



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARIA JÂNIA DE QUEIROGA SOUSA

**SÍNTESE DO BIOPLÁSTICOS A PARTIR DO AMIDO DE BATATA INGLESA:
UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA O ENSINO DE QUÍMICA.**

SOUSA - PB

2024

MARIA JÂNIA DE QUEIROGA SOUSA

**SÍNTESE DO BIOPLÁSTICOS A PARTIR DO AMIDO DE BATATA INGLESA:
UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA O ENSINO DE QUÍMICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, como requisito para aprovação da disciplina de TCC II.

ORIENTADOR: Dr. Lech Walesa Oliveira Soares

SOUSA - PB

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S725s Sousa, Maria Jania de Queiroga.
Síntese do bioplástico a partir do amido de batata inglesa: uma proposta de experimento para o ensino de química / Maria Jania de Queiroga Sousa, 2024.

49 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Lech Walesa Oliveira Soares.
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2024.

1. Bioplástico. Síntese de Bioplástico. 2. Amido. 3. Ensino de química. 4. Sustentabilidade. I. Título. II. Soares, Lech Walesa Oliveira.

IFPB Sousa / BC

CDU 54:37

Milena Beatriz Lira Dias da Silva - Bibliotecária CRB 15/964

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Síntese do Bioplástico a Partir do Amido de Batata Inglesa: Uma Proposta de Experimento para o Ensino de Química.

Autora: Maria Jânia de Queiroga Sousa.

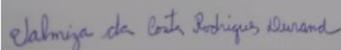
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 26/08/2024.



Dr. Lech Walesa Oliveira Soares

IFRN – Campus Pau dos Ferros
Professor Orientador



Ma. Valmiza da Costa Rodrigues Durand

IFPB – Campus Sousa
Examinadora 1



Me. Samuel Guedes Bitu

IFPB – Campus Sousa
Examinador 2

Dedico este trabalho a minha família que me deram enorme apoio nos estudos e a seguir minha carreira profissional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por todas as bênçãos em minha vida. Agradeço também aos meus avós, que sempre contribuíram para a minha educação, especialmente ao meu avô Raimundo, cujo sonho de me ver professora me trouxe até aqui. Ele nunca desistiu de fazer tudo pela minha educação. Aos meus familiares, sou grata pelos ensinamentos, companheirismo e momentos de diversão. Em especial, ao meu esposo Alan, que esteve ao meu lado durante todo esse processo, sempre otimista quanto à conclusão deste trabalho. Às minhas filhas, Maria Heloisa e Maria Rita, que sempre me cercaram de amor e carinho. Também agradeço à minha família, especialmente aos meus saudosos pais, que hoje são duas estrelinhas lá no céu José e Francinete, que sempre estiveram comigo e me proporcionaram todas as condições para chegar até aqui, a todos eles meu muito obrigado por não ter desistido de mim e sempre confortar meu coração nos momentos difíceis, mesmo assim nunca perderam a fé e coragem de fazer tudo para que possa realizar esse sonho.

Ao Instituto Federal da Paraíba por ter sido minha casa nesses anos e ter proporcionado tudo que vivenciei que será para sempre inesquecível.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) por conceder a bolsa PIBID e PRP que é uma oportunidade valiosa para estudantes que desejam se envolver na formação de docentes em nível superior e para a melhoria da qualidade da educação básica.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Lech Walesa Oliveira Soares por toda disponibilidade, atenção e oportunidade em me conduzir neste estudo.

A minha profunda gratidão ao técnico do laboratório do IFPB Campus Sousa, Samuel, por sua presença e apoio fundamentais durante a realização do meu trabalho de conclusão.

A todos os meus colegas de curso e aos professores que sempre estiveram ao meu lado e que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Um agradecimento especial ao nosso coordenador de curso, Dr. João Batista Moura de Resende Filho, que nunca mediu esforços para nos ajudar ao longo de todo esse tempo. Também expresso minha profunda gratidão à professora Gicelia Moreira por todo o ensinamento que nos proporcionou, pelas oportunidades vivenciadas ao seu lado e por sua constante disposição em ajudar a todos.

RESUMO

Os plásticos são utilizados na sociedade como materiais a base de petróleo, que é um recurso natural não renovável e que podem liberar grandes quantidades de resíduos no ambiente. O uso de filmes biodegradáveis são uma excelente forma sustentável de produção com a finalidade de trazer ao meio ambiente um composto menos poluente e fácil de degradação. A pesquisa tem como objetivo realizar uma proposta de experimento sobre o uso de bioplásticos feitos a partir do amido da batata inglesa com corante de beterraba. A pesquisa é qualitativa e exploratória feita para o desenvolvimento de experimentos práticos utilizando produtos químicos orgânicos e sustentáveis da batata inglesa e da beterraba. Os resultados mostraram que o bioplástico produzido apresentou um estado aspecto físico liso de boa qualidade, com ótima resistência, rigidez e dureza. Porém, existe a necessidade de mais testes para uma melhor caracterização do bioplástico estudado. Por fim, este estudo centrou-se na educação sustentável como uma abordagem fundamental para a consciência ambiental entre os estudantes, utilizando os bioplásticos como uma oportunidade única para explorar conceitos de forma prática e envolvente.

Palavras-chave: Bioplástico; Síntese de Bioplástico; Amido; Ensino de Química; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Plastics are used in society as petroleum-based materials, which is a non-renewable natural resource and can release large amounts of waste into the environment. The use of biodegradable films is an excellent sustainable form of production with the purpose of bringing to the environment a less polluting and easily degraded compound. The research aims to carry out an experimental proposal on the use of bioplastics made from potato starch with beetroot dye. The research is qualitative and exploratory, designed to develop practical experiments using organic and sustainable chemical products from potatoes and beets. The results showed that the bioplastic produced presented a smooth physical state of good quality, with excellent resistance, rigidity and hardness. However, there is a need for further testing to better characterize the bioplastic studied. Finally, this study focused on sustainable education as a fundamental approach to environmental awareness among students, using bioplastics as a unique opportunity to explore concepts in a practical and engaging way.

Keywords: Bioplastic; Bioplastic Synthesis; Starch; Chemistry Teaching; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fórmula estrutural da amilose (A) e da amilopectina	17
-	(B).....	
Figura 2	Gelatinização	do 20
-	amido.....	
Figura 3	Obtenção do corante	de 29
-	beterraba.....	
Figura 4	Procedimento de construção	do 30
-	bioplástico.....	

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Materiais	e	reagentes	usados	nos	28
	experimentos.....					

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Constituintes	secundários	do	17
	amido.....			

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
	.	2
2	OBJETIVOS.....	1
	.	4
2.1	OBJETIVO	1
	GERAL.....	4
2.2	OBJETIVOS	1
	ESPECÍFICOS.....	4
3	REVISÃO	1
	BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1	CONSIDERAÇÕES ACERCA DO BIOPLÁSTICO.....	1
		4
3.2	PROPRIEDADES DO AMIDO DA BATATA INGLESA.....	1
		6
3.3	MÉTODOS DE SÍNTESE DE BIOPLÁSTICOS.....	1
		9
3.4	CARACTERIZAÇÃO DOS BIOPLÁSTICOS.....	2
		1
3.5	QUESTÕES AMBIENTAIS RELACIONADAS AO PLÁSTICO.....	2
		4
3.6	EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA.....	2
		6
4	METODOLOGIA.....	2
	.	7
4.1	MATERIAIS E	2
	REAGENTES.....	8
4.2	PROCEDIMENTOS	2
	EXPERIMENTAIS.....	8
4.2.	Corante	de 2
1	Beterraba.....	8

4.2.	Bioplástico do amido da batata	2
1	inglesa.....	9
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	3
		1
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	3
		2
	REFERÊNCIAS.....	3
	.	3
	ANEXO.....	4
	.	0

1 INTRODUÇÃO

Os plásticos são muito utilizados atualmente na sociedade devido as suas propriedades versáteis, resistência química e mecânica. É sabido que os plásticos convencionais são produzidos principalmente a partir de materiais à base de petróleo, um recurso natural não renovável. Devido ao seu processo de decomposição lenta, os plásticos podem durar em torno de 100 a 400 anos, liberando grandes quantidades de resíduos no meio ambiente. Portanto, surgiu a necessidade de encontrar formas sustentáveis de produzir, usar e “decompor” objetos plásticos para minimizar seus impactos ambientais negativos (TELLES; SARAN; UNÊDA-TREVISOLLI, 2011).

A bioeconomia e a economia circular contribuem de forma significativa para a mudança enfrentada pela economia global acerca do uso de matérias primas renováveis que substitui os plásticos convencionais nas linhas de produção. A vasta biodiversidade e o setor agrícola competitivo do Brasil apresentam uma oportunidade promissora para o desenvolvimento de vários produtos de base bioquímica. Os bioplásticos se tornaram uma excelente alternativa renovável aos plásticos tradicionais, em que tais materiais apresentam as mesmas propriedades, mas são de origem renovável ou parcialmente renovável, bem como são biodegradáveis ou tem ambas as características (BARBATO; PAMPLONA, 2022).

A educação em Química, em contraste com outros setores dentro da ampla esfera da Química, não enfoca predominantemente pesquisas de natureza quantitativa e, conseqüentemente, não recebe o mesmo reconhecimento de seus colegas. No entanto, essa área desempenha um papel crucial na ligação entre o conhecimento científico e o conteúdo que deve ser transmitido aos alunos, transformando a disciplina de Química em uma oportunidade para que o estudante compreenda o mundo além do ambiente de ensino. Reconhecer a importância da Química torna-se fundamental quando percebemos que nosso mundo está repleto de substâncias químicas e de reações químicas que ocorrem constantemente (LEITE; LIMA, 2015).

Consciente de que a Química desempenha um papel essencial na vida cotidiana dos alunos, as situações do dia a dia dos estudantes oferecem valiosas oportunidades para uma aprendizagem significativa. Isso possibilita a exploração de questões relacionadas ao meio ambiente, saúde, ciência, tecnologia e sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). É imperativo que o professor assume, o papel de facilitador, auxiliando na mediação do conhecimento e promovendo a participação ativa dos alunos no processo de ensino e

aprendizagem, enquanto também reconhece as implicações ambientais associadas à Química (DEMO, 2010).

Portanto, é essencial incorporar essa abordagem nas aulas de ciências, pois elas têm o potencial de sensibilizar os alunos em relação ao entendimento de seus próprios corpos e os tópicos que se relacionam com esse conhecimento. Isso, por sua vez, promove uma consciência que os capacitam a tomar decisões informadas sobre a manutenção de sua saúde.

A realização da síntese de bioplástico de amido de batata inglesa com corante de beterraba consiste em experimentos que visam determinar as propriedades físicas e químicas das substâncias utilizadas, bem como proporcionar uma oportunidade única para explorar conceitos de química, biotecnologia e sustentabilidade de maneira prática e envolvente no ensino de Química na educação básica.

A proposta de atividade possibilita não apenas a identificação e caracterização das substâncias mencionadas, mas também abre espaço para a realização de discussões em sala de aula sobre temas abrangentes, como sustentabilidade ambiental, bioeconomia, saúde, ciência e tecnologia. Além disso, tal estudo proporciona o conhecimento acerca da inovação tecnológica acerca de produtos de fácil manipulação e que reduzem os efeitos negativos que os materiais convencionais produzem a longo prazo no meio ambiente, se tornando uma alternativa fácil economicamente e ecologicamente.

Como a síntese de bioplástico do amido da batata inglesa com corante de beterraba pode aprofundar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos de química?

A síntese de bioplásticos é um tema importante e atual que pode ser explorado no ensino de química. Diversas hipóteses podem ser levantadas sobre esse assunto: a química está diretamente relacionada à busca por soluções mais sustentáveis; promove a conscientização sobre a importância de escolhas responsáveis na indústria e no cotidiano; faz refletir sobre a necessidade de reduzir a poluição por plástico, bem como a importância de alternativas mais ecológicas; desperta a curiosidade dos alunos incentivando-os a investigação e a busca por respostas; estimula o pensamento científico, dentre outras.

Além disso, o estudo desse tema pode contribuir para o desenvolvimento de novos produtos e formulações mais eficientes e que não prejudiquem o meio ambiente. Por fim, a síntese de bioplástico de amido de batata inglesa com corante de beterraba é um tema multidisciplinar que envolve conceitos de química, biotecnologia e sustentabilidade, o que pode contribuir para uma formação mais ampla e integrada dos estudantes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem por objetivo discutir sobre a relevância dos bioplásticos na sustentabilidade ambiental e no ensino de química.

2.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral deste trabalho será alcançado mediante a efetivação dos seguintes objetivos específicos:

- Conhecer os impactos ambientais dos bioplásticos em comparação com os plásticos convencionais;
- Relatar os métodos de produção de bioplásticos a partir do amido da batata inglesa em laboratório;
- Discutir as propriedades que influenciam a síntese dos bioplásticos;
- Realizar a síntese do bioplástico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO BIOPLÁSTICO

Alguns estudos relataram que é possível obter bioplásticos a partir do fruto da palma do melocotão, da casca de papa, dos alimentos reciclados e da proteína da canola para o processamento de embalagens para alimentos. Os polímeros obtidos são renováveis, transparentes e resistentes ao calor, podem degradar novamente o dióxido de carbono e os açúcares pela ação das enzimas, convertendo as enzimas em uma alternativa sustentável para obter um produto que satisfaça as necessidades do mercado, com boa rentabilidade e não compromete as gerações futuras (VALERO-VALDIVIESO; ORTEGÓN; USCATEGUI, 2013; CECCHINI, 2017; RIERA; PALMA, 2018).

De acordo com Rimac León (2019), bioplásticos são materiais que se desenvolvem por meio da decomposição, seja aeróbica ou anaeróbica e ocorre graças à degradação de microrganismos como é o caso das bactérias e algas presentes no meio ambiente. São obtidos principalmente a partir de materiais orgânicos, sendo uma parcela significativa composta por biocompostáveis. Para ser bioplástico é preciso ter uma base biológica em sua composição ou se forem biodegradáveis. Os bioplásticos podem ser usados em diversas aplicações, incluindo embalagens, dispositivos médicos e muito mais.

A classificação dos materiais biodegradáveis se dá com base no seu processo de fabricação, sendo extraídos ou retirados diretamente da biomassa, como a celulose e o amido ou de proteínas como o colágeno e a queratina. Eles são divididos em materiais de base biológica e não biodegradáveis, materiais de base biológica e biodegradáveis e baseado em recursos de fusão e biodegradáveis (VARGAS-GARCÍA; PAZMIÑO-SÁNCHEZ; DÁVILA-RINCÓN, 2021). Alguns materiais são produzidos por microrganismos como as bactérias, é o caso dos polihidroxialcanoatos (PHA) e o poli-3-hidroxibutarato (P[3HB]). Pode ser produzido também pela síntese química utilizando monômeros biológicos de policaprolactonas (PCL) e ácido polilático (PLA). Já alguns bioplásticos podem ser parcialmente biológicos ou 100% biodegradáveis e compostáveis (RIMAC LEÓN, 2019).

O poli-3-hidroxibutirato P[3HB] foi o primeiro polihidroxialcanoato estudado, no qual, foi verificado em 1958 como reserva energética por Macre e Wilkinson. Na década de 1960, a descoberta de propriedades termoplásticas aumentou o interesse, levando a WR Grace Co. a comercializar P [3HB]. Na década de 1970, outros hidroxialcanoatos foram descobertos e a Imperial Chemical Industrie começou a produzir PHAs com o nome de Biopol®. No Brasil, as pesquisas começaram na década de 1990 utilizando processos fermentativos, que foram produzidos pela primeira vez em 1995, utilizando tecnologia desenvolvida em projetos piloto (TELLES; SARAN; UNÊDA-TREVISOLLI, 2011).

Os consumidores atualmente estão cada vez mais preocupados com questões ambientais, segurança alimentar, de qualidade e de preço dos alimentos, exigindo assim, desenvolvimento sustentável e esforços para desenvolver embalagens feitas de materiais sustentáveis e biodegradáveis. Os biopolímeros são materiais que absorvem enzimas e microrganismos, transformando-os em CO₂, H₂O, CH₄ e biomassa, sendo introduzidos no mercado para substituir materiais não biodegradáveis, mas seu uso permanece baixo devido às suas limitações (LUYT, MALIK, 2019; NOLASCO, 2023).

A *Solanum tuberosum L.* é um tubérculo conhecido como batata ou batata inglesa, sendo bastante promissora na indústria de polímeros de amido, visto que do total de batata produzida no setor alimentício, cerca de 35% são descartadas no processo de industrialização principalmente a casca e o resto da polpa. Estima-se que no Brasil, mais de 300 milhões de toneladas de tonéis de batata são retirados anualmente, contendo cerca de 25,60% do total de amido de batata, viabilizando o uso de tonéis de batata para produção de bioplástico (NEVES et al., 2013).

O amido é um polímero encontrado em tubérculos, cereais e raízes, sendo um material bastante eficiente e versátil para a produção de bioplásticos. Além disso, pode ser facilmente transformado em material termoplástico, proporcionando uma alternativa significativa para polímeros sintéticos em aplicações onde a biodegradabilidade é desejada. Amido é um polissacarídeo natural composto por amilose e amilopectina, ambos compostos por monômeros repetidos de D-glicose (NEVES et al., 2013). Os resíduos resultantes podem ser utilizados para a produção de filmes biodegradáveis por ser caracterizada pela presença de biopolímeros em sua composição, que podem agregar as propriedades dos bioplásticos (TORRES et al., 2020; NOLASCO, 2023).

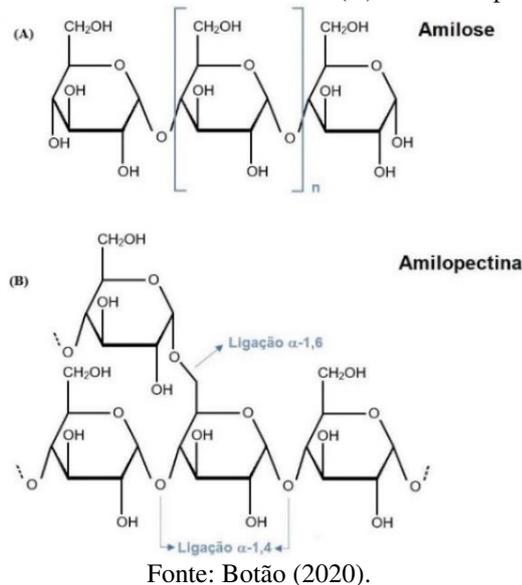
Diante disso, os bioplásticos são um importante bioproduto na economia da biomassa, feitos a partir de materiais renováveis e biodegradáveis com diversas propriedades e aplicações. Apesar dos bioplásticos perderem importância com a ascensão da indústria petroquímica na década de 1950, o seu ressurgimento foi acelerado pelos avanços na biotecnologia e na preservação ambiental (PAWELZIK et al., 2013; VARGAS-GARCÍA; PAZMIÑO-SÁNCHEZ; DÁVILA-RINCÓN, 2021). Mais pesquisas estão sendo conduzidas para reduzir os impactos ambientais, incluindo a exploração de alternativas à produção de bioplásticos com materiais como carboidratos, proteínas e lipídios, podendo ajudar na redução dos impactos ambientais e a promover embalagens sustentáveis (BENBETTAÏEB, DEBEAUFORT; KARBOWIAK, 2019; NOLASCO, 2023).

3.2 PROPRIEDADES DO AMIDO DA BATATA INGLESA

O amido é um vegetal polissacarídeo diversificado, que ocorre na natureza em forma de grânulos, com um aspecto semicristalino com graus de cristalinidade variando de 20 a 45%. Formado por cadeias ramificadas e lineares de moléculas glicose, amilopectina e amilose, é linear e contém algumas ramificações, com amilopectina é um polímero altamente ramificado,

formado por cadeias curtas de glicose unidas por ligações α -1,4 e α -1,6. Na Figura 1 a seguir é mostrado a fórmula estrutural da amilose e da amilopectina respectivamente (BEMILLER, 2019; BOTÃO, 2020; DONMEZ et al., 2021; PEREIRA et al., 2022).

Figura 1: Fórmula estrutural da amilose (A) e da amilopectina (B).



A amilose é um polímero linear composto por 500-5000 moléculas de D-glicose ligadas por ligações glicosídicas α -1,4, com algumas moléculas ramificadas por ligações α -1,6 em torno de 0,1 a 2,2% e apresentando um comportamento de um polímero linear. A amilopectina, composta por 4700-12800 moléculas de D-glicose ligadas por ligações glicosídicas α -1,4, é fortemente ramificada, com 4 a 6% de ligações α -1,6. As ligações α -1,4 e α -1,6 são ligações covalentes entre duas glicoses na configuração α , resultando em uma dissolução com um grupo acetal e uma porção aquosa de água. Por meio da tabela 1 é mostrado alguns constituintes secundários (impurezas) e suas porcentagens que podem variar de acordo com a sua fonte e região de cultivo (BOTÃO, 2020).

Tabela 1: Constituintes secundários do amido.

Constituinte secundário	Porcentagem
Lipídeos	< 1%
Proteínas	< 1%
Fósforo	< 0,1%
Minerais e sais inorgânicos reportados como cinzas	< 0,5%
Umidade	Aproximadamente 12%

Fonte: Adaptado de Eliasson (2004); Vamadevan e Bertoft (2015) *apud* Botão (2020).

A organização estrutural do grão de amido tem sido estudada desde a invenção da microscopia. A quantidade de cadeias de amilose no grão varia de 1 a 20, cada uma com polimerização média de 500 unidades de glicose. Existem três tipos de conformação amilosa: hélice, interrompida e deformável. A amilopectina possui 20 a 25 fitas curtas ligadas à fita principal por ligações α -1,6. As regiões entre os aglomerados de amilopectina, principalmente nas duas amorfas, são consideradas mais flexíveis, responsáveis pela elasticidade do sistema e pelo controle da entrada e retirada de água do grânulo de amido (BOTÃO, 2020).

Os grânulos de amido em solução aquosa sofrem alterações irreversíveis na sua estrutura quando atingem uma temperatura de gelatinização (60-70°C), fazendo com que essa temperatura quebre as ligações de hidrogênio do amido, permitindo a absorção de água e formando um gel elástico e opaco. Os fios de amido passam por um processo denominado retrogradação, que os obriga a formar um estado mais ordenado, preservando as moléculas de água. Quando colocados em solução aquosa, os fios de amido absorvem 10-20% de água através de suas regiões amorfas. Este processo pode ser revertido através da separação dos grãos, restaurando sua forma e estrutura originais (BOTÃO, 2020).

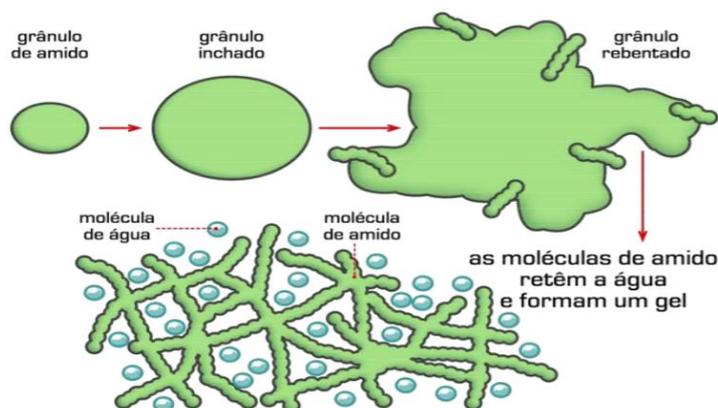
A amilose em amidos proporciona filmes mais fortes e flexíveis, enquanto a estrutura ramificada da amilopectina geralmente resulta em filmes com propriedades mecânicas inferiores, com baixa resistência ao estiramento. Esses filmes são menos flexíveis e quebradiços em comparação aos plásticos convencionais, o que pode ser resolvido pela adição de plastificantes sob condições específicas, com altas temperaturas, para criar um material plástico deformável (PEREIRA et al., 2022).

Outro fator importante são os pigmentos do material, que devem ser sensíveis às mudanças de pH, refletindo a mudança de cor. Algumas espécies na natureza fornecem indicadores naturais de pH, como hortaliças contendo betalaína e indicadores naturais de pH encontrados em plantas da ordem Centrospermae, em que tais plantas são N-heterocíclicas e são encontradas na betacianina e na betaxantina. As beterrabas vermelhas são a fonte mais comum de betalaínas na horticultura com aproximadamente 0,04% -0,21% de betacianinas e 0,02% -0,14% de betaxantinas (PEREIRA et al., 2022).

3.3 MÉTODOS DE SÍNTESE DE BIOPLÁSTICOS

Os plásticos biodegradáveis visam proteger e preservar o meio ambiente, ao mesmo tempo que fornecem uma alternativa à redução dos plásticos petroquímicos. Os filmes biodegradáveis consistem em três componentes: um agente para formação de filme, um solvente e um plastificante. O amido, material abundante, de baixo custo e facilmente degradável, oferece diversas possibilidades de alteração química e física, permitindo a produção de filmes de melhor qualidade (PEREIRA et al., 2022).

A gelatinização é um processo em que a energia do sistema é suficiente para superar as ligações de hidrogênio no grão de amido, causando perda de cristalinidade. As amorfas se dissolvem e os grãos inflam rapidamente, fazendo com que o sistema fique completamente solúvel e se transforme em gel como mostrado na Figura 2. A temperatura em que ocorre a gelatinização do amido de batata varia de acordo com sua origem vegetal (59-68°C), sendo que a temperatura mais baixa indica a temperatura em que o grão começa a intumescer e a temperatura mais alta indica a gelatinização completa dos grãos. Haja vista que a gelatinização do amido pode ser alcançada em baixas temperaturas através do tratamento com álcalis e outros reagentes que quebram as ligações de hidrogênio causando cristalinidade. Porém, através da refrigeração e do repouso, as moléculas de amilose no amido gelatinizado formam uma estrutura organizada devido às interações das ligações de hidrogênio, cristalizando a amilose e resultando na durabilidade do gel. Esse processo é conhecido como retrogradação, sendo que a batata e a mandioca apresentam menor teor de amilose, resultando em menor taxa de retrogradação (BRESSANIN, 2010).

Figura 2: Gelatinização do amido.

Fonte: Oliveira (2014).

A retrogradação ocorre devido à redução de volume, firmeza do gel e evaporação da água, fenômeno conhecido como sinérese, que forma filmes estáveis e flexíveis a partir do amido gelatinizado (MENDES, 2009).

Os grãos de amido geralmente são gelatinizados após serem aquecidos em meio aquoso. Devido à quebra das ligações de hidrogênio responsáveis pela cristalinidade do polímero, isso resulta na perda da ordem molecular e na fusão dos cristalitos de amido. Além disso, ainda é necessário adicionar um agente plastificante para reduzir o ponto de fusão e a transição vítrea (NEVES et al., 2013).

Os plastificantes são substâncias usadas principalmente para aumentar a flexibilidade de um polímero e para melhorar sua processabilidade. A estrutura organizada do grânulo do amido é destruída no processo de plastificação ou desestruturação do amido. O método de casting consiste em dissolver o amido em um solvente e depois colocá-lo sobre um suporte para que o solvente evapore. Isso resulta na formação de uma matriz contínua que dá origem aos filmes. Além disso, é necessário que o plastificante utilizado seja polar, hidrofílico, compatível com a base do filme polimérico e possuir alto ponto de ebulição para evitar evaporação (NEVES et al., 2013).

O amido granular não é um termoplástico verdadeiro, mas adquire essa característica por meio da deformação granular e da formação de fase contínua, juntamente com energia mecânica, térmica e plástica. Isso permite que o material flua e seja utilizado em equipamentos de injeção, extrusão e ensopar, além de plásticos sintéticos, tornando-o um amido termoplástico. A água é essencial para a preparação, pois destrói o grânulo, quebra as ligações de hidrogênio e atua como plastificante. No entanto, é necessário um plastificante adicional para tornar os

filmes mais flexíveis e facilitar o processamento. Os plásticos mais utilizados são ácidos e polímeros como a glicerina (BRESSANIN, 2010).

Os plasticizantes alteram as propriedades mecânicas de um polímero, como suas temperaturas de ebulição e fusão, neutralizando ou reduzindo as forças intermoleculares. No entanto, isso não altera a natureza química do polímero. A massa do plasticizante deve ser grande o suficiente para evitar a vaporização durante o processamento e ter baixa ou nenhuma toxicidade para garantir propriedades adequadas. O plasticizante também diminui a energia necessária para o movimento molecular, aumentando a flexibilidade e quando adicionadas ao polímero, as moléculas plastificantes entram na fase polimérica, alterando seu arranjo e aumentando a mobilidade entre as cadeias (BRESSANIN, 2010).

Os bioplásticos, como os filmes biodegradáveis, são criados pela formação de uma solução filmogênica composta por um agente filmogênico que geralmente são poliessacarídeos, lipídios e proteínas, um solvente e um plasticizante, que são utilizados em diversas combinações para proporcionar características distintas ao filme (NEVES et al., 2013).

Os filmes biodegradáveis feitos de amido podem apresentar alta permeabilidade, causando alto grau de fragilidade e rápida degradação, sendo que tal fragilidade pode ser mitigada pela adição de plastificantes como o glicerol, que reduz as forças intermoleculares e aumenta a mobilidade do polímero, resultando numa melhoria significativa na resistência e flexibilidade do filme. A produção do biofilme depende da sua solubilidade, que varia de acordo com o tipo e concentração de alumínio, aditivos e plastificante adicionado. A espessura dos filmes é um parâmetro que influencia suas propriedades e o controle da espessura é crucial para avaliar sua uniformidade, repetibilidade e comparações entre filmes. Devido ao uso do glicerol, os biofilmes criados pela técnica de casting deixam os filmes uniformes, com alta absorção de umidade e 100% solúveis em água. Tal abordagem para a produção de biofilmes é uma alternativa didática que usa materiais baratos e fáceis de obter nas escolas (ALTMANN; ATZ; ROSA, 2018; CREPALDI, 2018).

3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS BIOPLÁSTICOS

A proporção e a natureza química do plastificante influenciam suas propriedades físicas, térmicas e mecânicas, levando à diminuição das interações, ao aumento da mobilidade e flexibilidade e à redução da temperatura de transição. A amilose é degradada mais rapidamente

durante o tratamento ácido do que a amilopectina devido à ação ácida concentrada na região amorfa (NEVES et al., 2013).

Os filmes à base de amido apresentam inchaço variável dependendo do processo de síntese, dos aditivos, das técnicas de preparação e da concentração do solvente. O método utilizado influencia o inchaço do filme, sendo que as técnicas de tap casting causam dificuldades no controle do inchaço devido à concentração do solvente, ao tempo e à temperatura. A solubilidade é afetada pela quantidade e tipos de polímeros, aditivos e plastificantes utilizados na formulação. Os hidróxidos nos plastificantes aumentam a solubilidade devido à sua afinidade com a água. O teor de umidade da microestrutura do filme está associado ao volume total de moléculas de água presentes na estrutura do filme, sendo assim, de grande importância avaliar a hidratação do filme para sua aplicação (REIS, 2023).

As propriedades mecânicas do amido bioplástico são influenciadas pelo comportamento microestrutural da amilosectina e de regiões amilose, morfologia, propriedades térmicas, massa molar, relação amilose/amilose, parâmetros de processamento como temperatura, prensagem e composição, bem como o conteúdo de plastificante (NEVES et al., 2013).

Os filmes poliméricos devem garantir a integridade do material durante o manuseio e transporte, ser flexíveis e deformar-se sem rompimento. Eles devem ter propriedades mecânicas satisfatórias, incluindo resistência à tração, percentual de deformação e módulo de elasticidade. O módulo de Young é uma medida da rigidez do filme, calculada com base na relação entre tração e deformação. As propriedades mecânicas são influenciadas por fatores como formulação, processo de obtenção, estrutura esférica, cristalinidade, resistência, deformação e uso de plastificante na formação do filme. O plastificante promove a mobilidade das cadeias poliméricas e aumenta o percentual de deformação. No entanto, pode diminuir a resistência à tração, visto que a resistência do filme está ligada à percentagem de polímero presente na solução e para aumentar a resistência, pode-se utilizar aditivos e lipídios (REIS, 2023).

O ensaio de flexão é uma técnica utilizada para determinar a deformação e o ponto de rotação de um material por meio de sondagens. É utilizado no eixo longitudinal de um material, associado a esforços de tração, compressão e cisalhamento, para medir o esforço e a deformação de um polímero. Isso é ensaiado no mesmo estado que o ensaio de tração e os resultados são descritos em um diagrama de deformação de estresse. A biodegradabilidade é uma propriedade importante em condições especiais de compostagem ou plásticos compostáveis (RIMAC LEÓN, 2019).

A estrutura molecular dos polímeros proporciona um comportamento viscoso como o dos líquidos, seguido de um comportamento elástico como o Hookeano, conhecido como viscoelasticidade. Este fenômeno ocorre em plásticos e fibras. A maioria dos polímeros é composta por hidrocarbonetos, que são resistentes a ataques químicos e biológicos, garantindo durabilidade a longo prazo. Os polímeros produzidos com resíduos de amido de batata são mais vulneráveis devido à sua natureza orgânica. Este amido é tipicamente disperso em materiais poliméricos não biodegradáveis como o polietileno para facilitar o acesso ao polímero sintético (NEVES et al., 2013).

O processo de biodegradação ocorre pela degradação catalisada de microrganismos vivos no meio ambiente, que converte material plástico em substâncias mais simples, como dióxido de carbono e água. Os mecanismos pelos quais ocorre a biodegradação de polímeros se dá pela hidrólise bioquímica e pela oxidação bioquímica. Pode ocorrer em ambientes aeróbicos ou anaeróbicos, existem três fatores essenciais para a sua biodegradação, no qual, incluem a presença de microrganismos capazes de sintetizar enzimas específicas para fragmentação, as condições ambientais e a estrutura do polímero. A biodegradação ocorre primeiro pela fragmentação, que envolve a decomposição da macromolécula em cadeias menores por enzimas extracelulares e depois pela mineralização que envolve a movimentação de fragmentos oligoméricos para o interior das células do microrganismo, onde são bioassimilados e mineralizados. Este processo produz gases, água, sais, minerais e nova biomassa. Além disso, o ataque enzimático e a formação de produtos de decomposição são específicos do biopolímero, das enzimas utilizadas e do local de ataque (BRESSANIN, 2010).

Dentre as técnicas de análise que podem ser usadas nas caracterizações do bioplástico, temos a Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), usada para medir a variação de temperatura entre a amostra e uma referência, bem como eventos térmicos observados através de transições exotérmicas e endotérmicas; Microscopia Eletrônica de Varredura - (MEV), que é uma ferramenta importante no estudo das características através da visualização de grânulos de amido, das estruturas superficiais dos materiais e distribuição de tamanho; Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier - (FTIR), pode ajudar na identificação, determinação de grupos funcionais e em estudos de conformação e estrutura de macromoléculas; Difração de Raios-X, possibilita a investigação de estruturas poliméricas, sendo usualmente realizada em materiais hidratados, pois é um fator que interfere na análise, mantendo a ordem estrutural e aumenta a resolução da medida; Análise Térmica Dinâmico-Mecânica - (DMTA), refere-se a processos de relaxações de cadeias quando se submete a

amostra a uma tensão senoidal e cuja deformação resposta se apresenta fora de fase em relação à solicitação inicialmente empregada; Nos ensaios mecânicos é possível comparar o desempenho mecânico dos diferentes polímeros através da resistência à tensão, módulo de elasticidade e alongação (MENDES, 2009).

3.5 APLICAÇÕES E ASPECTOS AMBIENTAIS

A crescente utilização e produção de plásticos no mundo têm feito com que o volume global de resíduos plásticos seja de 8,3 bilhões de toneladas, em que cerca de 21% desse lixo têm disposição final. Os oceanos recebem anualmente cerca de 12 milhões de toneladas de resíduos plásticos, causando potencialmente a extinção de espécies marinhas. Além disso, 525 bilhões de garrafas plásticas são encontradas nos ambientes marinhos e de praia, representando uma ameaça aos ecossistemas existentes, no qual, consomem o resto dos produtos plásticos produzidos pelo ser humano, dentre estas, cerca de 150 espécies de vertebrados e invertebrados marinhos. Por ano, cerca de 700 espécies marinhas são afetadas por resíduos plásticos que os põe em risco de extinção. Diante disso, a reciclagem surgiu como uma forma de evitar o desmatamento, as altas taxas de consumo de plástico e o descarte inadequado dos mesmos. Devido à alta demanda, tais projetos são complexos e não rentáveis (RIMAC LEÓN, 2019). Isso pode ser evitado através novos estudos podem ajudar a evitar que tais problemas, por meio de pesquisas científicas na produção de plásticos mais economicamente fáceis de produzir e despejados no meio ambiente sem afetá-lo negativamente.

A modernização dos processos tem como objetivo satisfazer as necessidades humanas, muitas vezes centrando-se em produtos de curta duração e ecológicos, como é o caso da produção de plástico que tem aumentado ao longo do tempo gerando grande quantidade de resíduos. Apesar dos plásticos sintéticos ou semissintéticos do petróleo serem os mais utilizados, os plásticos podem também ser derivados biologicamente, sendo uma alternativa substituta dos produzidos de forma convencional, no qual, são obtidos pela polimerização de moléculas de monômeros (BROOKS; WANG; JAMBECK, 2018; RIERA; PALMA, 2018).

Países como a China, usam resíduos plásticos exportados como material de reciclagem, no qual, implementou uma proibição de importação de alguns tipos de resíduos plásticos, como o polietileno, poliestireno, vinilo policloruro etc. A sociedade atual está exigindo medidas de consumo responsáveis que mudem a filosofia de vida de utilização e descarte de plásticos, bem

como concebem novos produtos que satisfaçam as necessidades dos utilizadores reduzindo o impacto ambiental (RIERA; PALMA, 2018).

Os bioplásticos oferecem inúmeros benefícios ambientais e socioeconómicos, incluindo a redução das emissões de gases com efeito de estufa, oferecendo melhores opções de eliminação de resíduos sólidos, reduzindo a dependência do petróleo e proporcionando maior geração de empregos em comparação com outras atividades de produção (AMORIM, 2019).

Dentre as possíveis aplicações dos filmes à base de amido em geral (biofilmes) pode-se ressaltar o seu emprego na confecção de itens descartáveis como sacos de lixo, vasos para plantas, cobertura temporária de frutas, indústria de cosméticos, papel e têxtil e em fármacos (ALTMANN; ATZ; ROSA, 2018).

Os dados do mercado global de bioplásticos mostram um forte crescimento na capacidade de produção e no tamanho do mercado em termos de valor do produto. Espera-se que o mercado entre em uma fase de aceleração impulsionada pela produção de materiais duráveis para adesivos rígidos, assim como deve ser distribuído pelos continentes globais, com a Ásia e a América do Sul experimentando a maior expansão das atividades de produção de bioplásticos devido às vantagens comparativas. Espera-se que o Brasil seja o maior player no mercado sul-americano de bioplásticos devido à sua vasta disponibilidade de terras e ao investimento de grandes empresas produtoras de bioplásticos. Isso serve de indicação para futuras pesquisas sobre atividades de produção de bioplásticos no Brasil (AMORIM, 2019).

Os dados europeus sobre bioplásticos preveem um aumento global na produção de bioplásticos de 2,22 milhões de toneladas em 2022 para 6,30 milhões de toneladas em 2027. O desenvolvimento global de bioplásticos está centralizado na Ásia, com a Índia tendo 41% da capacidade de produção. No Brasil, a Braskem e a Earth Renewable Technologies (ERT) são as principais indústrias que investem na produção de bioplásticos. A Braskem produz “plástico verde” a partir do caldo da cana, que posteriormente é decomposto em etileno. ERT compra ácido láctico de fornecedor na Tailândia e transforma em bioplástico em Curitiba (ARBEX, 2022; REIS, 2023).

3.6 EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

A experimentação no ensino de ciências pode ser uma estratégia bastante eficaz para criar problemas reais que possam trazer uma contextualização e questionamento da pesquisa, em que, o conteúdo deve ser uma resposta a perguntas feitas pelos educadores durante a interação com o contexto criado. Entretanto, esse método não deve ser usado em experimentos simples, no qual, os alunos recebem uma rotina para seguir e atingir os resultados esperados, visto que a ciência não é um campo teórico, mas sim um corpo teórico que orienta a observação, exigindo que os alunos a sigam. Logo, “A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.” (Guimarães, 2009, p. 198).

Para Silveira e Casconcelos (2023) o processo de ensinar significativamente, representa a pretensão do educador de avaliar o que o aluno já sabe e ensinar de acordo com esses conhecimentos. A experimentação, considerando o conhecimento prévio dos assuntos, fortalece a relação entre teoria e prática. Para isso, é de suma importância que o professor e o aluno construam respostas por meio de perguntas problematizadas, visando dinamismo, crítica e diálogo. Sendo um mediador do conhecimento, o professor tem se dedicado a adaptar-se a um novo modelo que substitua o modelo tradicional de ensino, que enfatiza o máximo de conteúdo em sala de aula, mas ainda exige o desenvolvimento de atividades alinhadas a essa abordagem (Da SILVA; FERRI, 2020; LEÃO; SANTOS; SOUZA, 2020).

Segundo Gaudêncio et al. (2023), a Química envolve conceitos abstratos, fazendo com que ao aluno necessite transladar entre os modos macroscópico (tangível), submicroscópico (invisível) e simbólico (matemático). Além disso, Johnstone (1982 *apud* Gaudêncio et al. 2023) acredita que não há hierarquia implícita nesse modelo, mas também pode ser uma ferramenta útil para estimar o armazenamento e processamento das informações, visto que a falta de compreensão dos conhecimentos químicos está relacionada com as sobrecargas na memória de trabalho do aluno.

Segundo Borges et al. (2014), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma educação centrada no aluno, focada na resolução de problemas. Pode ser dividida em módulos temáticos, consistindo em várias sessões e integrando várias disciplinas e conhecimentos básicos e aprofundados. Além disso, os alunos aprendem revisitando conhecimentos anteriores, discutindo, examinando, adquirindo e integrando novos conhecimentos. Isso faz com que a ABP promova o desenvolvimento de habilidades técnicas, cognitivas, de comunicação e

atitudinais, respeito à autonomia do aluno, trabalho em pequenos grupos e educação permanente.

Uma atividade experimental problematizada permite que os alunos questionem resultados previamente conhecidos sem compreender eficientemente suas ações, levando a uma maior curiosidade epistemológica. Tal abordagem pode promover o desenvolvimento cognitivo e o encorajamento dos alunos para formarem seu próprio entendimento por meio de novos questionamentos. Para isso, o professor precisa também atuar como um questionador, fazendo perguntas e propondo desafios aos alunos, auxiliando-os a explorar, desenvolver e modificar seus conceitos. Isso faz com que os alunos promovam autonomia e protagonismo, permitindo que os mesmos tomem suas próprias decisões de aprendizagem. Além disso, o papel do professor não se limita apenas a fornecer respostas e certezas, mas também envolve problematizar observações, leituras e reconhecer a importância de outros conhecimentos e na interpretação de resultados experimentais (DA SILVA; DE MOURA; DEL PINO, 2015).

4 METODOLOGIA

O método utilizado para esta pesquisa foi de caráter qualitativo e exploratório, com base na pesquisa de campo, no qual, tem aplicação direta na elaboração de instrumentos de pesquisas que se adequam à realidade (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995). De acordo com Martins (2004), a pesquisa qualitativa é um método que analisa microprocessos por meio de ações sociais individuais e de grupo, envolvendo um exame intensivo de dados e heterodoxia. Ela enfatiza a necessidade de intuição e imaginação no trabalho artesanal para análise e liberdade intelectual.

Toda a pesquisa foi feita no laboratório de química experimental do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) no Campus Sousa. Além disso, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de experimentos que integrasse os conceitos de química orgânica e sustentável através da síntese do bioplástico a partir do amido da batata inglesa usando o corante natural da beterraba. Os resultados obtidos nos experimentos podem ser discutidos em grupo, permitindo uma análise crítica dos dados e a identificação de possíveis problemas ou riscos associados aos produtos analisados.

4.1 MATERIAIS E REAGENTES

Os materiais e reagentes utilizados nos procedimentos para o preparo do cortante de beterraba e do bioplástico do amido da batata inglesa estão expostos no quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Materiais e reagentes usados nos experimentos.

Materiais	Reagentes
Copo Medidor	632 g de Batatas
Béquer de 1 litro	193,2 g de beterraba
1 Colher de sopa	Ácido Acético 200 mL (Vinagre de álcool)
1 Colher de plástico	Glicerol 100 mL
Conta gotas	Água
Liquidificador	
Peneira	
Faca	
Tábua	
Bandeja de inox	
Balança	
Tripé e tela de amianto e bico de gás	
Pinça metálica	
Frigideira ou panela	

4.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.2.1 Corante de Beterraba

Na figura 3 é apresentado todo o procedimento relacionado a obtenção do corante de beterraba.

Figura 3: Obtenção do corante de beterraba.

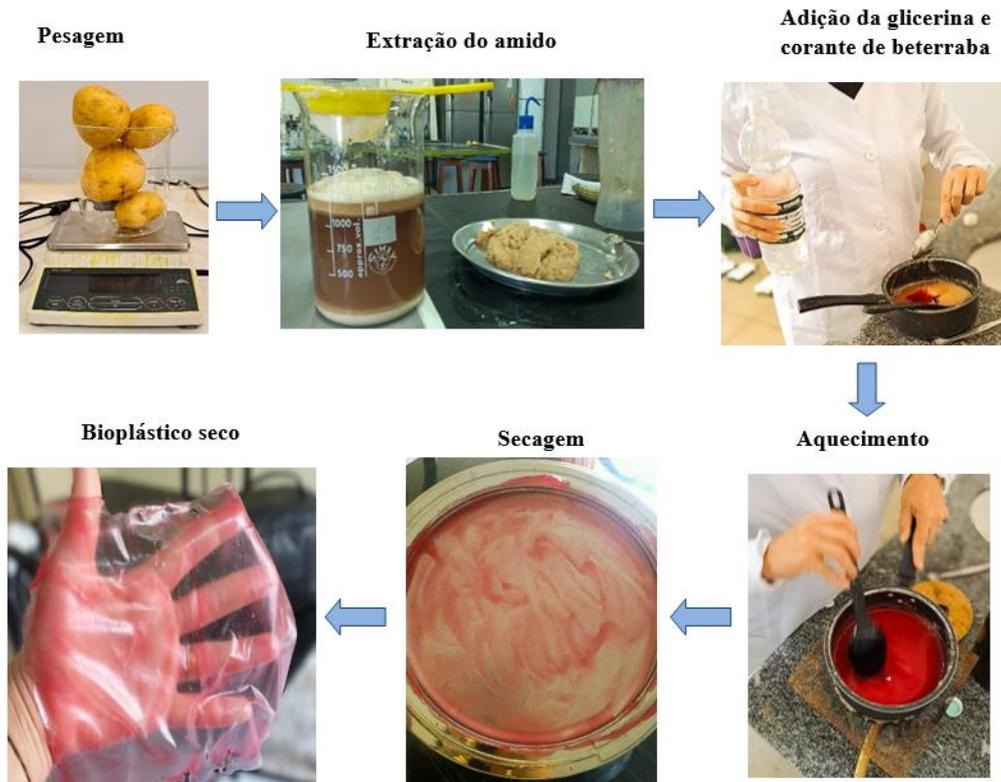


- 1) Inicialmente foi feita a preparação da beterraba, no qual, foram lavadas inicialmente para remover qualquer sujeira. Em seguida, foram descascadas e cortadas em cubos pequenos para facilitar a extração do suco;
- 2) Na extração do suco, foram colocados os pedaços de beterraba no liquidificador e adicionadas pequenas quantidades de água para ajudar na mistura, utilizando-se de uma peneira fina e espremendo-a bem para extrair o suco;
- 3) Na peneiração, colocou-se o suco de beterraba por meio de uma peneira fina para remover os pedaços sólidos e obteve-se um líquido homogêneo e vermelho.
- 4) Para a concentração do corante, colocou-se o suco coado em uma panela e aqueceu-o em fogo baixo, deixando ferver por alguns minutos até que o líquido se reduzisse um pouco e o corante ficasse mais concentrado. Logo após, o líquido foi esfriado e transferido o corante para um frasco limpo e seco para armazenamento.

4.2.2 Bioplástico do amido da batata inglesa

Por meio da Figura 4 é possível observar o passo a passo para se chegar no bioplástico desejável.

Figura 4: Procedimento de construção do bioplástico.



Passo 1:

Na preparação das batatas, pesou-se as mesmas que foram utilizadas para o experimento e anotou-se o peso. Sem retirar a casca, cortou-se as batatas em pedaços pequenos e foram colocadas no liquidificador. Adicionou-se 1 litro de água ao liquidificador e foi processada a mistura até ficar homogênea. Com o auxílio de um bico, foi coada a mistura utilizando uma peneira para separar os sólidos do líquido e transferiu-se o líquido coado para um bico de 1 litro. Deixou-se a mistura descansar por cerca de 20 minutos. Durante esse tempo, uma massa branca se formou no fundo do recipiente, indicando a presença do amido proveniente das batatas.

Passo 2:

Para a medida do amido, colocou-se o mesmo extraído no vidro de relógio e pesou na balança, anotando o valor obtido. Em seguida, transferiu-se todo o amido para uma frigideira (ou bico se disponível). Foram acrescentadas quatro colheres de sopa de glicerina e quatro colheres de vinagre ao amido. Para colorir o plástico, foram adicionadas cerca de cinco gotas de corante da cor de sua preferência, que neste caso utilizou-se o da beterraba. Adicionou-se 200 mL de água à temperatura ambiente à mistura na frigideira ou bico. Levou-se a mistura

ao calor, tomando cuidado para evitar exposição prolongada ao fogo, a fim de prevenir queimaduras e garantir a segurança do processo.

Passo 3:

Cozinhou-se a mistura em fogo baixo, mexendo constantemente na frigideira ou no béquer, até que atingisse uma consistência pastosa. É importante não aquecer por muito tempo para evitar que a mistura se torne excessivamente rígida. Depois foi transferida a mistura pastosa para uma vasilha de inox, espalhando-a de maneira uniforme para permitir uma secagem adequada. Em seguida, colocou-se a mistura no recipiente de inox, em temperatura ambiente para que possa obter a secagem completa, até formar o polímero do bioplástico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do método descrito é possível produzir bioplásticos com diferentes características usando amido de batata com o corante de beterraba. A quantidade de glicerina é de fundamental importância para a obtenção dos bioplásticos, visto que quanto maior a quantidade de glicerina na mistura dispersante, melhor a homogeneidade fazendo com que se forme um melhor produto da reação. Outro fator importante também é a potência do forno visto que é por meio dele que é fornecida a energia necessária para o processo de polimerização, necessitando de uma quantidade de energia adequada para que isso aconteça. Porém, um tempo maior de mistura pode danificar a estrutura do material deixando-o mais rígido.

O vinagre de álcool age como agente de quebra de tensão superficial da solução, fazendo com que o processo tivesse menores índices de formação de bolhas no produto. Já o corante de beterraba ajudou na visualização do produto formado. Por fim, o bioplástico apresentou aspecto físico excelente, mostrando-se flexível, resistente e homogêneo.

O amido é um polissacarídeo que apresenta amilopectina e amilose, com boas características filmogênicas. O uso de plastificantes pode melhorar as propriedades de moléculas poliméricas como as que são formadas pelos filmes de amido que são normalmente quebradiços e solúveis em água. A glicerina é um excelente plastificante adicionado no presente experimento, pois tem a propriedade de se incorporar a um material com a finalidade de melhorar sua flexibilidade e funcionalidades, reduzindo a tensão de deformação, dureza, viscosidade e resistência a fraturas.

Na literatura mostra que é possível produzir plásticos biodegradáveis industrialmente a partir do amido da batata de forma sustentável, substituindo o plástico convencional. Foi observado no presente estudo que os bioplásticos que utilizaram maior quantidade de glicerina, apresentavam mais consistência, indicando que a degradação dos grânulos de amido é muito importante para o processo de formação do filme. Além disso, a quantidade de plastificante utilizada deve ser sempre menor que a do ácido para quebrar efetivamente as ligações de hidrogênio na molécula do grânulo e formar um polímero uniforme.

Vale destacar que a concentração ideal para a produção do biofilme para a obtenção de certas propriedades, vai depender muito da escolha do dispersante utilizado, da aplicação e do uso.

Os resultados obtidos na pesquisa demonstram que há possibilidades de maior investimento na pesquisa com outros produtos com características semelhantes, mas existe também a necessidade de mais testes para uma melhor caracterização do bioplástico estudado.

A abordagem utilizada no presente trabalho relacionado a temas sustentáveis na educação básica é fundamental para promover a conscientização ambiental entre os alunos. A síntese de bioplástico descrita proporciona uma oportunidade única para explorar conceitos de química, biotecnologia e sustentabilidade de maneira prática e envolvente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados na pesquisa comparado com os da literatura, mostram que é de grande importância estudar as características intrínsecas das matérias primas utilizadas para a adequação de novas formulações de novos materiais tendo em vista as crescentes exigências do mercado, tanto econômico quanto ambiental.

Estudar sobre materiais biodegradáveis em sala de aula pode incentivar os estudantes a terem uma consciência sustentável, estimulando o interesse dos mesmos pelo ensino de química e no desenvolvimento de ideias que podem melhorar o planeta com a substituição de materiais poluentes por materiais ecologicamente corretos.

A síntese do bioplástico foi bem-sucedida, no qual, obteve-se um material resistente e dentro dos padrões para ser utilizado como substituo de um plástico convencional e que podem influenciar positivamente no meio ambiente.

O uso do plastificante pode melhorar as propriedades dos mesmos, ou seja, o uso da glicerina melhorou sua flexibilidade e funcionalidades. Além disso, o uso do vinagre de álcool serviu como agente de quebra de tensão superficial da solução, fazendo com que o processo tivesse menores índices de formação de bolhas no produto. Já o corante de beterraba ajudou na visualização do produto formado.

O bioplástico produzido apresentou um estado aspecto físico liso de boa qualidade, com ótima resistência, rigidez e dureza.

O presente estudo também mostrou que o uso de materiais encontrados no nosso dia a dia pode ser utilizado para produzir bioplásticos de forma fácil e que podem ser despejados no meio ambiente sem causar poluição. É possível fazer filmes biodegradáveis em sala de aula ou em casa, com os mais diversos tipos de matérias primas, até mesmo com restos de comida que podem ser reaproveitados.

Estudar como é feito e qual a importância econômico-ambiental que tais experimentos podem trazer a sociedade aumenta a consciência ecológica e a procura por novas soluções sustentáveis para a população e os animais que não vão ser prejudicados com o uso do plástico. A sala de aula é a porta de entrada para novas ideias e ativar essa consciência desde cedo por meio de aulas experimentais, nos fortalece como seres que se preocupam com um futuro mais sustentável.

Dentre as limitações do presente trabalho destacam-se a falta de infraestrutura, materiais e de equipamentos qualificados para a obtenção de uma amostragem melhor que pudesse ser caracterizada usando outros parâmetros como realizar testes de solubilidade, teor de umidade, termogravimetria, ensaios mecânicos etc.

Para futuros estudos, novos testes poderão ser realizados a fim de caracterizar melhor tal bioplástico. Sendo assim, os mesmos podem ser testados quanto à estrutura química, espessura, biodegradabilidade, propriedades mecânicas e solubilidade. Além disso, poderia ser feito um plano de estudo voltado para sala de aula para o entendimento das propriedades desses materiais e discutir sua importância para a sociedade e o meio ambiente. Outra ideia é promover um tipo de bioplástico que pode ser facilmente produzido em casa e moldado na forma que precisar, como por exemplo sacolas, onde tal bioplástico pode ser feito com restos de materiais orgânicos como cascas de beterraba, batata, cenoura etc.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Victor Miranda de; AZEVEDO, Alexandre Reis de; SANTOS, Suzana Arleno Souza. **Síntese e caracterizações preliminares de bioplásticos feitos a partir de polímeros naturais**. In: Anais do Simpósio de Engenharia de Produção (SIMEP). Anais do Simpósio de Engenharia de Produção, Joinville (SC) UDESC/UNIVILLE, 2017. p. 3321-3332. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/5simep/43187-SINTESE-E-CARACTERIZACOES-PRELIMINARES-DE-BIOPLASTICOS-FEITOS-A-PARTIR-DE-POLIMEROS-NATURAIS>. Acesso em: 23 jun. 2024.

ALTMANN, Ingrid; ATZ, Nara R.; ROSA, Simone ML. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 53-58, 2018.

AMORIM, Daniel Penido de Lima. Bioplásticos: benefícios sustentáveis e ascensão da produção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade, Minas Gerais**, v. 9, n. 1, p. 85-99, 2019.

ARBEX, P. O plástico biodegradável que atraiu a XP. **Brasil Journal**, 2022. Disponível em: <https://braziljournal.com/o-plastico-biodegradavel-que-atraiu-a-xp/>. Acesso em: 23 jun. 2024.

BARBATO, Andrey Gustavo; PAMPLONA, João Batista. Os desafios para a difusão dos bioplásticos no Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 365-390, 2022.

BEMILLER, J. N. Starches: molecular and granular structures and properties. **Carbohydrate chemistry for food scientists**, v. 3, p. 159-189, 2019.

BENBETTAÏEB, Nasreddine; DEBEAUFORT, Frédéric; KARBOWIAK, Thomas. Bioactive edible films for food applications: Mechanisms of antimicrobial and antioxidant activity. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 21, p. 3431-3455, 2019.

BORGES, Marcos de Carvalho et al. Aprendizado baseado em problemas. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 47, n. 3, p. 301-307, 2014.

BOTÃO, Monize de Almeida. **Estudo físico-químico da interação entre o copolímero tribloco Plurônico F127 e amido de milho em solução aquosa**. 2020. 84 f. Dissertação (Biofísica Molecular) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2020.

BRESSANIN, Helton Rodrigo Citá. **Bioplásticos a partir de amido**. 2010. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) - Fundação Educacional do Município de Assis, São Paulo, 2010.

BROOKS, Amy L.; WANG, Shunli; JAMBECK, Jenna R. The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade. **Science advances**, v. 4, n. 6, p. eaat0131, 2018.

CAJADO, Luiz Felipe B. et al. **Produção de biofilmes poliméricos a partir de amido de milho industrial com aplicação de quitosana**. 2016. 16 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina, São Paulo, 2016.

CECCHINI, Cecilia. Bioplastics made from upcycled food waste. Prospects for their use in the field of design. **The Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S1596-S1610, 2017.

CREPALDI, Ingrid. **Produção e caracterização de filmes plásticos a base de amido de milho e álcool polivinílico, com diferentes plastificantes**. 2018. 8 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2018.

DA SILVA, André Luís Silva; DE MOURA, Paulo Rogério Garcez; DEL PINO, José Cláudio. Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 51-65, 2015.

DA SILVA, Carlos César; FERRI, Kathynne Carvalho Freitas. Uma sequência didática para o ensino de eletroquímica em cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27641-27655, 2020.

DEMO, Pedro. Educação científica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 36, n. 1, p. 15-25, 2010.

DONMEZ, Dila et al. Characterization of starch–water interactions and their effects on two key functional properties: Starch gelatinization and retrogradation. **Current Opinion in Food Science**, v. 39, p. 103-109, 2021.

GAUDÊNCIO, Jéssica S. et al. Teorias de aprendizagem no ensino de Química: uma revisão de literatura a partir de artigos da revista Química Nova na Escola (QNEsc). **Química Nova na Escola**, v. 45, n. 2, 2023.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GUIMARÃES, Gabriel Borges; DE ALMEIDA, Victor Miranda; DE AZEVEDO, Alexandre Reis. Síntese e caracterização de bioplásticos a partir de proteínas naturais. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 1, p. 174-189, 2021.

LEÃO, Dayana Fernandes; SANTOS, Thyego Mychell Moreira; SOUZA, Rita Rodrigues de. O olhar do aluno sobre o contexto do estudo da química e a possibilidade de transformação. *Revista de Educação Pública*, v. 29, 2020.

LUYT, Adriaan S.; MALIK, Sarah S. Can biodegradable plastics solve plastic solid waste accumulation?. In: **Plastics to energy**. William Andrew Publishing, 2019. p. 403-423.

MARTINS, Heloisa Helena T. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v. 30, n. 02, p. 289-300, 2004.

MENDES, Fernanda Miranda. **Produção e caracterização de bioplásticos a partir de amido de batata**. 2009. 198 f. Tese (Química) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

NEVES, Jaqueline Morais et al. **Produção de bioplástico a partir da casca da batata (solanum tuberosum): o desenvolvimento de um protótipo interdisciplinar**. In: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado: Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/116912_1.pdf. Acesso em: 29 jul. 2024.

NOLASCO, Marcos Vinicius Flores Miranda. **Desenvolvimento e avaliação de filmes a partir de resíduo integral de cascas de batata (*Solanum tuberosum* L.): Development and evaluation of films from whole potato peel residue (*Solanum tuberosum* L.)**. 2023. 100 f. Tese (Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

OLIVEIRA, J.C.T. **Obtenção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis pelo Método de Casting utilizando diferentes fontes de amido e glicerol como elemento plastificante**. 2014. 14 f. Trabalho de Conclusão de Projeto (Ciências Exatas e da Terra) - Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2014.

PAWELZIK, Paul et al. Critical aspects in the life cycle assessment (LCA) of bio-based materials—Reviewing methodologies and deriving recommendations. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 73, p. 211-228, 2013.

PEREIRA, Claudia Leal et al. **Filme inteligente biodegradável à base de amido de batata inglesa (*solanum tuberosum*) com extrato de betalainas**. 2022. 11 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina, São Paulo, 2022.

PEREIRA, Jéssica Mayara da Silva; PLENS, Ana Carolina de Oliveira. Produção de bioplástico a partir do amido da batata. In: **11º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP**. 2020. Disponível em: <https://ocs.ifsp.edu.br/index.php/conict/xiconict/paper/viewFile/7187/1722>. Acesso em: 29 jul. 2024.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 71-84, 2007.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de saúde pública**, v. 29, p. 318-325, 1995.

REIS, Larissa Rocha. **Síntese e Caracterização de Filmes Biodegradáveis de Amido de Milho pela Adição de Glicerol e/ou Sorbitol**. 2023. 70f. Dissertação (Engenharia de Materiais) - Instituto Federal da Bahia, Salvador, 2023.

REIS, Larissa Rocha. **Síntese e Caracterização de Filmes Biodegradáveis de Amido de Milho pela Adição de Glicerol e/ou Sorbitol**. 2023. 70 f. Dissertação (Engenharia de Materiais) - Instituto Federal da Bahia, Salvador, 2023.

RIERA, María Antonieta; PALMA, Ricardo R. Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. **Avances en Química**, v. 13, n. 3, p. 69-78, 2018.

RIMAC LEÓN, Ana Cecilia. **Bioplásticos**. 2019. 19 f. Monografía (Engenharia Ambiental) - Universidad Científica del Sur, Lima, 2019.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 03, p. 681-694, 2009.

SILVEIRA, Felipe Alves; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Uma revisão sistemática da literatura da interrelação entre experimentação e aprendizagem significativa no ensino da química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 484-507, 2023.

TELLES, Mariana Robiati; SARAN, Luciana Maria; UNÊDA-TREVISOLLI, Sandra Helena. Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir da cana-de-açúcar. **Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 1, 2011.

TORRES, M. D. et al. Biorefinery concept for discarded potatoes: Recovery of starch and bioactive compounds. **Journal of Food Engineering**, v. 275, p. 109886, 2020.

VALERO-VALDIVIESO, Manuel Fernando; ORTEGÓN, Yamileth; USCATEGUI, Yomaira. Biopolímeros: avances y perspectivas. **Dyna**, v. 80, n. 181, p. 171-180, 2013.

VARGAS-GARCÍA, Yadira; PAZMIÑO-SÁNCHEZ, Joffre; DÁVILA-RINCÓN, Javier. Potencial de Biomasa en América del Sur para la producción de Bioplásticos. Una Revisión. **Revista Politécnica**, v. 48, n. 2, p. 7-20, 2021.

ANEXO

PLANO DE AULA: QUÍMICA EXPERIMENTAL

SÍNTESE DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DO AMIDO DA BATATA INGLESA

Aluno: _____ **Matrícula:** _____

Professor: _____ **Data** ___/___/___

1 INTRODUÇÃO

O volume global de resíduos plásticos é de 8,3 mil milhões de toneladas, com 21% a acabar em aterros sanitários. Além disso, 525 mil milhões de sacos de plástico são encontrados em ambientes marinhos e de praia, representando uma ameaça aos ecossistemas existentes. A reciclagem surgiu como solução para evitar o desmatamento, os altos custos de consumo do plástico e o descarte inadequado. Novas pesquisas podem ajudar a evitar esses problemas, concentrando-se na produção de plástico economicamente viável e na redução de resíduos no meio ambiente sem impactá-lo negativamente (RIMAC LEÓN, 2019).

Os bioplásticos mostram-se cada vez mais como uma excelente alternativa eficaz para reduzir o impacto ambiental causado pelos resíduos plásticos sintéticos atualmente. Os mesmos podem gerar resíduos de curta duração e facilmente degradáveis em apenas alguns meses e possuem propriedades semelhantes aos plásticos convencionais, oferecendo uma infinidade de aplicações em diversos campos (BRESSANIN, 2010).

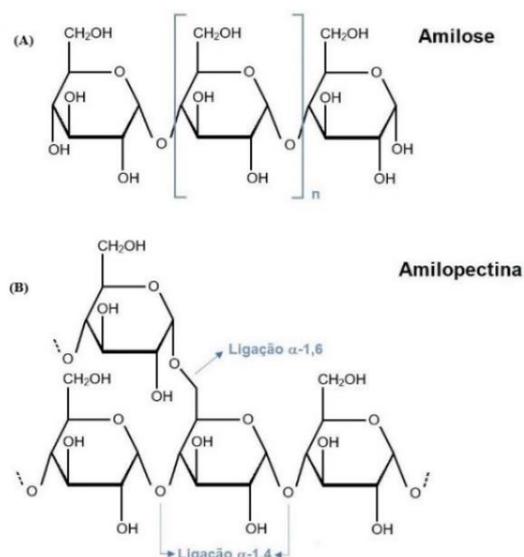
Rimac León (2019) descreve os bioplásticos como materiais que se desenvolvem por meio da decomposição em meios aeróbicos ou anaeróbicos, em relação à manipulação de microrganismos, como bactérias e algas, em materiais orgânicos, com uma parcela significativa composta por biocompostáveis. Para ser bioplástico, é necessária uma base biológica e biodegradável.

Os materiais biodegradáveis são classificados de acordo com seu processo de fabricação, sejam extraídos ou retirados diretamente da biomassa, como celulose e amido ou proteínas como colágeno e queratina (RIMAC LEÓN, 2019).

A *Solanum tuberosum L.* é um tubérculo conhecido como batata ou batata inglesa, sendo bastante promissora na indústria de polímeros de amido, visto que do total de batata produzida no setor alimentício, cerca de 35% são descartadas no processo de industrialização principalmente a casca e o resto da polpa. Estima-se que no Brasil, mais de 300 milhões de toneladas de tonéis de batata são retirados anualmente, contendo cerca de 25,60% do total de amido de batata, viabilizando o uso de tonéis de batata para produção de bioplástico (NEVES et al., 2013).

O amido é um polímero encontrado em tubérculos, cereais e raízes, sendo um material bastante eficiente e versátil para a produção de bioplásticos. Além disso, pode ser facilmente transformado em material termoplástico, proporcionando uma alternativa significativa para polímeros sintéticos em aplicações onde a biodegradabilidade é desejada. Amido é um polissacarídeo natural composto por amilose e amilopectina, ambos compostos por monômeros repetidos de D-glicose (NEVES et al., 2013). Além disso, ocorre na natureza em forma de grânulos, com um aspecto semicristalino com graus de cristalinidade variando de 20 a 45%. Formado por cadeias ramificadas e lineares de glicose moléculas, amilopectina e amilose, é linear e contém algumas ramificações, com amilopectina é um polímero altamente ramificado, formado por cadeias curtas de glicose unidas por ligações α -1,4 e α -1,6. Na Figura 1 a seguir é mostrado a fórmula estrutural da amilose e da amilopectina respectivamente (PEREIRA et al., 2022).

Figura 1: Fórmula estrutural da amilose (A) e da amilopectina (B).



Fonte: Botão (2020).

Os filmes biodegradáveis consistem em três componentes: um agente para formação de filme, um solvente e um plastificante. O amido, material abundante, de baixo custo e facilmente degradável, oferece diversas possibilidades de alteração química e física, permitindo a produção de filmes de melhor qualidade (PEREIRA et al., 2022).

A Química é frequentemente vista como uma disciplina difícil e complexa pela maioria dos alunos do ensino primário, pois o conteúdo no ensino de química é baseado em métodos mecânicos de definições, regras, fórmulas, no qual, limita os alunos na aprendizagem lúdica e experimental que reforça a curiosidade. Um grande desafio nas escolas é construir um vínculo entre o conteúdo e o mundo cotidiano, beneficiando o aluno com a importância da ciência para o avanço científico e tecnológico, mas também possibilitando a abertura de um leque de conteúdos que os instiguem no aprendizado (BRESSANIN, 2010).

Por isso, a experimentação é crucial para melhorar a educação no ensino de química, que muitas vezes falta nas escolas. A falta de infraestrutura como laboratórios, equipamentos e manutenção pode dificultar a implementação das aulas práticas. Nesse contexto, as escolas poderiam adotar experimentos com materiais de uso cotidiano, próximos aos alunos, de fácil obtenção e de baixo custo. O desenvolvimento de conceitos de química por meio da implementação de aulas práticas frequentes contribuiria para aumentar a participação dos alunos, tornando a aprendizagem mais significativa (BRESSANIN, 2010).

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo realizar um experimento para fazer bioplásticos a partir do amido da batata inglesa, bem como entender as propriedades que influenciam a síntese dos mesmos.

3 METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS E REAGENTES

Os materiais e reagentes utilizados nos dois procedimentos estão expostos a seguir:

Materiais	Reagentes
Copo Medidor	632 g de Batatas

Béquer de 1 litro	193,2 g de beterraba
1 Colher de sopa	Ácido Acético 200 mL
1 Colher de plástico	Glicerol 100 mL
Conta gotas	Água
Liquidificador	
Peneira	
Faca	
Tábua	
Bandeja de inox	
Balança	
Tripé e tela de amianto e bico de gás	
Pinça metálica	
Frigideira ou panela	

3.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

3.2.1 Corante de Beterraba

A seguir é apresentado todo o procedimento relacionado a obtenção do corante de beterraba.

Inicialmente faz-se a preparação da beterraba, lavando-as inicialmente para remover quaisquer sujidades. Em seguida, é necessário descascá-las e cortá-las em cubos pequenos para facilitar a extração do suco.

Figura 1: Pesagem da beterraba.



Para a extração do suco, coloca-se os pedaços de beterraba no liquidificador e adiciona-se pequenas quantidades de água para ajudar na mistura, utilizando-se de uma peneira fina e espremendo-a bem para extrair o suco.

Figura 2: Extração do suco da beterraba.



Para a filtragem, coa-se o suco de beterraba por meio de uma peneira fina para remover os pedaços sólidos e obter-se um líquido homogêneo e vermelho.

Figura 3: Filtragem usando uma peneira.



Para a concentração do corante, coloca-se o suco coado em uma panela e aqueça-o em fogo baixo, deixando ferver por alguns minutos até que o líquido se reduza um pouco e o corante fique mais concentrado.

Figura 4: Concentração do corante.



Logo após, é preciso esfriar o líquido e transferir o corante para um frasco limpo e seco para armazenamento.

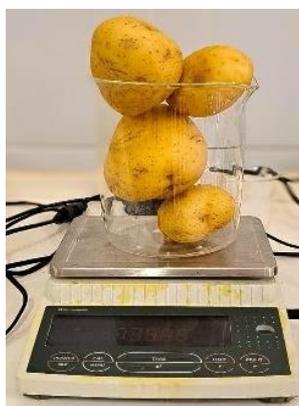
3.2.2 Bioplástico do amido da batata inglesa

A seguir é possível observar o passo a passo para se chegar no bioplástico desejável através do amido da batata inglesa.

Passo 1:

Na preparação das batatas, pesa-se as mesmas que serão utilizadas para o experimento e anotando-se o peso.

Figura 5: Pesagem da batata inglesa.



Sem retirar a casca, corta-se as batatas em pedaços pequenos e as coloca no liquidificador. Adiciona-se 1 litro de água ao liquidificador e processa a mistura até ficar homogênea. Com o auxílio de um béquer, coa-se a mistura utilizando uma peneira para separar os sólidos do líquido e transfere o líquido coado para um béquer de 1 litro. Deixe a mistura descansar por cerca de 20 minutos. Durante esse tempo, uma massa branca se formará no fundo do recipiente, indicando a presença do amido proveniente das batatas.

Figura 6: Extração do amido da batata inglesa.



Passo 2:

Para a medida do amido, coloca-se o mesmo extraído no vidro de relógio e pesa-o na balança, anotando o valor obtido. Em seguida, transfira todo o amido para uma frigideira (ou béquer se disponível). Acrescente quatro colheres de sopa de glicerina e quatro colheres de vinagre ao amido.

Figura 7: Adição da glicerina e corante de beterraba.



Para colorir o plástico, adicione cerca de cinco gotas de corante da cor de sua preferência, que neste caso será utilizado o da beterraba. Adiciona-se 200 mL de água à temperatura ambiente à mistura na frigideira ou béquer. Leve a mistura ao calor, tomando cuidado para evitar exposição prolongada ao fogo, a fim de prevenir queimaduras e garantir a segurança do processo.

Figura 8: Aquecimento da solução.



Passo 3:

Cozinhe a mistura em fogo baixo, mexendo constantemente na frigideira ou no béquer, até que atinja uma consistência pastosa. É importante não aquecer por muito tempo para evitar que a mistura se torne excessivamente rígida. Depois transfira a mistura pastosa para uma vasilha de inox, espalhando-a de maneira uniforme para permitir uma secagem adequada.

Figura 8: Secagem do bioplástico.



Em seguida, coloca-se a mistura no recipiente de inox, em temperatura ambiente para que possa obter a secagem completa, até formar o polímero do bioplástico.

Figura 9: Bioplástico seco.



4 QUESTÕES

- 1) Quais as propriedades que influenciam a síntese dos bioplásticos?
- 2) Qual a funcionalidade da glicerina e do corante de beterraba na caracterização do bioplástico?
- 3) Qual a relevância dos bioplásticos na sustentabilidade ambiental?
- 4) Quais as principais aplicações dos bioplásticos?
- 5) Avalie os impactos ambientais dos bioplásticos em comparação com os plásticos convencionais?

REFERENCIAS

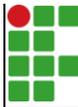
BOTÃO, Monize de Almeida. **Estudo físico-químico da interação entre o copolímero tribloco Plurônico F127 e amido de milho em solução aquosa**. 2020. 84 f. Dissertação (Biofísica Molecular) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2020.

BRESSANIN, Helton Rodrigo Citá. **Bioplásticos a partir de amido**. 2010. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) - Fundação Educacional do Município de Assis, São Paulo, 2010.

NEVES, Jaqueline Moraes et al. **Produção de bioplástico a partir da casca da batata (solanum tuberosum): o desenvolvimento de um protótipo interdisciplinar**. In: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado: Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/116912_1.pdf. Acesso em: 29 jul. 2024.

PEREIRA, Jéssica Mayara da Silva; PLENS, Ana Carolina de Oliveira. Produção de bioplástico a partir do amido da batata. In: **11º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP**. 2020. Disponível em: <https://ocs.ifsp.edu.br/index.php/conict/xiconict/paper/viewFile/7187/1722>. Acesso em: 29 jul. 2024.

RIMAC LEÓN, Ana Cecilia. **Bioplásticos**. 2019. 19 f. Monografia (Engenharia Ambiental) - Universidad Científica del Sur, Lima, 2019.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Sousa - Código INEP: 25018027
	Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega do Trabalho de Conclusão de Curso .

Assunto:	Entrega do Trabalho de Conclusão de Curso .
Assinado por:	Maria Sousa
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Maria Jania de Queiroga Sousa, ALUNO (201918740023) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA**, em 16/09/2024 13:48:15.

Este documento foi armazenado no SUAP em 16/09/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1249883

Código de Autenticação: 4d952e8d16

