



FRUTIFICANDO BIOPLÁSTICO - EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS PARA O ARMAZENAMENTO DE MUDAS E PLANTAS

Nome da Bolsista: Fernanda Bernardo de Queiroz - fernanda.bernardo@aluno.ifsp.edu.br

Nome da Orientadora: Luciana de Jesus Jatobá - lujatoba@ifsp.edu.br

Vigência da projeto: 30/04/2024 à 30/11/2024

*Instituto Federal de São Paulo Campus - Hortolândia, Av. Thereza Ana Cecon Breda S/N, Hortolândia, SP,
13183-250*



AGRADECIMENTOS

Agradeço a ex técnica do laboratório de ciências da natureza do IFSP Hortolândia por ter ajudado desde o início, tanto nas pesquisas de metodologia quanto nas práticas no laboratório.

Ao Instituto Federal de São Paulo - Campus Hortolândia por ter disponibilizado uma bolsa.

A minha orientadora por ter me dado essa oportunidade; Aos meus pais por apoiarem e incentivarem minhas pesquisas e ao meu namorado por me acompanhar em todo esse processo.



SUMÁRIO

Resumo.....	Página 4
Introdução.....	Página 5
Objetivos.....	Página 5
Materiais e métodos.....	Página 6
Resultados.....	Página 7
Referências.....	Página 12
Anexos.....	Página 13



RESUMO

O plástico tornou-se um dos assuntos mais polêmicos na sociedade atual. Isso se deve aos seus impactos ambientais, já que esse polímero demora muitos anos para se degradar. Com o fim da Segunda Guerra Mundial, o plástico se popularizou, passando a ser valorizado e associado a um novo estilo de vida ligado ao consumismo. Nas últimas décadas do século passado, houve uma explosão no consumo de plásticos de uso único, como canudos, copos, pratos e talheres descartáveis, além de materiais agrícolas para a produção de mudas, o que causou problemas ambientais severos, inclusive para a vida marinha. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo produzir uma embalagem biodegradável para armazenamento de mudas a partir de cascas de abacaxi e limão, amenizando os impactos ambientais. Um bioplástico, produzido a partir de cascas de abacaxi e bagaço de limão, utiliza recursos renováveis em sua produção e não polui o solo com sua decomposição, podendo ainda trazer benefícios para a terra, como ferro e minerais. Além disso, seu tempo de degradação é reduzido em comparação ao do plástico comum. As embalagens desenvolvidas serão testadas quanto à sua degradabilidade, resistência e uso prático no armazenamento de mudas e plantas no contexto da Horta Comunitária do IFSP Hortolândia. O teste realizado com 50 g de água destilada, 2,5 g de glicerol, 5 g de amido de milho e 0,15 g de celulose resultou em um biofilme de celulose de boa qualidade, semelhante ao plástico, com partículas visíveis. Essa abordagem destaca o potencial para a produção de biofilmes com características inovadoras.

PALAVRAS-CHAVE: bioplástico; recursos renováveis; resíduos.



INTRODUÇÃO

A produção acelerada de plástico comum começou com o fim da Segunda Guerra Mundial, período marcado pelo avanço tecnológico e pelo consumo exagerado de plásticos. Segundo Castro (2019), o desenvolvimento dos materiais plásticos é geralmente feito a partir do petróleo, que foi aprimorado como uma forma de evolução na indústria. Os plásticos oferecem muitas conveniências, mas essa praticidade gerou uma cultura de descarte preocupante. De acordo com a National Geographic Brasil (2024), atualmente os plásticos de uso único representam 40% da produção anual de plástico. Itens como sacolas e embalagens de alimentos são utilizados por apenas alguns minutos, mas podem permanecer no meio ambiente por séculos.

Considerando que o plástico demora muitos anos para se degradar e que é um material derivado do petróleo, outro fator poluidor, uma das principais consequências desse material é a poluição marinha, que causa a morte de várias espécies e contribui para a poluição do solo. É importante ressaltar que o tempo de degradação do bioplástico é de cerca de 6 meses, enquanto o plástico comum pode levar aproximadamente 450 anos para se decompor (CASTRO, 2019).

A proposta deste projeto é o uso de cascas de abacaxi e do bagaço de limão para a produção de bioplástico, pois esses materiais são ricos em nutrientes como ferro e minerais, que ajudam no desenvolvimento e crescimento das plantas (REICHERT, 2021). É relevante destacar que esses materiais foram escolhidos por serem de fácil acesso e frequentemente descartados como lixo orgânico. Ao utilizá-los, pode-se reduzir os impactos desses resíduos no meio ambiente, especialmente nos aterros sanitários. Esse tipo de resíduo possui grande potencial para reaproveitamento e reciclagem. No entanto, quando descartado de maneira incorreta, pode trazer impactos sociais e ambientais negativos (BARROS; ZAGO, 2019).

OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

A hipótese a ser testada é a adição de diferentes tipos de resíduos orgânicos, como cascas de frutas ou bagaço de frutas, que influenciará nas propriedades do filme e na biodegradabilidade de bioplásticos produzidos no Instituto Federal Campus Hortolândia utilizando a metodologia adaptada de REICHERT, 2021 e DOMINGUES, 2021.

O propósito é criar uma embalagem biodegradável a partir de um recurso natural renovável (cascas de abacaxi e bagaço do limão) para armazenar mudas agrícolas, alternativa para que não prejudique o meio ambiente, reduzindo os impactos ambientais, propondo uma alternativa sustentável para a agravante do plástico derivado do petróleo.



Objetivos Gerais

- Desenvolver bioplásticos utilizando celulose de casca de abacaxi e bagaço de limão.
- Comparar as propriedades físicas, químicas e biodegradáveis desses bioplásticos.
- Investigar o uso de cápsulas gelatinosas de remédios como aglutinante para os bioplásticos desenvolvidos.
- Proporcionar uma alternativa sustentável e eficaz às embalagens convencionais para o armazenamento de mudas e plantas para ser utilizado na horta comunitária do IFSP.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais: Cascas de abacaxi, bagaço do limão, glicerina vegetal, amido de milho, água destilada e ácido cítrico.

As embalagens biodegradáveis para a produção de mudas agrícolas serão produzidas utilizando como matéria-prima cascas de abacaxi e bagaço de limão, resíduos orgânicos que serão reaproveitados a partir da preparação de alimentos no refeitório do IFSP Hortolândia ou a partir da coleta de doações dessas cascas por parceiros locais. Esses resíduos foram escolhidos porque a casca do abacaxi possui uma boa quantidade de fibra e celulose, enquanto o limão é rico em pectina. As cascas já são utilizadas na produção de bioplásticos, conforme mencionado em Borges (2020) e Domingues (2021).

A produção do bioplástico a partir da casca do abacaxi será realizada inicialmente com a metodologia adaptada de Reichert (2021). O processo se inicia com as cascas de abacaxi, que devem ser lavadas em água corrente com detergente neutro, cortadas em pedaços pequenos e colocadas em uma estufa para secagem a 65 °C durante 70 horas. Essa secagem tem como objetivo retirar a umidade das cascas. Após isso, as cascas serão trituradas no liquidificador e maceradas em um almofariz de porcelana até se tornarem partículas bem pequenas. As fibras serão tratadas com uma solução de hidróxido de sódio a 10%, onde permanecerão em contato com a solução durante 1 hora a 80 °C, sob agitação magnética. Em seguida, as fibras serão lavadas e filtradas em água destilada até que a solução final atinja pH 7, removendo qualquer resíduo de NaOH. As fibras tratadas serão secas novamente em estufa a 50 °C. Após esse tratamento, o material será branqueado com hipoclorito de sódio, permanecendo em contato com as fibras durante 24 horas. Mais uma vez, o material será lavado até atingir pH neutro e seco em estufa a 50 °C, triturado e misturado com os aglutinantes.

Na produção do bioplástico a partir do bagaço de limão, será utilizada a metodologia adaptada de Domingues (2021). Começamos retirando toda a parte externa do limão, ficando apenas com o albedo e removendo também a parte interna. Esse material será misturado com ácido cítrico e água destilada, colocado em agitação magnética e, em seguida, filtrado.

O material preparado a partir das cascas de abacaxi e bagaço de limão será então combinado com aglutinantes de baixo custo e fácil acesso, como amido de milho e glicerina. Também pretende-se



utilizar resíduos de cápsulas gelatinosas farmacêuticas como aglutinantes, a partir da doação desse material por uma indústria farmacêutica local parceira do IFSP Hortolândia. A metodologia utilizada será adaptada de Leite, Silva e Júnior (2019) e de Vieira, Barbosa e Wainer (2024). Essas duas formas de utilizar aglutinantes serão testadas e avaliadas com o objetivo de analisar qual material é mais resistente e sustentável. As metodologias a serem empregadas promoverão a formação de um biofilme plástico que será moldado na forma de sacos e bandejas de mudas agrícolas, utilizando-se como molde materiais reutilizáveis e/ou resíduos sólidos recicláveis, como garrafas PET e caixas de ovos usadas.

Após a moldagem, os bioplásticos de abacaxi e de limão serão acondicionados em estufa a 35 °C para secagem, durante 24 horas. Ao final desse período, as embalagens estarão prontas para serem submetidas aos testes de resistência, durabilidade, degradabilidade e à sua ação no desenvolvimento de mudas agrícolas, especialmente de espécies de árvores frutíferas (sacos de mudas) e de ervas e hortaliças (bandejas de mudas).

As atividades de produção de bioplástico, os testes de resistência à água e a durabilidade dos filmes serão desenvolvidas nos laboratórios de ciências do IFSP Hortolândia, analisando as amostras obtidas ao longo do projeto. Os testes de degradabilidade serão conduzidos em parceria com o Projeto de Extensão FrutIFicando o Mais Orgânico, que será responsável pelo desenvolvimento de um sistema de compostagem na Horta Comunitária do IFSP Hortolândia. Nesse contexto, será comparada, ao longo de um período de 3 meses, a degradação das embalagens de bioplástico com a degradação de embalagens similares de plástico comum disponíveis comercialmente. Testes de resistência e durabilidade, assim como os testes de desempenho no desenvolvimento de mudas, serão realizados junto à Horta Comunitária do IFSP Hortolândia.

RESULTADOS OBTIDOS/ ESPERADOS

A produção de celulose a partir da casca do abacaxi revelou-se um processo lento e demorado. Como não havia um equipamento capaz de transformar completamente a casca em pó, o material resultante continha pequenos pedaços que não se dissolveram, mesmo após várias modificações. Ao mesmo tempo, foi essencial compreender o tempo necessário para a gelatinização do amido, que com 90g de água ocorreu em aproximadamente uma hora a 180°C sob agitação magnética.

Um biofilme de amido com glicerina apresentou bons resultados, mas ainda iria ser aprimorado com a adição da celulose de abacaxi. Em dois momentos, nos dias 10/07 e 22/07, mais cascas de abacaxi foram colocadas para secar. A principal diferença entre esses processos foi o recipiente utilizado: inicialmente, foi usada uma forma de alumínio, e, nas tentativas subsequentes, um refratário de vidro.

Em ambas as vezes, o material retirado da estufa estava mofado, o que levou à conclusão de que o tipo de recipiente influencia o processo de secagem, sendo a forma de alumínio a mais apropriada.

Para o primeiro teste, a orientação inicial foi de não adicionar a celulose. Assim, foram realizados dois testes: o primeiro com amido (5g) e água destilada (95mL), e o segundo com amido (5g), glicerina (1g) e 94mL de água destilada (Imagens 1 e 2). O primeiro teste falhou, pois o filme formado apenas com amido e água ficou quebradiço e sem a textura esperada de um biofilme. Já o segundo teste, que incluiu glicerina, gerou um filme liso e não quebradiço, mas que ainda se desmanchava facilmente em contato com água.



Imagem 1: filme com amido



Imagem 2: filme com amido e glicerina

Os testes com a celulose da casca de abacaxi ainda não haviam apresentado resultados positivos, acreditava-se que o motivo era a não solubilização do material. Portanto, até o presente momento havia sido deduzido que os testes com as cascas não deram certo pois o material não desmanchou 100%, ficando com pedaços pequenos que ao misturar com o aglutinante, não deram bons resultados. O material não se solubilizou, ficou quebradiço, não foi possível retirá-lo inteiro da placa de petri pois estava grudado (Imagens 3 a 6).



Imagem 3: material antes de secar



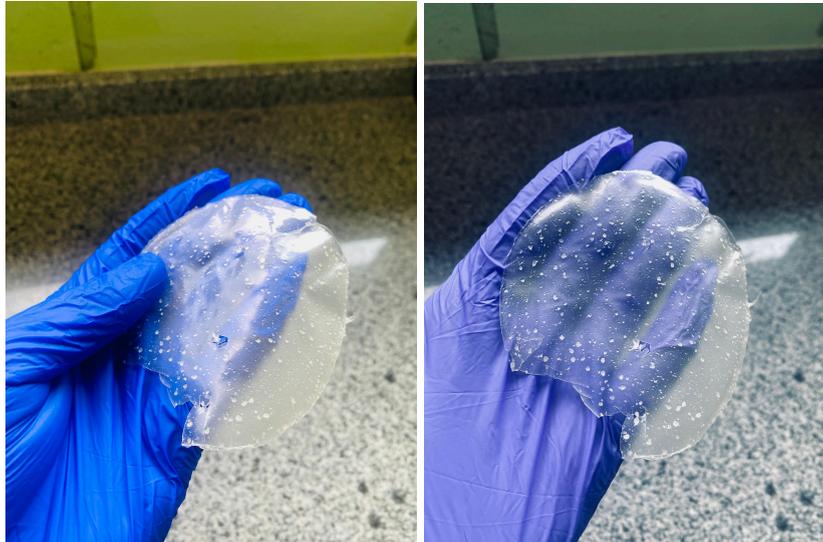
Imagem 4: material após secagem



Imagens 5 e 6: testes que deram errado

No dia 19 de setembro, foi realizado um teste utilizando medidas diferentes das previamente empregadas. Foram misturados 50 g de água destilada, 2,5 g de glicerol, 3 g de amido de milho e 0,15 g de celulose. A mistura foi agitada a 180 °C para promover a gelatinização do amido, permanecendo nessa temperatura por 13 minutos e 45 segundos. Em seguida, foi transferida para uma estufa a 50 °C. No dia seguinte, o material foi retirado e, pela primeira vez ao longo do projeto, obteve-se um

biofilme de celulose de boa qualidade. Sua aparência assemelhava-se à de um plástico, embora as partículas da celulose não se dissolvessem completamente, tornando-se bem visíveis (Imagens 7 e 8).



Imagens 7 e 8: teste que deu certo com 3% de celulose

Foi realizada uma breve análise da resistência dos bioplásticos quando expostos à água. Observou-se que o pequeno pedaço de bioplástico feito apenas com amido, água destilada e glicerina se desmanchava rapidamente, tornando-se mole e quase se dissolvendo. Em contrapartida, os pedaços que continham 0,3% e 15% de celulose não apresentaram diferenças significativas. Ambos também ficaram mais moles, mas mantiveram sua integridade, ao contrário do que não continha celulose (Imagem 9).



Imagem 9: análise da resistência dos bioplásticos ao serem adicionados à água. Da direita para a esquerda, Pote 1: amido + água destilada + glicerina; Pote 2: amido + água destilada + glicerina + 0,3% de celulose; Pote 3: amido + água destilada + glicerina + 15% de celulose.



Como resultado deste projeto, espera-se desenvolver uma metodologia eficaz para a produção de embalagens biodegradáveis destinadas ao cultivo de mudas agrícolas. O objetivo é contribuir para a redução dos impactos ambientais causados pelo plástico convencional e pelo descarte de resíduos orgânicos e da indústria farmacêutica, oferecendo uma alternativa sustentável. Além disso, busca-se obter um material que seja resistente à água e que se degrade rapidamente ao ser plantado.



REFERÊNCIAS

BORGES, A.L.G. Aproveitamento da casca, coroa e talo de abacaxi em cobertura comestível no fruto processado minimamente. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2020. Disponível em: <[Repositório Institucional - Universidade Federal de Uberlândia: Aproveitamento da casca, coroa e talo de abacaxi em cobertura comestível no fruto processado minimamente \(ufu.br\)](#)> Acessado em: 18/06/2024.

CASTRO, T. H. M. Os bioplásticos: impactos ambientais e perspectivas de mercado. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético - 6 COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/13706>> Acessado em: 11/03/2023.

DOMINGUES, L.F. Desenvolvimento de biofilme a partir do bagaço da laranja. In.: PANIAGUA, C.E.S (Org.). Química - Debate entre a vida moderna e o meio ambiente. Ponta Grossa: Editora Atena, 2021. p. 7-15. Disponível em: <[desenvolvimento-de-biofilme-a-partir-do-bagaco-da-laranja.pdf](#)>

LEITE, I.; SILVA, L.; JÚNIOR; W. Biofilme de gelatina e glicerol com propriedade antibacteriana. Latin American Journal of Energy Research v. 6, n. 2, p. 1 – 11, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/lajer/article/download/27647/20307>> Acessado em: 02/06/2024.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Por que a poluição plástica se tornou uma crise global. Disponível em: <[Por que a poluição plástica se tornou uma crise global? | National Geographic \(nationalgeographicbrasil.com\)](#)> Acesso em: 03 out. 2024.

REICHERT, A.A. Filmes biodegradáveis à base de amido de milho incorporados com celulose obtida a partir da coroa do abacaxi. Dissertação de Mestrado, Centro de Desenvolvimento Tecnológico; Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia De Materiais, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2021. Disponível em <<https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/8057>> Acessado em: 31/05/2024.

VIEIRA, A.; BARBOSA, A.; WAINER, L. Desenvolvimento de plásticos biodegradáveis a partir da casca de laranja: uma alternativa aos plásticos convencionais. In.: Feira Brasileira de Ciências e Engenharia - FEBRACE. Anais 22a FEBRACE. São Paulo: EDUSP, 2024. Disponível em: <https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Anais-FEBRACE-2024_Digital.pdf> Acessado em 20/06/2024.

ZAGO, V.C.P.; BARROS, R.T.V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 219-228, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/MY53xbTzPxYhz783xdmKc8F/?format=pdf&lang=pt>> Acessado em: 19/06/2024.

ANEXOS



Imagem 9: cascas de abacaxi colocadas para secar



Imagem 10: cascas secas (3 dias secando)



Imagem 11: cascas sendo triturada no liquidificador



Imagem 12: peneirando as cascas (o material que não vira pó não é utilizado)



Imagem 12: quantidade de casca em pó

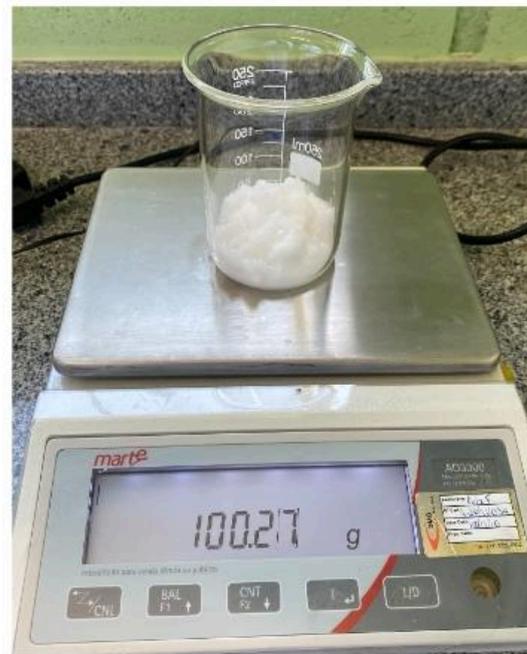


Imagem 13: hidróxido de sódio (soda cáustica)

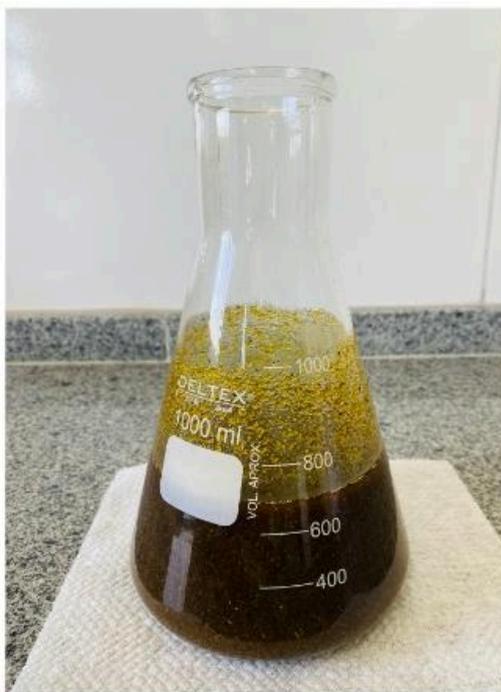


Imagem 14: soda cáustica + casca + água destilada



Imagem 15: material colocado em agitação magnética por 1 hora



Imagem 16: início da filtragem



Imagem 17: fim da filtragem (pH 7 atingido).



Imagem 18: material após lavagens levado à estufa



Imagem 19: material após secagem



Imagem 20: material triturado e peneirado



Imagem 21: hipoclorito para realizar o branqueamento



Imagem 22: material em agitação



Imagem 23: material após branqueamento



Imagem 24: material para ser seco na estufa

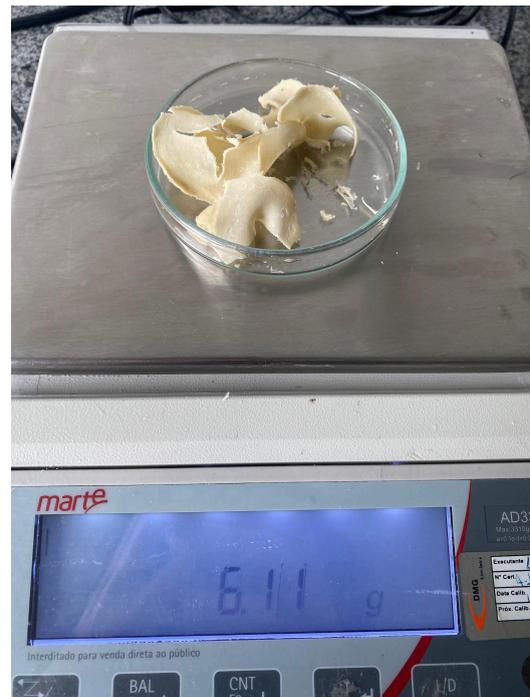


Imagem 25: material após secagem



Imagem 26: trituração da celulose
(o que não vira pó é descartado)



Imagem 27: celulose da casca do abacaxi

E esse “pózinho” branco (celulose) é misturado com os aglutinantes de baixo custo para obter o bioplástico.