

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PROFESSORA MARIA CRISTINA MEDEIROS
Ensino Médio com Habilitação Profissional em Química

João Pedro Damião de Oliveira Garcia

Luara Tomminaga dos Santos

Lucas de Castro Schmidt

Mariana Barbosa de Almeida

Sofia Rodrigues Sabino

FLASHBAG: Sacola Bioplástica com Ação Fotodegradante

Ribeirão Pires

2025

João Pedro Damião de Oliveira Garcia

Luara Tomminaga dos Santos

Lucas de Castro Schmidt

Mariana Barbosa de Almeida

Sofia Rodrigues Sabino

FLASHBAG: Sacola Bioplástica com Ação Fotodegradante

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio da ETEC Prof.^a Maria Cristina Medeiros, orientado pelo Prof.^o Paulo César de S. Cândido, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

Ribeirão Pires

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
CATALOGAÇÃO CENTRALIZADA
Biblioteca da ETEC Prof.^a Maria Cristina Medeiros

F585

Flash Bag: sacola bioplástica com ação foto de gradável / João Pedro Damião de Oliveira Garcia; Luara Tominaga dos Santos; Lucas de Castro Schmidt Silva; Mariana Barbosa de Almeida; Sofia Rodrigues Sabino – Ribeirão Pires (SP): ETEC MCM, 2025. Monografia. 42 fls.

Formato PDF/A. Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Paula Souza, ETEC Prof.^a Maria Cristina Medeiros, Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química, Ribeirão Pires (SP).

Orientador (a): Prof. Especialista em Análise Instrumental Avançada
- Paulo Cesar de Souza Candido

Depósito: Repositório Institucional do Conhecimento do Centro Paula Souza

Modo de acesso: <http://ric.cps.sp.gov.br>

1. Sustentabilidade 2. Foto degradação 3. Meio Ambiente 4. Inovação
I. Título II. Autores

CDD 661

Elaborado Por: Patricia Cordeiro da Silva Farias – CRB-8/7510

João Pedro Damião Oliveira Garcia

Luara Tominaga dos Santos

Lucas de Castro Schmidt Silva

Mariana Barbosa de Almeida

Sofia Rodrigues Sabino


FLASHBAG: Sacola Bioplástica com Ação Fotodegradável

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Maria Cristina Medeiros – ETEC MCM - como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Química.

Orientadora Prof. Paulo Cesar de SouzaCandido.

Banca Examinadora:

Nome:	Diogo dos Santos Silva	
Titulação:	Professor de Base Comum	

Nome:	Juliana Souza da Cruz	
Titulação:	Professora em Química	

Nome:	Marta Aparecida Sant'Anna	
Titulação:	Professora Especialista	

A Banca Examinadora deste Trabalho de Conclusão de Curso, em sessão realizada na cidade de Ribeirão Pires em 28 de Novembro de 2025, considerou os candidatos:

() APROVADOS

() REPROVADOS

Com imensa gratidão, dedicamos este trabalho ao professor Paulo César de S. Cândido, cuja paciência, sabedoria e incentivo foram fundamentais em cada etapa deste projeto. Seu compromisso com o ensino e sua capacidade de incentivar tornaram nossa caminhada mais enriquecedora.

Ademais, de forma muito especial, ao Antônio, nosso querido auxiliar de laboratório, que sempre esteve conosco com um sorriso no rosto, boa vontade e aquele jeito acolhedor que tornava o ambiente mais leve até nos dias mais cansativos. Sua ajuda atenção e carinho fizeram toda a diferença.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos conceder força, sabedoria e fé em cada etapa deste projeto. Às nossas famílias, pelo amor incondicional, paciência e incentivo constante, que nos sustentaram nos momentos de desafio e celebraram conosco cada conquista.

Ao nosso orientador, Professor Paulo César de S. Cândido, pela dedicação, pela paciência e por compartilhar conosco seus conhecimentos com tanto entusiasmo e comprometimento. Sua orientação foi essencial para que este trabalho ganhasse forma e significado.

Com um carinho especial, agradecemos também ao auxiliar de laboratório Antônio Carlos do Carmo, pela ajuda, pela atenção em cada detalhe e por todo o apoio prático e emocional durante o processo. Sua presença gentil e prestativa fez toda diferença na nossa caminhada.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este projeto se tornasse realidade, deixamos aqui a nossa gratidão mais sincera.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um bioplástico fotodegradável a partir de amido de milho, glicerina, ácido cítrico, fibras de coco e extrato de camomila, resultando em uma alternativa sustentável às sacolas plásticas convencionais. A pesquisa buscou criar um material ecológico, de baixo custo e capaz de se decompor sob exposição à luz solar, reduzindo os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado do plástico. O projeto alia inovação e consciência ambiental, demonstrando que é possível unir ciência e sustentabilidade em soluções práticas para o cotidiano. Os resultados apontam que a fotodegradação induzida pela camomila favorece a degradação do bioplástico, contribuindo para um futuro mais limpo e responsável.

Palavras-chave: Bioplástico, Sustentabilidade, Fotodegradação, Meio Ambiente, Inovação.

ABSTRACT

This study aims to develop a photodegradable bioplastic made from corn starch, glycerin, citric acid, coconut fiber, and chamomile extract, providing a sustainable alternative to conventional plastic bags. The research focused on creating an ecofriendly, low-cost material capable of decomposing under sunlight exposure, thereby reducing the environmental impact caused by improper plastic disposal. The project combines innovation and environmental awareness, showing that it is possible to unite science and sustainability in practical everyday solutions. The results indicate that the chamomile-induced photodegradation enhances the breakdown of the bioplastic, contributing to a cleaner and more responsible future.

Keywords: Bioplastic, Sustainability, Photodegradation, Environment, Innovation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	10
3	JUSTIFICATIVA	11
4	IMPACTOS AMBIENTAIS	12
	4.1 O Impacto ambiental e a poluição do solo causada pelo descarte de sacolinhas plásticas.	15
	4.2 Presença de microplásticos nos alimentos e a relação com o consumo de sacolinhas plásticas.	18
5	METODOLOGIA	22
	5.1 Processo de Formulação	22
	5.2 Processo de Formulação	23
6	COMPONENTES UTILIZADOS PARA A FORMULAÇÃO DO BIOPLÁSTICO	29
	6.1 Amido de Milho	29
	6.2 Glicerina Bidestilada	29
	6.3 Ácido Cítrico	29
	6.4 Extrato de Camomila	30
	6.5 Fibra de Coco	30
7	EMBALAGEM	31
	7.1 Mascote	31
8	PLANO ORÇAMENTÁRIO	33
9	MODELO DE NEGÓCIOS	35
10	PESQUISA DE CAMPO	37
11	CONCLUSÃO	39
12	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o acúmulo de resíduos plásticos tem se tornado um dos maiores desafios ambientais do planeta. Sacolas plásticas, embalagens e outros produtos descartáveis feitos a partir do petróleo são amplamente utilizados pela sociedade, mas demoram centenas de anos para se decompor, poluindo rios, oceanos e solos, além de causar sérios prejuízos à fauna e à flora. Esse cenário desperta a necessidade de desenvolver alternativas sustentáveis que possam substituir o plástico convencional sem comprometer sua utilidade e resistência.

Pensando nisso, surgiu o projeto FlashBag, que tem como proposta a criação de uma sacola bioplástica com ação fotodegradante, ou seja, capaz de se decompor com a exposição à luz solar. O objetivo é contribuir para a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de plásticos e incentivar o uso de materiais ecologicamente corretos e economicamente viáveis.

O desenvolvimento desse bioplástico foi realizado utilizando amido de milho como base principal, combinado com glicerina bidestilada, ácido cítrico, fibras de coco e extrato de camomila — este último responsável por atuar como agente fotodegradante natural. Esses ingredientes foram escolhidos por serem acessíveis, biodegradáveis e de origem renovável, reforçando o compromisso do projeto com a sustentabilidade.

Além disso, o FlashBag está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, especialmente aos ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima). Dessa forma, o projeto busca não apenas oferecer uma solução ambiental, mas também promover conscientização sobre o papel de cada indivíduo na preservação do planeta.

Assim, este trabalho apresenta o processo de concepção, desenvolvimento e análise de uma sacola bioplástica fotodegradável, mostrando que, por meio da criatividade, do conhecimento científico e do trabalho em equipe, é possível transformar um problema ambiental em uma oportunidade de mudança positiva para o futuro.

2 OBJETIVO

As sacolas plásticas causam diversos danos ambientais graves pois sua decomposição leva mais tempo pra acontecer, o que acaba gerando contaminações nos oceanos e produção de microplásticos, além da emissão de gases de efeito estufa. Este projeto surge como uma alternativa sustentável, contribuindo para a preservação ambiental e o combate às mudanças climáticas. A iniciativa do projeto está alinhada aos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):

- ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico – representa as novas oportunidades de emprego geradas pelas indústrias responsáveis pela produção das sacolas fotodegradáveis;
- ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura – inovação para as indústrias que produzirem as sacolas;
- ODS 12: Consumo e produção responsáveis – tanto consumo quanto produção seria feitos de maneira responsável por ser um produto sustentável;
- ODS 13: Ação contra a mudança global do clima – a produção de um produto sustentável e com degradação mais acelerada esta diretamente relacionado com a ação contra a mudança do clima.

3 JUSTIFICATIVA

De acordo com notícia do “Recicla Sampa”, publicada no dia 30 de janeiro de 2024, o Brasil consome cerca de 13 bilhões de sacolas plásticas por ano, se dividirmos esse número pela população brasileira atual, são cerca de 60 sacolas plásticas por pessoa. Com base nisso, nosso Trabalho de Conclusão de Curso busca trazer uma alternativa mais sustentável e segura para o meio ambiente, através do desenvolvimento de sacolas a base de bioplásticos fotodegradáveis, tem a sua degradação acelerada quando exposto a luz solar.

Na produção desse bioplástico, foi usado como fator fotodegradante a camomila, mais especificamente um extrato de camomila. A escolha da camomila se deu ao fato de ser uma opção natural e de baixo custo, que contém compostos capazes de acelerar a degradação do material quando exposto à luz solar. Além dos benefícios ambientais, tal projeto apresenta também relevância econômica, já que o uso de insumos naturais e de fácil acesso pode reduzir os custos de produção e gerar novas oportunidades no mercado de trabalho voltado para a produção de embalagens sustentáveis.

Dessa forma, tal pesquisa busca unir preservação ambiental, sustentabilidade, inovação e viabilidade através de um simples produto que pode ser utilizado cotidianamente e diminuir significativamente os impactos ambientais que as sacolas tradicionais causam.

4 IMPACTOS AMBIENTAIS

A produção de sacolinhas plásticas, comumente utilizadas em estabelecimentos comerciais e supermercados, representa um dos símbolos mais visíveis da sociedade de consumo contemporânea. Embora aparentem ser produtos simples e de baixo valor agregado, as sacolinhas possuem uma cadeia produtiva complexa e altamente impactante do ponto de vista ambiental. Sua confecção envolve diversos processos industriais que consomem recursos fósseis, demandam grande quantidade de energia e emitem gases poluentes e de efeito estufa que se acumulam na atmosfera, contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas globais.

As sacolas plásticas são produzidas, em sua maioria, a partir do polietileno, um polímero derivado do petróleo. A matéria-prima básica, o eteno, é obtida por meio do craqueamento térmico de hidrocarbonetos leves — processo intensivo em energia e que libera grandes volumes de dióxido de carbono (CO_2) e outros poluentes atmosféricos. Essa etapa inicial já estabelece uma ligação direta entre a produção de plásticos e o aumento das emissões globais de gases de efeito estufa, uma vez que o petróleo e o gás natural utilizados como insumo são fontes não renováveis de carbono fóssil (GÓMEZ et al., 2018).

De acordo com Lima et al. (2024), quando se avalia o ciclo de vida completo das sacolinhas plásticas — desde a extração da matéria-prima até o descarte —, constata-se que o maior impacto climático ocorre nas etapas de produção e processamento. Isso se deve ao consumo de energia elétrica e térmica de origem fóssil, bem como às reações químicas necessárias para converter o eteno em polietileno de alta densidade (HDPE) ou baixa densidade (LDPE). As emissões associadas a esse processo incluem não apenas CO_2 , mas também metano (CH_4) e óxidos de nitrogênio (NO_x), que possuem potenciais de aquecimento global muito superiores ao do dióxido de carbono.

Jeswani et al. (2019) realizaram uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de diferentes tipos de sacolas (plásticas, de papel, de algodão e biodegradáveis) e observaram que as sacolas de polietileno apresentam um dos menores pesos por unidade, mas paradoxalmente estão entre as que mais emitem gases de efeito estufa quando analisado o ciclo de vida completo. Isso ocorre porque a energia necessária para sua produção e o impacto da matéria-prima fóssil superam os benefícios de leveza e eficiência do produto. Além disso, o estudo reforça que o uso das sacolinhas

como recipiente para o lixo doméstico não compensa o impacto de sua fabricação, visto que o produto é utilizado por poucos minutos e permanece por séculos no ambiente.

A pesquisa de Gómez et al. (2018) também demonstrou que a fabricação das sacolas plásticas contribui para a depleção da camada de ozônio, devido à emissão de compostos voláteis orgânicos (COVs) e gases precursores de ozônio troposférico. Esses compostos, quando reagem com a luz solar, formam ozônio na baixa atmosfera, um poluente que afeta a saúde humana e contribui para a degradação da qualidade do ar em áreas urbanas. Portanto, o impacto atmosférico da produção de sacolas vai além do efeito estufa, abrangendo também problemas locais de poluição do ar e de toxicidade ambiental.

Os impactos atmosféricos não se encerram na fase de produção. Segundo Zhao et al. (2024), a degradação das sacolinhas plásticas após o descarte também é responsável por emissões difusas de gases. Quando expostas ao calor e à radiação ultravioleta, as moléculas do polietileno se fragmentam e liberam CO₂, CH₄ e etileno — gases com potencial de aquecimento global. Esse processo ocorre lentamente, mas de forma contínua, transformando o lixo plástico em uma fonte constante de emissões para a atmosfera. Shen et al. (2024) complementam que os microplásticos resultantes dessa degradação também participam de reações fotoquímicas que geram compostos orgânicos voláteis, intensificando os efeitos sobre o clima e a qualidade do

ar.

Além das emissões diretas, há impactos indiretos e sistêmicos associados à produção e ao acúmulo de plásticos no ambiente. Royer et al. (2023) identificaram que os resíduos plásticos presentes nos oceanos influenciam o fluxo de gases entre o mar e a atmosfera, reduzindo a capacidade de sequestro de carbono dos ecossistemas marinhos. Isso significa que, ao interferirem na troca natural de CO₂ entre o oceano e o ar, os plásticos agravam o desequilíbrio climático global. O acúmulo de plásticos flutuantes também cria microambientes propícios à liberação de gases durante a fotodegradação, o que transforma os mares em fontes adicionais de gases de efeito estufa.

A relação entre os plásticos e o ciclo global do carbono foi aprofundada por Niu et al. (2024), que demonstram que a persistência desses materiais no ambiente altera

processos biogeoquímicos fundamentais. Como o plástico não se decompõe rapidamente, ele retarda a degradação de matéria orgânica natural e modifica a dinâmica de liberação e sequestro de carbono. Essa interferência tem repercussões em larga escala, pois afeta tanto os ecossistemas terrestres quanto os aquáticos, prolongando a permanência de carbono na atmosfera e intensificando o aquecimento global.

Outro aspecto relevante é a destinação inadequada dos resíduos plásticos, que frequentemente são queimados a céu aberto em áreas urbanas ou rurais. Khan et al. (2022) alertam que a incineração descontrolada de plásticos libera não apenas CO₂, mas também compostos tóxicos como dioxinas, furanos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, todos com efeitos severos sobre a saúde humana e o ambiente. A queima incompleta desses materiais gera ainda o chamado carbono negro (black carbon), um poluente atmosférico que absorve radiação solar e contribui fortemente para o aquecimento da troposfera.

O estudo de Pradana et al. (2021) sobre o ciclo de vida da produção de embalagens plásticas na Indonésia reforça essa preocupação, mostrando que a dependência de energia elétrica proveniente de combustíveis fósseis é responsável por uma parcela substancial do potencial de aquecimento global dos produtos plásticos. A substituição por energias renováveis, como solar e eólica, reduziria significativamente as emissões da indústria petroquímica.

Cossu et al. (2022) destacam a necessidade de aprimorar as metodologias de Avaliação do Ciclo de Vida, incorporando as emissões atmosféricas de microplásticos e compostos voláteis que atualmente não são plenamente contabilizados. Isso permitiria compreender de forma mais abrangente os impactos da produção de plásticos e orientar decisões baseadas em evidências científicas.

A discussão sobre as sacolinhas plásticas, portanto, não deve se limitar ao aspecto visual da poluição ou ao problema do descarte em si. Ela precisa abranger toda a cadeia produtiva e os efeitos atmosféricos cumulativos que esse tipo de produto gera. Cada sacolinha produzida representa uma soma de emissões que se inicia na extração do petróleo, passa pelo refino, transporte, processamento e manufatura, e se prolonga por décadas após o consumo.

É importante considerar também o papel do consumo excessivo. Mesmo quando alternativas mais sustentáveis são oferecidas — como sacolas reutilizáveis, de papel ou biodegradáveis —, sua efetividade depende do comportamento do consumidor. Lima et al. (2024) apontam que, em alguns casos, a substituição por materiais biodegradáveis pode gerar impactos atmosféricos equivalentes ou até superiores, caso a produção envolva monoculturas intensivas ou longas distâncias de transporte. Assim, a simples troca de material não basta: é necessário reduzir o consumo e aumentar a reutilização.

A produção de sacolinhas plásticas é, portanto, um problema ambiental multidimensional. Envolve questões energéticas, químicas, climáticas e sociais. Os impactos atmosféricos não se limitam às fábricas, mas se estendem pelo planeta inteiro, afetando o equilíbrio do clima e a saúde das populações. Como ressaltam Royer et al. (2023) e Niu et al. (2024), o plástico é hoje um elemento ativo no sistema climático global — uma constatação alarmante, considerando seu uso massivo e descartável.

4.1 O Impacto ambiental e a poluição do solo causada pelo descarte de sacolinhas plásticas.

O descarte inadequado de sacolinhas plásticas tem se consolidado como uma das questões ambientais mais preocupantes das últimas décadas, principalmente devido à persistência destes materiais nos ecossistemas terrestres. O plástico, por sua natureza polimérica e resistência à biodegradação, acumula-se nos solos, alterando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, e contribuindo para a degradação ambiental em escala local e global. Além disso, a fragmentação destes materiais em microplásticos intensifica o problema, uma vez que partículas menores se dispersam facilmente, interagindo com organismos e contaminantes do solo. Diversos estudos recentes têm buscado compreender os efeitos da poluição plástica em solos agrícolas, urbanos e naturais, evidenciando impactos significativos na estrutura do solo, na produtividade vegetal e nos ciclos biogeoquímicos.

De acordo com uma meta-análise global realizada por diversos pesquisadores, a presença de resíduos plásticos e microplásticos no solo reduziu significativamente a infiltração de água, o teor de nitrogênio total e a biomassa de raízes das plantas, demonstrando efeitos diretos sobre a fertilidade do solo e a capacidade produtiva dos ecossistemas agrícolas (SILVA et al., 2022). Essa redução da infiltração de água é

particularmente preocupante, pois altera o ciclo hídrico local, aumenta a susceptibilidade à erosão e pode comprometer a disponibilidade de água para a vegetação. Em paralelo, estudos experimentais com *Solanum lycopersicum* L. mostraram que a adição de microplásticos, incluindo polipropileno e poliéster, altera propriedades físicas do solo, como densidade e condutividade elétrica, além de impactar o pH, fatores cruciais para a atividade microbiana e a absorção de nutrientes pelas plantas (FERREIRA; MENDES; ALMEIDA, 2024). Esses efeitos destacam a relevância de compreender não apenas a presença do plástico no solo, mas também as consequências de sua fragmentação em partículas menores que interagem com componentes essenciais do ecossistema.

A fragmentação de sacolas plásticas em fibras microplásticas também apresenta efeitos significativos sobre a estrutura do solo. Estudos demonstraram que a incorporação de fibras de microplástico altera a densidade aparente do solo e a formação de agregados, interferindo na retenção de água e na aeração (LOPES; SANTOS, 2022). A magnitude destes efeitos, entretanto, depende do tipo de solo analisado, o que evidencia a necessidade de estudos regionais e específicos para diferentes contextos edáficos. A presença de microplásticos ainda pode atuar como vetor de contaminantes químicos, incluindo metais pesados e aditivos tóxicos do próprio plástico, aumentando os riscos ecológicos e à saúde humana por meio da cadeia alimentar (RODRIGUES; CARVALHO, 2021). Assim, os microplásticos não apenas alteram propriedades físicas do solo, mas também contribuem para a transferência de poluentes, ampliando o escopo da contaminação.

Além dos impactos físicos e químicos, a presença de plásticos no solo interfere nas interações biológicas, incluindo a dinâmica de microorganismos e plantas. Plásticos, especialmente os filmes e sacolas descartadas, podem alterar a composição e a atividade da microbiota do solo, com efeitos sobre a decomposição de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes (SOUZA et al., 2024). Em alguns casos, partículas plásticas podem criar microambientes anaeróbicos dentro do solo, favorecendo o acúmulo de compostos tóxicos e a diminuição da biodiversidade microbiana. Além disso, a presença de plásticos influencia diretamente o crescimento de plantas, pois partículas de maior tamanho podem impedir a penetração de raízes, reduzir a absorção de água e modificar a disponibilidade de nutrientes essenciais (GONÇALVES; MARTINS; ALVES, 2023).

Outro aspecto relevante é a presença de microplásticos em solos urbanos e agrícolas, que decorre não apenas do descarte direto de sacolinhas plásticas, mas também de resíduos provenientes de lodos de esgoto, compostagem e irrigação com águas residuais (PEREIRA; LIMA, 2023). Revisões recentes indicam que a abundância de microplásticos em solos urbanos pode ser até cinco vezes maior do que em solos rurais não impactados, evidenciando a influência das atividades humanas sobre a distribuição e concentração desses poluentes (ALMEIDA; SILVEIRA, 2021). Em áreas agrícolas, o uso de filmes plásticos e sacolas descartadas para manejo de solo e transporte de produtos contribui para a incorporação de partículas no solo, criando riscos a longo prazo para a produtividade e a sustentabilidade agrícola.

A contaminação por plásticos também pode ser intensificada quando associada a aditivos químicos presentes nas sacolas, como plastificantes e retardadores de chama. Estudos experimentais indicam que os efeitos físicos das partículas plásticas podem ser tão ou mais significativos do que os efeitos químicos, sobretudo em solos argilosos ou compactados, nos quais a presença de microplásticos altera a porosidade e a densidade aparente, dificultando a penetração das raízes e a circulação de água (FERREIRA; MARTINS; COSTA, 2024). Portanto, a poluição do solo por sacolas plásticas é um fenômeno multifatorial, envolvendo interações físicas, químicas e biológicas complexas, e seus impactos são cumulativos e de longo prazo.

No contexto da sustentabilidade ambiental, os dados disponíveis reforçam a urgência de políticas públicas e estratégias de manejo de resíduos sólidos que reduzam a geração e o descarte inadequado de sacolinhas plásticas. O controle do uso de sacolas descartáveis, a implementação de sistemas de reciclagem efetivos e a educação ambiental são medidas indispensáveis para mitigar os impactos negativos nos solos urbanos e agrícolas (LOPES; CARVALHO, 2023). A substituição de sacolas convencionais por alternativas reutilizáveis ou biodegradáveis deve ser acompanhada de avaliação dos impactos no solo, evitando substituições superficiais que não resolvam os problemas estruturais da poluição.

Em suma, o descarte inadequado de sacolinhas plásticas constitui uma ameaça significativa à saúde do solo e à sustentabilidade dos ecossistemas terrestres. Evidências científicas indicam que os plásticos alteram propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, promovendo mudanças na infiltração de água, na densidade aparente, no pH, na atividade microbiana e no crescimento vegetal. Além disso, os

microplásticos atuam como vetores de contaminantes químicos, amplificando os riscos ecológicos.

4.2 Presença de microplásticos nos alimentos e a relação com o consumo de sacolinhas plásticas.

O consumo humano de alimentos contaminados por microplásticos representa uma faceta cada vez mais visível do impacto da poluição plástica sobre a saúde. A ubiquidade dos plásticos — presentes em embalagens, utensílios domésticos, filmes protetores, sacolinhas de transporte — criou uma via pela qual partículas plásticas fragmentadas podem entrar na cadeia alimentar e, conseqüentemente, no corpo humano. Revisões recentes demonstram que partículas plásticas com diâmetro inferior a 5 mm (microplásticos) são detectadas em diferentes alimentos e bebidas, e que a ingestão humana por meio da alimentação pode não ser negligenciável (UDOVICKI et al., 2022). Apesar das lacunas metodológicas e da variabilidade nas estimativas, já se admite que os microplásticos são uma fonte emergente de exposição alimentar.

Em seu estudo de abrangência (“scoping review”), Udovicki et al. (2022) verificaram que aproximadamente 65,4% das 494 espécies de peixes analisadas em artigos incluídos apresentavam microplásticos nos órgãos internos, com variações amplas de contagem, e que em moluscos havia casos extremos com até 297,74 partículas por grama (UDOVICKI et al., 2022). Além disso, esses autores destacam que não somente a contaminação ambiental — via água, sedimentos e organismos aquáticos — mas também o uso de materiais de contato com alimentos, como bolsas de chá, garrafas e embalagens plásticas, contribui para a exposição alimentar (UDOVICKI et al., 2022). Portanto, a via alimentar de ingestão de microplásticos inclui tanto o “contato ambiental” quanto o “contato direto/plástico-alimento”.

Um aspecto particularmente relevante é a presença de microplásticos em alimentos de origem vegetal: foram relatados em frutas e vegetais concentrações de dezenas de milhares de partículas por grama, por exemplo em estudo citado por Udovicki et al. (2022) que encontrou valores médios de 223.000 partículas/g em frutas e 97.800 partículas/g em hortaliças (UDOVICKI et al., 2022). Esses números desafiam a concepção de que a contaminação plástica está restrita aos alimentos marinhos e sugerem que os solos, a água de irrigação, o uso de plásticos agrícolas, e o transporte em sacolas plásticas podem ser fatores contributivos.

Além disso, estudos recentes apontam que o efeito dos microplásticos não se limita à ingestão, mas também à forma de contato com os materiais plásticos: por exemplo, a revisão “Impacts of micro and nanoplastics on human health” relata que o uso de plásticos descartáveis e embalagens plásticas pode liberar micropartículas durante o armazenamento, preparação e aquecimento de alimentos — inclusive que recipientes plásticos expostos a água quente podem liberar milhões de partículas por ml (UDOVIČKI et al., 2022; “Impacts...”, 2024) (UDOVIČKI et al., 2022; [artigo de 2024]).

Se considerarmos agora a relação com o consumo de sacolinhas plásticas, é possível elencar os pontos de conexão: as sacolinhas — geralmente fabricadas de polietileno (PE) ou polipropileno (PP) — são usadas para embalar, transportar e armazenar alimentos (como frutas, hortaliças, pães, legumes) e seu uso repetido ou inadequado pode favorecer a liberação de micropartículas por fricção, abrasão, deterioração e exposição ao calor. Essas micropartículas podem aderir às superfícies dos alimentos, ou migrar para dentro deles, ou ainda permanecer como resíduo plástico que o consumidor ingere. Embora estudos específicos sobre sacolinhas plásticas como fonte direta de microplásticos alimentares ainda sejam escassos, o mecanismo é plausível e apoiado pela evidência de liberação de microplásticos de materiais de contato plástico (UDOVIČKI et al., 2022; [artigo sobre efeitos humanos, 2024]).

Ainda mais relevante é que as sacolinhas plásticas, quando descartadas de forma inadequada, fragmentam-se no meio ambiente — solo, cursos d’água, sedimentos — gerando micro- e nanoplásticos que entram nas cadeias tróficas aquáticas e terrestres. Esses plásticos secundários acabam por contaminar organismos que serão consumidos por humanos. A contaminação do solo, por exemplo, é tema emergente e revela que plásticos agrícolas e resíduos plásticos leves, como sacolas, contribuem para a carga de microplásticos nas terras de produção de alimentos (artigo recente). Portanto, a sacolinha plástica tem dupla função: como fonte de contaminação direta/contacto com alimento e como vetor ambiental subsequente à fragmentação. Assim, o uso intensivo e o descarte inadequado de sacolinhas plásticas intensificam o ciclo “plástico → microplástico → alimento → humano”.

Os impactos potenciais à saúde humana da ingestão de microplásticos começam a se delinear, embora ainda existam incertezas significativas. Uma revisão

sistemática sobre o microbioma intestinal humano indica que a exposição a microplásticos como PE, PS, PET, PVC, PLA está associada à disbiose intestinal, à perda de gêneros microbianos benéficos, ao aumento de espécies patogênicas, à redução da produção de ácidos graxos de cadeia curta e à modulação de vias imunes — condições que se vinculam a doenças intestinais, à síndrome metabólica e à inflamação crônica (ZHANG et al., 2025). Além disso, o artigo “Impact of microplastics on human health: risks, diseases, and affected body systems” destaca que os microplásticos ingeridos podem acumular-se no trato gastrointestinal, desencadear inflamação, alterar o metabolismo e poderiam — em hipótese — contribuir para doenças crônicas (artigo MDPI, 2025). Portanto, embora a evidência causal em humanos ainda seja limitada, o padrão de exposição e possíveis efeitos justificam preocupação.

Em termos de localização nos tecidos humanos, há revisões que demonstram a detecção de microplásticos em múltiplos sistemas orgânicos. A revisão “Detection of microplastics in human tissues and organs” mostra que foram encontradas partículas plásticas em oito dos doze sistemas de órgãos humanos analisados — cardiovascular, digestivo, endócrino, tegumentar, linfático, respiratório, reprodutivo e urinário — além de sua presença em leite materno, mecônio, sêmen, fezes, escarro e urina (LIU et al., 2024). A presença de microplásticos no sangue, placentas, ossos e tecidos humanos suscita uma reflexão sobre rotas de entrada, distribuição e possíveis efeitos biológicos.

Adicionalmente, um estudo específico que investigou tecidos esqueléticos humanos — osso, cartilagem e discos intervertebrais — encontrou microplásticos com diâmetros variando entre 25,44 μm e 407,39 μm nos tecidos analisados; a abundância média no disco intervertebral foi de $61,1 \pm 44,2$ partículas/g, enquanto no osso foi de $22,9 \pm 15,7$ partículas/g e na cartilagem $26,4 \pm 17,6$ partículas/g; os polímeros mais frequentes foram PP (35 %), EVA (30 %) e PS (20 %) (artigo 2025). Esses resultados sugerem que partículas plásticas podem invadir tecidos humanos via circulação sanguínea e afetar homeostases locais, como o metabolismo ósseo e inflamação (artigo 2025). Tais achados intensificam a hipótese de que a contaminação plástica alimentar — embora apenas um componente — pode contribuir para cargas sistêmicas de microplásticos no corpo humano.

Se considerarmos agora de forma integrada os pontos anteriores — contaminação alimentar, uso de sacolinhas plásticas como fonte/vetor, detecção em tecidos humanos e impactos potenciais — concluimos que a cadeia entre uso de

plásticos descartáveis e saúde humana é mais próxima do que se poderia imaginar. O uso de sacolinhas plásticas para transporte de alimentos, sua reutilização, o armazenamento em sacos plásticos e a exposição a calor ou abrasão favorecem a liberação de micropartículas que podem aderir aos alimentos. Uma vez ingeridas, essas partículas podem seguir para o trato digestivo, interagir com o microbioma, talvez atravessar barreiras e distribuir-se no organismo, como evidenciado em alguns estudos humanos. O impacto acumulativo dessas exposições — ao longo de anos e via múltiplas rotas — pode contribuir para a carga corporal de microplásticos e seus aditivos químicos (como ftalatos, retardadores de chama, metais pesados) que se associam a toxicidades hormonais, metabólicas, de desenvolvimento e reprodutivas (UDOVIČKI et al., 2022).

Embora ainda haja limitações metodológicas — como a falta de padronização nas medições de microplásticos, a variabilidade nos alimentos e nas rotas de exposição, e a carência de estudos longitudinais em humanos — a prudência recomenda medidas de mitigação. No contexto das sacolinhas plásticas, medidas práticas incluem: reduzir o uso de sacolas descartáveis, optar por sacolas reutilizáveis ou de materiais alternativos, evitar armazenar alimentos por longos períodos em sacolas plásticas ou reutilizá-las muitas vezes, evitar aquecer alimentos em plásticos ou sacolas plásticas que não são próprias para tal uso, bem como melhorar o descarte correto das sacolas usadas para evitar sua fragmentação no meio ambiente e posterior reincorporação na cadeia alimentar.

Em resumo, a contaminação por microplásticos nos alimentos e sua relação com o uso de sacolinhas plásticas evidenciam um sistema de contaminação que se inicia no consumo de plásticos descartáveis, passa pela fragmentação ambiental, infiltra-se na cadeia alimentar e alcança o organismo humano. Essa cadeia reforça a necessidade de abordagens integradas — que envolvam mudança de comportamento individual, regulação de plásticos descartáveis, melhor controle de embalagens alimentares e maior investigação científica sobre os efeitos da exposição humana a microplásticos. Ao reduzir o uso de sacolinhas plásticas, não apenas damos um passo em direção à sustentabilidade ambiental, mas também promovemos uma estratégia preventiva de saúde pública contra a exposição a micropartículas plásticas.

5 METODOLOGIA

5.1 Processo de Formulação

O processo de formulação do produto teve como objetivo desenvolver uma composição de materiais capaz de formar um bioplástico fotodegradável utilizando componentes naturais e de fácil acesso. Foram utilizados como principais ingredientes para o bioplástico fotodegradável o amido de milho, a glicerina, o ácido cítrico, o extrato de camomila e as fibras de coco, cada um desempenhando uma função específica na composição do material.

O amido de milho foi utilizado como base da formulação por ser um polímero natural e biodegradável, responsável por formar a estrutura principal do bioplástico. A glicerina bidestilada foi adicionada como plastificante, gerando flexibilidade e evitando que o material ficasse rígido ou quebradiço após a secagem. O ácido cítrico teve função de auxiliar na ligação entre as moléculas do amido e contribuindo para a estabilidade química no produto final.

Ecolhemos a camomila (*Matricaria chamomilla* L.) como agente fotodegradante após testes por ser uma planta natural, acessível e rica em compostos com potencial para reagir à luz, como flavonoides e terpenoides. Após pesquisas, descobrimos que essas substâncias são fotossensíveis, ou seja, sofrem alterações químicas quando expostas à radiação solar ou ultravioleta. Essa característica sugere que o extrato de camomila poderia contribuir para acelerar o processo de degradação do bioplástico sob luz, favorecendo um descarte mais sustentável. Além disso, o uso de um componente vegetal está alinhado com a proposta de um material ecológico e biodegradável.

As fibras de coco secas e trituradas foram incluídas na formulação com o objetivo de aumentar a resistência mecânica para o projeto final e melhorar a textura do bioplástico, além de contribuírem para o aproveitamento de resíduos naturais. A combinação desses ingredientes permitiu obter uma mistura homogênea e consistente. Essa formulação foi pensada para equilibrar resistência, flexibilidade e capacidade de degradação, buscando um material sustentável e de baixo impacto ambiental.

5.2 Processo de Formulação

O processo de produção engloba as etapas práticas para transformar a formulação em filmes de bioplástico prontos para testes. A seguir estão os materiais, os procedimentos, parâmetros operacionais e cuidados realizados durante a fabricação.

Materiais e equipamentos

- Amido de milho, glicerina bidestilada, ácido cítrico, extrato concentrado de camomila e fibras de coco (conforme formulação);
- Água destilada;
- Balança analítica;
- Béquer;
- Placa aquecedora ou Bico de Bunsen (em caso do uso do bico: Tela de amianto, Béquer e bastão de vidro);
- Termômetro para controle de temperatura;
- Frascos âmbar para armazenamento do extrato.
- Superfície lisa e antiaderente (vidros de relógio, placas de silicone).
- Espátulas para espalhar o filme;
- Estufa com controle de 50 °C.
- Balança para medir perda de massa (testes).
- Etiquetas e cadernos de registro.

Procedimento passo a passo

1. Preparo da solução base do amido

- Pesar 70 g de amido de milho com balança analítica.
- Dissolver o amido em 200 ml de água destilada fria, mexendo até homogeneizar e evitar grumos.

Figura 1 – Solução base do amido



Fonte: Autoria própria, 2025

2. Gelatinização

- Adicionar os 300 ml restantes de água destilada.
 - Aquecer a mistura em placa aquecedora ou bico de bunsen com o auxílio de um bastão de vidro sob agitação até atingir 80–85 °C.
- Manter agitação constante até ocorrer gelatinização completa (aparência mais viscosa e translúcida). Monitorar com termômetro.

Figura 2 – Gelatinização



Fonte: Autoria própria, 2025

3. Ajuste de temperatura e adição dos aditivos (processo rápido para não prejudicar a consistência)
 - Retirar da manta ou do bico de bunsen.
 - Adicionar 15 ml de glicerina (plastificante) e 2 g de ácido cítrico, mexendo continuamente por 5–10 minutos para garantir dispersão homogênea.
 - Incorporar o extrato concentrado de camomila, fibras de coco secas e trituradas; continuar homogeneizando com calma para evitar bolhas até que os componentes estejam bem incorporados (2–5 minutos).

Figura 3 – Adição dos aditivos



Fonte: Autoria própria, 2025

4. Despejo e espalhamento (moldagem de filmes)
 - Preparar a superfície lisa, antiaderente limpa e seca.

- Despejar a massa quente sobre a superfície e espalhar com o auxílio de uma espátula, até obter espessura uniforme entre 1–2 mm.
- Registrar a massa inicial da placa/filme amostrado para controle de rendimento.

Figura 4 – Despejo e espalhamento



Fonte: Autoria própria, 2025

5. Secagem Levar as placas à estufa programada a 50 °C.
 - Secar por 18–26 horas, verificando a cada 8 horas o aspecto e toque do filme. O ponto final é quando o filme estiver firme, sem áreas pegajosas e com perda de massa estável.
 - Retirar e deixar resfriar em ambiente seco por pelo menos 1 hora antes do manuseio.

Figura 5 – Secagem na estufa



Fonte: Autoria própria, 2025

6. Armazenamento e amostragem
 - Cortar amostras padronizadas (por exemplo, 10 × 10 mm) para ensaios mecânicos e de fotodegradação.
 - Pesar e etiquetar cada amostra; registrar dimensões, massa e data de produção.

Armazenar amostras em local seco, protegido da luz até início dos testes.

Figura 6 – Armazenamento e amostragem



Fonte: Autoria própria, 2025

Ensaio preliminares sugeridos após produção

- Aspecto visual: coloração, presença de bolhas, fendas ou imperfeições.
- Teste de flexibilidade manual: dobrar a amostra para avaliar fragilidade.
- Medição de perda de massa: para ensaios de fotodegradação (registrar massa inicial e ao longo do tempo).
- Ensaio mecânicos simples (se disponível): tração ou dobras para estimar resistência.

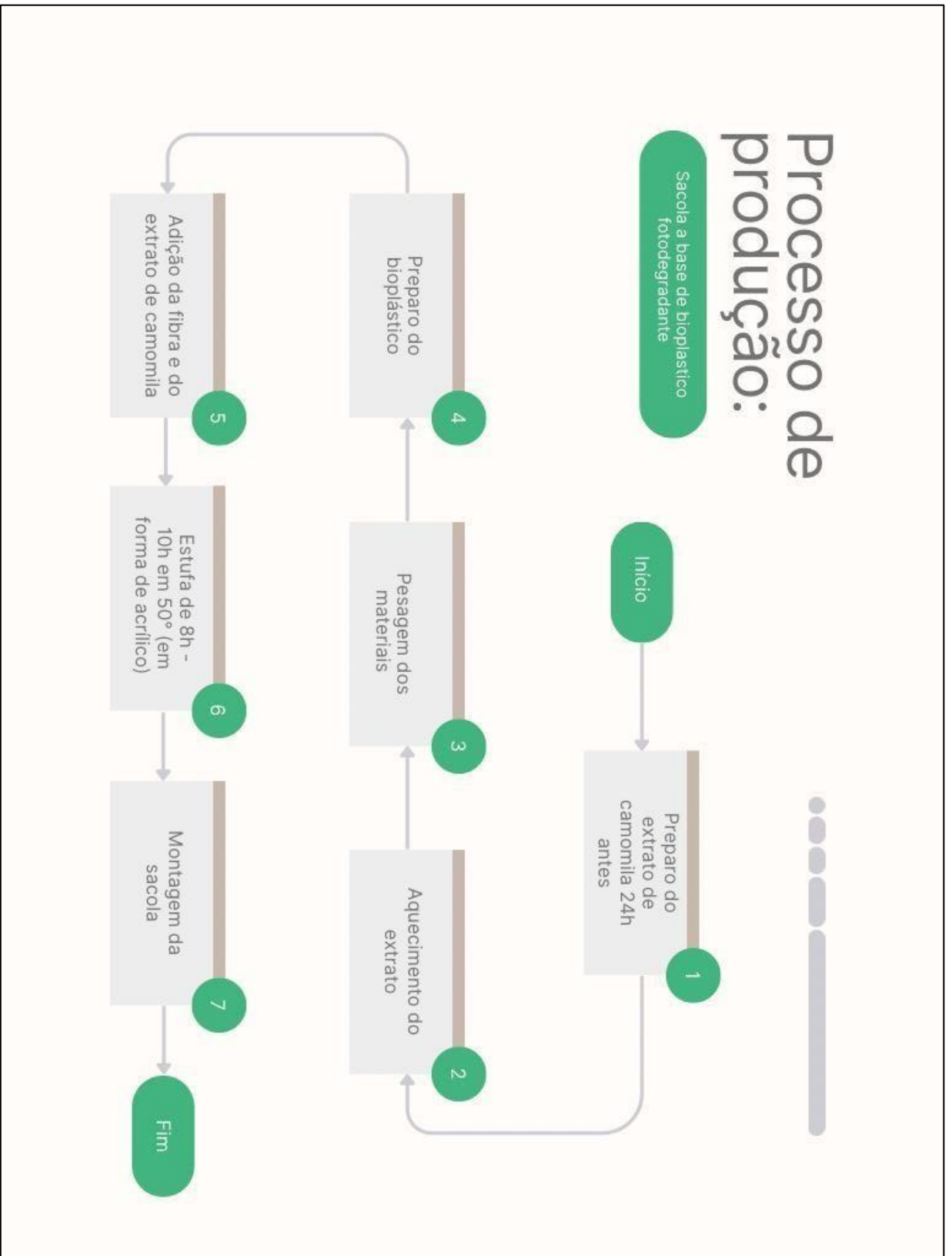
Segurança, resíduos e limpeza

- Utilizar EPI: luvas, óculos de proteção e jaleco durante manipulação de reagentes e aquecimento.
- Limpar utensílios com água e detergente; evitar descarga direta de grandes volumes na pia.

Observações e recomendações para reprodutibilidade e escala

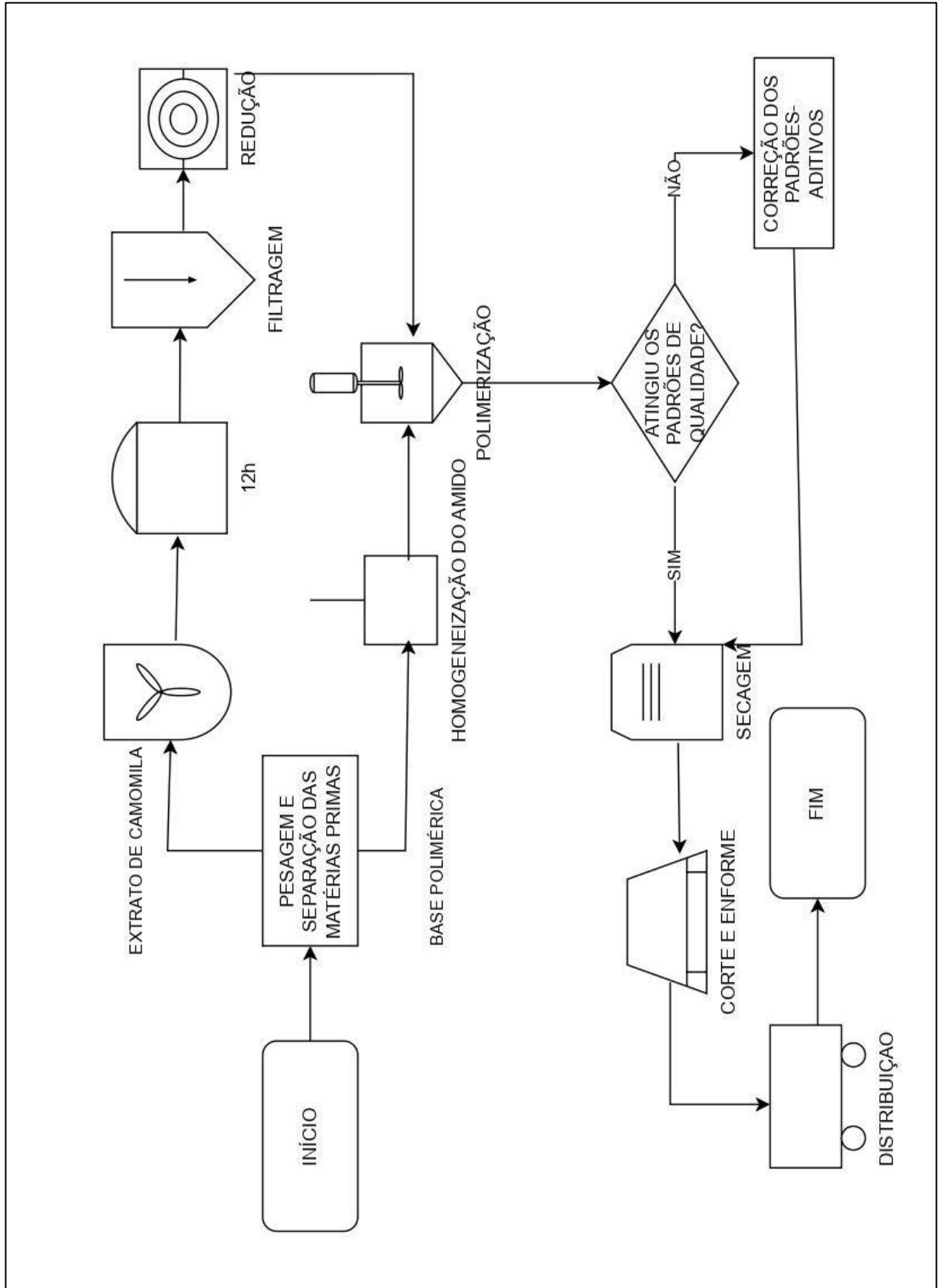
- Controle de temperatura é crítico: variações na gelatinização afetam a estrutura final.
- Espessura uniforme garante resultados comparáveis nos ensaios;
- Para melhorar homogeneização da fibra de coco, peneirá-la antes de usar para evitar aglomerados.
- Realizar pelo menos 3 réplicas por condição experimental para garantir robustez dos resultados.

Figura 7 – Fluxograma Laboratorial



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 2 – Fluxograma Industrial



Fonte: Autoria própria, 2025.

6 COMPONENTES UTILIZADOS PARA A FORMULAÇÃO DO BIOPLÁSTICO

A formulação da sacola bioplástica fotodegradável apresenta um conjunto de ingredientes selecionados por suas propriedades físico-químicas, sustentáveis e funcionais, contribuindo para o desempenho estrutural e ambiental do material final. A seguir, são descritas as características técnicas de cada componente, sua relevância no processo e sua compatibilidade com os princípios da produção sustentável.

6.1 Amido de Milho

O amido de milho atua como o biopolímero matriz da formulação, sendo responsável pela formação da estrutura principal do bioplástico. Durante o processo de gelatinização e posterior secagem, o amido cria um filme contínuo que confere resistência básica e integridade ao material. Do ponto de vista ambiental, trata-se de uma matéria-prima renovável e biodegradável, embora seu cultivo em larga escala possa exigir atenção quanto aos impactos agrícolas. Funcionalmente, o amido é considerado “o cimento” da mistura, uma vez que é o componente que estabelece a base estrutural do produto final.

6.2 Glicerina Bidestilada

A glicerina bidestilada desempenha a função de plastificante, reduzindo a fragilidade natural do amido e aumentando a flexibilidade do bioplástico. Esse ingrediente, frequentemente obtido como subproduto da produção de biodiesel, é biodegradável e não tóxico, o que reforça o caráter sustentável da formulação. Sua funcionalidade é sintetizada no papel de “flexibilizador”, permitindo que o material seja manuseado sem apresentar trincas ou rupturas.

6.3 Ácido Cítrico

O ácido cítrico atua como modificador e controlador de pH, além de funcionar como agente de leve *crosslinking*, o que aumenta a estabilidade estrutural do biopolímero. Também contribui para melhorar a resistência à água, característica importante para o desempenho do produto durante o uso. Sendo um composto natural obtido por fermentação microbiana, apresenta vantagens ambientais ao substituir aditivos sintéticos. Na dinâmica funcional, o ácido cítrico opera como “fortalecedor”, já que contribui para a estabilidade mecânica e química da sacola.

6.4 Extrato de Camomila

O extrato de camomila é empregado como agente fotodegradante natural, atuando diretamente na capacidade do bioplástico de se decompor sob incidência de luz solar. Esse ingrediente possui compostos capazes de gerar radicais livres quando expostos à radiação UV, iniciando a degradação oxidativa das cadeias poliméricas. Por ser um aditivo totalmente natural e de fonte renovável, substitui agentes fotossensibilizantes sintéticos, fortalecendo a proposta ecológica do projeto. Em termos funcionais, é considerado “o gatilho”, pois é responsável pela fotodegradação programada do material.

6.5 Fibra de Coco

A fibra de coco é utilizada como reforço estrutural, caracterizando-se como material compósito dentro da formulação. Sua adição aumenta a resistência mecânica e a rigidez do bioplástico, melhorando o desempenho do produto durante o uso e o transporte. Além disso, trata-se de um resíduo agroindustrial abundante, promovendo economia circular e agregando valor a subprodutos do setor agrícola. Funcionalmente, a fibra corresponde à “armadura” do bioplástico, garantindo durabilidade e resistência à tração.

7 EMBALAGEM

A embalagem do produto foi desenvolvida com foco na sustentabilidade, funcionalidade e valorização da produção nacional. Ela é composta por uma caixa confeccionada em papelão reciclado, contribuindo para a redução de impactos ambientais e o incentivo à economia circular.

Com dimensões de 20 cm por 20 cm, a caixa apresenta medidas ideais para o acondicionamento e transporte seguro dos produtos, garantindo praticidade e proteção. Sua produção ocorre no Brasil, o que valoriza a indústria local e reduz a emissão de gases poluentes decorrentes de longos processos de transporte internacional.

Além de atender aos critérios de resistência e funcionalidade, a embalagem possui arte ilustrativa em sua superfície, reforçando a identidade visual da marca e despertando o interesse do consumidor. Assim, alia estética e consciência ambiental, consolidando o compromisso do projeto com práticas sustentáveis e responsáveis

Figura 2 – Logotipo da Marca



Fonte: Autoria própria, 2025.

7.1 Mascote

O mascote do projeto, nomeado Flashy, foi criado com o objetivo de representar de forma lúdica e cativante os valores e a identidade da marca FlashBag. Trata-se de uma sacolinha dançante, com estilo inspirado nos anos 1980, remetendo a uma atmosfera alegre, descontraída e dinâmica.

O Flashy foi idealizado especialmente para o público infantil, visando facilitar a identificação e criar uma conexão emocional com as crianças. Sua personalidade é

amigável, sociável e preocupada com o futuro do planeta, o que reforça a mensagem de sustentabilidade e responsabilidade ambiental proposta pelo projeto.

Visualmente, o mascote apresenta elementos característicos da década de 1980, como óculos grandes, roupas coloridas e cabelo afro volumoso, transmitindo energia, diversão e positividade. Dessa forma, o personagem contribui para a comunicação visual do projeto, tornando-o mais atrativo e memorável, além de aproximar o tema da sustentabilidade de maneira leve e educativa.

8 PLANO ORÇAMENTÁRIO

O plano orçamentário apresenta a estimativa dos custos envolvidos na produção, comercialização e manutenção do projeto, contemplando gastos fixos, variáveis, operacionais e de distribuição. Essa análise financeira é fundamental para avaliar a viabilidade econômica do produto, identificar os investimentos necessários e permitir um planejamento sólido das etapas futuras.

Tabela 1 – Gastos Fixos

Categoria	Descrição	Valores Estimados R\$
Gastos Fixos	Aluguel do Espaço	R\$1.000,00
	Energia Elétrica	R\$500,00
	Água	R\$200,00
	Internet e Manutenção	R\$200,00
	Salário de 2 funcionários (R\$1.500,00 cada)	R\$3.000,00
	Subtotal – Custos Fixos	R\$4.900,00

Fonte: Autoria própria, 2025.

Tabela 2 – Matéria Prima

Categoria	Ítem	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total R\$
Matéria Prima	Amido de Milho	10kg	R\$15,00	R\$150,00
	Glicerina Bi-destilada	5L	R\$25,00	R\$125,00
	Ácido Cítrico	1L	R\$30,00	R\$30,00
	Fibra de coco	2Kg	R\$10,00	R\$20,00
	Água destilada	10L	R\$5,00	R\$50,00
	Etanol	5L	R\$10,00	R\$50,00
	Camomila Desidratada	2Kg	R\$10,00	R\$20,00

Fonte: Autoria própria, 2025.

Tabela 3 – Custos de produção

Valor (R\$)	Descrição	Quantidade	Valores Unitário/Total
Custos de Produção	Sacolas prontas para embalagem	100 unidades	R\$2,00
	Etiquetas e rótulos	100 unidades	R\$1,00
	Materiais de acabamento	-	R\$50,00
	Entrega em locais regionais	-	R\$150,00
	Armazenamento de estoque	-	R\$100,00
	Criação de identidade visual e logotipo	-	R\$200,00

Fonte: Autoria própria, 2025.

9 MODELO DE NEGÓCIOS

O modelo de negócios elaborado para este projeto tem como objetivo estruturar de forma clara a proposta de valor, o público-alvo e as estratégias de atuação no mercado da sacola bioplástica fotodegradável. Essa etapa permite compreender como o produto se posiciona frente às necessidades ambientais e às demandas dos consumidores, além de definir os recursos, atividades e parcerias essenciais para sua implementação.

Tabela 4 – Propostas de Valor e Clientes

Modelo de Negócios – Propostas de Valor e Clientes	
Bloco	Descrição
Proposta de Valor	R\$26,70
Segmento de Clientes	Supermercado, lojas de roupas, feiras ecológicas, empresas e órgãos públicos preocupados com sustentabilidade.
Relacionamento com Clientes	Atendimento personalizado, marketing verde e certificações ambientais para aumentar a confiança e fidelidade.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Tabela 5 – Canais, Receitas e Recursos

Canais, Receitas e Recursos	
Bloco	Descrição
Canais de Distribuição	Vendas diretas, e-commerce, parcerias comerciais com lojas e feiras sustentáveis.
Fontes de Receita	Venda de sacolas, contratos com empresas e prefeituras, licenciamento de tecnologia.
Recursos Principais	Biopolímero, extrato de camomila, maquinário, laboratório, equipe técnica.

Fonte: Autoria própria, 2025.

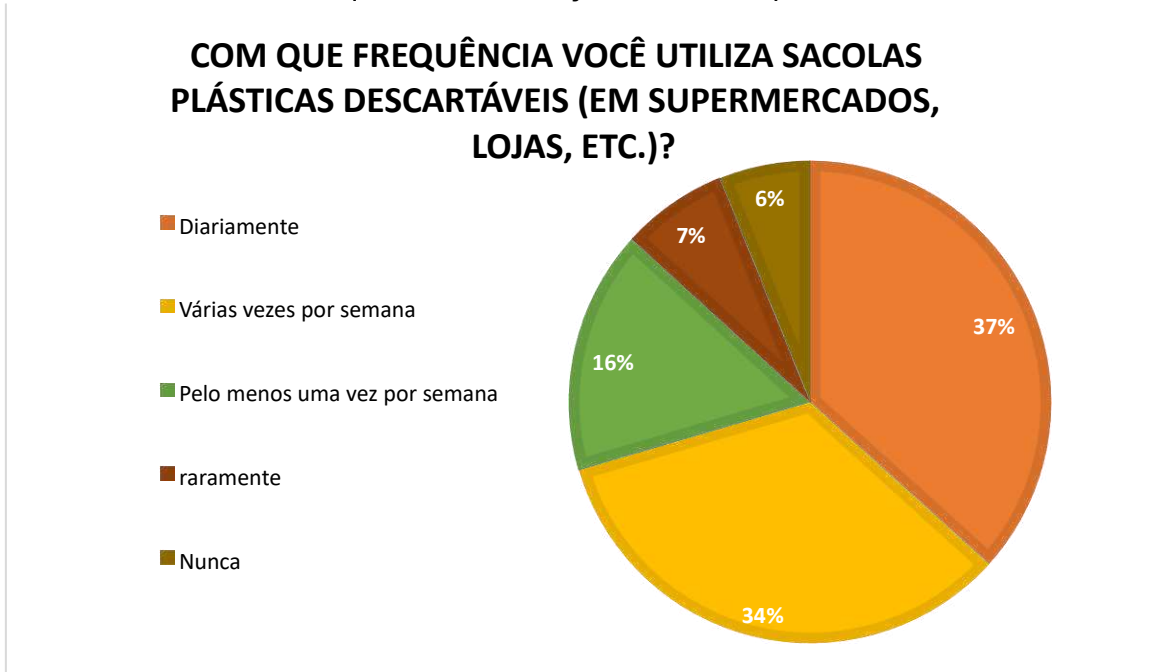
Tabela 6 – canais, Atividades, Parcerias e estrutura de Custos

Canais, Atividades, Parcerias e Estrutura de Custos	
Bloco	Descrição
Atividades-Chave	Produção, testes de fotodegradação, controle de qualidade, marketing e distribuição sustentável.
Parcerias Principais	Fornecedores de biopolímeros, produtores de camomila, universidades e órgãos ambientais.
Estrutura de Custos	Matéria-prima, energia, água, mão de obra, transporte, embalagem, marketing e certificações.

Fonte: Autoria própria, 2025.

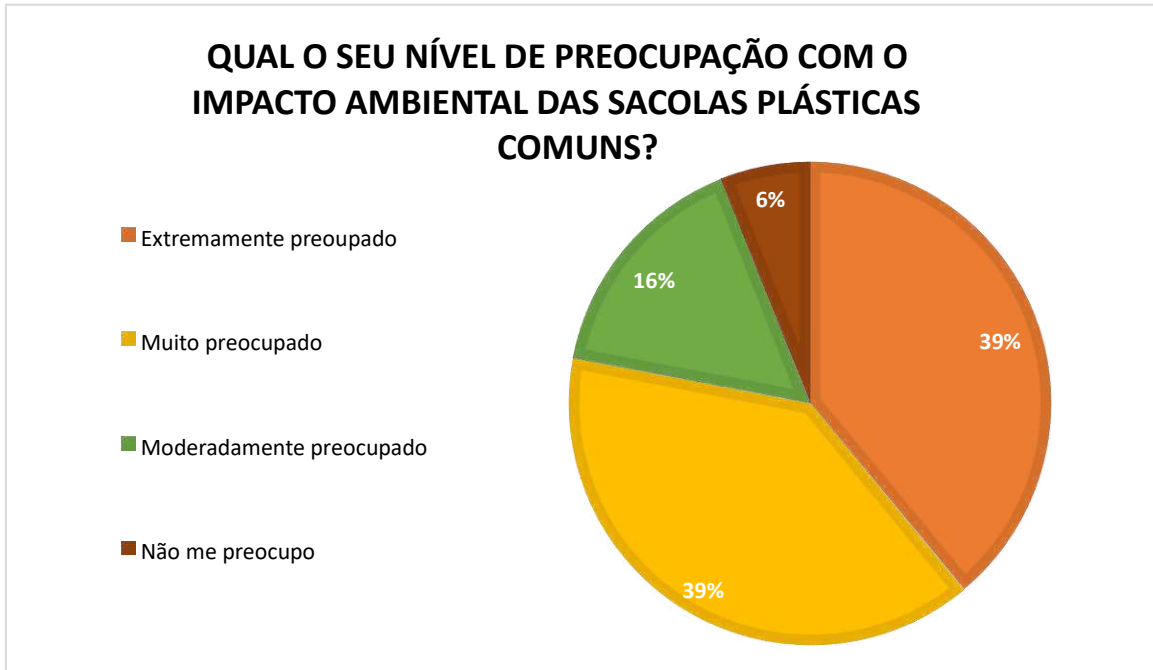
10 PESQUISA DE CAMPO

Gráfico 1 – Gráfico de frequência da utilização de sacolas plásticas descartáveis



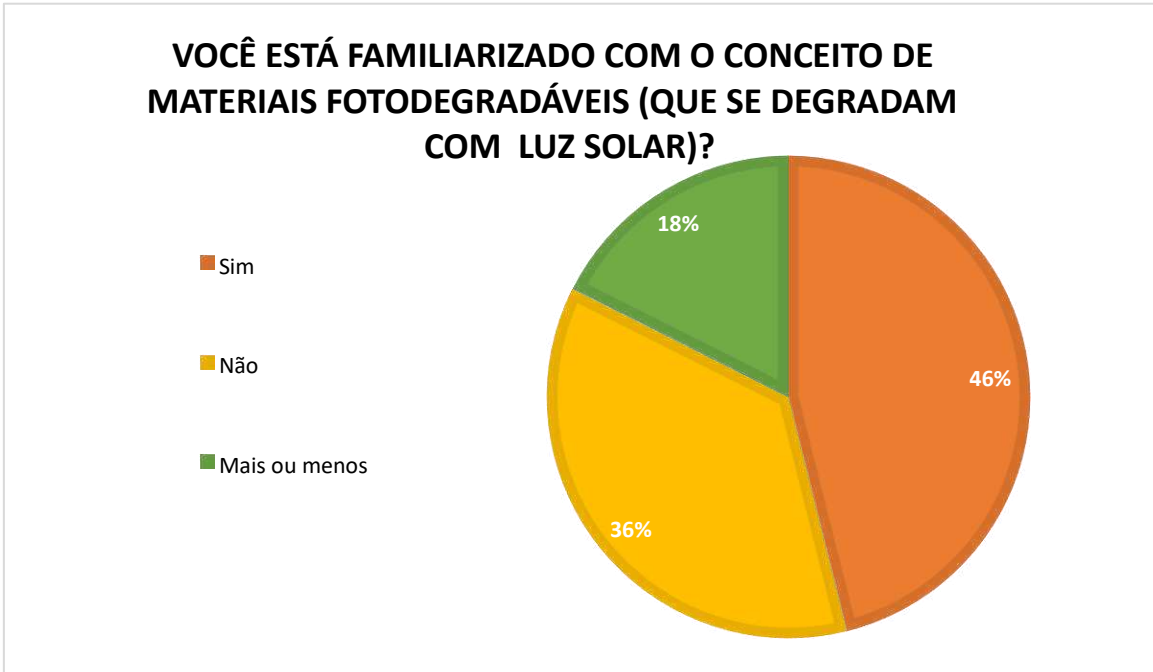
Fonte: Autoria própria, 2025.

Gráfico 2 – Gráfico de nível de preocupação com o impacto ambiental das sacolas plásticas comuns



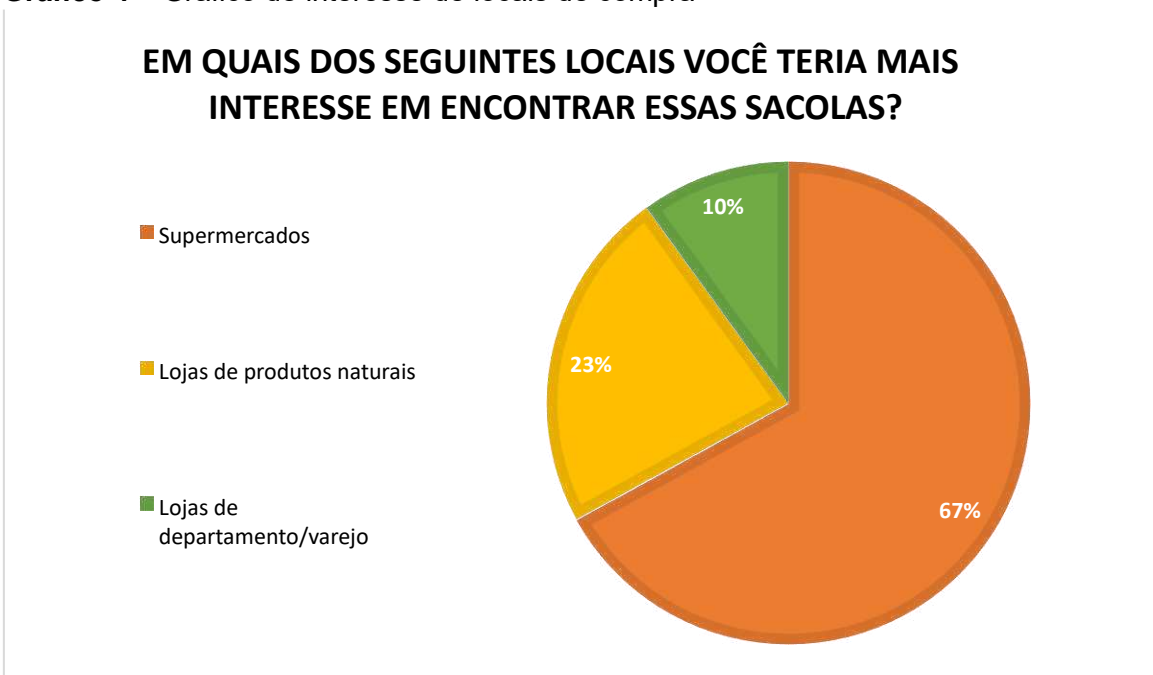
Fonte: Autoria própria, 2025.

Gráfico 3 – Gráfico de conhecimento de materiais fotodegradáveis



Fonte: Autoria própria, 2025.

Gráfico 4 – Gráfico de interesse de locais de compra



Fonte: Autoria própria, 2025.

11 CONCLUSÃO

O projeto FlashBag permitiu que entendêssemos de forma prática como a sustentabilidade pode ser aplicada no desenvolvimento de novos materiais. Durante todo o processo, conseguimos testar combinações, ajustar proporções e analisar o comportamento dos componentes até chegar a uma sacola bioplástica fotodegradável que realmente apresentasse as características que buscávamos. O uso do amido de milho, da glicerina, do ácido cítrico, da fibra de coco e do extrato de camomila mostrou que é possível criar um material mais sustentável e que, ao mesmo tempo, mantém funcionalidade suficiente para substituir parte das sacolas plásticas tradicionais.

Ao elaborarmos os fluxogramas conseguimos visualizar melhor como o produto poderia ser produzido em diferentes escalas. Além disso, o plano orçamentário e o modelo de negócios nos ajudaram a compreender o lado financeiro e comercial do projeto, mostrando que é necessário pensar em custos, distribuição e público-alvo.

A pesquisa de campo reforçou que muitas pessoas já estão abertas a alternativas sustentáveis. No geral, o projeto FlashBag, mais do que desenvolver uma sacola, nos mostrou que pequenas soluções podem contribuir para um futuro mais consciente e menos dependente do plástico convencional.

12 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.; SILVEIRA, R. Microplastic contamination in soils: A review on methods, occurrence, sources, and potential risk. **PubMed**, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33770602/>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- AZEREDO, H. M. C. de. Biopolímeros e aplicações. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 27 out. 2025.
- COSSU, R. et al. Methodology to address potential impacts of plastic emissions in life cycle assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 27, p. 1843–1856, 2022. Acesso em: 01 nov. 2025.
- FERREIRA, A.; MARTINS, P.; COSTA, D. Disentangling mechanisms by which microplastic films affect plant–soil systems: physical effects of particles can override toxic effects of additives. **Environmental Sciences Europe**, 2024. Disponível em: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-024-01021-5>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- FERREIRA, A.; MENDES, L.; ALMEIDA, T. Effects of microplastics polluted soil on the growth of *Solanum lycopersicum* L. **Environmental Systems Research**, 2024. Disponível em: <https://environmentalsystemsresearch.springeropen.com/articles/10.1186/s40068024-00367-2>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- AZEREDO, H. M. C. de. Biopolímeros e aplicações. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 27 out. 2025.
- GÓMEZ, D. A. et al. Environmental assessment of ozone layer depletion due to the manufacture of plastic bags. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 24103–24112, 2018. Acesso em: 01 nov. 2025.
- GONÇALVES, J.; MARTINS, R.; ALVES, P. Plastics in Agricultural and Urban Soils: Interactions with Plants, Micro-Organisms, Inorganic and Organic Pollutants: An Overview of Polyethylene (PE) Litter. **Soil Systems**, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2571-8789/8/1/23> Acesso em: 10 nov. 2025.
- GUTIÉRREZ, T. J. (Org.). Polysaccharide-Based Films and Coatings for Food Packaging. **Academic Press**, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 30 out. 2025.
- JESWANI, H. K. et al. Life cycle assessment of carrier bags and development of a littering indicator. **Science of the Total Environment**, v. 685, p. 621–630, 2019. Acesso em: 01 nov. 2025.
- KHAN, M. et al. Impact of plastic bags usage in food commodities: an irreversible loss to environment. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 44250–44262, 2022. Acesso em: 01 nov. 2025.

KUMAR, Ashok et al. Role of Plasticizers in Biopolymer Films: Properties, Mechanisms and Applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 29 out. 2025.

LIMA, A. J. B.; RODRIGUES, M. I. Aplicações do amido modificado na indústria de materiais biodegradáveis. **Polímeros**, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIMA, T. A. et al. LCA and Emergy Approach to Evaluate the Environmental Performance of Plastic Bags from Fossil and Renewable Sources. **Sustainability**, v. 16, n. 24, p. 11293, 2024. Acesso em: 01 nov. 2025.

LOPES, R.; CARVALHO, T. Plastic contamination in agricultural soils: a review. **Environmental Sciences Europe**, 2023. Disponível em: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-023-00720-9>. Acesso em: 10 nov. 2025.

LOPES, R.; SANTOS, C. Polyester microplastic fibers affect soil physical properties and erosion as a function of soil type. **SOIL**, 2022. Disponível em: <https://soil.copernicus.org/articles/8/421/2022/soil-8-421-2022.html>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MDPI. Flavonoids as Natural Stabilizers and Color Indicators of Polymers. **Polymers**, 2015. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/7/6/1125>. Acesso em: 10 nov. 2025.

NASCIMENTO, F. M.; CARVALHO, G. Efeito da glicerina como plastificante em filmes biodegradáveis à base de amido. **Revista Matéria**, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 27 out. 2025.

NIU, X. et al. Implications of plastic pollution on carbon cycle. **Environmental Advances**, v. 10, p. 100200, 2024. Acesso em: 01 nov. 2025.

PEREIRA, S.; LIMA, J. Micro- and nanoscale plastic particles in soil and water can significantly increase how much toxic chemicals plants absorb. **Sustainability**, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7255>. Acesso em: 10 nov. 2025.

PRADANA, R. et al. LCA of Plastic Packaging Production in Indonesia. **Journal of Environmental Science and Sustainable Development**, v. 7, n. 1, p. 45–58, 2021. Acesso em: 01 nov. 2025.

RAJENDRAN, R.; RAMAKRISHNAN, J. Natural Fibers as Reinforcement in Bioplastics: A Review. **Journal of Natural Fibers**, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com>. Acesso em: 27 out. 2025.

RECICLA SAMPA. Brasil consome 13 bilhões de sacolas plásticas por ano. 2024. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/brasil-consome-13-bilhoes-de-sacolas-plasticas-por-ano>. Acesso em: 10 nov. 2025.

ROYER, S.-J. et al. The links between marine plastic litter and the air-sea flux of greenhouse gases. **Frontiers in Marine Science**, v. 10, p. 1180761, 2023. Acesso em: 01 nov. 2025.

SANTOS, D. F.; OLIVEIRA, C. S. Ácido cítrico como agente de reticulação em biopolímeros. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, 2021. Disponível em: <https://www.rbeq.com>. Acesso em: 27 out. 2025.

SHEN, Y. et al. Role of Microplastics in Global Warming and Climate Change: A Review. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 235, p. 56–71, 2024. Acesso em: 01 nov. 2025.

SILVA, R. C. et al. Propriedades mecânicas de compósitos reforçados com fibra de coco. **Cerne**, 2019. Disponível em: <https://www.cerne.ufla.br>. Acesso em: 27 out. 2025.