

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Engenharia Agrícola e Ambiental

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CHORUME PROVENIENTE DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA

Josilaine Cristina da Cruz



Josilaine Cristina da Cruz

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CHORUME
PROVENIENTE DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para a obtenção do título de
bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Ferreira da Silva

Orientadora: Prof.^a Dra. Júlia Ferreira da Silva

Montes Claros, MG
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos 12 dias do mês de dezembro de 2023, às 08h10min, a estudante Josilaine Cristina da Cruz, matrícula 2019022057, defendeu o Trabalho intitulado “Caracterização físico-química do chorume proveniente de compostagem doméstica” tendo obtido a média (95,0 - noventa e cinco) .

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 95,0 (noventa e cinco)

Orientador(a): Júlia Ferreira da Silva

Nota: 95,0 (noventa e cinco)

Examinador(a): Márcio Neves Rodrigues

Nota: 95,0 (noventa e cinco)

Examinador(a): Charles Martins Aguilar



Documento assinado eletronicamente por **Julia Ferreira da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 13/12/2023, às 18:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Charles Martins Aguilar, Chefe**, em 14/12/2023, às 07:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Neves Rodrigues, Servidor(a)**, em 14/12/2023, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2900578** e o código CRC **64E471A2**.

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

Dedico este trabalho a Deus, pois sem Ele eu não estaria aqui, e à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ter me concedido a dádiva de viver esses cinco anos de aprendizado, tanto pessoal quanto profissional e também pela oportunidade de estudar no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais.

À Fundação Universitária Mendes Pimentel - FUMP por ter contribuído no meu desenvolvimento profissional e pessoal.

À minha amada mãe, Vicentina Rosa e à minha irmã, Célia Patrícia Rosa Bento, por sempre estarem do meu lado me apoiando e incentivando nas horas boas e ruins desta caminhada, nunca me deixando desistir de realizar o nosso sonho.

Ao meu amigo Adriano Ribeiro por sempre estar me apoiando e ajudando nessa caminhada e que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Às minhas irmãs de coração que a UFMG me deu, Thaís Santos e Isabela Saldanha, obrigada por ser meu amparo durante esses cinco anos de faculdade, gratidão por ter vocês na minha vida.

Gratidão aos meus amigos e companheiros de curso por toda troca de experiências e risadas que tivemos ao longo dos anos.

À minha professora e orientadora Júlia Ferreira da Silva por ter me acolhido nesse último ano dando todo seu suporte, apoio e dedicação, as puxadas de orelhas, além de uma bela amizade que vem se formando.

E, por fim, agradeço àquela Josilaine do passado por não ter desistido de ir em busca dos seus sonhos por mais difícil que tenha sido chegar até aqui - a Josilaine do presente tem muito orgulho do que você se transformou.

*“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!
Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu
Deus, estará com você por onde você andar”.*

(Josué 1:9)

RESUMO

A grande produção diária de lixo e a falta de espaços adequados para descarte, bem como a não utilização desses resíduos é um dos maiores problemas ambientais, necessitando de processos de reutilização desses resíduos. O objetivo do presente estudo foi realizar a caracterização físico-química do chorume resultante da decomposição de matéria orgânica pelo processo de compostagem, utilizando os resíduos sólidos orgânicos provenientes do preparo de refeição do Restaurante Universitário do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (RU-ICA/UFGM). Os resíduos orgânicos coletados foram colocados em um tambor de 120 L, utilizando a proporção 2:1, ou seja, duas partes de material; uma parte de resíduo orgânico. Foram adicionados 2 (dois) baldes de folhas secas para 1 (um) balde de resíduos orgânicos, como restos de cascas de frutas e legumes e verduras e por último foi adicionado 0,5 (meio) balde de folhas verdes. Todo esse material, após a mistura, foi colocado em uma composteira doméstica comercial, contendo três caixas com capacidade de 90 L cada. Durante o processo foi realizado o revolvimento do material compostado nas caixas digestoras 1 e 2, para auxiliar na aeração do composto, além do monitoramento da temperatura e umidade. O processo teve duração de 94 dias. A temperatura, durante o experimento, ficou entre 24,8° C e 30,3° C. O chorume produzido foi coletado para realização de análises dos parâmetros: umidade, Nitrogênio, pH, relação C/N, macro e micronutrientes, DBO. Após o processo de compostagem, foi possível perceber a importância da utilização dos resíduos orgânicos para a produção de composto orgânico e biofertilizante. A análise da utilização da compostagem doméstica com resíduos orgânicos provenientes do Restaurante Universitário (RU) da UFGM, mostrou que essa prática se configura como uma alternativa viável para a destinação final da fração orgânica dos resíduos, proporcionando, ainda, a obtenção de valor agregado dos subprodutos gerados, para uso interno ou comercialização.

Palavras-chave: Resíduo Orgânico. Fertilizante. Decomposição.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelos comerciais de composteira doméstica.....	16
Figura 2 - Compostagem em forma de leiras.....	16
Figura 3 - Composteira doméstica usando baldes recicláveis de 15 L.....	17
Figura 4 - Recipiente utilizado para acondicionar os resíduos orgânicos separados para utilização no processo de compostagem.....	20
Figura 5 - Cardápio do almoço e jantar do RU do ICA/UFMG no período de 26 a 30 de junho de 2023.....	21
Figura 6 - Pesagem dos resíduos orgânicos gerados no RU - ICA/UFMG.....	22
Figura 7 - Recipiente utilizado para armazenar os resíduos orgânicos coletados no RU do ICA/UFMG.....	24
Figura 8 - Resíduos orgânicos despejados na lona preta.....	24
Figura 9 - Resíduos orgânicos e folhas sendo cortados.....	25
Figura 10 - Serragem sendo adicionada na mistura dos resíduos orgânicos.....	25
Figura 11 - Realização da mistura dos materiais para a compostagem.....	26
Figura 12 - Material a ser compostado sendo colocado nas caixas digestoras.....	26
Figura 13 - Caixas digestoras 1 e 2 contendo a mistura do material a ser compostado e composteira doméstica montada.....	27
Figura 14 - Medição da temperatura e umidade das caixas digestoras usando o termo-higrômetro digital.....	27
Gráfico 1 - Quantidade de resíduos orgânicos gerados pelo RU do ICA/UFMG.....	20
Gráfico 2 - Quantidade de resíduos orgânicos coletados no RU.....	23
Gráfico 3 - Temperatura da composteira.....	29
Gráfico 4 - Valores de umidade para as amostras coletadas nas caixas digestoras 1 e 2 e os demais materiais utilizados na proporção 2:1 em peso.....	31
Gráfico 5 - Valores encontrados para umidade nas caixas digestoras 1 e 2 montadas na proporção 2:1 em volume.....	32

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Frutas servidas no café da manhã do RU do ICA/UFMG no período de 26 a 30/06/2023.....	21
Tabela 1 - Quantidade de nitrogênio (%), carbono (%), DBO (mg L ⁻¹) e pH do Chorume.....	33
Tabela 2 - Valores referentes os nutrientes do chorume em solido ou fluido.....	34
Tabela 3- Valores referente aos nutrientes do chorume diluído.....	34
Tabela 4 - Análises dos nutrientes do chorume.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

ICA - Instituto de Ciências Agrárias

DBO - Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

RU - Restaurante Universitário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Resíduos Sólidos	13
2.2 Resíduos orgânicos	14
2.3 Compostagem	14
2.4 Compostagem doméstica.....	15
2.5 Tratamento e aproveitamento de resíduos orgânicos	17
2.6 Biofertilizantes	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Monitoramento da temperatura do composto.....	29
4.2. Relação Carbono: Nitrogênio – C/N	30
4.3 Monitoramento da umidade do composto durante o processo	30
4.4 Monitoramento dos parâmetros pH, Nitrogênio, Carbono e DBO.....	32
4.5 Análises de Nutrientes	34
5 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A grande quantidade de lixo produzida diariamente é uma das principais questões ambientais do planeta. Associado à complexidade que envolve esse problema, surge outro contratempo ainda mais desafiador: a não reutilização e o descarte incorreto do lixo.

A utilização de um sistema de compostagem pode ajudar a diminuir parte do lixo gerado no dia a dia, pelo processo de "reciclagem" de matéria orgânica. Conforme Ribeiro (2017), a compostagem é um processo natural da matéria orgânica realizado por microrganismos no ambiente juntamente com ação de fatores abióticos.

Para Wang *et al.* (2014), a compostagem é um processo natural de decomposição, em que os microrganismos, fungos e bactérias, na presença de oxigênio, possibilitam a degradação da matéria orgânica, tornando-a em um composto (adubo) rico em nutrientes, ou seja, durante o processo de compostagem os microrganismos presentes no meio degradam a matéria orgânica. Lima (2004) considera que a compostagem é um processo aeróbio controlado que acontece transformações biológicas das matérias orgânicas sobre ação de microrganismos, que resulta em um composto orgânico estável e quando ele é adicionado diretamente no solo aprimora as características físicas, físico-químico e biológicas.

O biofertilizante, conforme definido por Stuchi (2015), é um adubo orgânico líquido resultante da fermentação de resíduos orgânicos, contendo organismos e nutrientes (micro e macro), podendo ser utilizado como fertilizante, melhorando a saúde das plantas, deixando-as mais resistentes ao ataque de pragas e doenças. Nos dois casos, tanto o fertilizante orgânico quanto o adubo servem de complemento nutricional para o solo, promovendo o aumento na produtividade vegetal (Pereira Neto, 2007).

Rosa (2020) ressalta que o uso de biofertilizante em cultivos agrícolas é benéfico, mas que deve haver controle da quantidade das aplicações, para que as mudas consigam se desenvolver com vigor e resistência.

Foi observado que o Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Campus Montes Claros-MG, não possui coleta seletiva dos resíduos orgânicos gerados. É efetuada somente a separação dos resíduos orgânicos dos materiais recicláveis e depois enviados para a coleta urbana, não existindo qualquer reaproveitamento do resíduo orgânico gerado pelo RU. A partir disso, foi notada a necessidade de reutilização desse resíduo, uma vez que a produção é alta e sabe-se que ele pode trazer benefícios para o ambiente.

Sabendo que a compostagem é uma forma viável para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos gerados pela Instituição (Marchi e Gonçalves, 2020), o objetivo do presente estudo foi realizar a caracterização físico-químico do chorume resultante da decomposição de matéria orgânica pelo processo de compostagem, utilizando os resíduos sólidos orgânicos provenientes do RU do ICA/UFMG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos Sólidos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004).

Com o crescimento populacional sem planejamento, a urbanização e o desenvolvimento tecnológico e econômico vêm ocasionando mudanças no estilo de vida, alterando os modos de consumo e produção. De acordo com Pereira Neto (2007), a definição de lixo é a representação da massa heterogênea de resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas. Esses resíduos podem ser submetidos a processos de reciclagem e reaproveitamento parcial, resultando em benefícios socioambientais e na preservação dos recursos naturais. Essa abordagem busca soluções sustentáveis para lidar com o problema do acúmulo e descarte inadequado de resíduos, visando promover uma economia circular e reduzir os impactos negativos no meio ambiente.

Os resíduos podem ser tratados de várias escalas, como doméstica, industrial, entre outras, por isso o gerenciamento do resíduo vem a ser fundamental para que haja diminuição nos impactos ambientais gerados pelo grande acúmulo destes. Apesar de a sociedade ser responsável pela gestão e, principalmente, geração dos resíduos, ainda são os municípios os principais responsáveis pelo seu gerenciamento (Brasil, 2010).

Quando descartados em ambientes inadequados, estes resíduos, que têm origem urbana, industrial, agrícola e florestal, podem causar grandes danos ao meio ambiente, causando poluição do solo, da água e do ar, acarretando vários impactos negativos (Cerri, 2008).

Segundo Siqueira (2009), os diversos resíduos orgânicos gerados pelas atividades da sociedade, quando não se tem um bom gerenciamento, resultam em risco para a saúde da população, além de provocar a degradação ambiental e desencadear vários aspectos sociais e econômicos na questão envolvida. Assim, de um lado temos a necessidade de manutenção do equilíbrio dos ecossistemas da natureza, utilizando adequadamente os recursos naturais e por outro lado temos que manter a qualidade de vida urbana. O desafio é encontrar soluções que possam integrar estes dois elementos com o desenvolvimento socioeconômico sem causar poluição (Oliveira, 2020).

A Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, define o gerenciamento de resíduos sólidos como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (BRASIL 2010, art 3º, inciso X).

2.2 Resíduos orgânicos

O Ministério do Meio Ambiente define resíduos orgânicos como:

Resíduos constituídos basicamente por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas. Podem ter diversas origens, como doméstica ou urbana (restos de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de agroindústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos...), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras [...] São materiais que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza (BRASIL, 2017. p.1).

Segundo Karpos (2018), muitos alimentos orgânicos comercializados viram resíduos depois de algum tempo e têm como destinação final aterros e lixões. Entretanto, para Oliveira *et al.* (2005), os resíduos orgânicos possuem propriedades peculiares como o elevado teor de nitrogênio, fósforo e potássio capazes de criar fertilizantes e para Cruz *et al.* (2019) podem gerar energia com o biogás produzido através dos resíduos alimentares.

De acordo com Campbell (1999), os resíduos orgânicos que vêm a ser compostados são constituídos por restos de alimentos, frutas, legumes, folhas, gramas, sobras de culturas, entre outros, isto é, a grande maioria deste material é facilmente encontrado no lixo doméstico, onde naturalmente está colonizado com grande número de microrganismos, possuidores de propriedades necessárias para a decomposição. De acordo com Zanette (2015), mais de 50% dos resíduos urbanos gerados são de origem orgânica.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos propõe o reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados das atividades urbanas, rurais e industriais através da compostagem ou da geração de energia (Brasil, 2010).

2.3 Compostagem

A compostagem por se tratar de um processo biológico, ela ajuda na redução dos volumes de resíduos orgânicos dispensados na própria natureza, onde a própria natureza atua na produção de elementos aos quais necessita para produzir resíduos que a realimentam de maneira benéfica.

A compostagem como técnica de tratamento de resíduos orgânicos constitui basicamente de práticas que favorecem a decomposição biológica em temperaturas entre 55°C e 75°C (termofílica) de grandes volumes de matéria orgânica. As técnicas são baseadas nas características físicas e químicas dos materiais empregados e buscam garantir a aeração interna da leira, umidade favorável ao processo e o equilíbrio na relação carbono/nitrogênio (INÁCIO, 2009, p.55).

Por meio da compostagem misturam-se restos de alimentos descartados, frutos, folhas, palhas, esterco, entre outros, obtendo-se no final um adubo orgânico homogêneo, estável de cor escura, e pronto para ser utilizado em diversas culturas agrícolas, sem causar danos ambientais. O composto é capaz de promover melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pois auxilia na retenção de umidade, melhora a textura dos solos, dificultando assim o processo de erosão e fornecendo macro e micronutrientes às plantas (Malafaia *et al.*, 2015). Godoy (2010), afirma que a compostagem é o processo biológico de decomposição e de reciclagem da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal formando assim um composto.

A compostagem de resíduos, subprodutos e outros materiais orgânicos, é um processo que pode atender plenamente à crescente demanda por fertilizantes orgânicos (Leal *et al.*, 2013), além de possuírem propriedades biológicas adequadas para seu uso como substratos, além de atender plenamente à demanda de substratos, principalmente em sistemas orgânicos de produção, que impedem o uso de fertilizantes sintéticos de elevada solubilidade (Leal *et al.*, 2007). Stuchi (2015) afirma que o chorume gerado durante o processo de compostagem é resultado da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água. Tomita (2007) e Stuchi (2015) também concordam que para se obter um biofertilizante a partir do chorume, é necessário apenas a diluição em água.

A compostagem seca é conhecida também como compostagem sem adição de minhocas, ou seja, seu processo é o mesmo a diferença é que com a adição das minhocas o composto se

torna um húmus. Segundo Arancon *et al.* (2006), além da compostagem sem adição de minhocas (Compostagem seca), um dos processos que pode melhorar a utilização de resíduos orgânicos é a vermicompostagem.

Para Amorim (2002) e Dores-Silva *et al.* (2011), a vermicompostagem ocorre através da ação de minhocas, pela degradação biológica e a humificação da matéria orgânica, gerando um composto rico em nutrientes assimiláveis pelas plantas. Segundo Fornes *et al.* (2012), a exposição dos microrganismos na fragmentação do composto faz com que o processo da vermicompostagem seja acelerado.

Além disso, as minhocas vivem próximas à superfície do solo, facilitando a decomposição dos resíduos orgânicos e aumentando o contato com o solo e seus microrganismos (Brown, 1995). Isso resulta em uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas e uma melhor conservação do solo. Oliveira Filho *et al.* (2005) constataram a existência de nutrientes necessários para o crescimento vegetal, a exemplo do nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, entre outros, em húmus.

2.4 Compostagem doméstica

A utilização da compostagem em pequena escala é uma medida que grande parte da sociedade poderia realizar para reduzir o desperdício na fonte e aliviar a pressão nos aterros sanitários e sistemas de coleta, promovendo benefícios na gestão de resíduos orgânicos nos centros urbanos. Além de reduzir os volumes que estariam dispostos pela limpeza urbana, é uma operação de baixo custo, sem necessidade de transporte ou muito espaço (Oliveira *et al.*, 2017). Segundo Leite (2011), é um processo interessante do ponto de vista ambiental, pois possibilita tratar os resíduos orgânicos na própria origem, utilizando técnicas e equipamentos simples, operados pelo próprio gerador.

As composteiras podem ser instaladas em casas e apartamentos e podem ser encontrados tipos que contemplam, além da questão do tamanho, também a questão de preço e custo. Acredita-se que o custo, a simplicidade operacional e o tamanho compatível, além da estética, incluindo a sua geometria, são fatores determinantes na seleção de um equipamento para compostagem (Jayaprakash *et al.*, 2018).

Na escolha do local a ser realizada a compostagem e/ou instalada a composteira, é preciso considerar alguns aspectos, como: facilidade de acesso, ocorrência de sol e sombra, proteção contra o vento. Caso a composteira fique exposta ao sol, os resíduos orgânicos poderão secar excessivamente, além de prejudicar alguns microrganismos que atuam no processo da compostagem que não sobrevivem em altas temperaturas. Portanto, se a composteira ficar

totalmente à sombra, a tendência do resíduo é ficar úmido, o que não é desejável. (Wanger, 2010). De acordo com Costa (2005), existem diversos tipos de composteiras de pequena escala disponíveis no mercado para o uso em domicílios, instituições de ensino e pequenas empresas (Figura 1).

Figura 1- Modelos comerciais de composteira doméstica



Fonte: Aciane cdl (2019)

Santos (2007), afirma que existem várias formas de montar uma composteira, sendo possível adaptá-la ao local disponibilizado. Por exemplo, se o local for numa chácara ou um quintal com terra, pode-se optar por fazer as leiras com os resíduos, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Compostagem em forma de leiras



Fonte: Eco (2014)

Se o espaço for pequeno ou até mesmo em apartamentos, as alternativas são realizar a compostagem em latas, tambores, caixas plásticas e até pneus velhos (Figura 2 e 3).

Figura 3- Composteira doméstica usando baldes recicláveis de 15 Litros



Fonte: Acervo pessoal da autora (2022)

2.5 Tratamento e aproveitamento de resíduos orgânicos

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - Abrelpe (2023), cerca de 96% dos resíduos gerados no Brasil não são reaproveitados, sendo que a maioria deles podem ser reciclados ao invés de serem enviados para lixões e aterros. Afirmar ainda que em 2022 o Brasil só reaproveitou cerca de 4% de quase 82 milhões de toneladas de resíduos gerados. Lima (2004), afirma que os resíduos quando dispostos de forma incorreta, sem qualquer tratamento, podem poluir o solo, alterando suas características físicas, químicas e biológicas, se tornando também um problema de ordem estética e uma ameaça à saúde pública.

Durante muito tempo o gerenciamento dos resíduos sólidos nas áreas urbanas foi baseado na coleta, e no afastamento dos resíduos para longe da vista da população, motivo pelo qual a sociedade em geral levou tempo para compreender as graves tendências relacionadas à quantidade, qualidade e às possíveis soluções para o gerenciamento dos resíduos (PHILIPPI JR, 2005). De acordo com Grippi (2006), gerenciar o lixo é cuidar dele do berço ao túmulo, ou seja, desde a sua geração até a disposição final. Portanto, o gerenciamento de resíduos engloba as seguintes etapas: coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Segundo informações do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2019), no Brasil, 60% da composição dos resíduos são matéria orgânica passível de reciclagem por meio do processo

de compostagem, um método simplificado e sem custos elevados para o tratamento sanitariamente adequado. Desta maneira a utilização dos resíduos orgânicos traz benefícios como a diminuição da taxa de quantidade de lixo a ser aterrada, o que aumenta a vida útil dos aterros sanitários, traz economia de energia na produção de novos produtos, diminuição dos impactos ambientais, geração de empregos diretos e indiretos através de criação de indústrias recicladoras e, o mais importante, a preservação dos recursos naturais (Junkes, 2002).

2.6 Biofertilizantes

O Brasil possui duas leis principais para regulamentar os insumos agrícolas: a lei dos agrotóxicos, que abrange estimulantes, desfolhantes, inibidores de crescimento e dissecantes; e a lei dos fertilizantes, que também se aplica aos biofertilizantes e aos inoculantes. O biofertilizante foi mencionado desde a primeira Lei Federal de fertilizantes em 1980, mas só foi conceituado de forma regulamentar em 2004, com a publicação do Decreto Nº 5.153/2004.

De acordo com o Decreto No.4.954 de 14 de janeiro de 2004, define-se:

VI. Biofertilizante: produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante. (Brasil, 2004, Capítulo 1, Art.2º Inciso 4º).

Segundo Silva *et al.* (2007), o biofertilizante líquido é um composto valioso obtido através da fermentação da matéria orgânica em água, podendo ser produzido em condições aeróbias ou anaeróbias. Sua composição nutricional é complexa e variável, dependendo dos materiais orgânicos utilizados. Podendo ter uma composição altamente complexa e variável, dependendo do material utilizado, contendo praticamente todos os macros e micronutrientes necessários para a nutrição das plantas (Melo *et al.*, 2009).

Para Timm *et.al* (2004), biofertilizante é a mistura do chorume proveniente da compostagem com uma quantidade específica de água, sendo que a quantidade necessária de água pode variar de acordo com as características químicas do chorume e a necessidade da planta. Stuchi (2015) afirma que o biofertilizante orgânico que contém os nutrientes (macro e micro) melhoram as plantas deixando-as mais resistentes às doenças e pragas.

Os biofertilizantes são produtos que possuem componentes ativos ou agentes biológicos que podem melhorar o crescimento e o desempenho das plantas cultivadas. Eles são isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos, conforme descrito na Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2014). Segundo Medeiros *et al* (2007), o uso de biofertilizantes tem aumentado em todo o Brasil

devido à demanda por produtos menos prejudiciais ao meio ambiente, além de serem fáceis de obter e produzir.

Conforme Borges (2018), o biofertilizante é obtido a partir de resíduos orgânicos através da ação de microrganismos, resultando em um fertilizante natural sem odor desagradável. Isso desempenha um papel importante na produção de alimentos orgânicos. Além disso, Stuchi (2015) destaca que o uso de biofertilizantes traz benefícios como a produção de alimentos mais saudáveis e a redução do impacto ambiental.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consistiu em um estudo de caso, uma pesquisa descritiva e de caráter qualitativo, em que foi desenvolvido um experimento com compostagem doméstica, conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros- MG (ICA/UFGM), no período de junho a setembro de 2023. O experimento foi dividido em 03 Etapas:

ETAPA 1: separação e coleta dos resíduos sólidos orgânicos. A separação dos materiais para a compostagem marcou o início dos primeiros trabalhos, entre os dias 26 e 30 de junho de 2023. A equipe do RU realizou a etapa de separação e segregação dos resíduos orgânicos gerados durante o preparo e manuseio das refeições servidas no almoço, jantar e café da manhã do refeitório. Nesta etapa foram coletados somente resíduos da produção proveniente de restos gerados na cozinha, que eram acondicionados em sacos de lixo preto, dentro de um tambor (Figura 4), no interior de uma câmara fria. Foi usado como critério a retirada de resíduos de frutas cítricas e cebolas para não interferirem no processo de compostagem, uma vez que não é recomendada a sua utilização devido à elevação da acidez no composto final.

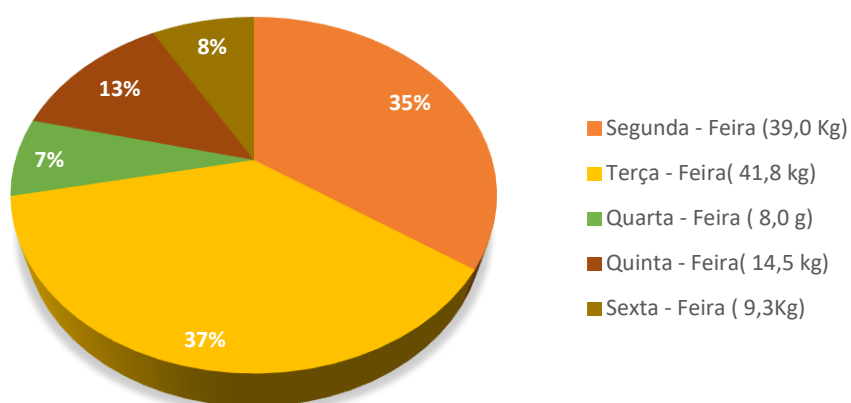
Figura 4– Recipiente utilizado para acondicionar os com resíduos orgânicos separados para utilização no processo de compostagem



Fonte: Autora (2023)

No Gráfico 1, está a representação percentual do total de resíduos orgânicos gerados durante uma semana no RU-ICA/UFGM.

Gráfico 1– Quantidade de resíduos orgânicos gerados pelo RU - ICA/UFGM, no período de 26 a 30 de junho de 2023



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Foi realizado o registro das frutas de todos os cinco dias de coleta (Quadro 1) para obter registros e acompanhar a geração de resíduos orgânicos no café da manhã do RU durante os dias de coleta.

Quadro 1 – Frutas servidas no café da manhã do RU do ICA/UFMG no período de 26 a 30/06/2023

Dia da Semana	Frutas
Segunda - Feira	Mamão
Terça - feira	Maça
Quarta - Feira	Maça
Quinta - Feira	Mamão
Sexta - Feira	Banana

Fonte: A autora (2023)

Durante a semana 26 a 30 de junho de 2023 no RU-ICA/UFMG, foi servido um cardápio variável, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Cardápio do almoço e jantar do RU-ICA/UFMG no período de 26 a 30 de junho de 2023

Almoço	26/06/2023	27/06/2023	28/06/2023	29/06/2023	30/06/2023	Jantar	26/06/2023	27/06/2023	28/06/2023	29/06/2023	30/06/2023
Prato Principal	Segunda - feira	Terça - Feira	Quarta - Feira	Quinta - Feira	Sexta -Feira	Prato Principal	Segunda - feira	Terça - Feira	Quarta - Feira	Quinta - Feira	Sexta -Feira
Opção 01:	Asa de frango Assada	Came Moida com Azeitonas	Strogonoff de Frango	Carne Assada ao Molho Madeira	Bisteca Suína Assada	Opção 01:	Bisteca Suína Assada	Frango Gratinado	Came Moida	Frango Assado	Came Caipira
Opção 02:	Ovo Cozido	Soja Refogada com Legumes	Strogonoff de Soja	Beringela Recheada com Soja	Assado de Grão - de - Bico	Opção 02:	Couve- Flor Gratinada	Soja Refogada com Legumes	Strogonoff de Soja	Beringela Recheada com Soja	Assado de Grão - de - Bico
Guarnição	Purê de Abóbora	Macarronada	Batata Chips	Farofa de Milho	Couve Refogada	Guarnição	Purê de Abóbora	Farofa de Milho	Macarrão ao alho e óleo	Angu ao Sugo	Couve Refogada
Salada	Maionese com repolho	Mostarda	Pepino	Acelga com Abacaxi	Tomate com Cebola	Salada	Mostarda	Acelga	Alface	Rúcula	Tomate
	Alface	Beterraba Cozida	Alface	Salada Diferente	Rúcula		Beterraba Cozida	Fantasia	Batata Doce	Quiabo	Alface
Prato Base	Arroz Branco	Arroz Branco	Arroz Branco	Arroz Branco	Arroz Branco	Prato Base	Arroz Branco	Arroz Branco	Arroz Branco	Arroz Branco	Arroz Branco
	Arroz Integral	Arroz Integral	Arroz Integral	Arroz Integral	Arroz Integral		Arroz Integral	Arroz Integral	Arroz Integral	Arroz Integral	Arroz Integral
	Feijão Carioca	Feijão Carioca	Feijão Carioca	Feijão Carioca	Tutu à Mineira		Feijão Carioca	Feijão Carioca	Feijão Carioca	Feijão Carioca	Feijão Carioca
Sobremesa	Doce de Banana	Melancia	Doce de abóbora com coco	Laranja	Pudim de Baunilha	Sobremesa	Doce de Cocada Branca	Laranja	Doce de Banana	Banana	Mamão

Fonte: Fump (2023)

ETAPA 2: O peso total dos resíduos orgânicos gerados de todos os dias foi registrado, e somente foi utilizada uma fração daqueles resíduos totais gerados. Para isso foi utilizado um recipiente de 18 Litros (Figura 6).

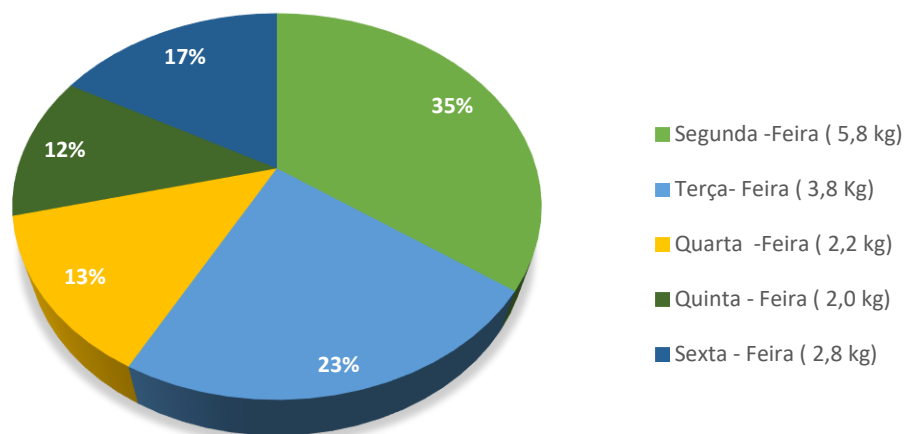
Figura 6 – Pesagem dos resíduos orgânicos gerados no RU – ICA/UFMG



Fonte: A autora (2023)

Após realizada a pesagem do balde com os resíduos, foi anotado o peso dos resíduos que haviam sido coletados durante a semana, como mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Quantidade de resíduos orgânicos coletados no RU – ICA/UFMG no período de 26 a 30 de junho de 2023



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Os resíduos orgânicos coletados diariamente eram colocados em um recipiente de 120 Litros, utilizando a proporção 2:1, ou seja, duas partes de material palhoso para uma parte de resíduo orgânico. Durante as coletas eram adicionados 2 (dois) baldes de material palhoso para 1 (um) balde de resíduos orgânicos, como cascas de frutas e de legumes e verduras. Estes resíduos eram cobertos com 0,5 (meio) balde de folhas verdes (capim tifton). O tambor era coberto com tecido preto respirável (em TNT) para evitar moscas e manter a aerobiose até o dia da montagem do experimento (Figura 7).

Figura 7 – Recipiente utilizado para armazenar os resíduos orgânicos coletados no RU - ICA/UFMG no período de 26 a 30/06/2023



Fonte: A autora (2023)

ETAPA 3: Ao final da etapa de coleta do material, foi iniciado o processo de preparação do composto, depois de virar o tambor com resíduos orgânicos em cima de uma lona preta colocada no chão, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Resíduos orgânicos despejados sobre lona preta para serem misturados



Fonte: A autora (2023)

Depois de os resíduos serem colocados sobre a lona houve mais adição de material seco (folhas secas de glicidia) e material verde (capim tifton). Em seguida foi efetuada a trituração dos resíduos orgânicos e do material verde, visando acelerar o processo de decomposição (Figura 9).

Figura 9 – Redução do tamanho dos resíduos orgânicos e folhas, realizada por cortes



Fonte: Autora (2023)

Após a adição dos materiais, a trituração dos resíduos orgânicos e do material verde, foram adicionados três pacotes de 1 (um) kg de serragem como mostrado na Figura 10.

Figura 10– Serragem sendo adicionada na mistura dos resíduos orgânicos



Fonte: Autora (2023)

Em seguida foi realizada a mistura de todos os componentes (Figura 11), para posterior colocação nas caixas de compostagem.

Figura 11 – Realização da mistura dos materiais para a compostagem



Fonte: A autora (2023)

Posteriormente à mistura dos componentes, o material foi colocado em duas das três caixas digestoras, modelo comercial, utilizadas para o processo (Figura 12).

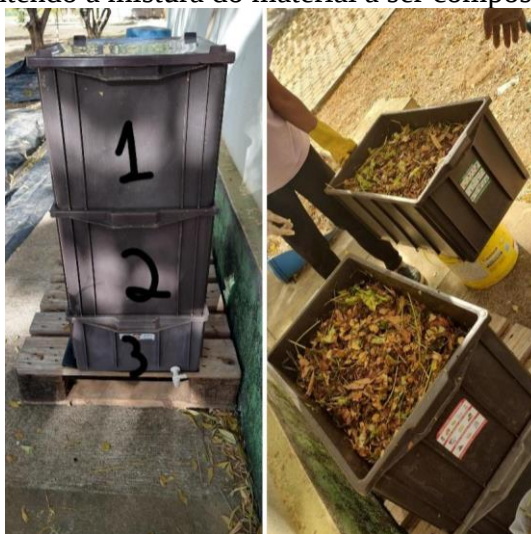
Figura 12– Material a ser compostado sendo colocado nas caixas digestoras



Fonte: Autora (2023)

A montagem da composteira, se deu enchendo as duas caixas superiores, sendo a caixa inferior reservada para acondicionar o chorume produzido (Figura 13). As caixas foram colocadas sobre um pallet de madeira, ao ar livre e em local com luz e sombra, com incidência de sol em algumas partes do dia.

Figura 13 – Composteira doméstica montada em caixas digestoras comerciais - caixas 1 e 2 contendo a mistura do material a ser compostado



Fonte: Autora (2023)

Durante o monitoramento do experimento, o material foi revolvido nas caixas duas vezes por semana, geralmente às segundas e quintas-feiras. Esse revolvimento era realizado com as mãos, utilizando luvas e misturava-se bem todo o composto, até completa homogeneização. Durante os dias de revolvimento, procedia-se à aferição de temperatura e umidade, usando um termo-higrômetro digital, colocando a ponta do termômetro bem no meio do composto, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Medição da temperatura e umidade das caixas digestoras usando o termo higrômetro digital



Fonte: A autora (2023)

No início do experimento foram coletadas amostras do material da compostagem para análise da umidade e da relação C/N dos materiais das caixas digestoras 1 e 2; da serragem, folha seca e folhas verdes. As amostras foram para a estufa à temperatura de 60°C, durante 48 horas, posteriormente empregou-se a o triturador para obtenção de material mais fino, visando a execução dos procedimentos necessários para a análise da relação C/N, que foi realizada segundo protocolo definido por Paula; Duarte,1997.

Devido à falta de disponibilidade das estufas do laboratório, foi necessário deixar as amostras em uma estufa regulada a 65° C por 48 horas, diferente do uso da temperatura ideal de 105-110°C por 24 horas recomendada para o monitoramento da umidade (PAULA; DUARTE, 1997). As análises foram realizadas no Laboratório de Resíduos do ICA/UFMG. O cálculo da umidade foi realizado utilizando o método da estufa, descrito por Paula e Duarte (1997), utilizando a Equação 1.

$$U\% = \frac{(a - b)}{b} * 100 \quad (1)$$

a: peso da amostra úmida (g)

b: peso da amostra seca (g)

Para a análise inicial do chorume, o líquido foi coletado aos 30 dias do experimento, para serem realizadas as análises dos parâmetros: pH (potencial hidrogeniônico), Fósforo Total, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Amônia e Nitrogênio Amoniacal, e aos 90 dias foram incorporadas análises de micro e macronutrientes em laboratórios especializados. De acordo com metodologias de Tedesco *et al.* (1995) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola (1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de compostagem para obtenção do biofertilizante teve duração de 94 dias. Na segunda semana foi observado o surgimento de larvas brancas que diminuíram gradualmente no decorrer de uma semana, até que, aproximadamente 25 dias depois, elas deixaram de aparecer.

Masley (2007), esclarece que, no início da compostagem, é comum o surgimento de larvas devido ao excesso de nitrogênio no composto, porém, à medida que o tempo passa, elas tendem a desaparecer à medida que o nitrogênio é consumido.

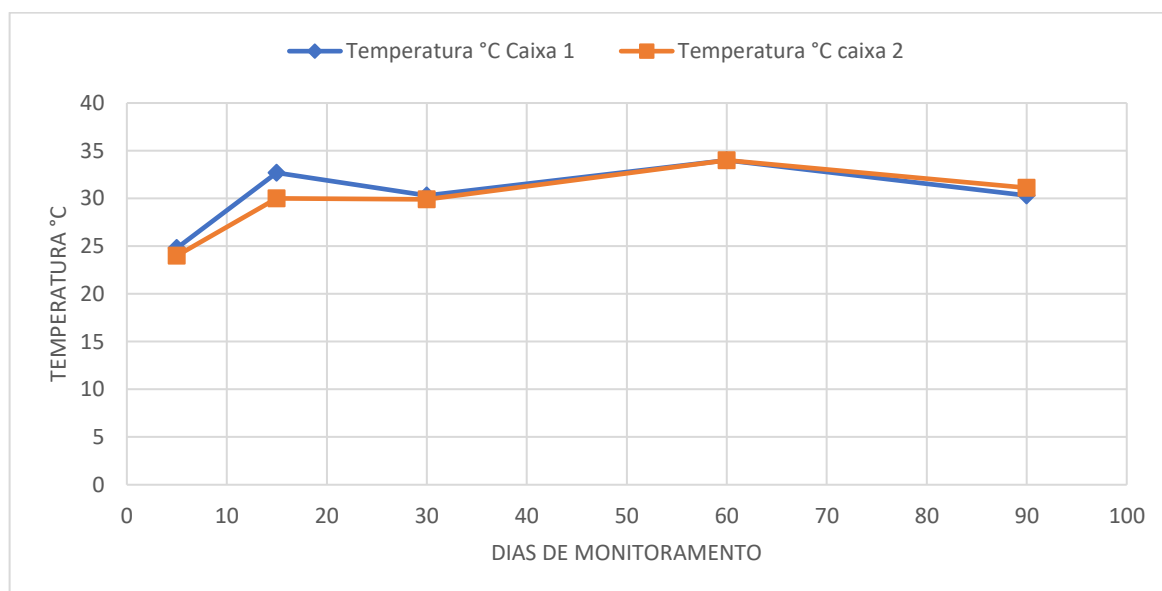
4.1 Monitoramento da temperatura do composto

A temperatura na composteira variou entre 24,8° C e 30,3° C (Gráfico 3), com média registrada durante o experimento de 24°C, condizente com a condição ambiente da composteira doméstica em Montes Claros, MG, considerada boa para a composteira doméstica, conforme observado por Kumar *et al.* (2009), que observaram que as composteiras domésticas alcançam temperaturas entre 25° e 30° C, o que proporciona a atuação simbiótica de organismos (bactérias, fungos e minhocas), acelerando o processo e melhorando na decomposição.

Carvalho *et al.* (2013), consideram que, quando o processo é realizado em leiras, com grandes quantidades, suas condições passam por três fases: mesofílica, termofílica e mesofílica novamente. Na primeira fase, a temperatura fica abaixo de 40°C. Na segunda fase, a temperatura ultrapassa 40°C podendo chegar a 65°C, eliminando microrganismos patogênicos. Na terceira fase, a temperatura volta à fase mesofílica, marcando o fim do processo na compostagem em leiras, que é diferente das fases da compostagem doméstica.

A temperatura da compostagem influenciou na produção do chorume, sendo observado que o chorume produzido apresentou cor bem escura e ausência de odores desagradáveis.

Gráfico 3 -Temperatura observada na composteira durante o experimento



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para Tang *et al.* (2004), o metabolismo dos microrganismos é responsável pelo aumento da temperatura na compostagem. Quanto maior a quantidade de microrganismos, maior será a temperatura. A baixa temperatura nas caixas digestoras 1 e 2 pode estar relacionada ao

equilíbrio da relação C/N, pois os microrganismos dependem do carbono e do nitrogênio para a síntese de proteínas e o aumento da temperatura ocorre de forma linear quando há equilíbrio entre esses elementos (Silva *et al.*, 2002).

4.2. Relação Carbono: Nitrogênio – C/N

Os resultados obtidos na análise da relação Carbono/Nitrogênio (C/N) revelaram valores médios de 39,99:1; 37,64:1; 42,52:1; 24,18:1 e 126,76:1. Essa relação desempenha importante papel na eficácia do processo de compostagem, uma vez que influencia diretamente na atividade microbiana e na degradação dos materiais orgânicos, sendo assim, a relação carbono/ nitrogênio ideal para o início da compostagem deve atender a proporção 30:1 (Brietzeke, 2017), os organismos responsáveis pela fermentação do material orgânico necessitam de 30 partes por peso de carbono (C) para cada parte usada de nitrogênio (N) de acordo com Brito (2008).

Os resultados indicam que o valor médio da relação C:N ficou ligeiramente acima do valor ideal, sugerindo a necessidade de ajustes na composição dos materiais na composteira. O ideal seria ter o resultado destas análises nos primeiros momentos da compostagem assegurando fontes de carbono, com o acréscimo de palhas, folhas secas ou aparas de madeira, para otimizar a relação C/N e promover condições mais favoráveis para a atividade microbiana.

A variabilidade observada nas relações C/N destaca a importância do monitoramento contínuo do processo de compostagem. Relações mais altas, como as encontradas neste trabalho podem indicar um potencial excesso de nitrogênio, o que pode levar a condições desfavoráveis. É recomendável que seja realizado um ajuste da aeração e da composição dos materiais conforme necessário, para otimizar a eficiência da compostagem (Moqsud *et al.*, 2011).

4.3 Monitoramento da umidade do composto durante o processo

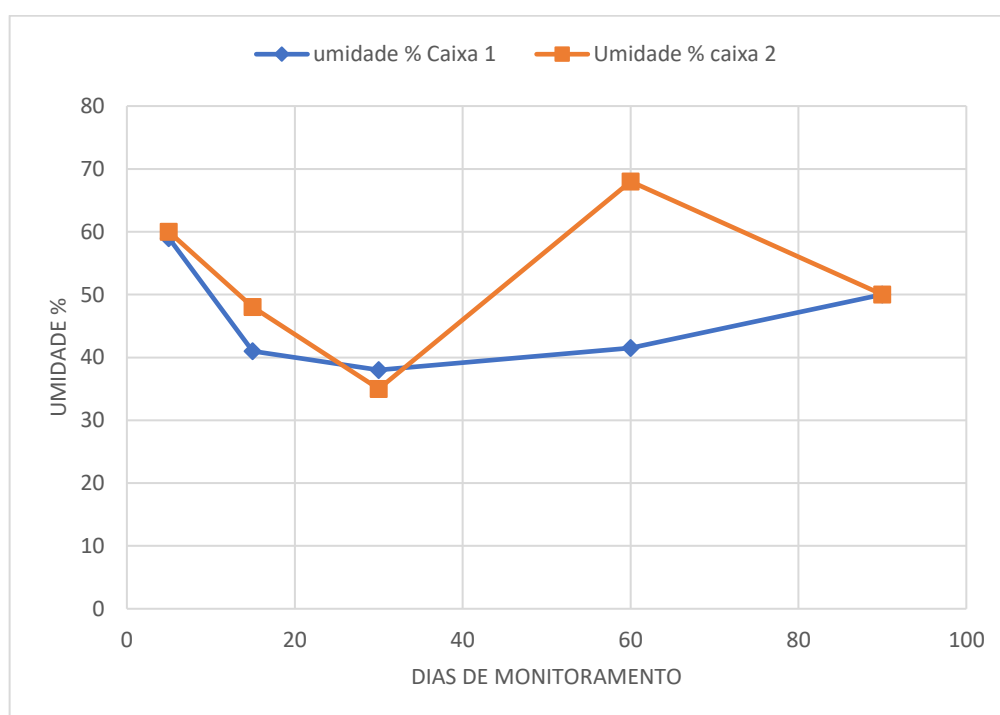
Após 30 dias do experimento, foi notado que a umidade do material, principalmente da caixa 1, perdeu a umidade, ficando abaixo de 50%. Teixeira *et al.*, (2004), afirmam que a faixa ideal para a ação de microrganismo e o equilíbrio de água e de ar deve ser de 55% a 60%, sendo considerada ideal para o processo. No presente estudo, observou-se que a umidade da caixa digestora 1 variou entre 38 e 50%, com valores abaixo do recomendado na maior parte do experimento. Na caixa digestora 2 a umidade variou entre 35 e 68%, porém se manteve na faixa indicada na maior parte do experimento. Isto pode ter acontecido devido a caixa 2 receber o chorume da caixa 1, o que proporcionou melhores condições de umidade, conforme mostrado no Gráfico 4.

Kumar (2009), considera que durante a compostagem, o controle da umidade é um fator importante, pois influencia a estrutura e as propriedades térmicas do material, a taxa de biodegradação e o metabolismo dos microrganismos.

Novais (2011), considera que quando os valores de umidade estão abaixo de 40%, a atividade microbiana diminui, e que isso ajuda a evitar o aumento da temperatura.

Moqsud *et al.* (2011), afirmam que quando a umidade está abaixo de 40% o processo de compostagem se torna lento, e acrescentam que, para garantir excelente bioestabilização é necessário o monitoramento durante todo o processo de compostagem, devendo-se interferir quando a umidade está fora da faixa do ideal, acrescentando água, quando abaixo da faixa ou acrescentando material seco, quando acima da faixa ideal.

Gráfico 4 -Valores encontrados para umidade nas caixas digestoras 1 e 2, montadas na proporção 2:1 em volume

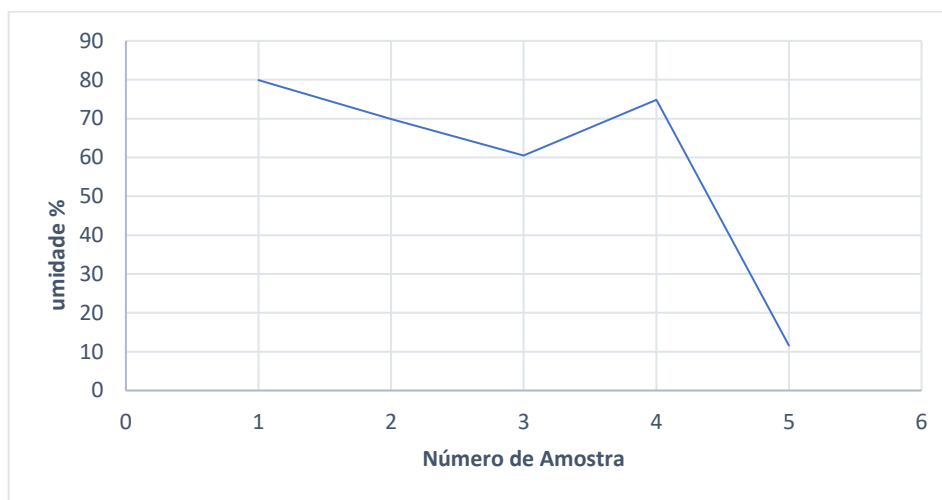


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A composição das amostras associada a temperatura na qual as amostras foram submetidas, influenciaram diretamente na umidade obtida. Uma vez que a umidade desempenha um papel importante no processo de compostagem doméstica, pois afeta a decomposição dos resíduos e atividade microbiana.

Portanto, é importante manter um equilíbrio adequado de umidade na pilha de compostagem, ajudando assim a garantir um equilíbrio correspondente de compostagem, como mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5 - Valores de umidade para as amostras coletadas nas caixas digestoras 1 e 2 e os demais materiais utilizados na proporção 2:1 em peso.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

4.4 Monitoramento dos parâmetros pH, Nitrogênio, Carbono e DBO

Os resultados obtidos revelaram informações importantes sobre a influência da retirada seletiva de materiais ácidos durante a montagem do processo de compostagem. A exclusão de cascas de abacaxi, de laranja e outros materiais correlatos parece ter contribuído para a alcalinização do chorume produzido, fenômeno que pode ser explicado pela ausência desses componentes ácidos conhecidos por diminuir o pH.

O valor do pH do chorume se apresentou ligeiramente alcalino, devido à retirada dos materiais ácidos que não são recomendados nas composteiras domésticas. Para o IPT/CEMPRE (1995) o pH alcalino caracteriza chorume em metanogênese (Tabela 1).

De acordo com a Instrução Normativa - IN nº 25, de 23 de julho de 2009, que aprova definições, especificações e as garantias dos fertilizantes orgânicos (BRASIL, 2009a), sendo o valor mínimo permitido para o pH do chorume igual a 6,0.

Este valor do pH mostras a importância de se considerar a composição específica dos resíduos orgânicos durante a montagem da composteira, reconhecendo que a presença de determinados materiais desempenha importante função na manutenção do equilíbrio do pH do chorume resultante. Em vista disto, é possível afirmar que, quando o objetivo é a obtenção de um chorume com pH adequado para seu uso desejado, como fertilizante líquido, a inserção de cascas de abacaxi, laranja, entre outros materiais ácidos, pode ser uma prática recomendada

para se ter um pH mais próximo da neutralidade, sendo sempre monitorado o pH para que não atinja valores ácidos ou alcalinos.

Esse resultado mostra a importância de ajustes específicos na seleção e disposição dos resíduos orgânicos, visando otimizar não apenas a eficiência da compostagem, mas também a qualidade do subproduto gerado. Essa consideração torna-se particularmente relevante ao pensar na aplicabilidade prática do chorume como insumo agrícola, ressaltando a necessidade monitoramento mais constante do pH no manejo dos resíduos para alcançar parâmetros desejados, como o pH mais neutro.

Tabela 1 - Quantidade de nitrogênio (%), carbono (%), DBO (mg L^{-1}) e pH do Chorume encontrados nas amostras

pH	Nitrogênio %	Carbono %	DBO
8,92	-	-	651mg/l
8,88	<0,50	<1,8	339 mg/l

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

As análises de nitrogênio e carbono foram após 30 dias de experimento, em laboratório especializado. Verificou-se que as porcentagens de nitrogênio e carbono se mantiveram abaixo do mínimo exigido pela legislação brasileira para os fertilizantes orgânicos, que é de 0,5% e 1,8%, respectivamente (Brasil, 2009a).

Em trabalho conduzido por Cerda *et al.* (2018), os autores verificaram que os valores menores podem ter ocorrido devido à menor taxa de decomposição dos restos de alimentos provocada pela baixa temperatura, que pode influenciar diretamente na eficiência do processo de compostagem. A exclusão de materiais ácidos, como cascas de abacaxi e de laranja, pode ter impactado nos níveis da atividade microbiana responsável pela mineralização de compostos orgânicos.

Em relação à DBO, observou-se desde o início do monitoramento, valores entre 339 mg L^{-1} e 651 mg L^{-1} , concretizando elevada capacidade de reter a matéria orgânica presente no chorume. Com as elevadas concentrações de DBO, Ornella *et al.* (2015) demonstram que o chorume pode ser utilizado como biofertilizante, proporcionando nutrientes e água para as plantas, reduzindo o uso de fertilizantes químicos e seu potencial poluidor.

4.5 Análise de Nutrientes

O Art. 6º da Instrução Normativa SDA de 2009 estabelece que os produtos com macronutrientes e micronutrientes devem indicar suas garantias em percentagem mássica. Para produtos sólidos, a indicação é em percentagem mássica, e para produtos fluidos, é em massa/volume. O art. 9º ressalta que os fertilizantes orgânicos destinados à aplicação foliar ou fertirrigação devem conter nutrientes solúveis em água, com especificações e garantias mínimas estabelecida (Brasil, 2009a) como mostrado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Valores referentes os nutrientes do chorume em solido ou fluido

NUTRIENTE	Teor Total Mínimo-%	
	APLICAÇÃO NO SOLO	
	Sólido	Fluido
Cálcio (Ca)	1	0,5
Magnésio (Mg)	1	0,5
Enxofre (S)	1	0,5
Boro (B)	0,03	0,01
Cloro (Cl)	0,1	0,1
Cobalto (Co)	0,005	0,005
Cobre (Cu)	0,05	0,05
Ferro (Fe)	0,2	0,1
Manganês (Mn)	0,05	0,05
Molibdênio (Mo)	0,005	0,005
Níquel (Ni)	0,005	0,005
Silício (Si)	1,0	0,5
Zinco (Zn)	0,1	0,05

Fonte: Brasil, 2009a

Tabela 3– Valores referentes os nutrientes solúveis em água

ELEMENTO (% MÍNIMA SOLUVEL EM ÁGUA)		
Nitrogênio (N)	Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	Óxido de Potássio (K ₂ O)
1	1	1

Fonte: Brasil, 2009a

A avaliação dos nutrientes presentes no chorume está demonstrada na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado das análises dos nutrientes do chorume produzido durante o processo de compostagem

Análises	Parâmetros
Nitrogênio (N)	<0,50
Potássio (K ₂ O)	<1,0
Fósforo (P ₂ O ₅)	<1,0
Cálcio (Ca)	<0,50
Magnésio (Mg)	<0,50
Enxofre (S)	<1,0
Ferro (Fe)	<0,05
Zinco (Zn)	<0,05
Boro (B)	<0,1
Cobre (Cu)	<0,50
Manganês (Mn)	<0,50

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

A avaliação dos nutrientes presentes no chorume, conforme demonstrado na Tabela 4, revelou quantidades inferiores às estipuladas pelos padrões estabelecidos na legislação brasileira para fertilizantes orgânicos.

5 CONCLUSÃO

A análise da utilização da compostagem doméstica com resíduos orgânicos provenientes do Restaurante Universitário (RU) da UFMG, mostrou que essa prática se configura como uma alternativa viável para a destinação final da fração orgânica dos resíduos, proporcionando, ainda, a obtenção de valor agregado dos subprodutos gerados, para uso interno ou comercialização. Contudo, para assegurar resultados ótimos nesse processo, é importante manter temperaturas adequadas, uma vez que estas desempenham papel fundamental na eficiência da decomposição e na redução da quantidade de resíduos despejados no meio ambiente.

O monitoramento e identificação criteriosos das composteiras são aspectos imprescindíveis ao longo de todas as fases do processo de compostagem, destacando-se, especialmente, a etapa final. A separação adequada dos resíduos orgânicos é um fator

determinante para a produção de biofertilizantes ricos em nutrientes e ácidos, tornando-os eficazes como adubo em conformidade com as normativas vigentes para comercialização e uso de adubos orgânicos.

A necessidade de novos estudos para avaliar as concentrações de pH, macro e micronutrientes, aliada a um maior controle nos processos compostagem, emerge como uma demanda importante para aprimorar a eficácia e segurança dessa prática sustentável. Assim, a continuidade de investigações aprofundadas e a implementação de protocolos rigorosos podem contribuir não apenas para o desenvolvimento da compostagem doméstica, mas também para o avanço do manejo sustentável de resíduos orgânicos, promovendo benefícios ambientais e agrícolas significativos.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE - **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Notícias – abrapel. BRASIL (2023). Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/noticias/>>. Acesso em 12. jun. 2023.
- ACIANE CDL – **COMPOSTAGEM**, 2019. Disponível em: <<https://www.acianecdcl.com.br/compostagem-faca-voce-mesmo/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) –Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2002.Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96604/amorim_ac_me_jabo.pdf.Acesso em: 10 jun. 2023.
- ARANCON, N. Q. *et al.* Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. S65–S69, nov. 2006. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-humic-acids-from-vermicomposts-on-plant-Arancon-Edwards/2f791e80f3ee9faf92bce3003627bf967695f05a>. Acesso em: 31mai. 2023.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR – 10004. Resíduos Sólidos – Classificação**. 63p. São Paulo. 1987. Disponível em: <<https://analiticaqmcrediudos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em 8 set. 2023.
- BRASIL. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Ministério do Meio Ambiente. Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio - Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em:<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf>.Acesso em: 31 mai. 2023.
- BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 31 mai. 2023.
- BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: <https://www.poli.usp.br/wp-content/uploads/2018/10/politica_residuos_solidos.pdf>.Acesso em: 31 mai. 2023.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 20, 23 jul. 2009a.Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-25-de-23-7-2009-fertilizantes-organicos.pdf/view>>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- BRASIL, **Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Diário Oficial da União: Aprova o Regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980**, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou bi

fertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-4954-14-janeiro-2004-497758-norma-pe.html>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BRIETZKE, Débora Tairini. Avaliação do processo de compostagem considerando a relação carbono/nitrogênio. 2017.

BRITO, M. J. C. **Processo de Compostagem de Resíduos Urbanos em Pequena Escala e Potencial de Utilização do Composto como Substrato**. Dissertação de mestrado. Aracaju : UNIT, 2008. Disponível em : <<https://pt.scribd.com/document/27858276/PROCESSO-DE-COMPOSTAGEM-DE-RESIDUOS-URBANOS-EM-PEQUENA>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

BORGES, W. L. **Produção e uso de biofertilizantes**. 1. ed. Macapá, AP. Embrapa, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189603/1/CPAF-AP-2018-FDR-Biofertilizante.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2023.

BROWN, G.G. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? **Plant and Soil**, Crawley, v. 170, p. 209-231, 1995. Disponível em: DOI: 10.1007/978-94-011-0479-1_22. Acesso em: 31 mai. 2023.

CAMPBELL, Stu. **Manual de Compostagem para hortas e jardins**: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico. São Paulo: Nobel, 1999.

CARVALHO, J. C et al. **Biotecnologia de Alimentos**. v. 12, cap. 4, 1. Ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2013.

CERDA, A.; ARTOLA, A.; FONT, X.; BARRENA, R.; GEA, T.; SÁNCHEZ, A. Composting of food wastes: status and challenges. **Bioresource Technology**, v. 248, part. A, p. 57-67, jan. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133>. Acesso em: 11 nov. 2023.

CERRI, C. E. P. Disciplina: **Matéria Orgânica do Solo** (LSO-897). Piracicaba – São Paulo, 2008. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6566443/mod_resource/content/1/compostagem%20-%20embrapa.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CRUZ, H. M. DA *et al.* Estudo do potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás de digestão anaeróbia de resíduos alimentares. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 5, p. 01-17, 2019. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i5.811>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SILVA, C. A. *et al.* Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 487–491, 1 dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/5yky5ndNwMqJnpRX4nVQTRt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 mai. 2023.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 956–961, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/mhjPspV6sHdWtqcVV6tnBkk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2023.

DOS SANTOS, H. M. N.; FEHR, M. EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM ESCOLAS PÚBLICAS

DE ARAGUARI-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 163–183, 14 dez. 2007. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15719>. Acesso em: 15 mai. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRÍCOLA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1ª Edição. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999.

FORNES, F. et al. Composting versus vermicomposting: A comparative study of organic matter evolution through straight and combined processes. **Bioresource Technology**, v. 118, p. 296–305, 1 ago. 2012. Disponível em: DOI: 10.1016/j.biortech.2012.05.028. Acesso em: 10 jun. 2023.

FREIRE DE SÁ, L. *et al.* Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. **Revista Ambiente & Água -An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 7, n. 1, 2012. Disponível em: (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.815>). Acesso em: 8 set. 2023.

GODOY, João Carlos (2010). **Compostagem**. Disponível em: www.biomater.com.br. Acesso em: 10 jun. 2023.

GRIPPI, S. **Lixo: reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

GUILHERME MALAFAIA *et al.* Vermicompostagem de lodo de curtume em associação com esterco bovino utilizando Eisenia fetida. **Engenharia Sanitária e Ambiental** v. 20, n. 4, p. 709-716, 1 dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/5M38GMJPfkr3fsTRnWvmNQs/?format=pdf>. Acesso em: 15 mai. 2023.

HERBETS, Ricardo André et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 6, n. 1, p. 41-50, 2005.

INÁCIO C. T. **Compostagem: Ciência prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br. Acesso 15 mai. 2023.

JAYAPRAKASH, S. *et al.* Design and Development of Compost Bin for Indian Kitchen. **International Journal of Waste Resources**, v.8, n.1, 2018. Disponível em: <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/design-and-development-of-compost-bin-for-indian-kitchen-2252-5211-1000323.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

JUNKES, M. B. et al. Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84247/PEPS2861D.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 jun. 2023.

KARPOS. **Representação Comercial de Alimentos Orgânicos**. PAS – Programa Alimento Seguro. Campinas, 2018. Disponível em: <http://www.karpos.com.br/gerenciamento-de-residuos-organicos>. Acesso em: 30 mai. 2023.

KUMAR, P. R. Ambika J.; Somashekar, R. K.; **Assessment of the performance of different compost models to manage urban household organic solid wastes**. *Clean Techn Environ Policy*; pp. 473–484; Department of Environmental Science, Bangalore University,

Bangalore, India, 2009. Disponível em : DOI: 10.1007/s10098-009-0204-9. Acesso em: 20 nov. 2023.

LEAL, M. A. A. et al. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N.R. **Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, p.11951200,2013.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/YnnRcpSDjRwWq97xyWGrSYp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LEAL, M. A. A. et al. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Hortic. bras.**, v. 25, n. 3, p. 392-395, jul.-set. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/HPQ8PvPh6qxmjqfZt7DBbdP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LEITE, D. F. M. **Avaliação do uso e operação de composteira em pequena escala que utiliza vermicompostagem**. 2011. Graduação (Faculdade de Saúde Pública) – Universidade de São

Paulo. Disponível em: <https://moradadafloresta.org.br/PDFs_para_download/tcc_2011_Denise_Leite.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2023.

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

Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2023.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, p. e1, 2020.

MASLEY, S. **Configurando um sistema de compostagem de worms**. [2007]. Disponível em: <<https://www.grow-it-organically.com/worm-composting-system.html>>. Acesso em: 28 out. 2023.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal de resíduos sólidos domiciliares**. Tese de doutorado da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008. Disponível em : <https://doi.org/10.11606/T.18.2008.tde-18112008-084858>. Acesso em: 18 nov. 2023

MEDEIROS, M. B.; LOPES J. R. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, n.3, p. 1-3, 2006. Disponível em: http://cpu002572.ba.gov.br/sites/default/files/comunicacao05_v7n3.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023.

MELO, F. et al. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. VI Congresso brasileiro de agroecologia. **Anais...** Curitiba, Nov. 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/577093>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MINISTERIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA) - **Instrução Normativa No 46 de 06 de outubro de 2011 (Produção vegetal e animal) - Regulada pela IN 17-2014**.

Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de->

06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MOQSUD, M. A.; Bushra, Q. S.; Rahman, M.H. Composting barrel for sustainable organic waste management in Bangladesh. *Waste Management & Research*, p.1286 – 1293 (2011). Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734242X10383621>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NOVAIS, T. M. F. Execução de um pátio de compostagem em solo-cimento análises de suas propriedades e influência no processo de compostagem. 2011, 80f. **Dissertação** (Mestre em

Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3821>. Acesso em: 28 out. 2023

OLIVEIRA FILHO, D.; FERRAZ, I.D.; MARTINS, J.H.; SANTOS, L.C.; RIBEIRO FILHO, O.P.; COSTA, D.R. Avaliação do deslocamento de minhocas (*Eudrilus eugeniae*) submetidas a pulsos elétricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.9, n.3, p. 433-440, Campina Grande, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gWw8sNsyX8sjjPRk5xTNmkw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 mai. 2023.

OLIVEIRA, A. M. G; AQUINO, A.M; NETO, M. T. C. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 6p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 76). Disponível em: <[https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1022380/1/Compostagem caseiradelixoorganicodomestico.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1022380/1/Compostagem%20caseira%20de%20lixo%20org%C3%A2nico%20dom%C3%A9stico.pdf)>. Acesso em: 20 mai .2023.

OLIVEIRA, L.S.B.L.; OLIVEIRA, D.S.B.L.; BEZERRA, B.S.; PEREIRA, B.S.; BATISTTELE, R.A.G. Environmental of analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. **Journal of Cleaner Production**, v.155, p.229-237, 2017.

OLIVEIRA, W. J. F. “LIXO”, Limpeza Urbana e Educação Ambiental na Implantação da Coleta Seletiva de Lixo em Porto Alegre. **Iluminuras**, p. 181-214, 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/iluminuras/article/view/109261>. Acesso em 30 ago. 2023.

ORTIZ, F. **Supermercado usa o próprio lixo para fazer compostagem**. Disponível em: <<https://oeco.org.br/reportagens/28137-supermercado-usa-o-proprio-lixo-para-fazer-compostagem/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PAULA, J. L.; DUARTE, M. N. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/330804/1/Manualdemetodosdeanalisedesolo2ed1997.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

PEREIRA NETO, João Tinôco. **Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais**, Viçosa, MG: UFV, 2007.

PEREIRA, A. P.; GONÇALVES, M. M. Compostagem doméstica de resíduos alimentares. *Pensamento Plural: Revista Científica do UNIFAE, São João da Boa Vista*, v. 5, n. 2, p. 12-17, 2011.

PHILIPPI JR, A.; AGUIAR, A.O. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**-Barueri, SP: Manoele, 2005. p. 268-318. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002389934>. Acesso em: 10 jun. 2023.

RIBEIRO, Noelly de Queiroz et al. **Microbial additives in the composting process**. *Ciência e Agrotecnologia* [online]. 2017, v. 41, n. 2 [pp. 159-168. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017412038216>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ROSA, R.; PUJOL KAUFMANN, K.; DORNELES PEDROSO, L.; CARLOS CRUZ COPETTI, A. USO DO CHORUME OBTIDO ATRAVÉS DA VERMICOMPOSTAGEM COMO BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE LACTUCA SATIVA. **Anais do Salão 34 Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 28 ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/103937>. Acesso em: 16 mar. 2023.

STUCHI, Julia. Biofertilizante: Um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. **Embrapa Amapá**, DF, p. 1-20, 16 jun. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1046948/biofertilizante-um-adubo-liquido-de-qualidade-que-voce-pode-fazer>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SIQUEIRA, M. M. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência saúde coletiva**, p. 1-8, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/n5GCwf9wtQccdjQR3HwZqJg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2023

SILVA, A. F. PINTO, J.M.; FRANÇA, C.R.R.S.; FERNANDES, S.C.; GOMES, T.C.A.; SILVA, M.S.L.; MATOS, A.N.B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Embrapa Semi-Árido. Petrolina, Pe, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/semiarido/busca-de-publicacoes/-/publicacao/153383/preparo-e-uso-de-biofertilizantes-liquidos>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

TANG, J.-C. et al. Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by the quinone profile method. **Process Biochemistry**, v. 39, n. 12, p. 1999–2006, out. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.09.029>. Acesso em: 28 out. 2023

TEIXEIRA, L. et al. Processo de Compostagem, a Partir de Lixo Orgânico Urbano, em Leira Estática com Ventilação Natural. **Circular Técnica**, Belém, v. 33, n. 1, p.1-8, nov. 2004.

TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clesio; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; VOLKWEISS, Sérgio Jorge. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 Edição. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 15, n. 29, p. 131-140, jul./dez., 2004.

TOMITA, Celso; RESENDE, Francisco; CLEMENTE, Flávia; AMARO, Geovani; SOUZA, Ronessa. APRENDA COMO SE FAZ BIOFERTILIZANTE. **Embrapa Hortaliças**, [S. l.], p.

1-8, out. 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/804/processo-de-fabricacao-de-biofertilizante>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

WANG, Y.; HUANG, G, JHANG, A.; HAN, A.; GE, J. **Estimating thermal balance during composting of swine manure and wheat straw; A simulation method**. International Journal of heat and mass transfer. China agricultural university, college of Engineering. PR China. 2014. Disponível em: DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2014.03.083. Acesso em: 31mai. 2023.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7601>. Acesso 20 mai. 2023.

ZANETTE, P.H.O. **Compostagem dos Resíduos orgânicos do Restaurante Universitário do Campus 2 da USP São Carlos** - Balanço do funcionamento inicial e propostas de melhorias. Monografia (Trabalho de Conclusão de curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-16022016-170717/?&lang=br>>. Acesso em: 31 mai. 2023.