qual evita a compactação das massas, melhora a aeração do sistema e regula a relação Carbono/Nitrogênio.

Ao final da fase termofílica, a temperatura reduziu, característica predominante da fase mesófilica. A temperatura coletada durante todas as fases da compostagem está relacionada no gráfico 1.

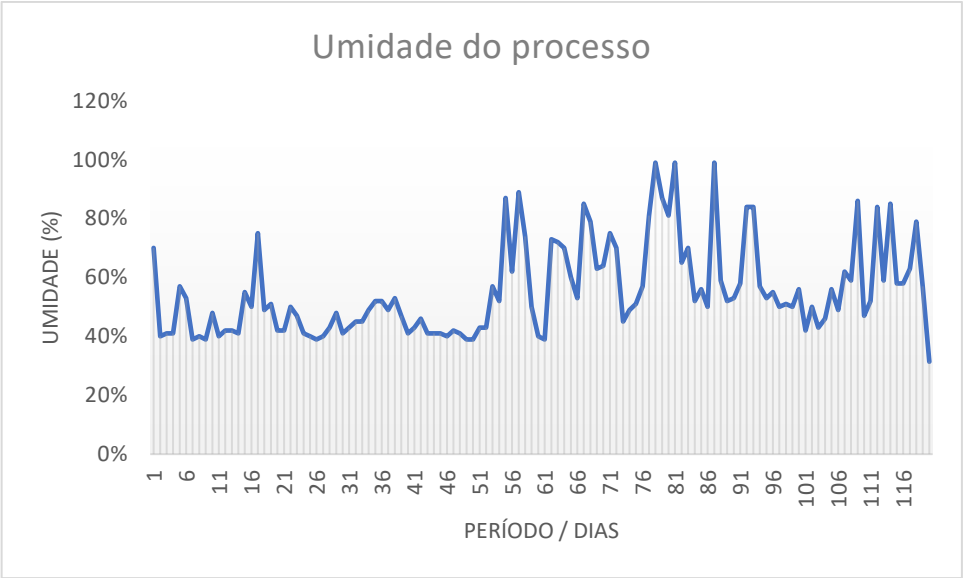
Gráfico 1 - Temperatura ao longo processo de compostagem.



Fonte: Autoral.

O processo foi realizado nas estações de Outono e Inverno na Cidade de Feira de Santana - Bahia, onde esse período é marcado por frequentes chuvas e aumento da umidade do ar, o qual influencia diretamente no composto. Conforme Rodrigues et al. (2016), a temperatura do material da compostagem acompanha a temperatura ambiente, resultando em temperaturas mais altas apenas em fases de baixa precipitação pluvial, já a umidade houve a diminuição da aeração, provocando interferência da degradação do composto, ou seja, a umidade deste processo se manteve acima de 39,00%, como demonstrado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Umidade ao longo processo de compostagem.



Fonte: Autoral.

Como os valores de umidade coletados ao fim do processo estavam acima do estipulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e visualmente o material estava seco, o produto final foi encaminhado para o Laboratório da Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira (FAAHFLAB), na cidade de Luís Eduardo Magalhães - Bahia, para comprovar a qualidade do composto. O resultado obtido pelo Laboratório foi 31,4%, através do método da estufa, comprovando que a umidade está dentro dos parâmetros esperados.

Tratando-se dos valores do potencial hidrogeniônico (pH), foram coletados do composto e chorume em três (3) estágios, como relacionados no quadro 10. Vale ressaltar que inicialmente obteve-se o pH somente do chorume, devido a composteira ser dividida em camadas na primeira fase, ou seja, a análise poderá ser realizada após a aeração do material.

Quadro 10 - Potencial hidrogeniônico (pH) do processo de compostagem.

Estágio	Dias	pH Composto	pH Chorume
1	4º	-	3.8
2	38º	7.79	8.46
3	120º	6.04	7.65

Fonte: Autoral.

Conforme Silva et al. (2020), espera-se que o início do processo seja caracterizado por baixo nível de pH, pelo fato da quebra das maiores moléculas, o que resulta na liberação de ácidos os quais são consumidos, aumentando o pH do sistema, consequentemente tornando-o alcalino e estabilizado. Ao final do processo, em

conformidade com a Instrução Normativa SDA número 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o valor mínimo do pH para comercialização dos adubos orgânicos deve ser de 6.0. Portanto, o pH encontrado do produto final está de acordo com o valor mínimo exigido.

A porcentagem de degradação obtida ao final do processo totalizou aproximadamente 25,39%, onde inicialmente possuía 29,45 Kg de resíduos secos e úmidos divididos em nove (9) camadas, adicionando-se cerca de 38,10 Kg para correção de temperatura, resultando em 67,55 Kg no processo de compostagem e ao final restou cerca de 17,15 Kg, ou seja, este processo resultou em 74,61% de decomposição estando como esperado de acordo com Maragno; Trombin; Viana (2007) e Sena et al. (2019), que obtiveram 82% e 84%, respectivamente.

Para realizar as atividades metabólicas, os microrganismos precisam de micro e macronutrientes, como o carbono (C) e nitrogênio (N), tendo em vista que a disponibilidade biológica e a concentração de ambos interferem diretamente no desenvolvimento do processo (BRIETZKE, 2016).

Devido ao alto custo e a situação atual (Pandemia, Covid-19), só foi possível realizar a análise de Carbono/Nitrogênio ao final do processo. Vale ressaltar que é de extrema importância possuir os parâmetros de C/N no produto final, tendo em vista o contato direto com o solo.

A análise foi realizada no Laboratório da Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira (FAAHFLAB), na cidade de Luís Eduardo Magalhães - Bahia, e teve como resultado $^{19.61}/_{1}$, estando dentro dos parâmetros indicados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o qual deve estar menor do que $^{20}/_{1}$. O valor da relação carbono/nitrogênio é calculado através do nitrogênio (N) total e o Carbono (C) orgânico.

5.2 Produtos gerados na compostagem

A compostagem é uma das práticas mais importantes para a sustentabilidade na produção agrícola, baseada no reaproveitamento de resíduos orgânicos e fertilização do solo, sendo considerada uma técnica antiga, econômica e simples. O produto gerado pela compostagem contém micro e macronutrientes, o qual auxilia na fertilização das plantas de forma mais natural, contribuindo com o meio ambiente e a saúde humana (VITAL, 2018). O material final é subdividido em adubo orgânico e

biofertilizante, com o objetivo de fornecer cálcio, magnésio, fósforo e potássio para as plantas, desde que não contenha metais pesados que possam poluir o solo (RODRIGUES et al., 2015).

5.2.1 Adubo orgânico

O material gerado da compostagem é o composto, possuindo coloração escura, alta quantidade de ácido húmico (húmus) e cerca de 50 a 70% de material orgânico. Identifica-se como adubo orgânico por possuir restos de esterco e/ou vegetais, onde sua composição depende da matéria-prima utilizada (CRUZ et al., 2019).

O adubo foi obtido após cerca de 120 dias de compostagem e deve possuir como características principais, conforme apontado por Sena et al. (2019), homogêneo, cor escura e estável, podendo ser utilizado em diversos cultivos agrícolas sem danificar o meio ambiente. A figura 16 apresenta o material gerado na composteira pronto para uso.

Figura 16 - Adubo orgânico.

Fonte: Autoral.

O produto possui a função de melhorar a textura e reter a umidade dos solos, dificultando a erosão e fornecendo micro e macronutrientes para as plantações (SENA et al., 2019). Quando comparado às especificações dos adubos orgânicos na instrução normativa nº 25 do MAPA, admite-se como classe “A”, ou seja, deve possuir no máximo 50% de umidade, pH no mínimo 6.0 e relação carbono/nitrogênio de no máximo $^{20}/_{1}$. Diante disso, o adubo gerado mostrou-se dentro das exigências.

Os parâmetros obtidos foram comparados às especificações dos fertilizantes orgânicos estipulados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como relacionado no quadro 11, comprovando a qualidade do produto obtido.

Quadro 11 - Comparativo dos parâmetros da compostagem.

GARANTIA	MAPA	AUTORAL
Umidade (máx.)	50%	31.4%
N total (mín.)	0.5%	0.94%
Carbono orgânico (mín.)	15%	18.43%
pH (mín.)	6.0	6.04
Relação C/N (máx.)	$^{20}/_{1}$	$^{19.61}/_{1}$

Fonte: adaptado BRASIL (2009).

5.2.2 Biofertilizante

O resíduo em sua degradação final tem tendência de produzir um líquido com cor escura e viscosa, denominado chorume, podendo ser utilizado como biofertilizante, conforme Vital et al. (2018), pode ser definido como um efluente viscoso de fermentação aeróbica ou anaeróbica durante um certo tempo e considerado como compostos biodinâmicos, com capacidade de proteger e dar resistência ao cultivo.

Cruz et al. (2019) aponta que existem vários tipos de biofertilizantes, não somente oriundo de chorume, como ervas nativas, esterco animais e provenientes de caldas bordalesa, sulfocálcica e viçosa.

O biofertilizante possui em sua composição básica doze (12) elementos essenciais e oligoelementos, as quais são necessárias para estimular a junção de aminoácidos para formação de proteínas nas plantas (VITAL et al., 2018).

Desta forma, foi realizada a coleta de três (3) amostras do chorume, com o intuito de analisar o processo desse produto, como a coloração e viscosidade, comprovando as concentrações orgânicas presentes no material, a qual é determinante pela cor mais escura, como mostra figura 17. Ao final do processo, o chorume obtido é destinado para utilização do biofertilizante.

Figura 17 - Amostras de chorume.

Fonte: Autoral.

A primeira amostra, como foi coletada no início do processo, mais precisamente ao final da fase inicial, apresentou a coloração amarelada e pouca viscosidade. As duas últimas amostras foram retiradas ao final das fases termofílica e mesofílica, respectivamente, possuindo no primeiro caso duas fases e ao final tornou-se homogêneo. Vale ressaltar que ambos se apresentaram com aspectos viscosos e com coloração escura.

As concentrações de nutrientes dos biofertilizantes são maiores que a dos resíduos orgânicos, devido à perda de hidrogênio, carbono e oxigênio, apresentando o pH entre 7.0 e 8.0 (RAMOS et al., 2017). Como visto anteriormente, obteve-se o pH do chorume 7.65, constando que está na faixa do previsto.

A aplicação do biofertilizante não pode ser realizada sem a diluição em água. Cruz et al. (2019) afirmou que o chorume pode ser aplicado como biofertilizante em proporções de até 40%, o que ao aplicado nos diversos experimentos provocou um aumento significativo das plantas. Isso é justificado pelo fato das altas concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO). Já segundo Nunes et al. (2015), a combinação mais favorável de chorume/água é de 25%.

De acordo com Vital et al. (2018), a aplicação dos biofertilizantes devem ser realizadas por fertirrigação, ou seja, adicionar o biofertilizante na água de irrigação, utilizando em plantas concentrações que variam de 1 a 5% ou adicionar diretamente ao solo proporções de até 20%.

6 CONCLUSÃO

A compostagem dentro de uma composteira giratória ocorreu de maneira eficaz, além de facilitar na aeração do processo.

Os produtos gerados tiveram resultados satisfatórios dentro das exigências, onde o composto é utilizado como adubo orgânico e o chorume coletado durante o processo como biofertilizante. Os dois possuem grande potencial de aplicabilidade em solos para melhoria de seu cultivo, disponibilizando nutrientes às plantas e evitando erosões. O uso de ambos acarreta um reaproveitamento total dos resíduos.

Vale ressaltar que esses produtos são indicados para pequenos produtores, trazendo benefícios ambientais e econômicos, tendo em vista que o produto gerado diminui a utilização de adubos e fertilizantes químicos. Para melhores comprovações de eficiência, sugere-se a aplicação de ambos os produtos no solo.

Os valores obtidos das análises físico-químicas do adubo orgânico foram: 25,9 ºC de temperatura, 31,4% de umidade, 6.04 de pH do composto e $^{19,61}/_{1}$ de relação carbono/nitrogênio, seguindo os parâmetros estipulados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O biofertilizante age como estabilizador devido ao seu pH levemente alcalino, o qual obteve-se 7.65, e por ser um líquido tem maior aderência no solo, podendo também ser aplicado nas folhas e ser utilizado como forma de proteção agrícola contra doenças, pragas e insetos.

Diante disso, como sugestão para futuras pesquisas e seguindo na linha de pensamento da agricultura verde, buscando uma melhor destinação dos resíduos sólidos orgânicos e evitando o uso de agrotóxicos, recomenda-se o uso do chorume como principal matéria-prima de inseticida natural. Possui o intuito da fabricação de um produto menos danoso, visto que o uso de agrotóxicos acarreta perda de qualidade do alimento e problemas ecológicos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Descaminhos do lixo**. São Paulo – SP: 2019.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo – SP: 2020.

ANDRADE, Marisneili Izolina et al. **Estudo de caso sobre a implementação da compostagem de resíduos orgânicos de um refeitório industrial**. E-Locução / Revista Científica da FAEX, ed.17, 2018.

ARAÚJO, Ana Paula Caixeta. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico**. Uberlândia – MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

ARAÚJO, Kássia Karina; PIMENTEL, Angélica Kelly. **A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros vergel do lago e jatiúca em Maceió, Alagoas**. Florianópolis – SC: Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v.4, n.2, p.626-668, 2016.

ARIZA, Luiza Gabriela G.; HARA, Giovana de Quadros. **Produção de adubo orgânico a partir do chorume**. Londrina – PR: Colégio Interativa, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. maio.

BARBOSA, Kaio Campos. **Análise do uso de compostagem na colônia reunida no município de Paragominas – Pa**. Paragominas – PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

BARDUCO, Ana Carolina Benito. **Produção microbiana de biogás como fonte de energia renovável e sua importância ambiental**. Presidente Prudente – SP: Universidade Estadual Paulista, 2016.

BATISTA, Cíntia Cleub Neves et al. **Compostagem doméstica:** Desafios e Possibilidade ao Gerenciamento de Resíduos Orgânicos do Lar. Revista Eletrônica Educação Ambiental em Ação, v.15, n.58, 2016.

BERTICELLI, Ritielli; DECESARO, Andressa; MAGRO, Francisco. **Compostagem como alternativa de biorremediação de áreas contaminadas**. Revista CIATEC – UPF, v.8, p.12-28, 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Decreto nº 6559-A, de 2013.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Decreto nº 481, de 03 de outubro de 2017.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA nº 25, de 23 de julho de 2009**. Brasília – DF: MAPA, 2009.

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

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional de resíduos sólidos**. Brasília – DF: MMA, 2018.

_____. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

BRIETZKE, Débora Tairini. **Avaliação do processo de compostagem considerando a relação carbono/nitrogênio**. Lajeado – RS: Centro Universitário Univates, 2016.

BOMFIM, Anne Shayene Campos de. **Reciclagem de cápsulas de café expresso para a obtenção de compósitos reforçados com a borra de café aplicados no *design* de uma composteira doméstica**. Guaratinguetá – SP: Universidade Estadual Paulista, 2020.

CENÇO, Bruna. **Passo-a-passo para elaborar sua composteira**. WWF – Brasil, 2020. Disponível em <https://www.wwf.org.br/?46943/Passo-a-passo-para-elaborar-sua-composteira>. Acesso em: 01 de jul. de 2021.

COSTA, Amanda Rodrigues Santos et al. **O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos**. Recife – PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

CRUZ, Rafaelle Fonseca et al. **A aplicabilidade do chorume oriundo do processo de compostagem biofertilizante orgânico para agricultura sustentável**. Nature and Conservation, v.12, n.3, p.37-48, 2019.

D'ALMEIDA, M. L. O., VILHENA, A. **Lixo municipal:** manual de gerenciamento integrado. São Paulo – SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE, 2000.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas Ltda., 6ª ed., 2018.

GOOGLE. Google Earth website. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 30 de jun. 2021.

GOMES, Luciano Paulo et al. **Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem**. Rio de Janeiro – RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.20, n.3, p.449-462, 2015.

GONÇALVES, Henrique Nobre. **Utilização de calda de chorume e óleo de soja comestível, no combate de cochonilha farinhenta (*Pseudococcuslongispinus*) em folha de açaí (*Euterpe oleracea*)**. Belém – PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos:** impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. São Paulo – SP: Revista Eletrônica Ciênc. Saúde coletiva, v.17, n.6, p.1503-1510, 2012.

GRIST. **Composting 101 for citydwellers**. 2010. Disponível em: <https://grist.org/article/food-composting-101-slideshow/>. Acesso em: 01 de jul. de 2021.

GUIDONI, Lucas Lourenço Castiglioni et al. **Compostagem domiciliar:** Implantação e avaliação do processo. Santa Cruz do Sul – RS: Revista Tecno-Lógica, v.17, n.1, p.44-51, 2013.

HEMPE, Cléa; NOGUERA, Jorge Orlando Cuellar. **A educação ambiental e os resíduos sólidos urbanos**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.5, n.5, p. 682 - 695, 2012.

ISMAEL, Luara Lourenço et al. **Avaliação de composteiras para reciclagem de resíduos orgânicos em pequena escala**. Mossoró – RN: Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.8, n.4, p.28-39, 2013.

JESUS, Willian Ferraz de. **Caracterização das formas de destinação final impostas pela política nacional de resíduos sólidos e identificação dos seus principais aspectos e potenciais impactos**. Londrina – PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

JUIZO, Claudio Gumane Francisco; LIMA, Marcos Ramos; SILVA, Dimas Agostinho da. **Qualidade da casca e da madeira de nove espécies de eucalipto para produção de carvão vegetal**. Recife – PE: Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.12, n.3, p.386-390, 2017.

LACERDA, Kênia Alves Pereira et al. **Compostagem:** alternativa de aproveitamento dos resíduos sólidos utilizando diferentes modelos de composteiras. Curitiba – PR: Brazilian Journal of Development, v.6, n.6, p.40753-40763, 2020.

LIRA, Brayan Johny de Medeiros. **Plano de reaproveitamento dos resíduos verdes por compostagem - UFRN campus central**. Natal – RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

MARAGNO, Eliane Spricigo; TROMBIN, Daiane Fabris; VIANA, Ednilson. **O uso da serragem no processo de minicompostagem**. Criciúma – SC: Eng. Sanit. Ambient., v.12, n.4, p.355-360, 2007.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Compostagem:** Nada se cria, nada se perde; tudo se transforma. Brasília – DF: Editora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, 1ª edição, 2016.

MELO, Ana Ligia Silva de et al. **Prospecção e isolamento de actinomicetos com potencial para promoção de crescimento em rúcula (Eruca sativa L.)**. Pombal – PB: Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.10, n.3, p.31-34, 2015.

MENDES, Aurélio de Sousa; SARMANHO, Gustavo Aires. **Adubação de precisão clonal do híbrido de *Eucalyptus brassiana* S.T. blake x *Eucalyptus grandis* W. hill ex maiden na mesorregião sudeste paraense**. Paragominas – PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

MOURA, Jaqueline de. **Desempenho de composteira domiciliar confeccionada a partir de materiais reutilizados**. Francisco Beltrão – PR: Universidade Tecnológica do Paraná, 2018.

MONTERIO, José André Verneck. **Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos**. Revista Educação Ambiental em Ação, v.15, n.56, 2016.

MOREIRA, Adônis; MORAES, Larissa Alexandra Cardoso. **Nutrição e adubação da cultura da soja:** macronutrientes. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Adonis-Moreira/publication/325069952_Nutricao_e_adubacao_da_cultura_da_soja_Macronutrientes/links/5af4a3ab0f7e9b026bcd86f5/Nutricao-e-adubacao-da-cultura-da-soja-Macronutrientes.pdf>. Acesso em: 30 de jun. de 2021.

NASCIMENTO, Gilson Miranda et al. **Cartilha compostagem**. Associação Caatinga, 2018.

NUNES, P. R. S. et al. **Influência de fertilizante orgânico (chorume) na produção de mudas de mostarda (Brassica juncea (L.) Coss.)**. Bagé – RS: II Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSUL Campus Bagé, 2015.

OLINTO, Francisco Ariclenes et al. **Compostagem de resíduos sólidos**. Mossoró – RN: Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.7, n.5, p.40-44, 2012.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. **Compostagem**. Piracicaba – SP: Universidade de São Paulo, 2008.

OLIVEIRA, Liliane Tavares de. **Compostagem doméstica, uma solução para os resíduos sólidos urbanos**. Niterói – RJ: Universidade Federal Fluminense, 2019.

PEREIRA, Giorgiane dos Santos. **Avaliação da biodegradabilidade do líquido percolado (chorume) proveniente do tratamento de resíduos orgânicos**. Brasília – DF: Universidade de Brasília, 2020.

RAMOS, Andreia Simonica Gomes. **Projeção de um biodigestor para degradação de resíduos animais e produção de biogás e biofertilizante, adaptados para zonas rurais**. Mindelo: Universidade do Mindelo, 2017.

RODRIGUES, Alexandre Couto et al. **Avaliação do processo de compostagem utilizando lodo de estação de tratamento de efluentes de laticínio**. Santa Maria – RS: Ciência e Natura, v.38, n.2, p.610-619, 2016.

RODRIGUES, Rafael Branco et al. **Opção de troca de produto na indústria de fertilizantes**. São Paulo – SP: Revista de Administração, v.50, n.2, p.129-140, 2015.

RUFINO, Daniela Cristiano. **Biogás:** o aproveitamento enérgico do gás metano gerado em aterros sanitários. Varginha – MG: Centro Universitário do Sul de Minas, 2018.

SAGAZ, Maycon Manoel. **Composteira automática para uso residencial**. Florianópolis – SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

SANTOS, Luís Alberto Lima dos. **Efeitos da co-inoculação de *Azospitillum Brasilence* e *Pseudomonas Fluorescens* associados adubação química e orgânica na cultura do milho**. Laranjeiras do Sul – PR: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019.

SENA, Larissa Morais et al. **Compostagem e vermicompostagem como alternativa para tratamento e destinação de resíduos orgânicos**. Pombal – PB: Revista Verde, v.14, n,2, p.266-272, 2019.

SILVA, Lívia Jacielly Caldas da. **Disponibilidade de macro e micronutrientes durante o processo de compostagem de resíduos orgânicos**. Rio Verde – GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2019.

SILVA, Raíssa Mendes et al. **Análise da viabilidade técnica da compostagem para produção de adubo orgânico**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.2, p.182-191, 2020.

SILVA, Suziany Simplício da; SILVA, Cátia Silene da; SILVA, Lituana Barreto da. **Fabricação de composteira artesanal para produção de adubo orgânico na escola municipal Maria José de Albuquerque - ARARA - PB**. Revista Acadêmico-Científica Scire, v.9, n.1, 2016.

SOARES, Joyce Doria Rodrigues et al. **Compostagem de resíduos agrícolas:** uma fonte de substâncias húmicas. Sci. Agrar. Parana, v.16, n.4, p.414-421, 2017.

SOARES, Silvia Aparecida. **A relevância da reciclagem de resíduos sólidos para a sustentabilidade**. Iporá – GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2019.

VELASQUES, Fabio et al. **Usinas de triagem, compostagem e tratamento de chorume:** uma opção econômica e sustentável. Rio de Janeiro – RJ: Revista Augustus, v.20, n.39, p.65-75, 2015.

VILELA, Nathane Manuelle Silva. **Comparação dos métodos de compostagem por leiras estáticas aeradas e por reviramento no tratamento da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos**. Viçosa – MG: Universidade Federal de Viçosa, 2019.

VITAL, Adriana de Fátima Meira et al. **Compostagem de resíduos orgânicos e produção de biofertilizante enriquecido**. Revista Saúde e Ciência online, v.7, n.2, p.339-351, 2018.

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA FANTASIA

Phyto

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE NOME E IMAGEM

Por este ato, e na melhor forma de direito, eu, S. DOS SANTOS VIANA NASCIMENTO proprietária da empresa cujo nome fantasia PHYTONORDESTE ESSÊNCIAS, portadora da inscrição sob o CNPJ 04.651.020/0001-83, autorizo os alunos BEATRIZ FARIAS BITTENCOURT portadora do RG 12.652.899-30 e CPF 077.551.495-01, GABRIELE TAUANA MARQUES DA SILVA portadora do RG 9.844.597-8 e CPF 010.106.009-23 & NILTON VIANA MATOS portador do RG 12.095.199-17 e CPF 021.703.345-80 da instituição Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF) a executar o trabalho de conclusão de curso na mesma.

04.651.020/0001-83
S. DOS SANTOS VIANA NASCIMENTO-ME
AV. DEP. LUIZ EDUARDO MAGALHÃES, 9998
AVIÁRIO - CEP: 44.096-486
FEIRA DE SANTANA/BA

PHYTONORDESTE ESSÊNCIAS
Av. Deputado Luiz Eduardo Magalhães, 9.998 - Aviário
CEP 44096-486 - Feira de Santana - BA
Tel.: 75 3223-7377
E-mail: phytonordeste@uol.com.br

ANEXO B – LAUDO ANALÍTICO

FAAHFLAB
CENTRO DE ANÁLISES

Rua Paraíba, nº 1, Bairro Mimoso
CEP – 47850-000 – Luís Eduardo Magalhães – BA
Fone: (77) – 3628-3586 / 99870-3478
www.faahflab.com.br / contato@faahflab.com.br

CCE – MAPA: BA-00050

Laudo Analítico

Laudo Nº: 2632/2021

Cliente: NILTON VIANA MATOS **Solicitante: NILTON VIANA MATOS**
Endereço: RUA MAGNÓLIA CARVALHO, 215, COND. SÃO GABRIEL, BL15, APTO72
Município: FEIRA DE SANTANA-BA **EP:**

Ident.Amostra: AMOSTRA 01 **Nº Amostra: 25347**
Data de entrada no laboratório: 06/07/2021 **Data de Coleta:**
Data de fabricação: **Fornecedor: -**
Data de emissão: 13/07/2021 **Quantidade: -**
Data de Validade: **Natureza Física: -**
Lote: -

Resultados dos Ensaios

Determinação	Garantia	Resultado	Unidade	LQ	Método
N Total		0.94	%	0.1	IN SDA CAP. I C 1
UMIDADE		31.4	%		MÉTODO DA ESTUFA
C/N		19.61	%	0.1	IN SDA CAP II G
C.O.		18.43	%	0.1	IN SDA CAP. III E 13

Ricardo Fernandes Cipriano
Responsável Técnico
02407270