

**COLÉGIO SESI BOQUEIRÃO - CURITIBA / PR / BRASIL**

**BIOBEAN –**

Embalagem de Marmita Biodegradável a base de vagem-feijão seca.

**CURITIBA-PR**

**2024**



LUISA CLAMER DOS SANTOS

Amanda de Souza Maloste

## **BIOBEAN –**

Embalagem de Marmitta Biodegradável a base de vagem-feijão seca.

Relatório apresentado à 8ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica. Orientação do Prof. Amanda de Souza Maloste.

**CURITIBA-PR**

**2024**



## RESUMO

O aumento populacional tem desencadeado uma série de descartes de resíduos em diversos setores, resultando em um descarte massivo de resíduos hospitalares, incluindo resíduos químicos, materiais não podem ser reutilizados por conta da contaminação e marmitas de poliestireno expandido (isopor®), derivado do petróleo, onde possui um forte impacto ambiental negativo devido à sua incapacidade de biodegradação, desencadeando uma ameaça tanto para a vida marinha quanto para a saúde humana. Diante da necessidade de encontrar soluções sustentáveis para esse problema, o projeto visa o aproveitamento do descarte da vagem seca de feijão como matéria prima para desenvolver uma embalagem de marmita sustentável. Para isso, produziu-se nove amostras a partir do processo de transformação da vagem em farinha seca, na sua junção a um ligante natural e adição de um antifúngico. A partir do desenvolvimento, foi possível observar que devido às propriedades nutritivas e química da vagem, pode-se introduzi-la a embalagens sustentáveis. Quando a análise inicial dos, observou-se que houve a produção de uma amostra com liga e compactação boa para ser aplicada na indústria. Na sequência, será feito mais pesquisas bibliográficas sobre as propriedades químicas e biológicas dos materiais utilizados para produção, levantamento de possíveis custos, além de testes de resistência à temperaturas, eficácias dos antifúngicos utilizados e principalmente, a análise do tempo de decomposição para que assim, possa-se garantir a eficácia de um material que se degrade após o seu descarte, fornecendo um produto de qualidade aos pacientes, sem comprometer o meio ambiente e contribuir para um futuro mais sustentável.

**Palavras-chave:** Embalagem sustentável; Phaseolus Vulgaris; Hospitais.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	5
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	6
<b>3 OBJETIVO GERAL</b>	7
<b>4 METODOLOGIA</b>	8
<b>5 RESULTADOS ESPERADOS</b>	9
<b>6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	10
<b>REFERÊNCIAS</b>	11



## 1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional dos últimos anos, acarretou a necessidade de manobras para ampliação de insumos em diversos setores. Com esse crescimento, houve um acréscimo na geração de resíduos com alto tempo de decomposição, trazendo a necessidade de mudanças para melhor atender a sociedade em prol do cuidado ambiental.

Na área da saúde, são descartadas mais de 200 mil toneladas de lixo hospitalares após o covid-19, (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS, 2024), devido a quantidade de pacientes presentes nos leitos.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2020 houve um aumento de 70% no descarte de resíduos hospitalares no Brasil, incluindo máscaras, toucas, luvas, aventais, além de agulhas, seringas e insumos de embalagens.

Segundo Almeida (2020), os hospitais de grande porte comportam de 150 a 500 leitos por dia, o que acarreta por sua vez, o aumento dos derivados de plásticos e poliestireno expandido, comumente conhecido como isopor®. São exemplos as marmitas, copos e talheres, utilizados para todas as alimentações do dia dos enfermos, que necessitam de descarte após o uso (NUNES, 2023).

Quando se estuda sobre o Isopor®, sabe-se que ele é da família dos plásticos, sendo produzido a partir de polímeros derivados do petróleo, uma matéria-prima não renovável (ECYCLE, 2024) e a sua decomposição centenas de ano para iniciar o processo de decomposição, afinal, o material não é biodegradável, ou seja, ele pode durar para sempre (SAAE, 2023).

Após a utilização, os derivados de poliestireno expandidos são muitas vezes descartados na natureza de maneira incorreta (JUVENAL e PINSKY, 2019). Dessa forma, milhares de pedaços desses resíduos e de outras embalagens são vistas em estradas, ruas e mares.

A partir do descarte incorreto, são acarretadas diversas consequências para a vida humana e marinha. Conforme Juvenal e Pinsky (2019), sabe-se que “o impacto do EPS nos oceanos apresenta-se como um dos principais problemas ambientais, seu processo de degradação transforma o isopor em partículas muito pequenas que acabam entrando na cadeia alimentar dos peixes e animais marinhos”.

Além disso, quando descartados em vias públicas, aterros e lixões, podem causar proliferação de fungos e bactérias, prejudiciais à saúde humana e contamina os solos terrestres,



devido a capacidade de originar o microplásticos que podem absorver alguns compostos químicos que são tóxicos, como os agrotóxicos e metais pesados (UNIVASF, 2019). Tal fator, demonstra a necessidade da adição de novas práticas a fim de desenvolver produtos sustentáveis para auxiliar esta área.

Quanto ao desenvolvimento de produtos, a utilização de resíduos secos agroflorestais, ou seja, os que não tem mais valor comercial, estão sendo valorizados e atraindo as indústrias com foco nos benefícios ambientais e em produtos sustentáveis.

Ao abordar vegetais que tem funcionalidade no grão principal e descarte de pequenos resíduos vegetais que compõem sua formação, entra-se na análise da produção do feijão. Segundo o Mestre em Economia Rural (Danta, 2023), o Brasil é o segundo maior produtor de feijão (*Phaseolus vulgaris*) do mundo (Figura 1).

**Figura 1 – Principais produtores de feijão no mundo (em tonelada)**

Países	2017	2018	2019	2020	2021
Índia	6.340.000	6.220.000	5.310.000	5.460.000	6.120.000
Brasil	3.046.079	2.916.365	2.908.075	3.035.290	2.899.864
Myanmar	2.861.839	2.721.079	2.716.527	2.659.244	2.483.070
República da Tanzânia	1.428.434	1.096.930	1.197.489	1.277.152	1.325.702
China	1.333.855	1.337.552	1.340.421	1.303.804	1.305.584
México	1.183.868	1.196.156	879.404	1.056.071	1.288.806
Estados Unidos	1.291.240	1.108.120	920.064	1.465.376	1.020.087
Uganda	1.012.406	940.323	437.000	786.000	855.801
Argentina	413.605	473.389	578.713	633.823	758.750
Quênia	846.000	837.000	747.000	774.366	666.000
Selecionados	19.757.326	18.846.914	17.034.693	18.451.126	18.723.665
Outros	9.424.783	8.653.767	8.530.564	8.974.344	9.003.946
<b>Mundo</b>	<b>29.182.109</b>	<b>27.500.682</b>	<b>25.565.258</b>	<b>27.425.470</b>	<b>27.727.611</b>

Fonte: DANTA, 2023.

Conforme o Governo do estado do Paraná, a produção nacional de feijão na safra 2020/21 foi de 2,85 milhões de toneladas, sendo o Paraná o principal estado produtor, com 534 mil toneladas, liderando a industrialização nacional. Assim, quando se realiza a colheita do feijão, a vagem seca é gerada como resíduo sem contaminação, pois esta é estudada fonte de manganês, cálcio, magnésio e fósforo e pequenas quantidades de vitaminas A e B2 (LANA, 2022).

Pensando na vagem-feijão seca como um insumo comumente descartado, o presente projeto pretende desenvolver uma embalagem de marmita sustentável e biodegradável a base dessa hortaliça, levando em consideração que o material utilizado na produção dessas marmitas sendo ele o isopor, leva em torno de 400 anos para se decompor e com o foco de aplicá-la em áreas hospitalares, que necessitam de descarte após o uso.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS

Atualmente, muito se fala sobre práticas sustentáveis e cada vez mais se tem a inserção de métodos inovadores e tecnológicos para o desenvolvimento de produtos a partir de insumos naturais.

### 2.2 USO DE MATÉRIAS-PRIMAS NATURAIS PARA EMBALAGENS

São oriundos de fonte renovável, ou seja, isento de matéria prima de origem fóssil, podendo ser produzido a partir da biomassa, oriunda de plantas ou matéria prima natural, como por exemplo, cana-de-açúcar, mandioca, milho, arroz, beterraba, óleos, gordura e outros, reduzindo o tempo de decomposição desses produtos (CAMARGO, 2022).

Dentre as possibilidades de produção de produtos a partir de matérias naturais, entra-se o Feijão, pela disponibilidade abundante que se tem na região paranaense.

#### 2.2.1 Feijão

Segundo Dantas (2024), o feijão (Figura 1) é nome dado a diversos tipos de grãos de várias plantas da família Fabaceae.

No Brasil existe três tipos de feijão que são mais cultivados, sendo eles: Feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), também chamado de “carioca”, que é o mais consumido no país; Feijão macassar (*Vigna unguiculata*), base da alimentação de muitas populações rurais, especialmente das regiões Norte e Nordeste; Feijão-guandu (*Cajanus cajan*), muito usado na alimentação de animais (DANTAS, 2024).

#### 2.2.2 Feijão-vagem

O feijão-vagem (Figura 2) é uma hortaliça originária da América Central. Pertence à família Fabácea. O diferencial do feijão para o feijão-vagem é que o grão deve ser colhido ainda verde (LANA, 2022).



**Figura 2 - Feijão-vagem**



**Fonte: LANA, 2022.**

Quanto a feijão-vagem seca após a retirada de seus grãos de feijões, e de seu processo de seca natural, são verificados segundo Lopes (2015), algumas propriedades químicas e nutricionais:

Portanto, levando-se em consideração a qualidade nutricional deste alimento, a farinha de vagem de feijão é uma alternativa viável para melhoria da alimentação da população brasileira, substituindo parcialmente ou totalmente as farinhas de trigo comum ou integral em formulações de produtos de panificação e de outros produtos onde a mesma possa ser utilizada (LOPES, 2015).

### 2.2.3 Colas Naturais

É realizada apenas com ingredientes naturais que não prejudicam a saúde. Na maioria das vezes realizada com amido. Suas propriedades são atóxicas tendo em vista que não possui agentes químicos, conseqüentemente não causa irritações quando entra em contato com a pele humana e é totalmente natural, não apresentando malefícios à natureza e principalmente aos animais (RICLA, 2024).

#### 2.2.3.1 Cola de amido de milho

De acordo com Feup (2014):

As colas de amido são bastante fortes, de secagem lenta, flexíveis quando aplicadas em camadas finas e são por excelência as colas usadas em conservação de papel e fotografia. Apresentam os inconvenientes de esticarem o papel, serem de preparação laboriosa requerendo cozedura e azedarem rapidamente. Os amidos mais usados são o de trigo, milho e arroz. Encontram-se no mercado colas de amido pré-cozidas, de fácil preparação (FEUP, 2014).

#### 2.2.3.1 Gelatina pura sem sabor

A gelatina pura sem sabor pode ser compreendida como um tipo de cola natural, pois sua composição contém aminoácidos que ajudam na junção de ingredientes que são agregados a ela. Além disso, tem papel importante na prevenção e no tratamento de doenças (CEREALISTA, 2024).



#### 2.2.4 Antifúngicos Naturais

Conforme descrito por CropLife (2024), antifúngicos naturais são antigos aliados dos agricultores, capazes de matar aqueles microrganismos identificados como fungos nas plantas.

Nesse cenário, podem ser exemplos como tais os óleos, extrato de mostarda, trevo, cássia, pimenta, canela, manjerição e vinagre, pois possuem em sua composição: terpenos, isotiocianatos, isoflavonas, cinamaldeído, capsaicina, cinamaldeído, eugenol e ácido acético respectivamente. (CROPLIFE, 2024).

### 2.6 BIODEGRADAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DE MATERIAIS ORGÂNICOS.

A biodegradação é um processo natural e complexo onde compostos orgânicos, por meio de mecanismos bioquímicos, são convertidos em compostos simples e, então, redistribuídos no meio ambiente, através do ciclo elementar do carbono, nitrogênio e enxofre (EU RECICLO, 2024).

A decomposição de tipos de compostos orgânicos varia de acordo dos compostos como: açúcares, amido e proteínas são decompostos rapidamente, seguidos pelas hemiceluloses e celuloses; enquanto a lignina, as gorduras e as ceras são decompostos lentamente (EU RECICLO, 2024).

Segundo o iFood, (2022), esse processo é feito por meio de enzimas celulares, os lisossomos, o que resulta desse processo serve de alimento para fungos e bactérias. A decomposição depende de fatores como temperatura, umidade e oxigênio. Quanto mais quente e úmido o ambiente, mais rápida será a decomposição.

Conforme descrito pela FAPESQ (2020), os materiais biodegradáveis se decompõem pela ação de micro-organismos vivos em até 180 dias, conforme estabelece normativa da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

### 2.3 EMBALAGENS EM HOSPITAIS

Estudos indicam que para uma embalagem ser aplicada nos hospitais elas devem manter o alimento aquecido entre 30 e 45 minutos, ser um recipiente antibacteriano e antifúngico para não correr o risco de estragar ou até mesmo contaminar o alimento inserido dentro da marmita. NAO ACHEI A FONTEE

#### 2.3.1 EMBALAGENS DESCARTÁVEIS PARA ALIMENTOS

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2021), a embalagem alimentícia é “o invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não,



destinada a cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, matérias-primas, produtos semielaborados ou produtos acabados. Incluído dentro do conceito de embalagem se encontram as embalagens primárias, secundárias e terciárias” (IFOPE, 2021).

### 2.3.2 SEGURANÇA ALIMENTAR E REGULAMENTAÇÃO

Para consumir qualquer tipo de alimento que venha em embalagens, deve-se cumprir leis e legislações, veja algumas legislações a seguir:

**Portaria n. 987** - Aprova o regulamento técnico para embalagens descartáveis de polietileno tereftalato – PET – multicamada destinadas ao acondicionamento de bebidas não alcoólicas carbonatadas; **Resolução RDC n. 51** - Aprova o regulamento técnico sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos; **Resolução RDC n. 52** - Aprova o regulamento técnico sobre “corantes em embalagens e equipamentos plásticos destinados a estar em contato com alimentos.”; **Resolução RDC n. 56** - Aprova os regulamentos técnicos sobre “a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos.” (IFOPE, 2021).

Assim como as não biodegradáveis, as embalagens biodegradáveis de alimentos precisam cumprir com normas rígidas que atestem sua segurança e comprovem que não causam nenhum tipo de contaminação ao entrar em contato com os alimentos (USEBOB, 2021).

Algumas são produzidas a partir de amido de milho, por exemplo, com resistência e textura aprovados por certificações. Outro exemplo de embalagem biodegradável para alimentos é o PLA (plástico poliácido láctico), um tipo de plástico considerado biodegradável e que não gera nenhum tipo de intoxicação em contato com os alimentos. Quaisquer partículas plásticas que fiquem nos alimentos não causam nenhum prejuízo à saúde humana (USEBOB, 2021).



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

- Diminuir o lixo hospitalar proveniente de marmitas e embalagens para alimentação dos enfermos. Desenvolver embalagens sustentáveis a partir da vagem seca de feijão.
- Estudar as propriedades químicas das embalagens criadas a fim de para substituir o uso de isopor.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Reduzir a quantidade de lixos hospitalares na área de alimentação diária de enfermos.
- Encontrar uma forma sustentável de substituir marmitas de isopor.
- Diminuir a quantidade de vagem de feijão seca descartada, a partir do desenvolvimento de novos produtos. Estudar propriedades químicas e físicas do material desenvolvido.
- Realizar testes de eficiência e aplicabilidade na embalagem final.

## 4 METODOLOGIA

Após dados e pesquisas bibliográficas em artigos científicos que abordam a temática sobre a vagem-feijão seca, foi iniciado a produção das primeiras amostras, para seguir em frente com o início do protótipo do projeto.

Em um primeiro momento, foi buscado na região de Curitiba-PR um fornecedor para obter essa vagem-feijão seca. Após alguns contatos, foi possível entrar em contato com o presidente do Ceasa do Paraná, onde houve a confirmação de que existe sim um grande descarte das vagens após se tornarem secas. Assim sendo, o responsável fez a doação de um saco de mais ou menos 10kg de vagem-feijão seca para as produções dos protótipos (Figura 3).

**Figura 3 – Vagem de feijão seca**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

Após a coleta, foi realizado a separação das vagens secas e a retirada de alguns feijões que ficaram dentro delas. Na sequência, a vagem foi triturada no liquidificador e aquecida durante 5 minutos no forno a 140° C para ser esterilizada, a fim de destruir vidas microbianas como vírus, bactérias e fungos (Figura 4) (ENCICLOPÉDIA, 2011).

**Figura 4 – Processo de trituração e esterilização.**



Fonte: Própria Aatoria, 2024.

Após esse processo, pesquisou-se os tipos de ligantes naturais para um primeiro protótipo. Assim, utilizou-se (Quadro 1):

**Quadro 1 – Produção de ligantes naturais.**

TIPO DE COLA	INGREDIENTES	PROCEDIMENTO
Gelatina Incolor	4 colheres de sopa de água fria.	Micro ondas por 20s
Cola de Amido de milho	¼ de xícara de amido de milho, ¼ de xícara de água quente.	Misturar até que atinja uma consistência semelhante a cola;
Cola de Farinha de trigo	2 xícaras de água quente, 2 colheres de sopa de farinha trigo 1 colher de sopa de vinagre branco.	Mexer durante 10 minutos até formar uma cola.

Fonte: Própria Aatoria, 2024.

O processo de desenvolvimento das colas naturais se baseou em um procedimento de mistura manual, buscando unir todos os materiais e compactá-los na sequência (Figura 5).



**Figura 5 – Desenvolvimento dos ligantes naturais.**



Fonte: Própria Aatoria, 2024.

Posteriormente, buscou-se na literatura antifúngicos naturais e suas propriedades para evitar a proliferação de fungos e bactérias nas amostras. Para um primeiro momento, analisou-se o vinagre que tem ação bacteriana, atua como antioxidante (ZANIN, 2020). Na sequência, o ocimum basilicum (Manjeriçã), que promove a inibição do crescimento fúngico além de combatê-los e a cinnamomum verum (canela) possui propriedades antioxidante, antibacteriana, hipoglicemiante (ALASSAL, 2021).

Realizada as pesquisas das propriedades, separou-se as medidas e iniciou-se o processo de produção de cada protótipo, utilizando a quantidade de antifúngico abaixo (Tabela 1):

**Tabela 1 - Quantidade de antifúngicos**

VINAGRE	MANJERICÃO MOÍDO	CANELA EM PÓ
10ml	2g	2g

Fonte: Própria Aatoria, 2024.

Na sequência, adicionou-se 2g de vagem triturada a cada amostra. Após as misturas feitas, foram colocadas em uma lâmina de vidro microscópica, para secagem e posteriormente, análise visuais e testes.

Dessa forma, obteve-se a produção de nove protótipos, conforme descritos na Figura 6 abaixo:



**Figura 6 – Materiais utilizados nos protótipos**

PROTÓTIPO	VAGEM SECA	QUANTIDADE E COLA	QUANTIDADE E ANTIFÚNGICO
1	2g	13 ml de Gelatina Incolor	2g de Manjeriçã
2	2g	10g de Cola farinha de trigo	2g de Manjeriçã
3	2g	10g de Cola de amido de milho	2g de Manjeriçã
4	2g	13 ml de Gelatina Incolor	2g de Canela em pó
5	2g	10g de Cola farinha de trigo	2g de Canela em pó
6	2g	10g de Cola de amido de milho	2g de Canela em pó
7	2g	13 ml de Gelatina Incolor	10 ml de Vinagre
8	2g	10g de Cola de farinha de trigo	10 ml de Vinagre
9	2g	10g de Cola de amido de milho	10 ml de Vinagre

Fonte: Própria Autoria, 2024.

Após o processo de montagem das amostras, iniciou-se os procedimentos referentes a análises de eficácia.

### 3.1 Testes

#### 3.2 Análise de PH (potencial de hidrogênio)

Para a realização dos testes de PH nos protótipos, foi utilizado o LABDISK é um dispositivo compacto e sem fio projetado para realizar vários experimentos científicos e coleta de dados em assuntos como física, química, biologia e ciências ambientais. Com ele é possível realizar medidas de pressão atmosférica, latitude e longitude, velocidade, umidade relativa, potência hidrogeniônica (PH), e outras utilidades.

**Figura 7 – Teste de PH**



Fonte: Própria Autora, 2024.

### 3.2.1 Biodegradação

Os testes de biodegradabilidade analisam a deterioração da matéria física em contato com a terra ao consumo de compostos orgânicos, através da ação micro-organismos (Azevedo et al, 2016).

A partir dessa normativa, iniciou-se a produção das amostras, utilizando como base as medidas e materiais utilizados no protótipo de número 7. Assim, foi feito um molde retangular a partir de lâmina microscópicas para posteriormente colocar a massa da BIOBEAN dentro (Figura 8)

**Figura 8 – Processo para o Teste de Biodegradação**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

Após a seca, será cortado em cubos com as dimensões de 2x2x2 cm, totalizando com 8 amostras para o teste, logo depois colocá-las em pacotes de tela fechados com fio de poliamida (nylon) e enterrá-las no solo do colégio. De acordo com Cimi (2022) pelo menos 90% do material deve ser convertido em CO<sub>2</sub>, água e húmus através de assimilação microbiológica, levando em torno de 180 dias para decompõe totalmente.

### 3.2.2 Impermeabilidade

O processo de impermeabilidade é um teste importante para evitar infiltrações, umidade, aumenta a durabilidade da estrutura, impede o surgimento de fungos e bactérias que podem ser prejudiciais à saúde. Segundo a NBR 9574, para ser realizado esse teste é necessário receber uma cota máxima de água a ser colocada, precisa permanecer 72 horas, após esse tempo é preciso notar que se o nível de água baixar, pode existir infiltrações então deve ser feito um sistema de revestimento.



Com isso, na realização desse teste dos protótipos, será utilizado 4ml de água, embaixo um papel toalha, deixar secar por 72 horas, e depois analisar o resultado.

#### 3.1.4 Reação frente a um solvente

Para a realização desse teste, deve-se começar pela seleção do protótipo que será utilizado, em seguida, adicionar diferentes solventes em uma quantidade relativa ao tamanho do protótipo como etanol, acetona, éter entre outros, logo depois observar dissolver completamente (ENGENHARIA360, 2023).

#### 3.2.4 Resistência a temperaturas

Esse teste irá demonstrar o a capacidade da amostra em reagir a altas e baixas temperatura a fim de exercer sua funcionalidade principal.

#### 3.1.6 Resistência a pequenos impactos

A partir dessa análise, será possível visualizar a fragilidade dos protótipos e descobrir até onde pode desgastar, quebrar e falhar.

#### 3.1.7 Esterilização com hidróxido de sódio

Após pesquisas, observou-se que segundo a enfermeira PEREIRA (2024), o hidróxido de sódio é usado para a esterilização de Materiais hospitalares termossensíveis, para evitar qualquer tipo de agente fúngico, pensou-se em utilizar esse método para esterilização. utilizou-se 20g de hidróxido de sódio, depois foi diluído em 100 ml de água, e após a diluição foi acrescentado mais 150 ml de água totalizando 250 ml para 7,50 gramas de vagem de feijão. Após todo esse procedimento, deve-se esperar 1 hora, logo depois retirar as vagens da água e deixá-las secar.

**Figura 9 – Processo da esterilização.**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

### 3.2.1 PRODUÇÃO DE UM NOVO PROTÓTIPO

Foi feita uma nova amostra de protótipo maior para ver sua eficácia feita com a mesma receita do protótipo 7 só que com o dobro utilizado, em um molde pequeno.

**Figura 10– Processo da esterilização.**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

### 3.2 ANÁLISE DE CUSTO

Para gerar uma análise de custo irá ser feito uma comparação com o preço das marmitas de isopor, com os materiais usados para os protótipos, levando em consideração que deve ser de baixo custo para que possa ser bem aproveitado no comércio.

A partir dessas análises, será possível visualizar a possibilidade de aplicação no mercado. Em seguida, pretende-se realizar amostras maiores a fim de investigar a aplicação prática e abordar através de pesquisas formas de impermeabilizar a embalagem a fim de ampliar seu tempo de utilidade, além de criar um molde padrão para o formato de marmita e assim, poder realizar as primeiras análises químicas e físicas do material desenvolvido, além de estudar a capacidade fungicida dos componentes escolhidos.



#### 4 RESULTADOS OBTIDOS

Devido ao levantamento bibliográfico realizado ao início da produção das embalagens, espera-se que a vagem seca por ter diversas propriedades alimentícias que geram benefícios à saúde humana (LOPES, 2015), possa possibilitar a produção e utilização no desenvolvimento de embalagens para a área alimentícia de hospitais.

Assim sendo, diante as amostras realizadas o laboratório escolar, obteve-se nove amostras com diferentes aspectos visuais (Figura 9).

**Figura 11 – Protótipos após secagem**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

Diante as amostras de 1 a 9, obteve-se a seguinte análise visual com o passar dos dias (Quadro 1):

**Quadro 1 – Amostras e resultados**

NÚMERO DA AMOSTRA	ASPECTO
1	Quebradiço e seco
2	Quebradiço
3	Pastoso e frágil
4	Seco
5	Esfarelado
6	Seco
7	Resistente

8	Aspecto firme
9	Pastoso e frágil

Fonte: Própria Autoria, 2024.

Assim sendo, segundo as observações diárias sobre as primeiras amostras foi possível observar que os protótipos de número 7 e 9 (gelatina e amido, respectivamente) foram os que se apresentaram positivamente, ficando um pouco mais compacto que as outras, pois formam uma película protetora, demonstrando uma melhor agregação entre os componentes, dando a impressão de uma maior resistência. Todas as amostras secaram em poucas horas, demonstrando possibilidade de eficiência no desenvolvimento em grande escala.

Para garantir maior eficácia na hora da escolha do ligante, foi realizado mais amostras seguindo a composição desses mesmos protótipos. Na sequência, pode-se perceber que o de ligante da cola de amido de milho ficou seco demais após a secagem e o de gelatina incolor obteve uma consistência mais resistente visualmente, além de ter uma rápida a secagem; apresentando ser o melhor protótipo até momento. Em função disso, todos os testes foram realizados a partir da amostra de número 7.

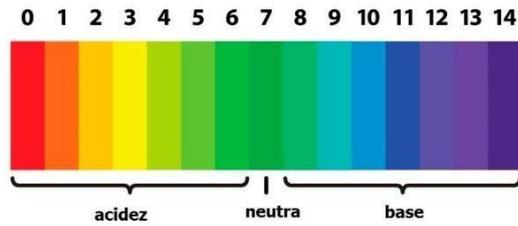
Nessas amostras, o vinagre se demonstrou mais positivo em relação ao auxílio na junção dos componentes, entretanto, posteriormente será estudada a sua propriedade antifúngica, já que este é o objetivo principal de sua adição à mistura. Já o manjerição e a canela apesar de estudos o demonstrarem como bons antifúngicos naturais, as amostras que o continham não demonstraram bons resultados, pois não agregaram direito, deixando os protótipos quebradiços e frágeis.

Mesmo com o passar dos dias, as amostras se mantiveram intactas mesmo expostas a luz solar e contato ao ar.

#### 4.1.1 Análise de pH (potencial de hidrogênio)

As análises feitas com o Labdisc demonstraram que as amostras têm um pH de aproximadamente 4,99, ou seja, inferiores a 7. Conforme a Figura 9, temos:

**Figura 12 – Escala de PH**



Fonte: Normas ABNT, 2024.

Isto é, a escala de pH define a amostra como ácida, o que para um primeiro momento se mostrou positivo, uma vez que, UseBob (2020) diz que algumas bactérias produzem o ácido durante o processo de fabricação de plásticos sustentáveis e “isso faz com que, além de ser biodegradável, esse plástico ainda seja reciclável, biocompatível e bioabsorvível”.

Assim sendo, essa análise demonstra uma possibilidade ainda maior de biodegradação da embalagem, posteriormente será analisado que tipo de ácido é presente na amostra.

#### 4.1.2 Biodegradação

Antes de ser cortados e colocado os protótipos em contato com o solo foi possível perceber que durante a sua secagem em um ambiente fechado foi visível a aparência de alguns fungos, onde é preciso melhorar nas ações antifúngicas do protótipo com o vinagre.

**Figura 13– Protótipos após secagem para a biodegradação.**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

Após a produção de novas amostras utilizando um novo tipo de esterilização (descanso em NaOH) e aumentar o percentual de antifúngico, foi utilizado um pedaço pequeno de um

protótipo de gelatina incolor e outro de amido de milho e colocado em um saco de fio de nylon e depois enterrado na terra para análise. Após um mês será retirado da terra para analisar sua degradação.

**Figura 14– Protótipos sendo enterrados com saco de fio de nylon.**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

#### 4.1.3 Esterilização com o hidróxido de sódio

Foi possível perceber que após uma hora as vagens dobraram de tamanho e ficaram com uma consistência mais maleável, o que foi bom para a trituração. Após esse processo, foi notável que as vagens nessa consistência maleável ficaram melhores de serem usadas no protótipo.

**Figura 15- Antes e depois da esterilização.**



Fonte: Própria Autoria, 2024.

#### 4.1.4 Teste de resistência à alta temperatura

Quanto ao teste de resistência de altas temperaturas, foi realizado com um pedaço de protótipo VII e IX de 4 cm. Como o laboratório de química do Colégio Sesi Boqueirão não tinha os equipamentos corretos para realizar o teste, foi preciso adaptá-lo em casa. Para isso, a amostra foi deixada um minuto na chama do fogão e na sequência, pode-se perceber que ele demora para

pegar fogo, queima aos poucos e não derrete, ou seja, se demonstrou resistente a ambos os protótipos.

**Figura 16- Protótipos em contato com o fogo.**



Fonte: Própria Aatoria, 2024.

#### 4.1.5 Adaptação do teste de impermeabilidade.

A fim de melhores análises nas amostras VII e IX, foi feita uma adaptação do teste de impermeabilidade utilizando protótipos de 2x2cm, onde foi colocado estes em um pote com 8 ml de água e deixado durante umas 10 horas. Após esse tempo os protótipos não apresentaram infiltrações, não se desmancharam, não mudaram de tamanho, ou seja, se mostraram positivos até o momento. Entretanto, posteriormente serão feitas novas análises.

**Figura 17- Protótipos em contato com a água.**



Fonte: Própria Aatoria, 2024.

Quanto a amostra maior produzida, demorou cerca de 3 dias para secar por conta do tempo úmido de Curitiba-PR, após sua secagem ela se mostrou muito resistente com ela pude perceber que as marmitas tem sim um grande potencial de aplicação.

Ainda será necessário fazer uma película para colocar as comidas dentro por conta de higiene, de acordo com as minhas pesquisas a gelatina incolor também pode ser usada para fazer uma película juntamente com o amido de milho, mas ainda está em análise de pesquisa para ser aplicada.

Na sequência, serão realizados também os testes de reação frente a um solvente, resistência a pequenos impactos e outros, a fim de desenvolver um produto não só sustentável, mas também eficiente para o mercado.

Assim sendo, no presente momento, encontram-se resultados positivos nas amostras produzidas, assim serão feitos mais testes para sua melhoria. Em razão disso, visualiza a projeção de aplicação dessas embalagens, buscando sempre práticas mais sustentáveis para garantir o maior cuidado ambiental.

## 6 CONCLUSÕES

Diante ao desenvolvimento da pesquisa, pode-se observar que o desenvolvimento do BIOBEAN (nome desenvolvido para o produto) demonstra uma abordagem inovadora e promissora para lidar com a problemática do descarte inadequado de resíduos hospitalares, especialmente os derivados de embalagens de isopor.

Sendo que, a quantidade de pessoas que se internam diariamente é de 65,7 em 24 horas ou mais de doze meses (PAULA, 2023) e com isso a utilização marmitas dobram de sua quantidade pôr o número de refeição que os pacientes precisam ter durante o dia sendo dia e noite isso sem contar com os acompanhantes para cada paciente onde o valor duplica.

Os hospitais em si já produzem uma grande quantidade de lixos químicos, radioativos, infectantes e entres outros que não podem ser reutilizados, isso tudo mais os lixos das marmitas que após o consumo deve ser descartada nos hospitais.

Dessa maneira, por meio da utilização de materiais naturais, como a vagem-seca de feijão, e técnicas de produção sustentável, foi possível desenvolver protótipos de embalagens que carregam grande potencial em serem biodegradáveis e seguras para uso em ambientes hospitalares, onde uma substituição ampla de embalagens de isopor por biodegradáveis como o biobean traria uma grande contribuição significativa na redução de poluentes plásticos, se tornando uma solução para melhorias futuras do planeta.

As amostras demonstraram um potencial significativo para a aplicação dessas embalagens sustentáveis na prática, contribuindo não apenas para a redução do impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos hospitalares, mas também para a promoção da saúde pública e o bem-estar da sociedade como um todo.

Como próximos passos, pretende-se realizar mais pesquisas bibliográficas a fim de melhorar em relação aos antifúngicos e ligantes, as propriedades químicas dos materiais usados e realizar mais testes de qualidade a fim de verificar a eficiência do produto desenvolvido, bem como a capacidade de decomposição e posteriormente, aplicação dele.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lucas. Um panorama geral sobre os Hospitais de Pequeno Porte. Disponível em: <https://nexxto.com/um-panorama-geral-sobre-os-hospitais-de-pequeno-porte/#:~:text=Pequeno%3A%20tem%20capacidade%20de%20at%C3%A9,possui%20mais%20de%20500%20leitos>. Acesso em: 23, abr, 24.

ASKNATURE. Substâncias químicas no orégano atuam com fungicidas. Disponível em: <https://asknature.org/pt/estrat%C3%A9gia/produtos-qu%C3%ADmicos-no-or%C3%A9gano-atuam-como-fungicida/>. Acesso em: 30, abr, 24.

ASSAL, Karina. 5 fitoterápicos que ajudam no combate à candidíase. Disponível em: <https://www.karinaalassal.com.br/post/5-fitoter%C3%A1picos-que-ajudam-no-combate-%C3%A0-candidose>. Acesso em: 23, abr, 24.

CABRAL, Marilda. Isopor: vale a pena o risco?. Disponível em: <https://site.veracruz.edu.br/portaldovera/?p=485>. Acesso em: 23, abr, 24.

CALDEIRA, Daniela. Cinética da degradação de compostos orgânicos no solo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20181127-155420/publico/CaldeiraDanielaSoaresAlves.pdf>. Acesso em: 23, abr, 24.

CAMARGO. Embalagens sustentáveis para alimentos: Como escolher, exemplos e vantagens!. Disponível em: <https://camargociaembalagens.com.br/embalagens-sustentaveis-para-alimentos-como-escolher-exemplos-e-vantagens/>. Acesso em: 30, abr, 2024.

CEREALISTA. Gelatina Pura sem Sabor a Granel. Disponível em: <https://www.cerealistaexpress.com.br/gelatina-sem-sabor-a-granel.htm>. Acesso em: 30, abr, 2024.

CIMO. Conheça mais sobre plástico biodegradável. Disponível em: <https://cimoambiental.com.br/conheca-mais-sobre-plastico-biodegradavel/>. Acesso em: 10, ago, 24.

COÊLHO, Jackson. Feijão. (2023). Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1918/1/2023\\_CDS\\_322.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1918/1/2023_CDS_322.pdf). Acesso em: 23, abr, 24.

CROPLIFE. O que são fungicidas naturais? Conheça a evolução desses produtos biológicos de controle. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/fungicidas-naturais/>. Acesso em: 30, abr, 24.

Dantas, Tiago. Disponível em: Feijão. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/saude-bem-estar/feijao.htm> . Acesso em: 30, abr, 2024.

DEPOSITPHOTOS. Decomposição da maçã. Disponível em: <https://depositphotos.com/br/photo/aging-process-new-fresh-ripe-red-apple-decomposing-getting-old-667539820.html>. Acesso em: 30, abr, 24.

ECYCLE. Isopor é útil, mas tem grande impacto ambiental. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/eps-isopor>. Acesso em: 23 de abril, 2024.

ECOSOLI. 5 produtos sustentáveis que você precisa conhecer. Disponível em: <https://blog.ecosoli.com.br/x-produtos-sustentaveis-que-voce-precisa-conhecer/>. Acesso em: 30, abr, 24.

EMBRAPA. Feijão. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/sitio-tecnologico/trilha-tecnologica/tecnologias/culturas/feijao>. Acesso em: 23, abr, 24.

EPS BRASIL. O EPS Isopor® é reciclável? Entenda o ciclo de vida desse material. Disponível em: <https://www.epsbrasil.eco.br/noticia/view/83/o-eps-isopor%C2%AE-e-reciclavel-entenda-o-ciclo-de-vida-desse-material.html>. Acesso em: 30, abr, 2024.

FAPESQ. Plástico criado na UFPR reduz para 5 meses tempo de decomposição do produto. (2020). Disponível em: <https://fapesq.rpp.br/noticias/plastico-criado-na-ufpr-reduz-para-5-meses-tempo-de-decomposicao-do-produto>. Acesso em: 3, mai, 24.

EU RECICLO. O que é biodegradação?. Disponível em: <https://suporte.eureciclo.com.br/knowledge/o-que-e-biodegradacao>. Acesso em: 30, abr, 24.

FAPESQ. Plástico criado na UFPR reduz para 5 meses tempo de decomposição do produto. Disponível em: <https://fapesq.rpp.br/noticias/plastico-criado-na-ufpr-reduz-para-5-meses-tempo-de-decomposicao-do-produto>. Acesso em: 3, mai, 24.

FEUP. Cola de amido. Disponível em: <https://biblioteca.fe.up.pt/arquivo/glossario/cola-de-amido/index.htm>. Acesso em: 30, abr, 2024.

GRAVURA CONTEMPORÂNEA. Cola de Maizena para Lambe-Lambe. Disponível em: <http://gravuracontemporanea.com.br/cola-de-maizena-para-lambe-lambe/> Acesso em: 23, abr, 24.

IFOOD. Decomposição: entenda tudo sobre o processo e como torná-lo sustentável. Disponível em: <https://institucional.ifofood.com.br/noticias/decomposicao-entenda-tudo-sobre-o-processo-e-como-torna-lo-sustentavel/>. Acesso em: 30, abr, 24.

IFOPE. Embalagens de alimentos: entenda tudo sobre o assunto!. Disponível em: <https://blog.ifofood.com.br/embalagens-de-alimentos/>. Acesso em: 24,

abr, 24.

INSPESOLDA. Importância Do Teste De Resistência Na Indústria. Disponível em: <https://inspesolda.com/teste-de-resistencia/>. Acesso em: 11, ago, 24.

Juvenal, Leandro; Pinsky, Vanessa. A contribuição da indústria química na redução dos impactos causados pelo isopor. XXI ENGEMA ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTAO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. ISSN:2359-1048. 2019. Encontro de pesquisadores. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/21/anais/arquivos/47.pdf>. Acesso em: 30, abr, 2024.

LANA, Milza. Feijão-vagem Ponha esse feijão no seu prato. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/feijao-vagem#> . Acesso em: 30, abr, 2024.

LOPES, Nathália. **Caracterização físico-química e nutricional da farinha de vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*)**. São Cristóvão, SE. 2015. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10692/2/Jessica\\_Natalia\\_Oliveira\\_Lopes.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10692/2/Jessica_Natalia_Oliveira_Lopes.pdf). Acesso em: 24, abr, 24.

MC-BAUCHEMIE. Como realizar o teste de estanqueidade da impermeabilização?. Disponível em: <https://www.mc-bauchemie.com.br/mclopedia/passos-a-passos-para-realizar-o-teste-de-estanqueidade-da-impermeabilizacao.html#:~:text=A%20NBR%209574%20indica%20que,cota%20m%C3%A1xima%20a%20ser%20alocada>. Acesso em: 10, ago, 24.

MUNDO ISOPOR. A Sustentabilidade no processo de fabricação do EPS Isopor®. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/a-sustentabilidade-no-processo-de-fabricacao-do-eps-isopor>. Acesso em: 30, abr, 2024.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 12, out, 2024.

NUNES, Cássia. Reciclagem. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/reciclagem.htm>. Acesso em: 30, abr, 2024.

REDAÇÃO360. Química Orgânica Experimental: Princípios e Procedimentos dos Testes de Solubilidade  
Química Orgânica Experimental: Princípios e Procedimentos dos Testes de Solubilidade. Disponível em: <https://engenharia360.com/o-que-sao-e-como-fazer-testes-de-solubilidade/>. Acesso em: 11, ago, 24.

RICLA. Cola vegetal. Disponível em: <https://riclaresinas.com.br/cola-vegetal/#:~:text=A%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20da%20cola%20vegetal,encontrados%20em%20abund%C3%A2ncia%20no%20Brasil>. Acesso em: 30, abril, 2024.

ROCHA, Lucas. Com pandemia, resíduos hospitalares crescem e ameaçam saúde ambiental, diz OMS. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/com-pandemia-residuos-hospitalares-crescem-e-ameacam-saude-ambiental-diz-oms/>. Acesso em: 23 de abril, 2024.

WIKIPEDIA. Condições normais de temperatura e pressão. Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Condi%C3%A7%C3%B5es\\_normais\\_de\\_temperatura\\_e\\_press%C3%A3o#:~:text=As%20condi%C3%A7%C3%B5es%20normais%20de%20temperatura,%3D%20760%20mmHg](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Condi%C3%A7%C3%B5es_normais_de_temperatura_e_press%C3%A3o#:~:text=As%20condi%C3%A7%C3%B5es%20normais%20de%20temperatura,%3D%20760%20mmHg). Acesso em: 11, ago, 24.

ZANIN, Tatiana. Tipos e Benefícios do Vinagre. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/beneficios-do-vinagre/>. Acesso em: 23, abr, 24.

FAPESQ. Plástico criado na UFPR reduz para 5 meses tempo de decomposição do produto. Disponível em: <https://fapesq.rpp.br/noticias/plastico-criado-na-ufpr-reduz-para-5-meses-tempo-de-decomposicao-do-produto>. Acesso em: 3, mai, 24.

MUNDO ISOPOR. A Sustentabilidade no processo de fabricação do EPS Isopor®. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/a-sustentabilidade-no-processo-de-fabricacao-do-eps-isopor>. Acesso em: 30, abr, 2024.