

INTERATIVO CURSO E COLÉGIO

**O USO SUSTENTÁVEL DE DESCARTES ALIMENTARES E DE LIXO VERDE NA
PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICOS**

São Carlos, SP

2024



Beatriz Velosa de Santi
Mariana Lucke da Silva
Maria Eduarda Barbosa Ceccon

Maressa Pomaro Casali Pereira

O USO SUSTENTÁVEL DE DESCARTES ALIMENTARES E DE LIXO VERDE NA PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICOS

Relatório apresentado à 8ª FEMIC - Feira
Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Profa. Maressa Pomaro Casali
Pereira

São Carlos, SP

20242024



RESUMO

Os plásticos são polímeros com uma infinidade de formas e funções. Apresentam propriedades que ressaltam seu interesse econômico, como inércia química, preço baixo e maleabilidade; elevando seu consumo e descarte; ocasionando graves problemas na gestão de resíduos sólidos. O Brasil produz anualmente mais de 400 mil toneladas de xilenos, um dos principais plastificantes do PVC. Além disso, plásticos são duráveis, pois levam cerca de 500 anos para se decompor. Por isso é tão importante financiar ideias sustentáveis, que possam substituir os plásticos por produtos mais degradáveis. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo produzir bioplásticos a partir de biopolímeros, adicionando descartes alimentares e lixo verde para testar diferentes consistências e, portanto, sugerir diferentes aplicações no cotidiano das pessoas. A pesquisa também testou várias receitas de biopolímeros, encontradas na literatura, adicionando corantes e descartes de alimentos; verificando sua viabilidade. Para isso, inicialmente, foram feitos alguns ensaios com diferentes biopolímeros: gelatina, ágar-ágar, carboximetil celulose (CMC), fécula de batata e amido de milho. Também foram adicionadas às receitas diversos descartes naturais, analisando: transparência, rigidez, flexibilidade, textura, brilho, cor, odor, umidade e aplicabilidade. Em um segundo momento, foram selecionadas 4 receitas base de interesse (gelatina, CMC, ágar-ágar, mucilagem de linhaça), adicionando os seguintes descartes: bagaço de cana de açúcar, caule de girassol e casca de ovo. Foram obtidos os seguintes resultados: a gelatina, o CMC e a mucilagem de linhaça apresentaram maior maleabilidade e brilho; o CMC apresentou maior rigidez quando adicionado à casca de ovo; os descartes, bagaço de cana de açúcar e caule de girassol, conferiram mais consistência à gelatina e ao ágar-ágar; a gelatina tornou a linhaça mais resistente.

Palavras-chave: bioplásticos, descarte, sustentabilidade



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	8
4 METODOLOGIA	9
5 RESULTADOS OBTIDOS	11
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
REFERÊNCIAS	14



1 INTRODUÇÃO

É preciso educar as próximas gerações para que desenvolvam uma consciência ecológica. Adultos, jovens e crianças precisam se sentir parte da natureza, da ciclagem dos nutrientes, para que tenham a capacidade de desenvolver uma relação saudável e de conexão com o meio onde habitam (MORIN, 20023). Mas quais ações de divulgação e inovação seriam necessárias para que essa consciência seja formada e transformada gradativamente?

Por exemplo, a partir do elevado consumo de plásticos convencionais, da sua má gestão e monitoramento pós-consumo, são identificados resíduos pouco degradados em diversos compartimentos ambientais, como na atmosfera e em águas doces (SODRÉ et al., 2023), levando centenas de anos para a degradação desse produto e gerando os microplásticos, pequenos pedaços de plásticos com medida inferior à 5 milímetros.

No entanto, os consumidores não estão sensibilizados com o desequilíbrio que os microplásticos tem causado ao ambiente e prosseguem com consumo desenfreado desses materiais.

Além disso há um mau gerenciamento em mais da metade das embalagens plásticas pós-consumo no Brasil, que é de 14 milhões de toneladas por ano. Devido às suas potencialidades de mercado e pela falta de políticas públicas para a correta gestão desse material, o Brasil lidera o ranking mundial dos maiores produtores de plástico. Além disso os esforços para reciclagem do plástico convencional são muito distantes do ideal (SODRÉ et al., 2023).

Os plásticos são polímeros com uma infinidade de formas e funções. são materiais orgânicos poliméricos sintéticos de constituição macromolecular, facilmente moldáveis, mediante o emprego de calor e pressão, e que serve de matéria-prima para a fabricação de vários objetos (ZANIN & MANCINI, 2009).

Devido a sua versatilidade, variedade de aplicações, preço e durabilidade o seu uso tem aumentado muito em todo mundo. A questão é que o plástico pode causar muitos danos ao meio ambiente (CARNIEL, et al. 2003). Possuem propriedades que ressaltam seu interesse econômico, como preço baixo, alta durabilidade, elevando seu consumo e descarte. Além disso, tintas de impressão e rótulos, dificultam sua reciclagem (ZANIN & MANCINI, 2009).



Os plásticos mais utilizados têm sido: polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), politereftalato de etileno (PET) e policloreto de vinila (PVC). Todos esses geram grandes problemas como: o uso do petróleo em sua fabricação, uma fonte não renovável, a geração de uma grande quantidade de resíduos em sua produção, mais de 100 anos para degradação devido à sua massa molar média e sua hidrofobicidade atrapalharem a ação dos microrganismos e enzimas na superfície deste polímero (FRANCHETTI & MARCONATO, 2006).

Portanto torna-se urgente tanto a substituição do plástico convencional por materiais mais biodegradáveis, quanto a redução de seu consumo, por meio da associação da produção de plásticos à diferentes materiais biodegradáveis, provenientes de descartes alimentares, poda verde e biopolímeros, os quais refletem em alternativas viáveis para a poluição ambiental por resíduos sólidos.

Por isso, também deve-se educar os consumidores a pensar e atuar de forma sustentável, praticando os 5R'S da sustentabilidade: Repensar, Reduzir, Recusar, Reutilizar e Reciclar. Medidas sustentáveis tornaram-se prioridade global, visto que mais de 350 milhões de toneladas de plásticos são descartadas no meio ambiente a cada ano (CARNIEL, et al. 2023).

2 JUSTIFICATIVA

A política dos 5Rs está relacionada às práticas de preservação do meio ambiente por meio do uso equilibrado dos recursos naturais e a geração de menos lixo, diminuindo a pegada ecológica do consumo humano (SILVA et al., 2017). Por meio dos 5 R's também se busca uma consciência ambiental, com mudanças comportamentais, com a finalidade de garantir a qualidade de vida e preservação ambiental (ALKMIN, 2015), provocando uma mudança de hábitos no cotidiano dos cidadãos, fazendo-o repensar seus valores e práticas de consumo, reduzindo o desperdício e reaproveitamento os materiais normalmente descartados (MMA, 2017). Portanto reduzir, reutilizar, reciclar, repensar e recusar contribuem como instrumento eficaz para a solução dos problemas do lixo, como o plástico. Aplicar os 5Rs da sustentabilidade também contribuem com a preservação do meio ambiente.



Por causa da poluição por plásticos ser um grande desafio ambiental à ecossistemas marinhos, terrestres e à saúde humana, os bioplásticos podem ser uma alternativa sustentável, pois são produzidos a partir de recursos naturais e renováveis e contribuem com a política dos 5R's.

Dentro desse contexto, na última década, estudos utilizando polímeros biodegradáveis para o desenvolvimento de embalagens vêm se destacando cada vez mais, buscando materiais com elevada biodegradabilidade, após o descarte. Dentre eles, destaca-se o uso do amido, uma matéria prima não tóxica, biodegradável, comestível, capaz de forma gel, de baixo custo de comercialização e amplamente encontrado (CARNIEL, et al. 2023).

Além desde, existem outros materiais biodegradáveis que podem ser incluídos na produção de bioplásticos como: a gelatina, ágar-ágar, bagaço de cana de açúcar, cascas e sementes de frutas, caule de girassol e outras plantas provenientes de restos de poda, casca de ovos, celulose utilizada na indústria alimentícia, mucilagem de linhaça, glicerina, além do uso da água como solvente menos tóxico e outros biocompostos que podem ser testados e combinados de diferentes formas (DOMÉSTIKA, 2024).

Vale ressaltar que a ideia do presente trabalho surgiu a partir de uma observação feita no caule de girassol, o qual, ao ser cortado longitudinalmente apresentava uma estrutura cilíndrica com um aspecto de isopor. Além de outros tecidos vegetais, essa estrutura apresentava tecidos de condução de seiva bruta e elaborada, principalmente, o xilema, tipo de vaso condutor responsável por transportar água e sais da raiz às folhas, impregnado com lignina (polímero hidrofóbico) e também composto por celulose (polímero que compõe a grande parte da parede celular das células vegetais) (GUERREIRO & GLÓRIA, 2009).

Visto que os elementos traqueais do xilema possuem tecido lignificado, este poderia proporcionar uma maior rigidez e durabilidade quanto adicionado às receitas de bioplástico, inspirados no curso online “Biomateriais: crie materiais a partir de resíduo orgânico” (DOMÉSTIKA, 2024), conferindo a aplicação da política dos 5Rs por meio da produção de bioplásticos.



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Devido às observações iniciais feitas no caule do girassol e tendo em vista um cenário ambiental crítico caracterizado pela falta de ações sustentáveis, o projeto teve como objetivo principal a produção de diferentes bioplásticos, fabricados a partir de descartes de alimentos, lixo verde (inclusive o caule de girassol), combinados à biopolímeros como: gelatina pura, ágar-ágar, carboximetil celulose (CMC) e mucilagem de linhaça.

3.2 Objetivos específicos

- A pesquisa também visou testar diversas receitas de biopolímeros, encontradas na literatura, adicionando às mesmas diferentes aditivos naturais, como corantes, cascas de alimentos e descarte de lixo verde (caule de girassol e bagaço de cana de açúcar), verificando a viabilidade dessas receitas.



4 METODOLOGIA

Sendo assim, durante a pesquisa, foram testadas várias receitas de polímeros naturais encontradas na literatura e por meio da aquisição de um curso sobre a produção de bioplásticos em casa, intitulado: “Biomateriais: crie materiais a partir de resíduo orgânico”, da plataforma Doméstika (DOMÉSTIKA, 2024) pela artista têxtil Loana Flores.

A partir de conhecimentos prévios adquiridos no curso, prosseguiu-se com a fabricação de bioplásticos com diferentes consistências, com o intuito de sugerir a substituição de alguns tipos de plásticos convencionais ao longo do processo. Por isso, foram feitos ensaios experimentais comparativos com diferentes receitas originais, adicionando diferentes descartes e aditivos, como: restos de poda (caule de girassol), bagaço de cana de açúcar, cascas de ovos, cascas de frutas, entre outros. Além, disso foram testados diferentes biopolímeros além da gelatina e do ágar-ágar propostos pelo curso, a saber: mucilagem de linhaça, fécula de batata e carboximetil celulose (CMC).

Após o experimento inicial, foram elegidas quatro receitas cuja base era um polímero: gelatina, ágar-ágar, CMC, mucilagem de linhaça. Essas receitas base foram escolhidas por apresentarem propriedades mais semelhantes aos plásticos convencionais, maior flexibilidade, melhor transparência, por não formarem materiais quebradiços ou com crescimento fúngico (decompositores da matéria orgânica). As receitas base escolhidas, foram testadas com diferentes descartes e aditivos. Os materiais escolhidos para os testes posteriores encontram-se relacionados na Tabela 1.

Além disso foram adicionados e testados corantes naturais provenientes de pétalas de diferentes flores e artificiais como o azul de metileno, utilizado comumente para corar lâminas de microscopia.

Para as receitas com a base de gelatina foram utilizados 120 ml de água destilada, previamente misturada à 10 ml de glicerina, para a hidratação de 24 g de gelatina. Na receita com base de ágar-ágar foram utilizados 120 ml de água destilada, previamente misturada à 6 ml de glicerina, para a hidratação de 4 g de ágar-ágar. Para o ensaio com CMC foram misturados 50 ml de água destilada à cada 1g desse tipo de celulose. A mucilagem de linhaça foi produzida a partir da cocção de suas sementes e extração do gel (mucilagem) por meio de peneiras ou panos de uso culinário. Para cada receita base forma adicionados diferentes



materiais de descarte e aditivos. Os ensaios experimentais foram feitos em placas de Petri a fim de promover a comparabilidade entre as réplicas de cada tratamento. O biomaterial obtido em cada réplica foi analisado de forma qualitativa, observando, catalogando e anotando, em portfólio, as diferentes propriedades do material obtido: transparência, rigidez, flexibilidade, textura, brilho, cor, odor, umidade e aplicabilidade (uso). Essa análise foi feita após 7 dias de secagem do material em ambiente seco e com luz indireta, ou após secagem *overnight* em estufa à 40°C.

Tabela 1: Ingredientes escolhidos para os diferentes testes na produção de bioplásticos pós pré-teste.

Solvente: água destilada	Solvente menos tóxico com capacidade de dissolver a gelatina e o ágar-ágar. Livre de íons.
Plastificante: glicerina bidestilada	Versátil. Usada em diversos produtos: de beleza, têxtil, indústria de papel, plástico, laboratórios.
Polímero: gelatina	Composta por proteínas e aminoácidos. Uso em sobremesas, como espessante em molhos e sopas, laticínios, bebidas, produção de cápsulas.
Polímero: ágar-ágar	Hidrocoloide extraído de algas marinhas com aplicações em alimentos, meios de cultura, desintoxicação e perda de peso.
Polímero: mucilagem de linhaça	É um polissacarídeo abundante em fibras alimentares. Uso como emulsificante, estabilizante e espessante.
Polímero: carboximetil celulose (CMC)	Utilizado na alimentícia como estabilizante, umectante e gelificante, para conferir volume e corpo, e para manter a umidade. Usado em coberturas, glacês, sorvetes, produtos de panificação, molhos, frituras, sucos.
Descarte: casca de ovo	Composta por minerais como o carbonato de cálcio, magnésio e fosfato de cálcio, e pode ser usada na cozinha e como fertilizante.
Descarte: bagaço de cana de açúcar	Vários usos: alimento para animais, indústria de papel, Aditivo estabilizante no asfalto, produção de biogás, adubação, produção de biomassa microbiana, produção de plástico sustentável.
Descarte: caule de girassol	Usos: forração acústica, forração acústica, adubação verde.

Algumas imagens da produção de bioplástico podem ser encontradas nas figuras 1 e 2.

Figura 1: Trituração dos descartes. Extração e filtração da mucilagem da linhaça. Pesagem de amostras. Hidratação e aquecimento da gelatina e de ágar-ágar.





Figura 2: Montagem de ensaios experimentais. Na figura, o ensaio de gelatina, com diferentes descartes e aditivos.



5 RESULTADOS OBTIDOS

A partir de diversos ensaios experimentais realizados com as receitas base de gelatina (G), CMC, ágar-ágar (A) mucilagem de linhaça (L), foram escolhidos alguns tratamentos para serem comparados. Os resultados obtidos em relação às propriedades consideradas se encontram descritos na tabela 2.

Tabela 2: Comparação dos resultados obtidos nos ensaios, por tratamento testado.

Ensaio	Tratamento	Cor	Brilho	Textura	Transparência	Resistência	Usável
1 Gelatina	T1: Controle (G)	Transparente	sim	Muito maleável	sim	não	sim
1 Gelatina	T2: G + BC*	Marrom claro	não	Rígido	não	sim	sim
1 Gelatina	T3: G + GIR*	Marrom médio	sim	Maleável	não	sim	sim
1 Gelatina	T4: G+CO*	Amarelo	sim	Maleável	não	sim	sim
2. CMC	T1: Controle (CMC)	Transparente	sim	Muito maleável	sim	não	não
2. CMC	T2: CMC+CO*	Branco	não	Rígido	não	sim	sim
2. CMC	T3:CMC+CO+ GIR*	Amarelo claro	não	Muito Rígido	não	sim	sim
3. Ágar-ágar	T1: Controle (A)	Bege	sim	Muito maleável	Opaco	não	não
3. Ágar-ágar	T2: A + BC*	Marrom claro	não	Pouco maleável	não	sim	sim
3. Ágar-ágar	T3: A + GIR*	Marrom escuro	não	Pouco Rígido	não	sim	não
4. Linhaça	T1: Controle (L)	Transparente	sim	Muito maleável	sim	não	não
4. Linhaça	T2: L + G	Transparente	sim	Maleável	sim	sim	sim
4. Linhaça	T3: L + A	Bege	sim	Maleável	Opaco	Pouco	sim
4. Linhaça	T4: L + AM*	Verde claro	sim	Maleável e seca	sim	não	não

*BC: bagaço de cana de açúcar; GIR: caule de girassol; CO: casca de ovo; AM: azul de metileno.



Comparando os resultados obtidos na Tabela 2, foi possível inferir que os tratamentos com gelatina e linhaça apresentaram maior maleabilidade das amostras, exceto para a gelatina com bagaço de cana de açúcar, à qual foi atribuída rigidez. A gelatina, o CMC e a mucilagem de linhaça apresentaram brilho, a menos que fosse adicionado alguns descartes à sua receita base (casca de ovo, bagaço de cana de açúcar ou caule de girassol). O CMC apresentou maior rigidez quando adicionado à casca de ovo. Todas as receitas base, de gelatina, CMC, ágar-ágar e linhaça, sem a adição dos descartes formaram biofilmes; apresentando, brilho, maleabilidade e transparência, exceto o ágar-ágar que se apresentou opaco. No entanto, para conferir a essas receitas uma maior resistência foi necessária a adição dos descartes. Portanto o bagaço de cana de açúcar e caule de girassol conferiram mais consistência à gelatina e ao ágar-ágar. Inclusive, a gelatina acionada à casca de ovo apresentou brilho. Foi adicionado corante azul de metileno à mucilagem de linhaça, porém esta não adquiriu uma maior resistência (Figura 3).

Figura 3: Ensaio experimental final com os tratamentos segundo a Tabela 2.



As alunas responsáveis pelo trabalho puderam apresentar os resultados obtidos à comunidade escolar; de forma a promover um processo educativo sobre o consumo exagerado de plásticos convencionais e apresentação de possibilidade de substituição do mesmo por materiais biodegradáveis como descrito na Tabela 2.

Assim é possível provar para os consumidores essa necessidade urgente de substituição do plástico convencional, o qual demora mais de 100 anos para se degradar, por produtos biodegradáveis, que entram na ciclagem de nutrientes de forma mais equilibrada.



Durante a apresentação à comunidade escolar, associar o experimento aos 5 Rs da sustentabilidade foi uma estratégia para contribuir um estilo de vida mais sustentável, reduzindo a geração de resíduos e preservando o meio ambiente.

A prática dos 5 Rs é de extrema importância para uma vida ambiental sustentável e, aplicada pelos humanos e empresas, e têm melhorias significativas ao meio ambiente. Sendo assim, este projeto põe em prática o *Repensar* sobre a poluição do plástico no meio ambiente, *Recicla* matérias orgânicas que iriam para o lixo e *Reduz* a produção de plástico quando se elegem os bioplásticos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da observação das propriedades dos biopolímeros formados, conclui-se que a produção de bioplásticos, com a matéria orgânica presente em descartes e ingredientes de uso culinário, é uma prática sustentável que contribui para substituir o plástico convencional por um material com menor risco ao meio ambiente e à saúde humana, já que estes sofrem mais facilmente a ação dos microrganismos, contribuindo com a ciclagem dos nutrientes. Além disso, por meio deste trabalho, foi possível motivar as pessoas a produzirem bioplásticos em suas casas a partir de descartes alimentares, lixo verde e produtos culinários, como promoção de prática de educação ambiental e aplicação do princípio dos 5Rs de maneira educativa.



REFERÊNCIAS

ALKMIM, E. B. Conscientização ambiental e a percepção da comunidade sobre a coleta seletiva na cidade universitária da UFRJ. 2015. 150 p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Urbana) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2015.

CARNIEL, Gustavo; ANDOLFATTO, Marciel Taffarel; MARCHESAN, Marlon Gabriel; WOLF, Lucas. Produção de bioplástico a partir do amido de mandioca. Anais da VI Feira de Ciências, Tecnologia, Arte e Cultura do IFC Campus Concórdia, v. 6, n. 1, 2023, p. 56.

DOMÉSTIKA. Biomateriais: crie materiais a partir de resíduo orgânico. Curso online. Disponível em: <<https://www.domestika.org/pt/courses/4856-biomateriais-crie-materiais-a-partir-de-residuo-organico>>. Acesso em: 05 ago. 2024.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis: uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. Química Nova, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.

GUERREIRO, Sandra Maria Carmello; GLÓRIA, Beatriz Apezato da. Anatomia Vegetal. Viçosa: UFV, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. A política dos 5 R's. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/9410>> Acesso em: ago.2024.

MORIN, Edgar. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução Eloá Jacobina. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SILVA, Saionara da; Elaine Ferreira; Celio Roesler; Diego Borella; Elisangela Gelatti; Fernando Boelter; Patrick Mendes. V Seminário de Jovens Pesquisadores em Economia & Desenvolvimento. Programa de Pós-graduação em Economia & Desenvolvimento Universidade Federal de Santa Maria, 09 de novembro de 2017.

SODRÉ, F. F.; AROWAJOLU, I. M.; CANELA, M. C.; FERREIRA, R. S.; FERNANDES, A. N.; MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; DIAS, M. A.; ABATE, G.; SILVA, L. C.; GRASSI, M. T.; BERTOLDI, C.; FADINI, P. S.; URBAN, R. C.; FERRAZ, G.; SCHIO, N. S.; WALDMAN, W. R. How natural and anthropogenic factors should drive microplastic behavior and fate: The scenario of Brazilian urban freshwater. Chemosphere, v. 340, 2023.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia [online]. São Carlos: EdUFSCar, 2009, 144 p.