

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE
ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**LUCAS TINOCO BARBOSA LEITE
DA COSTA**

**ANÁLISE DO POTENCIAL DO CHORUME DE
COMPOSTAGEM COMO SUBPRODUTO
COMERCIALIZÁVEL**

**UNIVERSIDADE
FEDERAL
FLUMINENSE**



NITERÓI

LUCAS TINOCO BARBOSA LEITE DA COSTA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrícola e Ambiental, da Universidade
Federal Fluminense, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Orientador (a):

Prof^ª Dr^ª Dirlane de Fátima do Carmo

Niterói/RJ

2022

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE
Gerada com informações fornecidas pelo

C837a Costa, Lucas Tinoco Barbosa Leite da

Análise do potencial do chorume de compostagem como subproduto comercializável / Lucas Tinoco Barbosa Leite da Costa ; Dirlane de Fátima do Carmo, orientadora. Niterói, 2022.
35 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental)-Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2022.

1. Chorume. 2. Compostagem. 3. Biofertilizante. 4. Produção intelectual. I. Carmo, Dirlane de Fátima do, orientadora. II. Universidade Federal Fluminense. Escola de Engenharia. III. Título.

CDD -

autor

Bibliotecário responsável: Debora do Nascimento - CRB7/6368

LUCAS TINOCO BARBOSA LEITE DA COSTA

ANÁLISE DO POTENCIAL DO CHORUME DE COMPOSTAGEM COMO
SUBPRODUTO COMERCIALIZÁVEL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, da
Universidade Federal Fluminense, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Agrícola e Ambiental.

Aprovado em 22 de julho de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dirlane
de Fátima do Carmo

Assinado de forma
digital por Dirlane de Fátima do
Carmo Dados: 2022.08.01

Profª. Dirlane de Fátima do Carmo, Orientador (a), Dra. – UFF

Documento assinado digitalmente



DAIANE CECCHIN
Data: 22/07/2022 12:51:31-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Profª. Daiane Cecchin, Dra. – UFF

Documento assinado digitalmente



FLAVIO CASTRO DA SILVA
Data: 22/07/2022 11:21:09-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Flávio Castro da Silva, Dr. – UFF

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que sempre priorizaram meu aprendizado.

AGRADECIMENTOS

A todos que direta ou indiretamente me impulsionaram a lutar pelos meus objetivos, especialmente meus pais, Ana Lúcia e Celso, cada um à sua maneira e minha noiva, Helena.

“Porque, quando me sinto fraco, então é que sou forte”. (São Paulo)

RESUMO

Resíduos sólidos orgânicos são gerados em grande quantidade, tanto no meio urbano quanto no rural. A compostagem é uma alternativa atrativa para tratamento, possível de ser aplicada em diferentes escalas, sendo recomendada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e gera um composto para uso na agricultura. No entanto, no processo também é gerado o chorume, que pode ser poluente dependendo do descarte. Neste trabalho foi analisada a viabilidade técnica e econômica do chorume como um subproduto comercial para uma empresa de compostagem de pequeno porte. Foi feito um estudo de caso de uma empresa de serviços de compostagem por assinatura. Para identificar o potencial comercial foi calculada a quantidade de chorume resultante do processo e feita uma pesquisa de mercado para valores e formas de comercialização do chorume. Também foi realizado um levantamento sobre a legislação aplicável e o enquadramento do produto de acordo com as informações adquiridas. Verificou-se que o empreendimento tem potencial para gerar 2700 frascos de 0,5 L de chorume por semana a um custo de R\$6.952,62, obtendo lucro mensal de R\$27.000,00. O produto é enquadrado como classe B pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e deve atender a legislação para rotulação e venda comercialmente.

PALAVRAS – CHAVE: Viabilidade técnica; Viabilidade econômica; Agricultura urbana.

ABSTRACT

Organic solid waste is generated in large quantities, both in urban and rural areas. Composting is an attractive alternative for treatment, which can be applied at different scales, being recommended by the National Solid Waste Policy and generates a compost for use in agriculture. However, leachate is also generated in the process, which can be polluting depending on the disposal. In this work, the technical and economic feasibility of slurry as a commercial by-product for a small composting company was analyzed. A case study of a subscription composting services company was carried out. To identify the commercial potential, the amount of slurry resulting from the process was calculated and a market survey was carried out for values and forms of commercialization of slurry. A survey was also carried out on the applicable legislation and the framework of the product according to the information acquired. It was found that the enterprise has the potential to generate 2700 bottles of 0.5 L of slurry per week at a cost of R\$6,952.62, obtaining a monthly profit of R\$27,000.00. The product is classified as class B by the Ministry of Agriculture and Livestock and must meet the legislation for labeling and commercial sale.

KEY WORDS: Technical viability; Economic viability; Urban agriculture.

LISTA DE TABELAS

Tabela	1	–	Concentração	de
chorume.....				21
Tabela 2 – Matriz SWOT.				27
Tabela 3 – Dados para cálculo do TIR e VPL.				28
Tabela 4 – VPL, TIR e TMA.				29

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	13
<u>2. OBJETIVOS</u>	15
<u>2.1 OBJETIVO PRINCIPAL</u>	15
<u>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	15
<u>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</u>	16
<u>3.1 GERAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO BRASIL</u>	16
<u>3.2 COMPOSTAGEM COMO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS</u>	16
<u>3.3 SUBPRODUTOS DA COMPOSTAGEM</u>	17
<u>3.4 CHORUME</u>	18
<u>3.4.1 Usos do Chorume</u>	19
<u>4. MATERIAL E MÉTODOS</u>	22
<u>4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO DE ESTUDO</u>	22
<u>4.2 ANÁLISE DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO CHORUME COMO PRODUTO COMERCIALIZÁVEL PELA EMPRESA</u>	22
<u>4.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CHORUME COMO BIOFERTILIZANTE</u>	22
<u>4.4 LEVANTAMENTO NORMATIVO SOBRE O USO DO CHORUME COMO BIOFERTILIZANTE</u>	24
<u>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	25
<u>5.1 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE CHORUME GERADA EM EMPREENDIMENTO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS URBANOS ORGÂNICOS DE PEQUENO PORTE</u>	25
<u>5.2 ANÁLISE DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO CHORUME COMO PRODUTO COMERCIALIZÁVEL PELA EMPRESA</u>	26
<u>5.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO EMPREGO DO CHORUME COMO BIOFERTILIZANTE</u>	27
<u>5.3 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL PARA O ENQUADRAMENTO DO CHORUME COMO UM PRODUTO BIOFERTILIZANTE</u>	29
<u>6. CONCLUSÕES</u>	32
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	33

1. INTRODUÇÃO

A maioria da população brasileira se concentra em áreas urbanas, cerca de 85%, onde são geradas grandes quantidades anuais de resíduos orgânicos, em que a maior parte (98,4%) são depositados erroneamente em lixões, ou dispostos em aterros sanitários, gerando graves problemas de saúde pública, e potencializando as mudanças climáticas (OLIVEIRA et al., 2019).

O crescente aumento da produção de resíduos orgânicos oriundos das populações urbanas, torna a situação cada vez mais preocupante e necessita de soluções inovadoras e simples. Visto que é um problema global, sua resolução deve, também, ser ampla, fácil e eficaz. Uma solução que corresponde a esses requisitos é a compostagem, uma prática muito antiga e difundida no meio rural.

A compostagem consiste, basicamente, na mistura de resíduos sólidos orgânicos, observando a umidade, temperatura e proporções adequadas de fontes de carbono em relação a fontes de nitrogênio. Este processo resulta em degradação natural dos resíduos, tornando-os adubos de excelente qualidade e produzindo chorume (lixiviado), que, quando captado, pode se tornar um biofertilizante. Estes subprodutos da compostagem, quando provenientes de fontes exclusivamente orgânicas, não necessitam de nenhum tratamento prévio para seu uso, a não ser a diluição, no caso do chorume.

Dados do último levantamento do Serviço de Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2020) apontam que em 2019 foram coletados 65,11 milhões de toneladas de resíduos sólidos e a estimativa é que em torno de 51% desse material seja orgânico. Apesar da compostagem ser uma das alternativas de tratamento de resíduo orgânico mais antigas, simples, eficientes e de menor custo, havia apenas 73 unidades de compostagem instaladas no país em 2019. E enquanto isso, há sérias dificuldades financeiras para o manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) no país, visto que somente 44,8% dos municípios fazem cobrança pelos serviços enquanto o valor arrecadado cobre apenas 57,2% dos custos (BRASIL, 2020).

No Brasil, os aterros sanitários são considerados unidades de disposição final ambientalmente adequadas em razão do controle do processo, destacando a

impermeabilização de base, a drenagem e o tratamento de lixiviados. Em pátios de compostagem ainda é incipiente esse controle do chorume, o que pode acarretar sérios problemas de contaminação ambiental, dependendo do porte do empreendimento e dos tipos de resíduos tratados. No entanto, o lixiviado da compostagem tem grande potencial em se tornar um bioinsumo.

O conceito de bioinsumo é apresentado em uma recente legislação brasileira, o Decreto federal nº10.375 de 26 de maio de 2020 (BRASIL, 2020) como:

“todo produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos”.

O termo bioinsumo é usado no Brasil para identificar um produto biológico, como por exemplo, bioinseticidas, biofertilizantes, inoculantes e outros. Portanto, o biofertilizante é um bioinsumo, caracterizado como um produto que contém componentes ativos ou substâncias orgânicas, obtido de microrganismos ou a partir da atividade destes, bem como seus derivados de origem vegetal e animal, capaz de atuar direta ou indiretamente sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, no aumento de sua produtividade ou na melhoria de sua qualidade, incluídos os processos e tecnologias derivados desta definição.

O mercado de biodefensivos, que são uma subcategoria dos bioinsumos, no país, de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (2020), movimentou 675 milhões de reais no ano de 2019. Ressalta-se ainda, que em 2020 foi criado um Programa Nacional de Bioinsumos em virtude da importância desse setor para um mercado que visa a sustentabilidade na produção agrícola. Portanto, além do composto, há o potencial do uso do chorume como produto comercializável em um mercado promissor e ascendente no país.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do chorume produzido por meio de compostagem urbana para empreendimentos de pequeno porte, como subproduto comercializável, a partir da viabilidade econômica, legislação normativa e potenciais usos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

- ✓ Avaliar o potencial do chorume produzido durante a compostagem de resíduos sólidos orgânicos urbanos, como subproduto comercializável na forma de biofertilizante concentrado, considerando a viabilidade técnica e econômica e a legislação normativa, utilizando um empreendimento de pequeno porte como estudo de caso.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Estimar a quantidade gerada de chorume em relação ao resíduo urbano utilizado;
- ✓ Analisar o potencial do chorume como um biofertilizante para o empreendimento de compostagem considerando pontos fracos, fortes, restrições e vantagens;
- ✓ Verificar a legislação aplicável para enquadramento do produto chorume como biofertilizante

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Geração de resíduos orgânicos no Brasil

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Cepea (2022), o setor agropecuário é uma das maiores engrenagens da economia brasileira. Esta força e grandeza trazem um revés consigo, gerar uma enorme quantidade de resíduos provenientes.

Segundo Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2019, outra fonte geradora de resíduos orgânicos em quantidade no Brasil são as cidades, principalmente as de maior porte, por possuir densidade populacional elevada, acabam produzindo, diariamente, uma enorme quantidade de lixo orgânico.

Os resíduos provenientes da agropecuária, em grandes quantidades, podem ser utilizados como fontes energéticas (KUNZ, 2006), tratados ou reutilizados de outra forma pelos produtores. Já as cidades brasileiras, em sua grande maioria, não destinam bem seus resíduos orgânicos. Segundo a Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE, 2019), o Brasil produz quase 37 milhões de toneladas de lixo orgânico, corroborando os dados do SNIS, e menos de 1% dos resíduos são reaproveitados de alguma forma.

3.2 Compostagem como tratamento de resíduos orgânicos

Além de ser considerada uma destinação ambientalmente adequada, a compostagem possui diversas outras vantagens, que dependem da abrangência de implementação da técnica. Pode-se ressaltar que o processo resulta em um composto rico em matéria orgânica e húmus, que pode ser utilizado como fertilizante para cultivos vegetais (MARCHI, 2020).

Já a compostagem realizada em âmbito municipal prolonga a vida útil de um aterro sanitário, uma vez que a matéria orgânica constitui uma fração significativa dos resíduos sólidos urbanos, a qual deixaria de ser destinada às células do aterro (WIGAND et. al., 2019).

Outro benefício que essa técnica apresenta, principalmente quando aplicada em escalas maiores, é a redução do potencial poluidor dos Gases de Efeito Estufa (GEE's), já que o gás carbônico proveniente do processo aeróbio de compostagem é

muito menos poluente que o metano, gás emitido no processo anaeróbio convencional no interior de aterros (IPCC, 1996).

Algumas soluções de tratamento utilizando a compostagem no Estado de São Paulo foram apresentadas por Assad e Siqueira (2015), e no Rio de Janeiro, tendo sido divulgada pela Fundação Parques e Jardins do Rio de Janeiro (FPJ) (ano da publicação). Segundo Assad e Siqueira (2015), São Paulo aplica diversos modelos que variam dos mais complexos aos mais simples, possibilitando o ajuste do método de acordo com a infraestrutura da região onde é aplicado o projeto. Já o projeto do Rio conta com uma concepção mais simples para o projeto piloto aplicado no Campo de Santana, no centro da cidade, para ser mais facilmente difundido, especialmente em áreas mais pobres (PREFEITURA/RIO DE JANEIRO, 2021).

No processo de compostagem a energia produzida pelos microrganismos promove um incremento da temperatura. Nessa fase, as altas temperaturas promovem a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas. Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos serão eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, necessitando um controle adequado da temperatura através da umidade e da aeração, mantendo-a em níveis desejados (OLIVEIRA et al., 2008).

3.3 Subprodutos da compostagem

Segundo Kiehl (1998), os principais subprodutos do processo de compostagem são o húmus ou composto, a parte sólida, e o chorume, a parte líquida. Portanto, os processos da compostagem transformam a matéria seca e o resíduo orgânico iniciais em húmus que pode ser usado como fertilizante e misturado ao solo que se deseja melhorar a qualidade.

A água proveniente dos compostos iniciais se concentra na parte inferior da leira, carregando nutrientes e microrganismos benéficos, se caracterizando como o chorume (SERAFIM et al., 2003).

Em seu estado natural, o chorume pode ser maléfico para o meio ambiente, pois é muito concentrado em matéria orgânica, com isto, se faz necessário impermeabilizar o solo onde a leira fica localizada, tanto para evitar contaminação do local e corpos hídricos quanto para sua captação, se há o interesse na utilização como biofertilizante (BRASIL, 2018).

Segundo manuais da Embrapa Amapá e Embrapa Vegetais (STUCHI, 2015; TOMITA, 2007), para obter-se o biofertilizante a partir do chorume, é necessário apenas a diluição em água.

3.4 Chorume

A norma brasileira - NBR 8849/1985 (ABNT, 1985) define chorume como o líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, de cor escura, mau cheiro e elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

As características físicas, químicas e biológicas dos lixiviados dependem do tipo de resíduo aterrado, do grau de decomposição, do clima, da estação do ano, da idade do aterro, da profundidade do resíduo aterrado, do tipo de operação do aterro, entre outros fatores. Logo, pode-se afirmar que a composição dos lixiviados pode variar consideravelmente de um local para outro, como também em um mesmo local e entre épocas do ano (REINHART; GROSH, 1998).

O chorume é um produto com potencial positivo para o solo e é pouco aproveitado pela maioria dos locais em que se faz compostagem, principalmente pela sua dificuldade de captação. Mas, uma vez captado, de acordo com Silva et al. (2014):

é um condicionador de solo que tem como efeito principal o estímulo ao enraizamento, além de melhorar suas propriedades físico-químicas, aumentar a capacidade de retenção de água, capacidade de troca catiônica, efeito de tamponamento, fornecer ao solo nutrientes essenciais e estimular a atividade microbiana (SILVA et al, 2014, p.1).

Como visto por Sobrinho, et.al (2012), o chorume pode ser chamado também de lixiviado. É usual a adoção do termo lixiviado para o líquido proveniente da decomposição de resíduos em aterros sanitários, que podem conter metais pesados, produtos eletrônicos, entulho, dentre outros materiais. Já o chorume, termo usualmente utilizado para o percolado da compostagem, é proveniente apenas da decomposição de resíduos orgânicos. O lixiviado de aterros necessita de tratamento e análise de composição prévia para autorização de seu uso, o chorume da compostagem não tem necessidade de nenhum desses processos, mesmo sendo aconselhável uma análise de composição para utilizá-lo da melhor forma, sem riscos à saúde.

O risco de poluição pelo chorume, mesmo que não tenha componentes tóxicos, pode ser muito grande porque devido à sua alta carga orgânica, o lançamento deste efluente em corpos hídricos, sem tratamento, pode consumir o oxigênio do meio (CRUZ et.al., 2019). Por isso, em grandes quantidades, é necessária uma forma de captação adequada para uso ou descarte de forma apropriada.

3.4.1 Usos do Chorume

De acordo com Sponza e Agdag (2004), o chorume pode ser usado como catalisador do próprio processo de compostagem, os microrganismos presentes no líquido, quando readicionados nas leiras, se proliferam, aceleram as reações químicas de decomposição e tornam o processo mais eficiente. A recirculação do chorume é uma prática promissora para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, sua recirculação permite a manutenção da umidade adequada aos processos de decomposição. Entretanto, em grandes quantidades, a recirculação do chorume deve ser controlada pois, em excesso, podem surgir problemas relativos à estabilidade dos taludes. Adicionalmente, a infiltração do excesso de chorume recirculado pode ocasionar a poluição do solo e das águas subterrâneas.

O chorume também tem propriedades relevantes como condicionador de solo, estimulando o enraizamento de plantas, melhorando a retenção de água, fornecendo nutrientes, auxiliando no tamponamento do solo e na capacidade de troca catiônica, estimulando a atividade de microrganismos, sendo denominado por Serra, Aissa e Silva (2014) como “húmus líquido”.

Pereira (2020), entretanto, ressalta que, em grande escala, a utilização direta do chorume como fertilizante pode não ser interessante economicamente, pelo volume elevado de água para sua diluição. O autor sugere a digestão anaeróbia no tratamento do chorume, para dessa forma obter-se dois produtos: o biogás e o digestato, que possui uma carga orgânica menor que o chorume e uma relação carbono/nitrogênio (C/N) interessante para sua utilização como biofertilizante.

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido que contém organismos e nutrientes (micro e macro) que melhoram a saúde das plantas, deixando-as mais

resistentes ao ataque de pragas e doenças. O líquido é resultado da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água (STUCHI, 2015).

Dentre as vantagens e benefícios do uso do biofertilizante estão a produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ao meio ambiente; o fortalecimento das plantas e garantia de maior resistência ao ataque de pragas e doenças; a melhoria da produtividade das culturas; um menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos; o alto teor em nitrogênio e outros nutrientes (fósforo, potássio, cálcio, dentre outros) indispensáveis ao solo; a melhoria da fertilidade do solo por adição de nutrientes; a reutilização da matéria-prima da propriedade, além de poder se tornar uma fonte alternativa de renda (STUCHI, 2015).

Segundo Timm et al. (2004), biofertilizante é o produto da fermentação decorrente de matéria orgânica por meio de microrganismos. De forma mais específica, o biofertilizante é a mistura do chorume proveniente da compostagem com uma quantidade específica de água. Essa quantidade necessária de água para diluição pode variar muito, principalmente de acordo com as características químicas do chorume e as necessidades da planta.

Rosa (2020) ressalta que o uso de biofertilizantes em cultivos agrícolas é benéfico, mas deve se ter um controle da quantidade das aplicações, para que as mudas consigam se desenvolver com vigor e resistência. A autora analisou diferentes tratamentos com uso de volume de chorume variando entre 0 e 1000 ml para mudas de alface, concluindo que o tratamento com 750 ml era o mais indicado, visto que as mudas conseguiram se desenvolver com mais qualidade, sem apresentar déficits de nutrientes. TOMITA et al., (2007) sugerem uma concentração entre 2% a 5% de chorume nas misturas, de forma geral, para mudas e plantas já estabelecidas, respectivamente. Já Rodrigues e Stuchi (2014) da Embrapa Amapá, sugerem a diluição de 5% e um uso de 100 ml da solução por planta, a partir do chorume vindo de compostagem doméstica.

Tabela 1: Concentração sugerida de chorume, volume e plantas em que pode ser aplicado.

Estudo	Concentração de chorume	Volume aplicado / Forma	Tipo de Plantas
Embrapa Vegetais (2007)	2 a 5%	Pulverização	Todas
Embrapa Amapá (2014)	5%	100 mL solução / planta	Todas
KROFFT (2020)	5%	-	-
CARLOS (2017)	<25%	-	Arroz
ROSA (2020)	-	750 mL chorume / planta	Alface

Fonte: Elaboração própria.

De todos os trabalhos com especificação de concentração de chorume, apenas a Embrapa Amapá (2014) apresenta um chorume proveniente de material de compostagem.

Dadas estas informações, a melhor alternativa é indicar, no rótulo do produto, a diluição em água na proporção de 5% e utilizar essa solução como substituição da rega/irrigação e da adubação, quando houver.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do empreendimento de estudo

A empresa escolhida como objeto de estudo é de pequeno porte e conta com três sócios fundadores, operando com um modelo de negócio por assinatura. Ao cliente são oferecidos planos de acordo com a quantidade de resíduos orgânicos produzidos, tendo como retorno o húmus produzido no processo de compostagem.

O empreendimento possui um terreno capaz de receber para processar cerca de 50 m³ de resíduos orgânicos por mês em 4 leiras.

A empresa buscava uma forma de agregar valor aos seus produtos e solicitou um estudo em parceria com a UFF pelo projeto Escritório Escola de Engenharia e Design (E3D).

4.2 Análise do potencial de utilização do chorume como produto comercializável pela empresa

O potencial de geração de um subproduto comercial foi analisado por meio de uma Matriz SWOT durante entrevistas informais com membros da empresa. SWOT é acrônimo dos termos em inglês “Strengths” (Forças), “Weaknesses” (Fraquezas), “Opportunities” (oportunidades) e “Threats” (Ameaças), considerando assim a perspectiva e as limitações pela empresa e pelas características do mercado.

4.3 Análise da viabilidade técnica e econômica da produção do chorume como biofertilizante

A análise da viabilidade técnica de produção do biofertilizante foi feita com base na quantidade de resíduos processados ao longo de um mês, sendo feito o cálculo com base no tamanho e no número de leiras utilizadas no empreendimento.

O volume aproximado de resíduos foi calculado utilizando a equação 1:

(Eq. 1)

Em que: C = Comprimento da leira; L = Largura da leira; A = Altura da leira.

Para o cálculo da quantidade de chorume gerada pelo empreendimento foi considerado o tempo de permanência e o plano de manejo do empreendimento. O volume produzido de chorume foi feito com base em trabalho de Inácio e Miller

(2009), adequando ao plano de manejo do empreendimento analisado, utilizando a equação 2:

(Eq. 2)

Em que: Q_c = Quantidade de chorume por semana por leira; c = Quantidade de chorume produzida por m^2 de leira; d = Quantidade de dias da leira no pátio; C = Comprimento da leira; L = Largura da leira.

O volume total de chorume produzido ao longo de um mês foi calculado por meio da equação 3:

(Eq. 3)

Em que: Q_{ct} é a quantidade total de chorume produzida em um mês; TI é o tempo, em semanas, de cada leira no pátio.

$\sum TI$ pode ser entendido pensando individualmente no tempo de cada uma das 4 leiras no pátio. A primeira leira é montada na primeira semana, a segunda leira é montada na semana seguinte, a terceira na posterior a esta e a quarta na última semana.

A análise para viabilidade do projeto foi feita em um recorte temporal de um mês, considerando os recursos utilizados, tais como: mão de obra, materiais, logística, tecnologia necessária, dentre outros. Também foram analisadas, entre outras variáveis, as projeções de receita, custos e investimentos.

Foi estipulada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 5%, em paridade com a taxa Selic em agosto de 2021, época do estudo.

A Taxa Interna de Retorno (TIR), que serve para avaliação da viabilidade de um investimento, foi calculada por meio da função TIR no Excel. Ela retorna uma porcentagem de desconto no valor final do projeto para que ele seja nulo com o investimento corrigido.

O Valor Presente Líquido (VPL), usado para comparar o retorno de um investimento seguro com o empreendimento desejado, foi calculado por meio da equação:

(Eq. 4)

Em que: FC_1 = Fluxo de caixa; TMA = Taxa mínima de atratividade.

4.4 Levantamento normativo sobre o uso do chorume como biofertilizante

Foi feito um levantamento sobre as legislações disponíveis, nos últimos 30 anos em portais governamentais, sobre o tema, considerando Instruções Normativas (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e outras leis e decretos brasileiros para adequação correta do biofertilizante em um produto comercial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estimativa da quantidade de chorume gerada em empreendimento de compostagem de resíduos urbanos orgânicos de pequeno porte

Para fazer o estudo da viabilidade do biofertilizante foi necessário calcular a quantidade de resíduos processados ao longo de um mês. Para isto, foi medido o tamanho das leiras. Todas as quatro leiras de forma trapezoidal foram postas em áreas com fundo concretado de tamanho padronizado de 6 x 1,5 m de comprimento por largura (C x L) e altura (A) 1,4 m. Logo, para calcular o volume aproximado de resíduos utilizou-se a **Equação 1**:

Para o cálculo da quantidade de chorume em um mês, foi necessário saber a quantidade de tempo que cada leira iria permanecer na área de coleta. O plano de manejo passado pela empresa seria da instalação de uma leira a cada semana. Então, em um mês, as leiras estariam da seguinte forma:

- Leira 1: 4 semanas
- Leira 2: 3 semanas
- Leira 3: 2 semanas
- Leira 4: 1 semana

Em seguida, fez-se o cálculo de quanto uma leira destas gera de chorume por mês. Segundo Inácio e Miller (2009), uma leira com 1,2 m de altura, com geometria trapezoidal, produz 0,5 L de chorume por metro quadrado de área por dia. Pela similaridade geométrica e de composição química e orgânica entre a leira citada por Inácio e Miller (2009) e a da empresa estudada, aplicou-se o mesmo coeficiente para calcular a quantidade de chorume produzida por semana e por leira. Assim, foi aplicada a **Equação 2**:

Q_c = Quantidade de chorume por semana por leira

c = Quantidade de chorume produzida por m^2 de leira

d = Quantidade de dias da leira no pátio

C = Comprimento da leira

L = Largura da leira

O volume total de chorume produzido ao longo de um mês foi obtido pela **Equação 3**, fazendo-se a multiplicação pela quantidade de semanas que cada leira ficaria no pátio.

Q_{ct} = Quantidade total de chorume produzida em um mês

TI = Tempo, em semanas, de cada leira no pátio

5.2 Análise do potencial do chorume de compostagem como subproduto comercializável

Considerando a empresa verificou-se que há a certeza quanto à quantidade de material e manutenção do processo, garantindo assim que haja a coleta de um insumo que já era produzido, mas desperdiçado como subproduto, uma vez que não era captado (Tabela 2). Há também recursos para a instalação do sistema, ainda que este, em um primeiro momento, irá onerar a empresa.

Considerando o mercado, é crescente a busca por produtos sustentáveis e há recente legislação estimulando a geração de bioinsumos, fomentando assim este mercado. A empresa já atende clientes interessados nesse tipo de produto, o que facilita o escoamento desse produto a um preço competitivo no mercado. No entanto há a necessidade de divulgação e orientação ao mercado quanto ao uso desse tipo de insumo.

A compilação dessas informações está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz SWOT.

<p style="text-align: center;">Forças</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matéria-prima constante • Processo totalmente limpo • Capacidade da empresa de impermeabilizar o local e instalar sistema para a coleta do chorume • Mão de obra necessária mínima para o processo 	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescente demanda por produtos sustentáveis • Base de clientes • Preço competitivo • Pouca concorrência local
<p style="text-align: center;">Fraquezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência no segmento • Falta de contato com produtores rurais • Custo para instalar o sistema de coleta do chorume 	<p style="text-align: center;">Ameaças</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frequência de vendas instável

Fonte: Elaboração própria.

A base de clientes já conquistada pela empresa pelo serviço de compostagem garante uma quantidade de matéria-prima constante para produção do novo produto. Como é um processo natural, só é necessário, durante toda a etapa produtiva, usar a mão de obra para o envase do produto. A falta de experiência no segmento e o pouco contato com produtores, muito por conta da localização da empresa, pode dificultar o processo de introdução do produto na carteira de serviços.

4.3 Análise da viabilidade técnica e econômica do emprego do chorume como biofertilizante

Os recursos necessários para a captação do chorume proveniente da compostagem, são: um terreno impermeabilizado, recipientes para comercialização do chorume captado como biofertilizante e a rotulação deste recipiente segundo as especificações legais necessárias. Esses custos estão detalhados na Tabela 3.

A empresa estudada já havia feito a impermeabilização do solo na área de compostagem com uma camada de concreto. Porém, será necessário comprar os recipientes onde o biofertilizante será posto e uma rotuladora eletrônica para colocar as informações e instruções do produto (GARCIA, 2020*).

A captação e o envasamento do biofertilizante serão feitos semanalmente, junto com a renovação das leiras.

Os custos fixos estão relacionados ao funcionário que será direcionado para as atividades de captação e engarrafamento e custos com água e luz. Estes custos foram estimados em R\$2.500,00, baseado no salário mínimo, em junho de 2022, de R\$1.212,00, 2 m³ de água e 500 kWh de gasto com energia elétrica para operações gerais, com valores de R\$3,54/m³ e R\$0,142/kWh, respectivamente.

Tabela 3: Dados para cálculo da viabilidade econômica.

Item	Anos	
	0	1
Custos Iniciais	- R\$4.713,54	
Equipamento		R\$4.713,54
Custos Fixos		R\$30.936,97
Custos Variáveis		R\$52.494,48
Receitas		R\$324.000,00
Saldo	- R\$4.713,54	R\$224.623,81

Fonte: Elaboração própria.

O custo variável está relacionado às garrafinhas onde será posto o biofertilizante. Numa pesquisa pelo mercado de varejo obteve-se o anúncio de 100 garrafinhas retornáveis com capacidade de 500 ml custam R\$162,02.

Assim, considerando-se uma produção de 1350 litros mensais e garrafinhas de 0,5 litro seriam produzidas 2.700 garrafinhas por mês.

O custo com a aquisição das garrafinhas seria de R\$4.374,54,00 por mês. Assim, o custo inicial de compra das garrafinhas poderia ser diluído se fossem retornáveis, aplicando-se inclusive um desconto no produto final em caso de troca da embalagem.

Também será necessário comprar uma rotuladora eletrônica, para aplicar as informações necessárias do produto. O valor encontrado para a rotuladora eletrônica com três rolos foi de R\$339,00.

Uma vez calculados os custos iniciais, pode-se estipular o valor e o volume da unidade do produto, com base em pesquisas de mercado no segmento do varejo, em R\$10,00 e 0,5 L. A partir deste valor, pode-se calcular o faturamento estimado da venda direta dos biofertilizantes engarrafados. Assim, considerando-se a produção de 2.700 garrafinhas a R\$10,00, obter-se-ia uma receita de R\$27.000,00 mensal.

Com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 5%, os resultados obtidos demonstraram uma enorme vantagem de investimento, com valores de 4.904% de Taxa Interna de Retorno (TIR) e de Valor Presente Líquido (VPL) de R\$219.910,27, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: VPL, TIR e TMA

TMA	5%
TIR	4.904%
VPL	R\$219.910,27

Fonte: Elaboração própria.

5.3 Legislação aplicável para o enquadramento do chorume como um produto biofertilizante

Foram analisadas Instruções Normativas (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e outras leis e decretos brasileiros para adequação correta do biofertilizante em um produto comercial. Com isto, foi identificado o decreto federal nº.10.375 de 26 de maio de 2020, o Programa Nacional de Bioinsumos, que caracteriza o que é um bioinsumo, também foram analisadas as IN 53, que trata de requisitos para comercialização de um bioinsumo e a IN 61, que trata da caracterização e informações do biofertilizante no rótulo do produto (MAPA, 2013; MAPA 2020).

O chorume é um biofertilizante originado a partir do percolado da decomposição biológica de resíduos animais e vegetais por meio da ação de micro e macro organismos e, portanto, pode ser enquadrado como um bioinsumo de acordo

com o conceito dado pelo Decreto federal 10.375 de 26 de maio de 2020 (BRASIL, 2020).

No entanto, para que o chorume possa ser registrado e comercializado como um biofertilizante há critérios estabelecidos no artigo 5º da Instrução Normativa no. 53/2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (MAPA, 2013). O empreendedor interessado na produção desse bioinsumo deve consultar a IN 53/2013, no artigo 3º e 5º, para caracterização do estabelecimento como produtor e comercializador de biofertilizante, respectivamente.

Deve-se ressaltar que, mesmo sendo um produto com baixo risco ambiental, na embalagem e no rótulo há a necessidade de informações claras e objetivas sobre características e qualidades, bem como informações mais técnicas definidas pela Instrução Normativa no. 53/2013 (MAPA, 2013, art. 12), tais como: indicação, recomendações de uso, quantidade, podendo também apresentar em que cultura pode ser utilizado, dosagem, cuidados, restrições, incompatibilidades, bem como potenciais riscos.

Considerando a classificação do chorume, a instrução normativa no. 61/2020 do MAPA (MAPA, 2020, art. 3) apresenta a separação dos fertilizantes orgânicos em diferentes classes, sendo que o chorume pode ser enquadrado como Classe “B”, como: produto que utiliza, em sua produção, quaisquer quantidades de matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, industriais e agroindustriais, incluindo a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional, lodos gerados em estações de tratamento de esgotos, lodos industriais e agroindustriais gerados em sistemas de tratamento de águas residuárias contendo qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, todos com seu uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

O chorume também, por essa instrução normativa (MAPA, 2020, art. 4), é especificado como um produto fluido, considerando a sua natureza física, devendo ser indicada, obrigatoriamente, a sua densidade e as suas garantias em percentagem mássica (peso de nutrientes por peso de produto) e em massa por volume (gramas por litro), devendo a indicação desta última ser feita entre parênteses, com a mesma dimensão gráfica após a indicação obrigatória.

Considerando o envase do biofertilizante para venda, a instrução normativa no. 61/2020 do MAPA (MAPA, 2020) em seus artigos números 5, 7, 13, 17, 18 estabelece que: o rótulo do produto deverá conter os macronutrientes primários e secundários e micronutrientes do biofertilizante devem ser expressos de acordo com esta instrução normativa. Os nutrientes devem ser expostos em porcentagem mássica (massa de nutrientes por massa de produto). Também no rótulo do produto deverá conter uma série de informações do estabelecimento, de identificação, composição e uso do produto. O produto também deverá ter a nota fiscal com informações do produto e do estabelecimento.

Com isso, para a legalização do biofertilizante será necessário enquadrar a empresa de forma adequada, rotular o produto de acordo com todas as especificações citadas acima e fornecer nota fiscal com as informações necessárias. Todas estas etapas podem ter custos associados a elas para emissão de certificados ou documentos.

6. CONCLUSÕES

Há potencial para que o empreendimento gere 1350 litros de biofertilizante mensalmente, que poderia ser comercializado em frascos de 0,5 litro, sendo produzidas assim 2700 por semana.

Com valores de 4.904% de Taxa Interna de Retorno (TIR) e R\$219.910,27 de Valor Presente Líquido (VPL), vemos um investimento que supera um investimento seguro com uma TMA de 5% em R\$219.910,27. Isto demonstra uma alta viabilidade econômica do projeto.

Na parte legislativa, pode-se concluir que o biofertilizante pode ser enquadrado como um bioinsumo a partir do Decreto federal 10.375 de 26 de maio de 2020. Também a necessidade do enquadramento da empresa como produtora e comercializadora de bioinsumos, além da correta rotulação do produto.

A vantagem para o empreendimento é que há material suficiente, que já é naturalmente gerado no processo, havendo a necessidade de instalar um sistema para captação, mas com recursos suficientes para isso. No entanto, o empreendimento precisa ainda se consolidar no mercado, divulgar o produto e orientar quanto ao uso, ainda que tenha uma base de clientes já cadastrados e interessados em um produto sustentável, que pode alcançar o mercado se pautando na legislação de bioinsumos.

Com isto, conclui-se que é viável econômica e tecnicamente a elaboração do biofertilizante a partir do chorume de compostagem, sendo necessário respeitar a legislação referente ao.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, 2019, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, **Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Disponível em: < <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>. Acesso 15 de jul. 2022

Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil. Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, 2019. Disponível em: <https://assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil#:~:text=0%20Brasil%20produz%20quase%2037,combust%C3%ADvel%20e%20at%C3%A9%20mesmo%20energia>. Acesso em: 28 jun. 2022.

ASSAD, Maria; SIQUEIRA, Thais. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo (Brasil). **SciELO Brasil**, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>. Acesso em: 28 jun. 2022.

BIOFERTILIZANTE Chorume Concentrado 500 ml. [S. l.], 2021. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1875387954-biofertilizante-chorume-concentrado-500ml-_JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=be208404-5126-4366-b972-4060107f4414. Acesso em: 05 jun. 2022.

BRASIL. **Ministério do meio ambiente**. Gestão de Resíduos Orgânicos. Brasília: MMA, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 10375, de 26 de maio de 2020**. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Atos do Poder Executivo, p. 105, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.375-de-26-de-maio-de-2020-258706480>. Acesso em: 10 jun. 2022.

CARLOS, F. S. et al. Irrigation of paddy soil with industrial landfill leachate: impacts in rice productivity, plant nutrition, and chemical characteristics of soil. **Paddy and Water Environment**, v. 15, n. 1, p. 133–144, 2017.

CHORUME Puro E Concentrado 500ml - Biofertilizante Orgânico. [S. l.], 2021. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1953902629-chorume-puro-e-concentrado-500ml-biofertilizante-orgnico-_JM#position=9&search_layout=grid&type=item&tracking_id=158b6a76-5c59-40a3-9c88-45e4a9e44d36. Acesso em: 13 set. 2021.

DE SÁ, Lidiane Freire; JUCÁ, José Fernando Thomé; SOBRINHO, Maurício A. da Motta; Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. **Ambi-Água**. p.1-14. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.815>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GARCIA, Lígia de Souza Gomes. Impermeabilização e drenagem de leiras. **Escritório Escola de Engenharia e Design - UFF**. p. 26 (Não publicado).

Garrafinha Plastico Para Suco Caldo Cana 500ml C Tampa 100un. [S. I.], 2021. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1847103620-garrafinha-plastico-para-suco-caldo-cana-500ml-c-tampa-100un-_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=f7d4ff48-4112-47ee-aa58-72cb07339cd1. Acesso em: 05 jun. 2022.

IPCC - International Panel on Climate Change. **Guidelines for National Greenhouse Inventories: Reference Manual (Vol.3)**, 1996.

KIEHL, Edmar José. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto, 1998. Piracicaba: **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Universidade de São Paulo.

KROFFT, C. E. et al. The effect of leaching fraction-based irrigation on fertilizer longevity and leachate nutrient content in a greenhouse environment. **Horticulturae**, v. 6, n. 3, p. 1–9, 2020.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, Brasília (DF), ano 15, n. 3, p. 28-35, 2006

MARCHI, C. M. D. F., & Gonçalves, I. de O. (2020). Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, 1, e1. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236130841718>. Acesso em: 15 de jul. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 53, de 23 de Outubro de 2013. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 53**, [S. I.], p. 1-38, 26 jul. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-53-2013-com-as-alteracoes-da-in-3-de-15-01-2020.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 61, de 8 de Julho de 2020. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61**, [S. I.], 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf/view>. Acesso em: 10 jun. 2022.

Parques urbanos do Rio começam a receber composteiras de resíduos orgânicos. **Prefeitura do Rio**, 2021. Disponível em: <https://prefeitura.rio/parques-e-jardins/parques-urbanos-do-rio-comecam-a-receber-composteiras-de-residuos-organicos/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

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**

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: 12 ago. 2021.

Rotulador eletrônico azul com 3 fitas PT80BP Brother - CX 1 UN. [S. l.], 2022. Disponível em: https://www.kalunga.com.br/prod/rotulador-eletronico-azul-com-3-fitas-pt80bp-brother-cx-1-un/665232?pcID=39&gclid=EAlaIQobChMlvcPXxJyW-AIVRMKRCh2h3Q7cEAQYAyABEqJTp_D_BwE. Acesso em: 28 jun. 2022.

SERAFIM, A. C.; GUSSAKOV, K. C.; SILVA, F.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N.; DRAGONI SOBRINHO, G.; TONSO, S. PELEGRINI, R.. Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos. **Rio Claro: Fórum de Estudos Contábeis**, 2003.

SPONZA D.T. and AGDAG O.N. Impact of leachate recirculation and recirculation volume on Stabilization of municipal solid waste in simulated anaerobic bioreactors. **Process Biochemistry**, 2004. pp 2157-2165.

STUCHI, Julia; RODRIGUES, Edilson. COMO MONTAR UMA COMPOSTEIRA CASEIRA. **Embrapa Amapá**, [S. l.], p. 1-2, 10 jun. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1033373/como-montar-uma-composteira-caseira>. Acesso em: 20 ago. 2021.

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.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046948/1/CPAFA_P2015CartilhaBiofertilizantefinal.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

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: 20 ago. 2021.

WIGAND, C. G.; et. al. COMPOSTAGEM E ATERRO SANITÁRIO: UMA DISCUSSÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DE SUA CENTRALIZAÇÃO. 2019: **Anais do 10º Forum Internacional de Resíduos Sólidos**, João Pessoa (PB), 2019, p. 8, 2019.