

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Lucas Barbosa da Silva
Raiane Cristina de Lima Sartório
Rita de Cássia Lopes da Rocha
Talita da Trindade Parisi

PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DO AMIDO PRESENTE NA
BANANA E AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE

Fernandópolis
2019

Lucas Barbosa da Silva
Raiane Cristina de Lima Sartório
Rita de Cássia Lopes da Rocha
Talita da Trindade Parisi

PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DO AMIDO PRESENTE NA BANANA E AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Controle e Processos Industriais**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora **Flavia Meira Cotrim**.

Fernandópolis
2019

Lucas Barbosa da Silva
Raiane Cristina de Lima Sartório
Rita de Cássia Lopes da Rocha
Talita da Trindade Parisi

PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DO AMIDO PRESENTE NA BANANA E AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Controle e Processos Industriais**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora **Flavia Meira Cotrim**.

Examinadores:

Estela Aparecida Alves Zanon

Ângela Aparecida Battaglia Nogueira

Flavia Meira Cotrim

Fernandópolis
2019

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas, nossos familiares por nos guiarem na trajetória da existência e por fim a nós mesmos por nosso esforço e dedicação para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em primeiro lugar a Deus que iluminou nosso caminho durante esta caminhada, nossas famílias pelo apoio dado e a nossa orientadora pela paciência e incentivo que tornaram possível o término deste trabalho de conclusão de curso.

EPÍGRAFE

“A conquista é um acaso que talvez dependa mais das falhas dos vencidos do que gênio do vencedor”

Madame de Staël

PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DO AMIDO PRESENTE NA BANANA E AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE

Lucas Barbosa da Silva
Raiane Cristina de Lima Sartório
Rita de Cássia Lopes da Rocha
Talita da Trindade Parisi

RESUMO: O plástico, atualmente, é um dos maiores vilões contaminantes da biosfera, empobrecendo a qualidade do meio em que se insere, além da vasta área territorial que ocupa para ser depositado. Diante desta problemática, é crescente a preocupação com problemas ambientais decorrentes do acúmulo de plástico na natureza e utilização de matéria-prima não renovável para a sua produção. Desta forma, o presente trabalho visa produzir um bioplástico a partir do amido extraído da banana e analisar a sua biodegradabilidade. O processo de biodegradação é favorecido por meio da digestão do produto por parte de microrganismos, que o fragmentam e utilizam como fonte de alimento. Para o desenvolvimento da pesquisa, realizou-se testes laboratoriais que consistiram na utilização de uma solução de hidróxido de amônio para extração do amido da banana, seguido da produção do bioplástico a partir da técnica de *casting*. Como produto, obteve-se um bioplástico maleável, resistente, de fácil produção e barato. Após a análise de biodegradabilidade, o plástico decompôs-se e atingiu o resultado esperado, permitindo o alcance dos objetivos propostos. No entanto, aprimorações podem ser realizadas a partir de estudos futuros, principalmente no método de extração do amido da banana, que resultou em baixo rendimento.

Palavras-chave: Amido. Banana. Bioplástico. Impacto ambiental. Plástico.

ABSTRACT: Plastic is currently one of the major contaminants of the biosphere, impoverishing the quality and production of the environment, as well as the vast land area to be deposited. Given this problem, growing concern about environmental problems arising from the accumulation of plastic in nature and use of non-renewable raw material. Thus, the objective of the present work is to produce a starch-extracted bioplastic extracted from banana and to analyze its biodegradability. The biodegradation process is favored by the digestion of the product by microorganisms, which fragment it and use it as a food source. For the development of the research, laboratory tests were performed that consisted of the use of an ammonium hydroxide solution for the extraction of banana starch, followed by the production of bioplastic from the casting technique. As a product, we obtained a soft and resistant, easy to produce and cheap bioplastic. After biodegradability analysis, the plastic decomposed and reached the expected result allowing the achievement of the proposed objectives. However, improvements can be made from future studies, especially in the banana starch extraction method, which obtained low yield.

Keywords: Banana. Bioplastic Environmental impact. Plastic. Starch.

RESUMEN: El plástico es actualmente uno de los principales villanos contaminantes de la biosfera, ya que empobrece la calidad y la producción del medio ambiente en el que opera, así como la vasta área territorial que ocupa para ser depositado. Ante este problema, aumenta la preocupación por los problemas ambientales derivados de la acumulación de plástico en la naturaleza y el uso de materia prima no renovable. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es producir un bioplástico con almidón extraído del plátano y analizar su biodegradabilidad. El proceso de biodegradación se ve favorecido por la digestión del producto por microorganismos, que lo fragmentan y lo utilizan como fuente de alimento. Para el desarrollo de la investigación, se realizaron pruebas de laboratorio que consistieron en el uso de una solución de hidróxido de amonio para la extracción de almidón de plátano, seguido de la producción de bioplástico a partir de la técnica de *casting*. Como producto, obtuvimos un bioplástico blando y resistente, fácil de producir y barato. Después del análisis de biodegradabilidad, el plástico se descompuso y logró el resultado esperado permitiendo el logro de los objetivos propuestos. Sin embargo, se pueden hacer mejoras a partir de futuros estudios, especialmente en el método de extracción de almidón de banano, que obtuvo un bajo rendimiento.

Palabras clave: Almidón. Bioplástico Impacto ambiental. Plátano. Plástico.

1. INTRODUÇÃO

Os Plásticos são polímeros sintéticos cuja a principal característica é a capacidade de poderem ser moldados pela ação de calor e/ou pressão. (CANGEMI; SANTOS; NETO, 2005). Tais materiais, possuem inúmeras aplicabilidades na sociedade atual, estando presente em sacolas, materiais higiênicos, embalagens de alimentos, equipamentos, entre outros, tornando-se uma matéria de extrema importância no cotidiano e qualidade de vida da população.

No que diz respeito a produção do plástico, vários problemas podem ser destacados, sejam eles relacionados a fatores ambientais ou fatores econômicos. Em relação ao aspecto econômico, cabe salientar que a principal fonte de matéria-prima para produção do plástico vem do petróleo – um recurso natural não-renovável cuja prospecção demanda de investimento de elevado custo. Em relação ao aspecto ambiental, podemos citar os problemas advindos desde a obtenção do óleo bruto de petróleo, até a transformação para obtenção de seus produtos finais, tais como: liberação de gases nocivos na atmosfera, disposição inadequada de resíduos sólidos contaminados, despejos de rejeitos líquidos do

processamento industrial, vazamentos de petróleo no mar, entre outros. (GIORDANI; OLIVEIRA, 2014).

No entanto, a introdução do plástico no dia-a-dia das pessoas trouxe inúmeros benefícios, especialmente no que diz respeito a embalagens de alimentos e bebidas. Hoje, quase tudo o que consumimos são vendidos em embalagens plásticas, que possibilitam o armazenamento e conservação do produto. Por consequência disto, o descarte inadequado deste produto vem se tornando prejudicial ao meio ambiente, principalmente em rios e oceanos.

O plástico, atualmente, é um dos maiores vilões contaminantes da biosfera, empobrecendo a qualidade e a produção do meio em que se insere, além da vasta área territorial que ocupa para ser depositado. Segundo Fernanda Daltro, citada por *Época Negócios* (2018), destaca que "Estamos acumulando plástico no planeta de tal forma que essa ficará conhecida como a era geológica do plástico".

Diante desta problemática, crescente preocupação com problemas ambientais decorrentes do acúmulo de plástico na natureza e utilização de matéria-prima não renovável, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de estudar caminhos que resultem na diminuição da produção do plástico petrolífero a partir da criação de uma alternativa mais viável.

Neste sentido, o referente trabalho realiza estudos sobre a produção de bioplástico a partir do amido presente na banana, pois tal material é decomposto em muito menos tempo que o plástico comum. Souza et al (2014) afirmam que por ter em sua composição amido, o bioplástico após o descarte pode ser consumido por microrganismos presentes no solo em poucos dias e, desse modo, ocuparem menos espaço físico em aterros sanitários. Esses biopolímeros constituídos de amido são, portanto, biodegradáveis, cuja as matérias-primas são renováveis, podendo serem extraídas de grãos de cereais, raízes, frutos, entre outros que são encontrados em abundância na natureza.

Além disso, a fabricação deste produto tem a vantagem de ser de baixo custo, visto que a fruta que será utilizada é uma matéria prima módica, a técnica empregada é de baixa complexidade e o estado de São de Paulo é o segundo maior produtor de banana do país. (MARTINS et al, 2018). Apesar do grande consumo e valorização da banana no Brasil, ainda há grande desperdício desse produto durante a produção, comercialização, até a chegada no consumidor, com desperdício de 40 à 50% (ATAÍDE et al, 2010).

O amido é um composto homopolissacarídeo, o que significa que sua molécula é constituída de repetições de um único monômero composto por D-glicose. O amido é a maior reserva energética dos produtos vegetais como batata, feijão e milho (CERQUEIRA, 2012). Segundo Motal, Lajololl e Cordenuns (1997) na banana nanica verde há cerca de 21,7% de amido.

A utilização do amido na produção de bioplásticos ocorre devido esse polímero natural poder sofrer modificações, por meio de reações de polimerização por condensação. No entanto, um dos maiores problemas na síntese do bioplástico é manter as características do plástico comum, como por exemplo a maleabilidade. Atualmente, adiciona-se plastificantes para combater os problemas apresentados, como a Glicerina e o Sorbitol. (SCHLEMMER; SALES; RESCK, 2010).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é produzir um bioplástico com amido extraído da banana consistente, maleável e resistente e analisar a sua biodegradabilidade. O processo de biodegradação é favorecido por meio da digestão do produto por parte de microrganismos, que o fragmentam e utilizam como fonte de alimento. A partir desta pesquisa, pretende-se comprovar que o uso de bioplásticos constituídos de amido proveniente da banana pode ser uma opção tanto sustentável, quanto rentável para aplicação em embalagens plásticas.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.POLÍMEROS

Atkins e Jones (2012) trazem que os polímeros são compostos orgânicos macromoleculares (cadeias muito grandes), constituídos de unidades menores chamadas monômeros. Podem ser formados por dois tipos de reações, sendo elas, polimerização por adição e polimerização por condensação. A reação utilizada depende dos tipos de grupos funcionais que existem nos materiais de partida e alguns polímeros podem ser encontrados naturalmente em materiais agrícolas, como soja ou milho.

2.1.1. Propriedades físicas

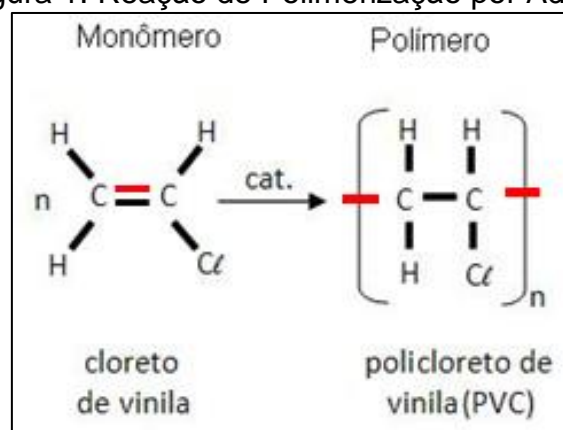
Os polímeros apresentam propriedades físicas bem específicas, constituídos de cadeias macromoleculares, fundem-se a uma determinada faixa de temperatura e contém uma alta viscosidade, esta, por sua vez, depende do comprimento da cadeia, o que torna o fluxo de algumas mais lento. Esses compostos, não apontam massas moleculares definidas (por ter comprimentos diferentes em sua cadeia) bem como ponto de fusão. (ATKINS; JONES, 2012).

A resistência polimérica depende da intensidade da interação entre suas moléculas, aumentando conforme seu tamanho e região de cristalização. Por tratarem-se de compostos orgânicos, os polímeros não conduzem corrente elétrica, no entanto, aqueles que apresentem ligações duplas, podem atuar na condução, uma vez que contém cadeias pouco ramificadas (ATKINS; JONES, 2012).

2.1.2. Reações de polimerização

Os monômeros interagem entre si para formação do polímero (produto de ligação de várias moléculas monoméricas). “Os alquenos sofrem polimerização por adição. Quando se usa um catalisador Ziegler-Natta, o polímero obtido é estereorregular e tem densidade relativamente alta.” (ATKINS; JONES, 2012). A seguir, observa-se a reação de polimerização por adição na Figura 1:

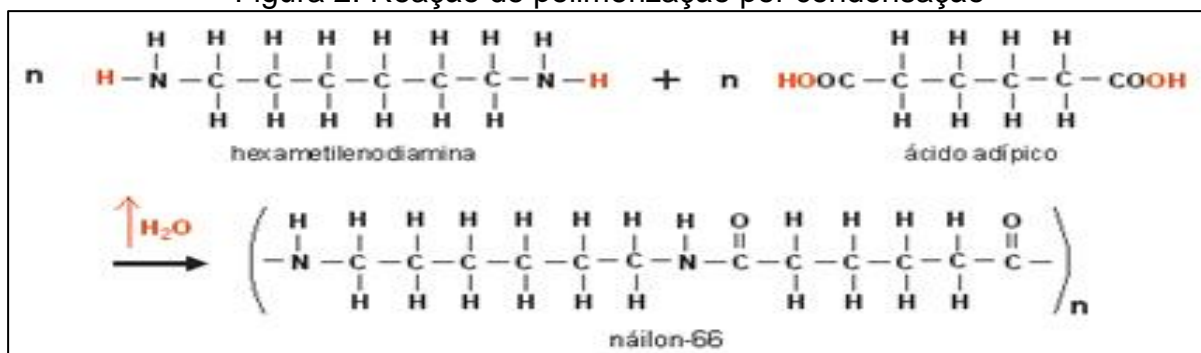
Figura 1. Reação de Polimerização por Adição



Fonte: (Dias, 2013)

Na polimerização por condensação, os monômeros ligam-se por reações de condensação, onde ocorre a eliminação simultânea de moléculas de água, como na formação de ésteres ou amidas. Os poliésteres, muito utilizados na produção de fibras sintéticas, são formados a partir da junção de monômeros com grupos que contém ácido carboxílico e álcool, sendo um exemplo de reação de condensação. “A maior parte dos polímeros de condensação é feita por condensação de um ácido carboxílico com um álcool para formar um poliéster, ou com uma amina para formar uma poliamida.” (ATKINS; JONES, 2012). A seguir, observa-se a reação de condensação na Figura 2:

Figura 2. Reação de polimerização por condensação



Fonte: (Fogaça, 20-?).

2.2 PLÁSTICOS

Os plásticos pertencem ao grupo de polímeros sintéticos, obtidos por reação de polimerização. Essa reação é a junção de vários monômeros para a formação do polímero, que possui capacidade de ser moldado pela ação de calor e pressão. (CANGEMI, SANTOS, NETO. 2005). Esse material é muito utilizado no cotidiano como na fabricação de telefones, borrachas de pneus, garrafa de refrigerante, entre outros (CANGEMI, SANTOS, NETO. 2005).

Segundo a revista Meio Filtrante (2017), o plástico passa por diversos processos antes de sua obtenção e durante a refinaria ocorre elevado gasto de água e energia, geração de altas quantias de poluentes nocivos na atmosfera, produzindo resíduos sólidos de difícil tratamento e vazamentos de petróleo em ambiente aquático.

Após o consumo, se o descarte for realizado de maneira incorreta, pode abrir barreiras para inúmeros impactos socioambientais, tais como, enchentes, entupimentos de bueiros, acúmulos de lixo (causando poluição visual) entre outros. Dessa maneira, o melhor recurso de contribuição para ajudar o meio ambiente é se tornar mais sustentável, aderindo costumes como utilizar produtos recicláveis e fazer o descarte correto dos mesmos, reutilizar embalagens como sacos e sacolas plásticas, entre outros meios. A degradação do plástico varia de acordo com o produto, podendo levar centenas de anos para serem degradados, acarretando sérios problemas ambientais para a sociedade. (INSTITUTO HUMANITAS USININOS, 2017).

2.2.1 Termoplásticos e termorrígidos

Os Termoplásticos são polímeros que contém cadeias unidas por forças de atração intermoleculares secundárias e, por conta de essas forças serem baixas, a incidência de temperatura facilita no rompimento, ocorrendo a fundição desses materiais e o reprocessamento diversas vezes sem haver sua degradação. (QUEVEDO, 2016).

Com o passar do reprocessamento, os materiais perdem algumas de suas características, pois há modificação nos monômeros das cadeias principais ou de aditivos e cargas do termoplástico. As empresas de transformações de plásticos usam materiais reciclados em partes menores e também adiciona resinas virgens com propriedades não alteráveis, para ter produtos de boa qualidade. (QUEVEDO, 2016). A seguir, observa-se no Quadro 1 os tipos de termoplásticos existentes:

Quadro 1. Tipos de termoplásticos

POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS	PRODUTOS PRODUZIDOS APÓS RECICLAGEM
PET (tereftalato de polietileno)	Embalagem de produto de limpeza, fibra de carpete e tecido.
PP (Polipropileno)	Caixas e cabos para bateria de carro, funil para óleo e vassouras.
PEAD (polietileno de alta densidade)	Assentos sanitários, capacetes, embalagens para cosméticos, brinquedos e cabos.
PEBD (polietileno de baixa densidade)	Filmes para produtos de higiene e uso em geral, plastificação, frascos flexíveis e embalagens para líquidos.
PEBDL (Polietileno de Baixa Densidade Linear)	Filmes agrícolas, fraldas, laminação e embalagens.
PVC (Policloreto de Vinila)	Mangueira para jardim, tubulação de esgoto e cabos
PS (poliestireno)	Placas para isolamento térmico, acessórios para escritório e bandeijas

Fonte: (QUEVEDO, 2016)

Os Termorrígidos ou Termofixos são aqueles polímeros que possuem suas cadeias poliméricas através de reticulações ou ligações cruzadas, que são forças intermoleculares primárias. Quando acontece o rompimento dessas ligações devido a presença de temperatura, resulta a degradação do material polimérico. Sendo assim, os polímeros termorrígidos não são remodeláveis e podem ser reutilizados através da diminuição de suas partículas pelo processo de moagem, sendo aplicado como carga em outros materiais. (QUEVEDO, 2016). A seguir, observa-se no Quadro 2 exemplos de plásticos termofixos existentes:

Quadro 2 - Tipos de plásticos termofixos.

POLÍMEROS TERMOFIXOS	PRODUTOS PRODUZIDOS APÓS RECICLAGEM
Silicone	Utensílios de cozinha, próteses, entre outros.
Baquelite	Produção de discos musicais, tomadas, interruptores, cabos de painéis, telefones, bolas de bilhar, câmeras fotográficas e revestimentos de móveis

Fonte: (QUEVEDO, 2016)

2.2.2 Processos de produção do plástico

Para a obtenção do plástico é necessário o uso do petróleo, uma matéria-prima formada por hidrocarbonetos. A partir do processo de destilação fracionada do óleo cru, feito nas refinarias, obtém-se frações de diferentes produtos, tais como, a nafta, o gás liquefeito, a gasolina, o óleo diesel, querosene, entre outros. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

A nafta é a parte em que os monômeros são obtidos. Ela é inserida a um processo de craqueamento térmico, que é o aquecimento na presença de catalisadores gerando várias substâncias, entre elas, o propileno, buteno, butadieno, etileno e o isobutileno, chamados de petroquímicos básicos. Esses materiais se transformam em petroquímicos finos como, polipropileno, polietileno, policloreto de vinila, etc. Ao final os petroquímicos finos são transformados em produtos de consumo. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

2.3. BIOPOLÍMEROS

Os biopolímeros, são substâncias poliméricas produzidas a partir de fontes naturais como celulose, milho, cana-de-açúcar, com reações enzimáticas catalisadas durante a fase de crescimento. (BRITO et al. 2011; FARIAS et al. 2016). As fontes naturais (ou renováveis) denominam-se por conterem um menor ciclo de vida, se comparado às fontes fósseis, ou seja, são mais propícias a ação acelerada de degradação, por fungos e/ou bactérias. (BRITO et al. 2011).

Por tratarem-se de substâncias polissacarídeas e/ou oligossacarídeas, os biopolímeros apresentam fatores positivos quanto ao seu uso, como por exemplo, a baixa toxicidade e custo, a facilidade de degradação, a fácil caracterização de materiais filmes e a grande disponibilidade (FARIAS et al. 2016).

Em suma, condições ambientais, sociais e econômicas relacionam-se ao crescimento do interesse pelos biopolímeros, os quais se podem destacar os impactos de extração, refino, esgotamento de matéria-prima e preço de consumo (referentes às fontes fósseis). (BRITO et al. 2011).

Mesmo com todas as vantagens, os biopolímeros contém determinadas limitações técnicas, o que torna difícil seu processo ao produto finalizado, como por exemplo a resistência térmica do material. Sendo assim, as referidas propriedades apresentam-se como impulso na busca por novas produções de materiais poliméricos (BRITO et al. 2011).

2.4. BIOPLÁSTICO

O termo bioplástico é usado geralmente para dois tipos de produtos: plásticos feitos a partir de fontes renováveis, que se tornam por fim substâncias biodegradáveis ou não. E também, plásticos produzidos com materiais renováveis ou polímeros biodegradáveis (SANTOS; COELHO; FILHO, 2014).

De acordo com Fakhouri (2009), bioplásticos são materiais que possuem um percentual de biopolímeros variável, podendo ser moldados com ação

do calor e pressão. São alternativas para os termoplásticos provenientes do petróleo.

2.4.1 Tipos de Bioplásticos

- **Bioplásticos de amido:** Segundo Silva (2010), são bioplásticos obtidos da gelatinização de diferentes tipos de amido. Bioplásticos de amido podem conter 10% a 90% de amido, porém para haver sua decomposição, a quantidade deve superar 60%. (BASTOS, 2007).
- **Ácido Polilático ou Polilactato (PLA):** É um poliéster alifático que em sua produção o ácido láctico é o que se destaca como substância. É obtido pela fermentação de açúcares e em seguida sua purificação e polimerização. (BASTOS, 2007).
- **Poliidroxialcanoatos (PHAs):** Segundo Bastos (2007), são poliésteres alifáticos produzidos por microrganismos, tendo base em fontes de carbono renovável ou não renovável e plantas geneticamente modificadas.

2.4.2 Mercado do Bioplástico e Panorama Nacional

Em função do recente aumento e volatilidade nos preços do petróleo, das perspectivas em relação ao seu esgotamento e preocupações ambientais, o aumento nas pesquisas e procura por fontes renováveis de matérias-primas químicas que são alternativas à petroquímica é posto em vigor (BASTOS, 2007).

De acordo com Castro (2019) em relação aos plásticos convencionais, os bioplásticos têm baixa representatividade, correspondendo a 1% de todo plástico produzido anualmente. Porém, no segmento de produtos com base biológica, eles representam o maior crescimento. Em 2009, a capacidade global produtiva do bioplástico foi de 248 mil toneladas. Esse resultado aumentou em 2016, gerando 4,16 milhões de toneladas com um crescimento anual de 50%. A Ásia lidera o

ranking de maiores produtores tendo em seguida a Europa, em segundo lugar, e a América do Norte em terceiro (CASTRO,2019).

2.5. AMIDO

O amido é um polímero natural eficiente na produção de bioplástico. É encontrado em tubérculos, frutas, cereais e raízes, podendo ser transformado em um termoplástico. Oferece um meio alternativo na substituição de polímeros sintéticos em materiais onde se deseja degradabilidade, além de ser a maior reserva energética dos produtos vegetais. (OLIVEIRA, 2015)

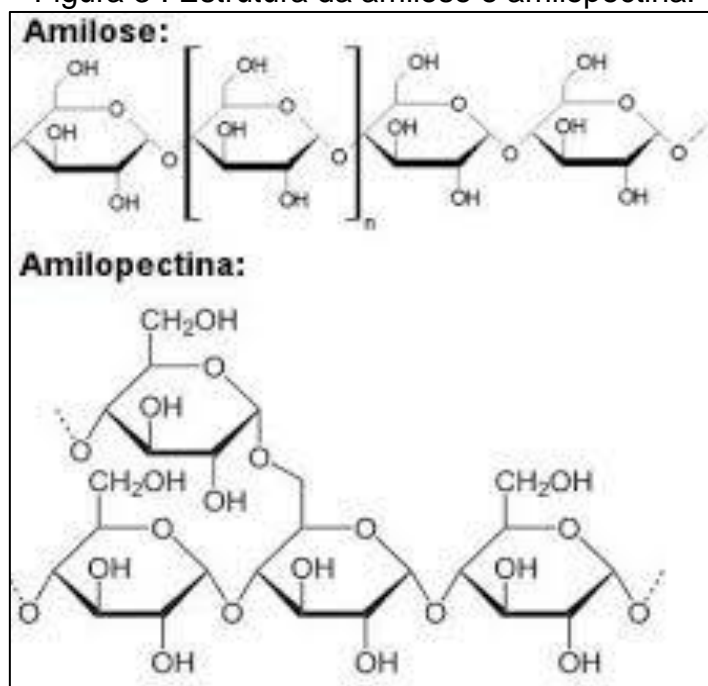
De acordo com Cerqueira (2012), trata-se de um polissacarídeo que é produzido em grânulos que são sintetizados nas células das plantas, adquirindo tamanho e forma prescrita pelos sistemas biossintéticos e condições físicas impostas pelos tecidos. Esses grânulos são estruturas semicristalinas, feitos de macromoléculas lineares e ramificadas.

Há dois tipos de amido, o amido nativo e o amido modificado. O amido nativo é o produto amiláceo em natura, extraído dos materiais orgânicos, já o amido modificado é submetido a alterações em suas propriedades, por processos físico-químicos ou radiação (MUCILLO, 2009).

Quimicamente, o amido é composto por duas moléculas de polissacarídeos, a amilose e a amilopectina. A amilose é constituída por uma cadeia não ramificada de unidade de D-glicose unida por ligações α -1,4'-glicosídica, representando 20% a 30% do amido. A amilopectina é constituída por unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4'-glicosídicas, obtendo ramificações entre o carbono 1 da glicose e o carbono 6 de outra glicose (ligações α -1,6'-glicosídica), representando 60% do amido. (MUCILLO, 2009).

Além da amilose e da amilopectina os grânulos de amido apresentam outras substâncias como lipídeos, proteínas, cinzas, e sais minerais em pequenas quantidades. Quanto menor o teor dessas substâncias melhor é a qualidade do amido (LEAL; MOITA, 2013). A seguir, observa-se a estrutura molecular do amido na Figura 3.

Figura 3 . Estrutura da amilose e amilopectina.



Fonte: (Fragal et al, 2016)

A plastificação do amido consiste em destruir a estrutura organizada do grânulo de amido. Isso se dá através de método de casting (fundição) no qual o amido é solubilizado em um solvente e aplicado em um suporte para que ocorra a evaporação, formando-se por consequência uma matriz contínua que dá origem ao bioplástico. O amido é processado por aquecimento em meio aquoso, ocorrendo assim sua gelatinização. Tal processo provoca a desordem molecular ocasionando na fusão dos cristalitos de amido. (RODRIGUES, 2015).

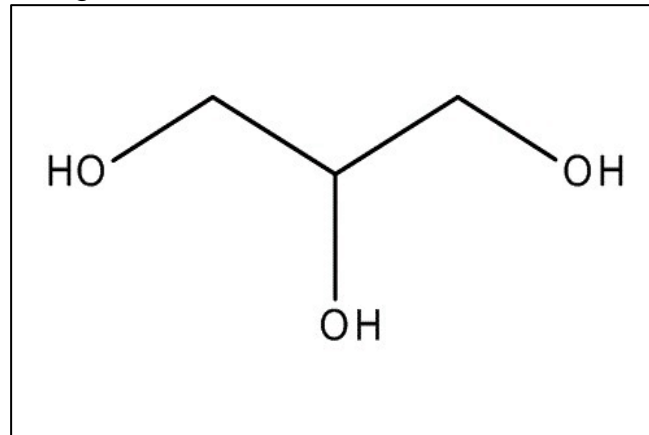
2.6. PLASTIFICANTES

Plastificante é uma espécie de aditivo empregado em materiais poliméricos, que objetiva a melhoria do processo e maior flexibilidade do produto. Isso ocorre por conta de tratar-se de substâncias de menor massa molecular, comparada ao polímero, que reage com o aditivo e forma um material de aparência homogênea. (SCHLEMMER, SALES; RESCK, 2010)

A glicerina, também chamada de glicerol, é um composto químico muito utilizado nas indústrias farmacêuticas para a composição de antibióticos,

anestésicos, xaropes etc., como também nas indústrias de produtos de beleza - agindo como umectante em cremes dentais e/ou hidratantes faciais. (MENDES; SERRA, 2012) A Figura 4 ilustra a fórmula estrutural da glicerina.

Figura 4. Fórmula Estrutural da Glicerina



Fonte: (Gomide et al, 2011)

Segundo a IUPAC (*International Union of Pure and Applied*), a glicerina tem forma molecular propano - 1,2,3 - triol, ou seja, apresenta três grupos hidroxílicos que auxiliam na solubilização na água. (MENDES; SERRA, 2012)

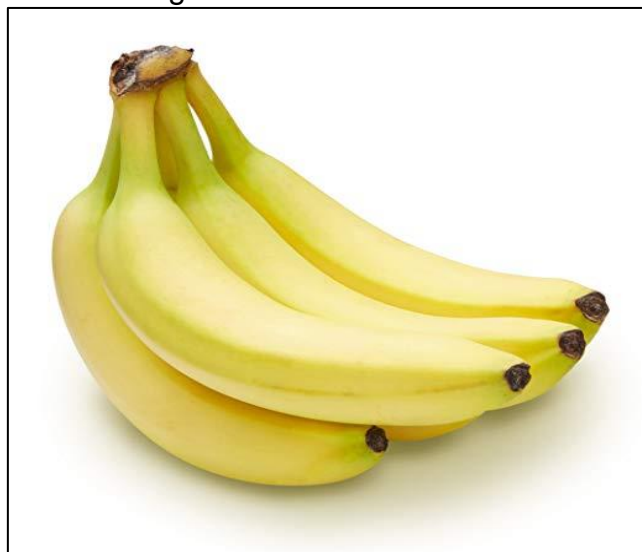
O glicerol apresenta-se, pós-processo de produção, como um líquido incolor, oleoso e viscoso, que se solubiliza tanto na água quanto no álcool, sendo insolúvel em hidrocarbonetos. Apesar de ser um composto com risco explosivo, é também inodoro e higroscópico (contém a capacidade de absorver água do ambiente), assim como ponto de fusão de 17,8°C e de evaporação a partir de 290°C (MENDES; SERRA, 2012).

7.BANANA

Segundo a Infopédia (2017), a Banana é um fruto bacáceo de forma longa e curva, com casca amarela quando maduro, produzido pela bananeira.

Na Figura 5 adiante é possível visualizar esse fruto.

Figura 5. Foto de Bananas



Fonte: (Amazon).

Devido apresentar alto valor calorífico, energético, mineral e vitamínico constitui uma fonte importante na alimentação humana, tornando-se assim altamente consumido na indústria alimentícia e tecnológica (GALLO, 2008).

Em seguida, no Quadro 3, pode-se observar o valor nutricional da banana nanica segundo análise Folegatti e Matsuura (2004):

Quadro 3 . Composição nutricional de bananas prata e nanica (em 100 g de polpa).

Componente	Variedade	
	Prata	Nanica
Calorias (kcal)	89	95
Glicídios (g)	22,8	22,0
Proteínas (g)	1,3	1,3
Lipídios (g)	0,3	0,2
Cálcio (mg)	15,0	21,0
Ferro (mg)	0,2	1,0
Fósforo (mg)	26,0	26,0
Magnésio (mg)	35,0	35,0
Potássio (mg)	370,0	333,4
Sódio (mg)	1,0	34,8
Vitamina A (µg)	10,0	23,0
Vitamina B1 (µg)	92,0	57,0
Vitamina B2 (µg)	103,0	80,0
Vitamina C (mg)	17,3	6,4

Fonte: (Folegatti; Matsuura, 2004).

Em relação as características aromáticas da banana, pesquisadores identificaram mais de 350 compostos, cujo os maiores constituintes são: éster

isoamil, ésteres amil, e ácidos propiônico, acético e butírico. (LIMA; NEBRA; QUEIROZ, 2000).

Um dos principais compostos presentes na banana é o amido resistente, o qual tem finalidade, segundo Manarini (2017), de dar força ao intestino e ajudar no controle do peso e do diabetes. A seguir, pode-se observar os teores de amido presente em diversas variedades de banana no Quadro 4.

Quadro 4 . Teores de amido e sacarose de sete cultivares de banana Musa (spp.).

Cultivar	Teor de amido				Teor de sacarose			
	verde mg/g	%	maduro mg/g	%	verde mg/g	%	maduro mg/g	%
nanica (AAA)	216,45	21,7	8,51	0,9	3,95	0,4	152,12	15,2
nanicão (AAA)	231,57	23,1	8,63	0,9	3,93	0,4	140,51	14,1
ouro colatina (AA)	219,73	22,0	12,13	1,2	3,60	0,4	120,10	12,0
prata anã (AAB)	184,60	18,7	25,41	2,5	12,6 0	1,3	91,20	9,1
mysore (AAB)	143,01	14,2	15,65	1,6	7,30	0,7	53,10	5,3
prata comum (AAB)	173,89	17,4	57,34	5,2	9,38	0,9	159,75	16,0
ouro da mata (AAAB)	216,95	21,7	83,71	7,1	4,40	0,5	107,62	10,7

Fonte: (Motal; Lajololo; Cordenuns, 1997)

No Brasil, produz-se anualmente cerca de sete milhões de toneladas de banana, com lucro de R\$ 14 bilhões. A safra brasileira ocupa o lugar de quarta maior produtora do mundo, porém, está do topo do pódio do consumo global (GOMES, 2017).

Apesar do grande consumo e valorização da banana no Brasil, ainda há grande desperdício desse produto durante a produção, comercialização, até a chegada no consumidor. Segundo Ataíde et al (2010., p. 1):

No Brasil o elevado índice de perdas na comercialização da banana desde a pós-colheita até a mesa do consumidor faz com que apenas uma parcela, entre 50% a 60% da produção, chegue à mesa do consumidor.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, foi realizado primeiramente pesquisas bibliográficas sobre extração do amido da banana verde, produção de bioplástico a partir do amido extraído e testes de biodegradabilidade. Caracteriza-se também como uma pesquisa experimental, por meio da qual foi realizada a separação do amido da banana a partir da metodologia de Moorthy (1991), que consiste na utilização de uma solução de hidróxido de amônio para evitar a oxidação enzimática do amido. Após a realização da extração, efetuou - se o método de Piozevan (2017) para a produção do bioplástico, o qual baseia-se na técnica de *casting*. Por fim, fez - se a metodologia de Giordani e Oliveira (2014) para avaliar a biodegradabilidade do bioplástico produzido.

4. DESENVOLVIMENTO

Para a realização da extração de amido da banana e produção do bioplástico, foi utilizado o Laboratório de Química da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo. Os materiais e reagentes empregados em todo o processo encontram -se a seguir no Quadro 5.

4.1.MATERIAIS E REAGENTES

Quadro 5. Materiais e reagentes usados em todo desenvolvimento

ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO	MATERIAIS	REAGENTES
Extração do amido	<ul style="list-style-type: none">• Balança semi-analítica• Balão volumétrico• Bastão de vidro	<ul style="list-style-type: none">• Água destilada• Banana nanica verde

	<ul style="list-style-type: none"> • Béquer • Coador de café • Dessecador • Espátula • Faca • Liquidificador • Papel filme • Peneira • Pera • Pipeta graduada • Placa de Petri 	<ul style="list-style-type: none"> • Hidróxido de Amônio(0,03mol/L)
Testes de produção do Bioplástico	<ul style="list-style-type: none"> • Balança semi-analítica • Balão volumétrico • Bastão de vidro • Béquer • Bico de Bunsen • Espátula • Fita de pH • Pipeta Volumétrica • Placa de Petri • Proveta • Tela de amianto • Tripé 	<ul style="list-style-type: none"> • Glicerina • Água destilada • Amido de banana • Ácido Clorídrico (0, 1 mol/L) • Hidróxido de Sódio(0, 1 mol/L)
Teste de biodegradação	<ul style="list-style-type: none"> • Béquer • Colher • Tesoura 	<ul style="list-style-type: none"> • Bioplástico • Terra

Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

4.2. EXTRAÇÃO DO AMIDO

Para obtenção do amido da banana, pesou-se 286g de banana verde na balança semi-analítica e preparou-se dois litros uma solução de hidróxido de

amônio (NH_4OH) 0,03mol/L, para a extração do amido na proporção 1:7 (g/mL). Em seguida, picou-se as bananas em pedaços de aproximadamente 3 mm e misturou-se com a solução de NH_4OH e bateu-se no liquidificador por cerca de 1 min. A Figura 6 ilustra as condições de preparo dos reagentes empregados na extração.

Figura 6. Reagente para extração



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

Após a trituração, coou-se a mistura várias vezes em dois béqueres de dois litros, utilizando uma peneira até adquirir uma mistura menos densa, como ilustra a Figura 7 a seguir.

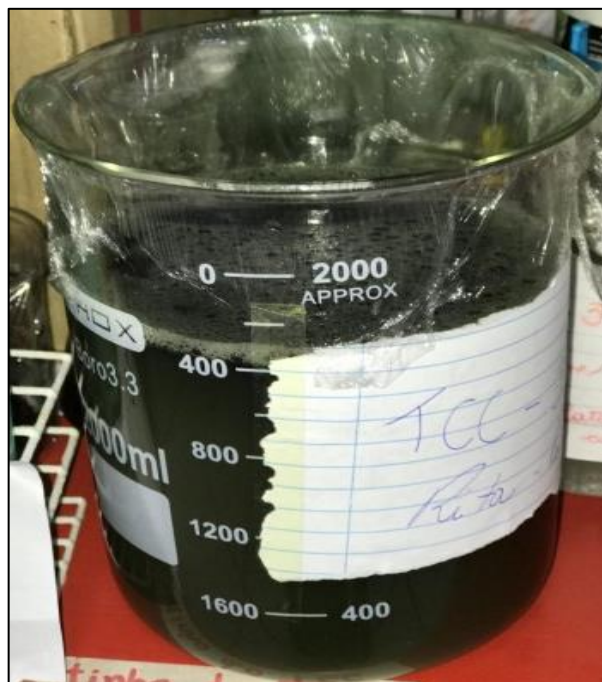
A partir disto, a solução passou por um coador de pano para retirada do restante do material em suspensão. Em seguida, deixou-se a solução em repouso por nove horas, mantendo o recipiente lacrado e armazenado para a decantação do amido no béquer, como ilustra a Figura 8.

Figura 7. Filtração da mistura



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

Figura 8. Decantação do amido



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

Decorrido o período de decantação, separou-se as duas fazes. O amido decantado pode ser visto na Figura 9. Depositou-se o amido obtido em uma placa de petri e armazenou-se no dessecador para a retirada de umidade do sólido. Depois de três dias, notou-se que o composto estava sem umidade e pesou-se para realização do cálculo de rendimento da extração.

Figura 9. Amido decantado.



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

4.2.1. Resultados:

Para o cálculo do rendimento percentual em massa da extração, utilizou-se a massa de amido obtida (18,74 gramas) e a massa de banana verde empregada no processo (286 gramas).

$$\text{Rendimento (\% m/m)} = \frac{18,74 \text{ gramas}}{286 \text{ gramas}} \times 100 = 6,55\%$$

O rendimento na extração foi de 6,55 % (g/ 100g). Quando comparado com o rendimento obtido na metodologia empregada, o resultado ficou abaixo do esperado, sendo este de 19,4%. No entanto, a partir da massa de amido extraída foi possível a realização de todos os testes para produção do bioplástico.

4.3. PRODUÇÃO DO BIOPLÁSTICO

Adicionou-se ao recipiente vinte e dois mililitros de água destilada, quatro gramas de amido de banana pesados em balança semi-analítica, três mililitros de ácido clorídrico 0,1 mol/L para auxiliar na polimerização, e dois mililitros de glicerina como agente plastificante.

Esta mistura foi aquecida sob agitação até a evaporação da água e formação de uma massa viscosa. Em seguida, mergulhou-se a fita indicadora de pH para a obtenção do pH do meio e adicionou-se o hidróxido de sódio para neutralização. Feito isso, espalhou-se o produto obtido em uma placa de petri, armazenando em dessecador para retirada de toda umidade. Foram realizados três testes seguindo os procedimentos descritos anteriormente. O Quadro 6 a seguir ilustra as condições de preparo e produção para cada teste.

Quadro 6. Quantidade de reagentes e técnicas de produção

	Amido	Glicerina	Água	Tempo de cozimento	Ácido	Agitação	Base
	(g)	(mL)	(mL)	(min)	(mL)	(mL)	(mL)
Teste 1	4	2	22	2, 5	3	Não	2
Teste 2	4	2	22	1	3	Sim	1
Teste 3	4	2	18	4	3	Sim	1

Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

4.3.1. Resultados:

TESTE 1- O primeiro teste de produção do bioplástico foi realizado sob as condições descritas anteriormente no Quadro 6. A quantidade de hidróxido de sódio utilizada para neutralização foi exacerbada e pode ter influenciado no resultado final do produto, obtendo um bioplástico fora das características esperadas (página 9 – objetivo), visto que o resultado foi um plástico com textura fina, aderente e pouco resistente, como ilustra a Figura 10:

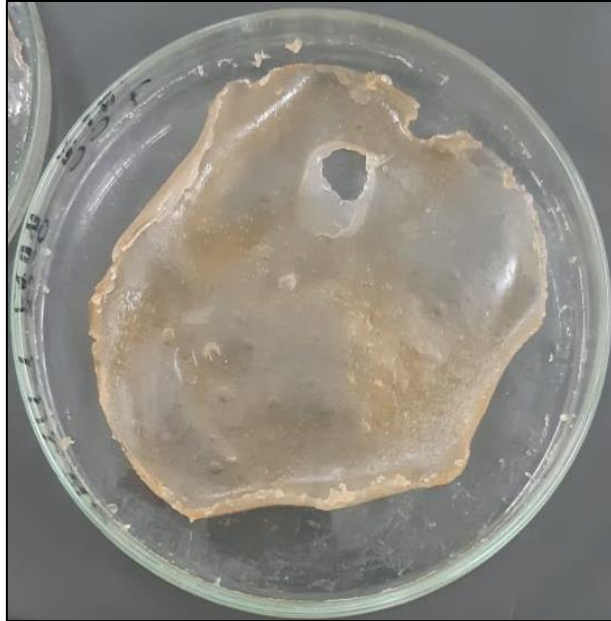
Figura 10. Resultado do Teste 1



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

TESTE 2 - O segundo teste foi realizado e o bioplástico obtido atendeu as características esperadas para o produto (página 9 – objetivo), apresentando uma textura consistente, maleável e resistente, ilustrado na Figura 11 a seguir:

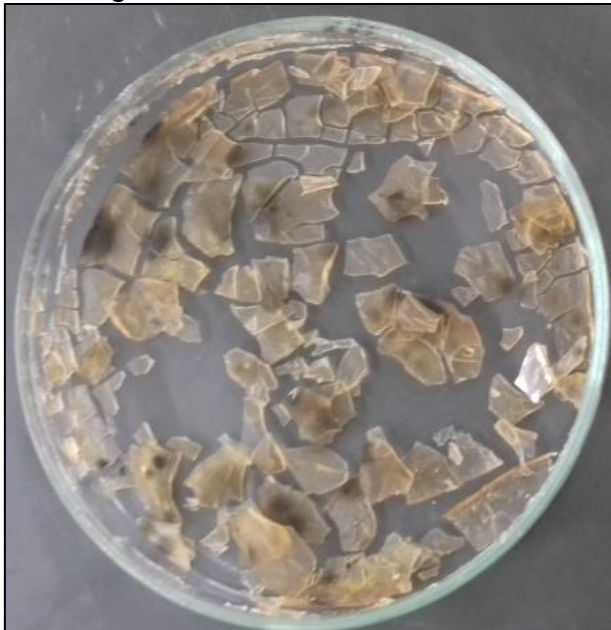
Figura 11. Resultado do Teste 2



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

TESTE 3- O bioplástico produzido não apresentou as características esperadas (pagina 9 – objetivo), visto que passou muito tempo no dessecador e houve a proliferação de microrganismos, apresentando textura quebradiça e fungos, como ilustrado na Figura 12 a seguir.

Figura 12. Resultado do Teste 3



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

4.4. TESTE DE BIODEGRADAÇÃO

Para análise de biodegradação, pesou-se os bioplásticos obtidos nos três testes e enterrou-se, como mostra a Figura 13 a seguir. Durante treze dias o material ficou enterrado e quando retirado pesou-se novamente para avaliação da biodegradação por parte dos microrganismos presentes no solo e análise da perda de massa.

Figura 13. Teste de biodegradação



Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

4.4.1. Resultados:

Após desenterrar cada bioplástico produzido, foi possível identificar grande perda de massa nos três testes e as expectativas para a análise foram atendidas. A seguir pode-se observar nas Figuras 14, 15 e 16 o composto depois do início da decomposição.

Figura 14. Teste 1.

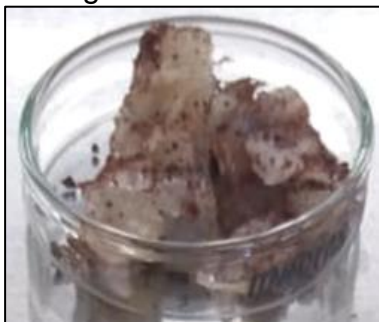


Figura 15. Teste 2.

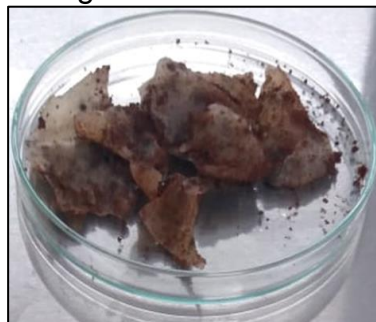


Figura 16. Teste 3.



Fonte:(Dos próprios autores,2019) Fonte:(Dos próprios autores,2019) Fonte:(Dos próprios autores,2019)

4.5. ANÁLISE DE DADOS

Quadro 7. Avaliação dos produtos finais e suas características

Exp.	Aspecto final do bioplástico produzido	Tempo de degradação (dias)	Massa perdida (gramas)
Teste 1	Textura fina e gelatinosa.	13	2, 483
Teste 2	Consistente, maleável e resistente.	13	3, 149
Teste 3	Quebradiço e apresentação de fungos.	13	2, 952

Fonte: (Dos próprios autores, 2019)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um bioplástico biodegradável produzido a partir do amido extraído da banana. Dentre os inúmeros métodos, em relação a extração do amido e a produção do bioplástico, foram encontrados os mais acessíveis e satisfatórios na situação em que nos situávamos. Como produto, obtivemos um bioplástico maleável, de fácil produção e barato, podendo ser empregado nas mais diversas aplicações do cotidiano e produzido em larga escala.

Para a análise de biodegradabilidade utilizou-se a metodologia de Giordani e Oliveira (2014), deixando o bioplástico enterrado durante treze dias, para observação da decomposição do produto por parte dos microrganismos presentes no solo. Sendo assim, o plástico acabou se decompondo e atingiu o resultado esperado, permitindo o alcance dos objetivos propostos.

No entanto, aprimorações podem ser realizadas a partir de estudos futuros, principalmente no método de extração do amido da banana verde que rendeu abaixo do esperado. Conclui-se que o trabalho atingiu resultados satisfatórios e cabe ainda ressaltar a relevância deste trabalho no âmbito socioambiental, já que busca disseminar uma alternativa viável na diminuição da produção do plástico petrolífero a partir da criação de um plástico sustentável e inofensivo para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON. **Bananas, um bando.** Disponível em: <<https://www.amazon.com/produce-aisle-mburring-Bananas-bunch/dp/B000NOGLY2>>. Acesso em: ago. 2019.

ATAÍDE, C. S. et al. **Aproveitamento do resíduo agrícola da banana (musa balbisiana e da musa sapientum, linneo):** Agricultura familiar como forma de desenvolvimento sustentável. 2010. 5 f. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus III, 2010.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química:** Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 922 p.

BASTOS, V. **Biopolímeros e polímeros de matérias-primas renováveis alternativas aos petroquímicos.** 2007. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11834/2/RB%2028%20Biopol%C3%ADmeros%20e%20Pol%C3%ADmeros%20de%20Mat%C3%A9rias-Primas%20Renov%C3%A1veis%20Alternativos%20aos%20Petroqu%C3%ADmicos_P_BD.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

BRITO, G. F. et al. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes.** 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/raiane/Downloads/222-1014-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/raiane/Downloads/222-1014-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: jul. 2019.

CANGEMI, J.M. et al. **Biodegradação: Uma Alternativa para Minimizar os Impactos Decorrentes dos Resíduos Plásticos.** 2005. 5 p. Biodegradação, polímeros, plástico biodegradável. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>>. Acesso em: out. 2019.

CANGEMI, J. M., SANTOS, A. M., NETO, S.C. **Biodegradação:** uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. 2005. 21 p. Química nova na escola. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=qne&cod=_quimicaesociedadebiodegr. Acesso em: mai.2019.

CASTRO, T. **Os bioplásticos: impactos ambientais e perspectivas de mercado.** 2019. 83 f. trabalho de conclusão de curso (especialização) – Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2019.

CERQUEIRA, V. **Produção de frutose a partir de hidrolizado enzimático de amido de mandioca.** 2012. Disponível em : <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101731/cerqueira_vc_dr_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y> acesso em nov. 2019

DIAS, L. D. **Glicerol.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/glicerol.htm>>. Acesso em: Dez. 2019.

DIAS, M. **Polímeros e a reação de polimerização**. 2013. Disponível em: <<https://blogdoenem.com.br/quimica-polimeros-polimerizacao/>>. Acesso em: nov. 2019.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **No dia Mundial do Meio Ambiente, ONU alerta para o perigo da poluição plástica**. 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/06/epoca-negocios-no-dia-mundial-do-meio-ambiente-onu-alerta-para-o-perigo-da-poluicao-plastica.html>>. Acesso em: jun, 2019.

FAKHOURI, F. M. **Plásticos flexíveis e biodegradáveis a base de amido e gelatina**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia)- Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FARIAS, S. S. et al. **Biopolímeros: uma alternativa para promoção do desenvolvimento sustentável**. 2016. Disponível em: <<file:///C:/Users/raiane/Downloads/2759-1-8021-1-10-20161020.pdf>>. Acesso em: jul. 2019.

FOGAÇA, J.R.V. **Polímeros**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimero-baquelite.htm>> . Acesso em: ago. 2019.

FOGAÇA, J. R. V. **Polímeros de Condensação**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimeros-condensacao.htm>>. Acesso em: nov. 2019.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Banana: Aspectos nutricionais**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_48_41020068055.html>. Acesso em: jun, 2019.

FRAGAL, B. et al. **Polissacarídeos**. QFL-0343 – Reatividade de Compostos Orgânicos II.2016. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2274176/mod_resource/content/0/Resumo_07_Gr09.pdf>. Acesso em: set. 2019.

GALLO, O. **A importância da banana**. 2008. Disponível em: <<https://www.ativo.com/nutricao/a-importancia-da-banana/>>. Acesso em: nov. 2019.

GIORDANI, A; OLIVEIRA, A. M. S. **Estudo e caracterização de embalagens plásticas produzidas a partir de bioplásticos (plástico verde)**. 2014. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química). Universidade Federal de Alfemas, Poços de Caldas, 2014.

GOMIDE, A.P.C. et al. Glicerina bruta na alimentação de aves e suínos. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 26, ed. 173, art. 1167, 2011. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/6c1ff980bc7fe1f499a4a7132d4a0817.pdf>>. Acesso em: set. 2019.

GOMES, M. Produção brasileira de banana atinge R\$ 14 bilhões por ano. **Correio Braziliense**, Brasília, 23 nov. 2017. Disponível em: <https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/10/23/internas_economia,635500/producao-brasileira-de-banana-atinge-r-14-bilhoes-por-ano.shtml>. Acesso em: jun. 2019.

INFOPÉDIA. **Banana**. Disponível em: <<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/banana>>. Acesso em; jun, 2019.

INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS. **A poluição por plástico ameaça a vida na Terra**. 2017. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/574693-a-poluicao-por-plastico-ameaca-a-vida-na-terra>>. Acesso em: jun, 2019.

LEAL, P. **Preço atual da banana não cobre custos de produção, apontam agricultores de Corupá**. Disponível em: <<https://ocp.news/economia/preco-atual-da-banana-nao-cobre-custos-de-producao-apontam-agricultores-de-corupa>>. Acesso em: jul. 2019.

LEAL, R. C.; MOITA, J. M. N. **Amido: Entre a Ciência e a Cultura**, v. 35, n. 2, p. 75-78, 2013.

LIMA, G. B.; NEBRA, S. A.; QUEIROZ, M. R. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 2000. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev21/Art210.pdf>>. Acesso em: jun. 2019.

MANARINI, T. **Os benefícios do amido resistente**. 2017. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/alimentacao/os-beneficios-do-amido-resistente/>>. Acesso em: junho, 2019.

MARTINS, V. A., et al. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, 2º Levantamento, Ano Agrícola 2017/18 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2016/17, Novembro de 2017**. 2017. 13 p. IEA - Instituto de Economia Agrícola, 2018.

MEIO FILTRANTE. **Prós e contras do plástico para o meio ambiente**. Revista e Portal. Disponível em: <<http://www.meiofiltrante.com.br/internas.asp?id=21016&link=noticias>>. Acesso em: out. 2019.

MENDES, S; SERRA, J. **Glicerina: uma abordagem sobre a produção e o tratamento**. 2012. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2013%2C%20n.%2020%20%282012%29/4.Glicerina%2023.11.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

MOORTHY, S, N. **Extraction of starches from tuber crops using ammonia**. Carbohydrate Polymers. 16, 391-398, 1991.

MOTAL, R. V.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. **Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa spp.*) durante o amadurecimento**, Campinas, v. 17, n. 2, 1997.

MUCCILO, T. **Caracterização de amido modificado de pinhão mediante a provas funcionais e térmicas**. 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18598/000730841.pdf?sequence=1>>. Acesso em nov. 2019.

OLIVEIRA, C. **Obtenção e caracterização de amido termoplástico e de suas misturas como prolipropileno**. 2015. Disponível em : <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3133/tde-16062016-101007/publico/Camila_Fernanda_de_Paula_Oliveira_PPGEMet_Corrigida_2015.pdf> acesso em nov. 2019

PIATTI, T. RODRIGUES, R. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**.2005. Disponível em: <file:///C:/Users/ASUS/Desktop/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf>. Acesso em: ago. 2019

PIOZEVAN, M. **Roteiro de aulas práticas**. 2017. 47 f. Professor Doutor em Química Ambiental, Noções Biotecnologia Ambiental e Biotecnologia Ambiental. Instituto Federal de Santa Catarina, Lages, 2017.

QUEVEDO, R. **Polímeros termoplásticos e termofixos**. 2016. Disponível em:< <https://www.infoescola.com/quimica/polimeros-termoplasticos-e-termofixos/>>. Acesso em: ago. 2019.

RODRIGUES, K. et al. **Produção de bioplástico a partir da casca da batata (*solanium tubeculum*)**. 2015. Disponível em: <https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3611/741/885.pdf>. Acesso em: julho, 2019.

SANTOS, B.; COELHO, T.;FILHO, N. A. **Produção de plástico biodegradável a base de amido modificado**. 2014. Disponível em <http://www.fecilcam.br/nupem/anais_ix_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/Anais-ENG/05.pdf> Acesso em ago. 2019

SCHLEMMER, D.; SALES, M. J. A.; RESCK, I. S. **Preparação, caracterização e degradação de blendas PS/TPS usando glicerol e óleo de buriti como plastificantes**. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/2010nahead/0425.pdf>>. Acesso em: maio, 2019.

SILVA. M. **Tecnologia para produção de superfícies hidrofóbicas em filmes de amido de milho termoplástico por plasma**. 2010. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8044/1/monopoli10003567.pdf>. Acesso em: Ago. 2019.

SOUZA, G. T. A. M., et al. **Biodegradação de bioplásticos em condições de laboratório e de campo.** Congresso Internacional de Ciência, nº 3, 20 a 22 de outubro de 2014.