

PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE POLÍMEROS NATURAIS

Cícera Romana J.S. Fernandes (UFCG) janneallyfernandes13@hotmail.com
Josembergue F. de Lima Júnior (UFCG) bergue_limaf@outlook.com
Laiany Esterfany Borges Rodrigues (UFCG) laianybr@gmail.com
Renato Quaresma de Oliveira (UFCG) renato-quaresma@hotmail.com
Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG) danielmoura@ufcg.edu.br

Resumo

Produzido com base de petróleo, o plástico é um componente orgânico de polímeros sintéticos utilizado como matéria-prima na fabricação dos mais variados objetos duráveis, versáteis e de baixo custo. Porém, a longa durabilidade reflete de forma prejudicial ao meio ambiente. Com o objetivo de diminuir os impactos ambientais, este trabalho pretende produzir um plástico biodegradável a partir de polímeros naturais que surge como alternativa ao plástico comum, tendo como principais características a sustentabilidade do planeta, a preservação da natureza e da vida. Utilizando-se de fontes renováveis de biomassa, é possível a confecção de polímeros naturais e semelhantes a partir do uso de amidos e fibras. Desse modo, surgem os protótipos do plástico biodegradável, isto é, do bioplástico. No presente trabalho foram testadas formulações de filmes de amido de milho preparados pelo método *Casting* (BRITO, 2011; SILVA, 2011). Os ensaios foram realizados em laboratório e, após vários testes com alguns tipos de amidos e fibras, o resultado do bioplástico feito com o amido de milho reforçado com fibra de casca de manga demonstrou resistência e qualidades passíveis de substituir o plástico não-biodegradável tão prejudicial ao planeta.

Palavras-chaves: Plástico. Bioplástico. Polímeros. Sustentabilidade.

1. Introdução

O homem em sua jornada através da história alterou o meio em que vive sem uma maior preocupação com as questões ambientais. Com o passar do tempo e com grande impacto que essas modificações causaram, se fez necessária uma intervenção através de meios sustentáveis. A sustentabilidade está diretamente relacionada à necessidade de administrar com visão de futuro os recursos que abrange em dimensões econômica, social e ambiental (PAJARES, 2012).

O uso exagerado de polímeros derivados do petróleo, comumente denominados de *plásticos*, vem ocasionando problemas econômicos e ambientais. Além do processo de industrialização mundial, os fatores que mais contribuíram para o aumento considerável do uso dos plásticos foram a produção de baixo custo e a versatilidade de utilização que vai desde o uso doméstico (recipientes, garrafas, sacos plásticos, entre outros utensílios) até composição de estruturas complexas (peças de carro, estrutura interna de aviões e navios, eletrônicos e eletrodomésticos, etc). Com um enorme índice de poluição mundial, os polímeros estão sendo cada vez mais descartados nos mares acometendo várias espécies e a qualidade da água. Concomitante ao uso excessivo de polímeros, o crescimento populacional também trouxe consequências ao âmbito terrestre, sendo necessário um aumento considerável de aterros sanitários, sendo estes prejudiciais ao solo pelo descarte de polímeros que possui degradação de em média 500 anos.

Tendo em vista todos os problemas ocasionados pelo uso excessivo dos procedentes oriundos do petróleo, uma medida fundamental é a investida em produtos que se dispersam de forma mais rápida no ambiente: o bioplástico. Entretanto, o desenvolvimento de tecnologia acerca do bioplástico desperta uma interessante e promissora área de pesquisa universal.

Nesse contexto, o plástico biodegradável feito a partir de polímeros naturais pode ser uma das alternativas viáveis para mitigar ou evitar os efeitos negativos causados pelos plásticos não-biodegradáveis no ambiente, além de colocar no mercado embalagens, produtos mais naturais e seguros para saúde humana bem como à sustentabilidade do planeta.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral produzir um polímero natural e biodegradável a partir de amidos e fibras, com ênfase no amido de milho com a fibra da casca da manga. Enquanto objetivos específicos, demonstrar que o bioplástico produzido com polímeros naturais é passível de substituição do plástico não-biodegradável, conscientizar as pessoas do uso do plástico comum e seus efeitos nocivos ao meio ambiente e demonstrar as características positivas do bioplástico na vida e no planeta.

2. Fundamentação Teórica

2.1 O surgimento dos polímeros e a indústria de plástico no Brasil

Por volta de 1860 o inglês Alexandre Parkers iniciou seus estudos com o nitrato de celulosa, um tipo de resina com consistência sólida e que tinha como principais características a flexibilidade, resistência à água, cor opaca e facilidade para pintura. Em 1890 o americano

John Wesle Hyatt estudou o material, o aperfeiçoou e o chamou de celuloide – substância plástica, uma versão comercial do nitrato de celulosa com adição de piroxilina, cânfora, álcool, polca de papel e serragem e, então surgiu a primeira matéria plástica artificial.

No ano de 1920, Hermann Staudinger iniciou seus estudos teóricos sobre estrutura e propriedades dos polímeros naturais – celulosa e isoprene – e sintéticos. Constatou que os polímeros são constituídos de moléculas em forma de longas cadeias formadas a partir de moléculas menores, por meio de polimerização (PLÁSTICO VIRTUAL, 2019).

No Brasil, a primeira fábrica de poliestireno (termoplásticos), que tem como material-base o eteno e o benzeno, foi inaugurada em São Paulo no ano de 1949. A comercialização do poliestireno teve grande impacto quando no início da década de 60, Lambert desenvolveu o processo para moldagem do material. O plástico substituiu matérias-primas utilizadas pela sociedade há milhares de anos, como o vidro, madeira, algodão, celulose e metais. A partir de 1945, as matérias-primas plásticas começaram a fazer parte do cotidiano das pessoas. A substituição progressiva dos materiais tradicionais mudou o conceito de forma, ergonomia e utilidade dos objetivos que o homem estava acostumado a manusear no dia-a-dia. Com o tempo, surgiram novas demandas para utilizar o plástico como matéria-prima.

Os plásticos são compostos de polímeros, palavra de origem grega que significa muitas partes. Os polímeros são moléculas grandes formadas pela conexão de muitas moléculas menores, denominadas monômeros (USBERCO; SALVADOR, 2002). A principal fonte de matéria-prima desse produto é o petróleo, sendo que atualmente sua fabricação absorve, cerca de 3% da produção mundial (PAJARES, 2012). Há vários tipos de plásticos, desde os mais rígidos como o polietileno de alta densidade utilizado na fabricação de garrafas e frascos, até o polietileno de baixa densidade utilizando em embalagens de alimentos, sacolas de supermercado e outros (PIATTI *et al.*, 2005).

2.2 O plástico, o bioplástico e o meio-ambiente

Características como durabilidade, resistência e leveza, além de sua utilização em vários setores da economia, tornam o plástico economicamente viável, mas altamente nocivo ao meio ambiente.

Atualmente, os plásticos mais utilizados são denominados não-biodegradáveis em função do elevado tempo de decomposição que apresentam, muitas vezes superior a 100 anos. Apesar do consumo de plásticos ser inevitável, o descarte desses materiais é responsável por gerar

grandes volumes de resíduos que são muito prejudiciais ao meio ambiente e que, conseqüentemente, geram problemas de ordem socioambiental e de saúde pública (PIATTI *et al.*, 2005).

A norma técnica da ABNT 15448:2008 considera que para o plástico ser considerado como biodegradável, a sua decomposição quando em contato com o meio ambiente tem que ser em um período máximo de seis meses. Uma das alternativas ao uso de plásticos não-biodegradáveis é a utilização de fontes renováveis para confecção dos polímeros semelhantes, como é o caso dos chamados bioplásticos.

O bioplástico é um plástico biodegradável produzido a partir de fontes renováveis de biomassa, como por exemplo, o amido de batata-inglesa (*solanum tuberosum*), amido de milho (*zea mays*) e o amido da mandioca (*manihot esculenta*) com adição de algumas fibras encontradas nas cascas de diversos frutos.

De acordo com Ramalho (2009), plásticos biodegradáveis têm propriedades físicas e químicas semelhantes ao plástico comum, mas levam entre 18 a 20 meses para serem degradados. Isso porque muitos micro-organismos, como bactérias e fungos encontrados no solo, liberam algumas enzimas capazes de decompor os plásticos biodegradáveis, o que é impossível no caso do plástico convencional.

Para a fabricação do bioplástico é necessário a utilização de polissacarídeos ou glicanos, como os amidos. Há pesquisas no Brasil que utilizam em sua maioria o amido do milho ou da mandioca na fabricação do bioplástico. No entanto, há outros tipos de polissacarídeos que podem ser aproveitados.

O amido é uma substância inicialmente extraída para uso culinário e hoje é uma das bases para a criação de alguns bioplásticos. É um polímero natural facilmente encontrado em grãos, tais como milho, trigo, arroz, aveia; raízes e tubérculos, como batata e mandioca. Nesse estudo serão detalhados apenas os amidos utilizados no desenvolvimento do bioplástico pretendido, bem como o plastificante glicerol e algumas fibras.

2.2.1 Amido de milho

Substância extraída do interior do milho, possui baixo custo e alta disponibilidade. Pode ser encontrado facilmente em comércio, extraído por fábrica. Torna-se um meio viável para a produção de bioplástico.

2.2.2 Amido de Batata-Inglesa

Amido extraído de tubérculos e raízes já em forma de farinha. Produto proveniente das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais. É de fácil utilização e pode ser encontrado em estabelecimentos comerciais de alimentos, já que o agente já vem sacado e processado de forma industrial. Por outro lado, existem métodos caseiros para obter o amido a partir da batata, artifício de cunho natural e eficiente na produção de um bioplástico.

2.2.3 Amido de Mandioca

Amido extraído de tubérculos e raízes proveniente das partes comestíveis dos vegetais e que pode ser encontrado industrializado. Sua extração também pode ocorrer através de métodos naturais.

2.2.4 Plastificante e dispersante

Os plastificantes são, em geral, moléculas de tamanho pequeno, pouco voláteis e são adicionados aos polímeros de massa molecular alta para amolecê-los ou terem seu ponto de fusão diminuído durante a etapa de processamento, ou para flexibilizá-los ou adicionar uma extensibilidade semelhante à da borracha. Os plastificantes e dispersantes mais usados são a água e o glicerol (CANGEMI *et al.*, 2005).

O uso do glicerol ou glicerina aumenta a afinidade e a solubilidade dos plásticos com a água e afeta diretamente as propriedades dos solutos e vapores, pela diminuição das forças entre as moléculas das cadeias das moléculas. É um composto não tóxico, viscoso e incolor utilizado como insumo para a fabricação do bioplástico. Tem ação plastificante que proporciona flexibilidade e efeito emborrachado ao produto, como também a facilita a solubilidade do plástico ao entrar em contato com a água devido ao seu alto poder emoliente.

2.2.5 Fibra

As fibras servem para dar resistência ao bioplástico, tornando-o mais rígido e dificultando que o mesmo se rompa. São encontradas em alguns alimentos, uns com maior índice que outros. O estudo feito através, conforme tabela 1, analisou diversos tipos frutas, tubérculos, grãos que possuem fibra em sua composição. A escolha se originou a partir do índice de fibra contido na

casca e grãos dos alimentos. As cascas de frutas são jogadas fora e não são reutilizáveis pelos seus consumidores. Assim, fazendo reuso desses envoltórios, o produto final torna-se ainda mais sustentável. A tabela 1 informa a composição da fibra de alguns alimentos. Para este estudo, foi utilizada a fibra da casca da manga que contém uma quantidade considerável.

Tabela 1- Composição de fibras em alimentos

Alimentos (100 g)	Fibra Bruta (g)
Casca de Abóbora	5,05
Casca de Batata	0,97
Casca de Chuchu	1,78
Casca de Laranja	3,55
Casca de Banana	2,35
Casca de Manga	5,85
Aveia em Flocos	9,1
Casca de Mamão	2,09
Casca de Cenoura	2,79

Fonte: Adaptado pelos autores (2018)

3 Metodologia

O processo utilizado para a produção do bioplástico será baseado na metodologia *casting*, na qual se realiza a solubilização do amido de interesse em um solvente para formação de uma substância gelatinosa que, após desidratação, forma um filme polimérico (RÓZ, 2004).

Os ensaios foram realizados em laboratório tendo a secagem do produto por meio de uma estufa e, em algumas etapas, em residência quando da utilização de uma forma de vidro e uma forma ergonômica sustentável.

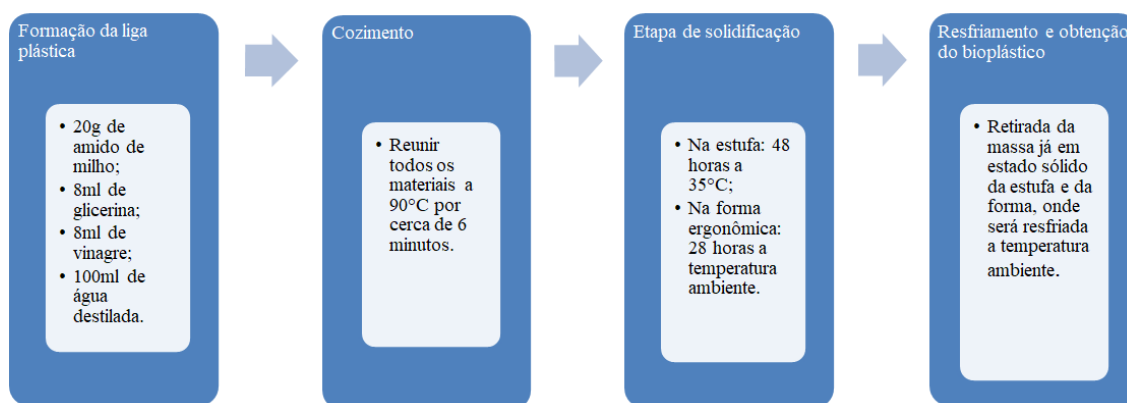
3.1 Produção do bioplástico de amido de milho

Em um béquer foi inserido, inicialmente, 20g de amido de milho (*zea mays*) com aproximadamente 8 ml de glicerina e 8 ml de vinagre. Em seguida, adicionou-se 100 ml de

água destilada e o cozimento da solução foi realizado em um béquer a 90°C por cerca de 6 minutos com o auxílio de um bastão de vidro até a mesma ficar homogênea e com consistência pastosa.

Logo após, o processo foi semelhante ao teste do bioplástico do amido de batata-inglesa. O composto foi separado em duas amostras, uma em recipiente de vidro direcionado a uma estufa com circulação de ar a 35°C durante 48 horas. Após o período, a massa já em estado sólido é retirada da estufa e resfriada em temperatura ambiente. A outra amostra foi depositada numa forma ergonômica sustentável por um período de 28 horas em temperatura ambiente até que a massa fique constante. Ao retirar das formas, as amostras resultantes produziram 31g de bioplástico de amido de milho.

FIGURA 01 – Fluxograma do processo de produção do bioplástico de amido de milho



Fonte: Os autores (2019)

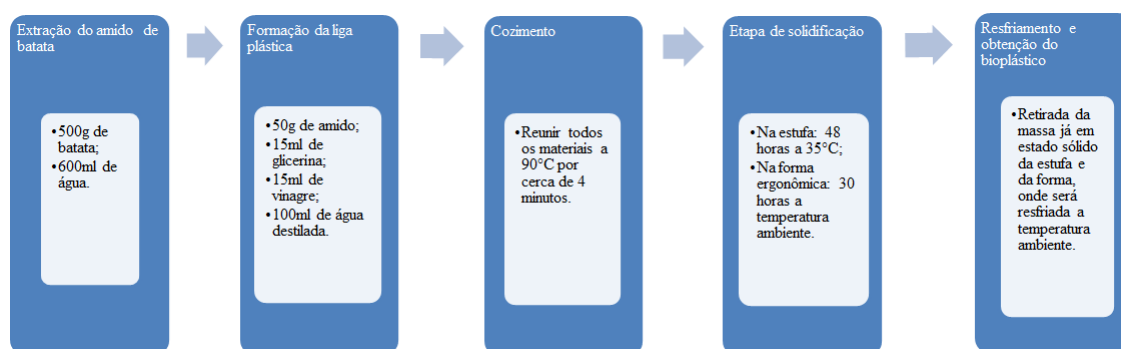
3.2 Produção do bioplástico de amido de batata-inglesa

Para a extração de amido de batata-inglesa (*solanum tuberosum*), foram triturados mecanicamente 500g de batata-inglesa com 600 ml de água para que a homogeneização dos dois componentes. Em seguida, o produto resultante foi coado e ficou em repouso por 15 minutos para realizar o processo de decantação. Para a formação da liga plástica, foi colocado em um béquer 50g do amido extraído com aproximadamente 15 ml de glicerina e 15 ml de vinagre. Este último componente tem como função organizar as moléculas do amido, facilitando assim, o reagrupamento das moléculas dos agentes envolvidos. Ainda, foi adicionado 100 ml de água destilada e o processo de cozimento da solução se deu a 90°C por

cerca de 4 minutos com o auxílio de um bastão de vidro até a mesma ficar homogênea e com consistência pastosa.

Em seguida, o composto foi separado em duas amostras. A primeira amostra foi colocada num recipiente de vidro direcionado a uma estufa com circulação de ar a 35°C durante 48 horas. Transcorrido o tempo, a massa em estado sólido foi retirada da estufa e resfriada em temperatura ambiente. A outra amostra foi depositada numa forma ergonômica sustentável, criada especificamente para este trabalho, por um período de 30 horas numa temperatura ambiente até que a massa fique constante. Após o resfriamento, as amostras foram retiradas das formas e obteve-se 67g do bioplástico.

FIGURA 02 – Fluxograma do processo de produção do bioplástico de amido de batata-inglesa



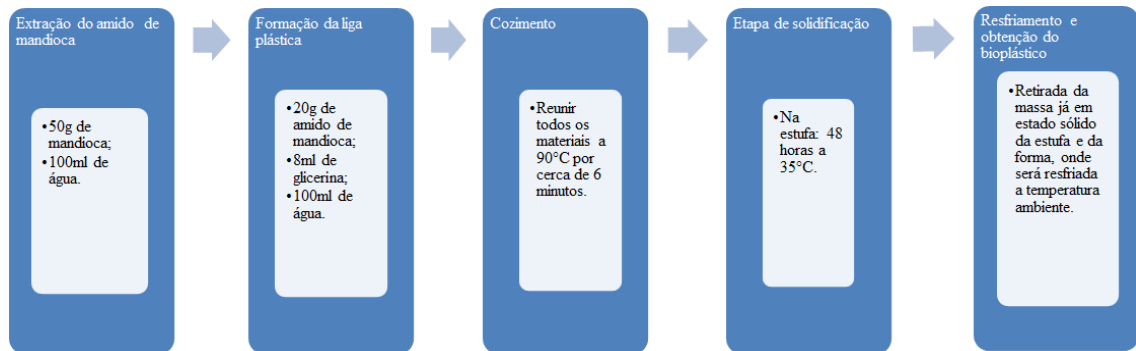
Fonte: Os autores (2019)

3.3 Produção do bioplástico de amido de mandioca

A obtenção do amido de mandioca é realizado de forma mecânica, quando da retirada da casca da mandioca (*manihot esculenta*) esta é posteriormente moída até se tornar uma farinha. O polímero foi preparado utilizando 20g de amido de mandioca com aproximadamente 8 ml de glicerina. Logo após, adicionou-se 100 ml de água destilada e foi iniciado o cozimento da solução em um béquer a 90°C por cerca de 6 minutos e foi utilizado o bastão de vidro para auxiliar na mistura, até a mesma ficar homogênea com consistência pastosa.

Em seguida, o composto foi colocado em um recipiente de vidro direcionado a uma estufa com circulação de ar a 35°C durante 48 horas. Após o período, a massa já em estado sólido é retirada da estufa e resfriada em temperatura ambiente. Nesse teste não foi utilizada a forma ergonômica.

FIGURA 03 – Fluxograma do processo de produção do bioplástico de amido de mandioca



Fonte: Os autores (2019)

3.4 Produção do bioplástico de amido de milho com a fibra da manga

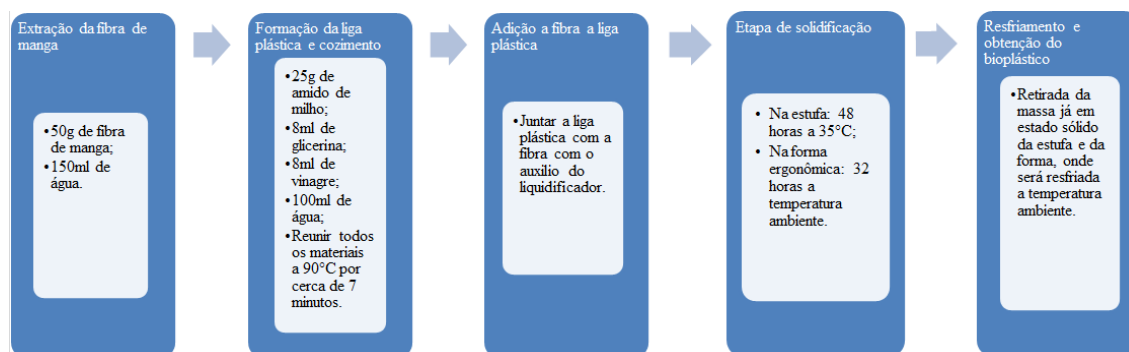
Para se obter a fibra da manga, foi triturada no liquidificador 50 g de casca da fruta da espécie *espada* com 150 ml de água. Separadamente, o processo de plastificação foi realizado com 25g de amido de milho com aproximadamente 8 ml de glicerina e 8 ml de vinagre. Logo após, adicionou-se 150 ml de água destilada e foi iniciado o cozimento da solução em um béquer a 90°C por cerca de 7 minutos e foi utilizado o bastão de vidro para auxiliar na mistura, até a mesma ficar homogênea, com consistência mais que pastosa, havendo certa dificuldade na manipulação do produto no processo de cozimento.

Após o cozimento, o produto resultante do cozimento foi direcionado ao liquidificador juntamente com a fibra da manga. Cabe ressaltar que nessa etapa a mistura permanecerá heterogênea, pois haverá de forma nítida filamentos visíveis da fibra da casca da manga.

Em seguida, o composto foi separado em duas amostras. A primeira foi colocada em um recipiente de metal direcionado a uma estufa com circulação de ar a 35°C durante 48 horas. Após o período, a massa já em estado sólido foi retirada da estufa e resfriada em temperatura ambiente. A outra amostra foi colocada numa forma ergonômica sustentável por um período de tempo de 32 horas em temperatura ambiente até que a massa fique constante.

Diante do resfriamento de ambas as amostras, os produtos retirados deram origem a 52g do bioplástico. Entretanto, a amostra que foi direcionada a forma ergonômica sustentável, teve uma perda de aproximadamente 2g de rebarba em decorrência da dificuldade em sua retirada por conta da aderência do produto no TNT (tecido-não-tecido).

FIGURA 04 – Fluxograma do processo de produção do bioplástico de amido de milho com fibra de manga



Fonte: Os autores (2019)

4 Resultados e discussões

A princípio, foram utilizados nos experimentos o amido de milho, o amido de batata e o amido de mandioca. Diante das práticas realizadas, notou-se que a utilização de fibras em suas composições tornariam o bioplástico mais resistente. Foram realizados vários testes com fibras obtidas a partir de cascas de frutas como da manga, a fibra de aveia e da casca da mandioca. Contudo, o foco deste estudo será a fibra da casca da manga por obter resultados considerados positivos para o objetivo do trabalho. Porém, o uso das fibras derivadas das cascas dos alimentos é um meio de reuso dos recursos que a natureza possui, tendo assim caráter sustentável.

Os experimentos originaram bioplásticos provenientes de polímeros naturais com características diferenciadas. Alguns com maior resistência em detrimento de outros. Em todos os testes, verificou-se a formação de uma massa consistente assim que os componentes água e amido entraram em aquecimento, caracterizando o fenômeno do intumescimento.

Quanto ao modo de secagem, a única diferença verificada está no tempo aplicado, pois as amostras colocadas em estufa ou na forma ergonômica em temperatura ambiente não apresentaram diferenças consideráveis. Entretanto, a produção do bioplástico com secagem ambiente por meio de uma fôrma ergonômica coberta de TNT, permitiu a secagem rápida do produto e deu-lhe aspereza, enquanto que uma fôrma de vidro teve uma secagem mais lenta, porém o bioplástico apresentou aspecto liso.

Diante do exposto, o resultado dos bioplásticos produzidos por meio de polímeros naturais apresentaram características, conforme quadro. O glicerol e a água foram utilizados em todos os testes como dispersantes e plastificantes:

O amido da batata-inglesa apresentou forma pastosa e úmida. Seu uso foi adotado devido à alta quantidade de amido presente na batata. O emprego do amido no produto final resultou em um bioplástico de aspecto rígido, inodoro, incolor, maleável e sem a presença de rachaduras.

Figura 5: Bioplástico produzido em laboratório a partir do amido extraído da batata



Fonte: Os autores (2019)

O resultado do bioplástico composto pelo amido de milho e o glicerol apresentou características interessantes para um plástico biodegradável, tais como incolor, alta maleabilidade e resistência média. Estudos devem ser aprofundados nessa composição no intuito de desenvolver produtos em substituição ao plástico comum em alguns de seus derivados.

Figura 6: Bioplástico produzido em laboratório a partir do amido de milho



Fonte: Autoria própria.

Para o bioplástico obtido com o amido de mandioca, foi necessário ter a raiz *in natura* e passar pelo ralador para se obter o amido. Sua escolha foi feita por conter cerca de 80% de amido da massa seca. Entretanto, seu uso no experimento não supriu as expectativas. O

resultado gerou um bioplástico de aspecto liso apenas no lado que manteve contato com a fôrma de vidro e apresentou algumas rugosidades derivadas da própria mandioca. A coloração mudou e é pouco resistente, se rompe com muita facilidade.

Figura 7: Bioplástico produzido em laboratório a partir do amido extraído da mandioca



Fonte: Autoria própria

O bioplástico produzido com o amido de milho e a fibra da casca da manga foi o que apresentou melhor resultado feito com polímeros naturais. As fibras são visíveis e a coloração esverdeada é em decorrência dos pigmentos existentes na casca da fruta. Possui alta resistência, boa durabilidade e maleabilidade. Posto em local arejado em temperatura ambiente por 72 horas, o bioplástico não apresentou mofo. O aspecto liso se deu com a secagem na forma de vidro e quando colocado no TNT, a textura apresentou os aspectos do tecido. Contudo, a textura do bioplástico dependerá do local de secagem, o que é considerado um ponto positivo.

Figura 8: Processo de secagem do bioplástico de amido de milho com fibra da casca da manga em TNT e forma de vidro



Fonte: Os autores (2019)

Figura 9: Textura do bioplástico de amido de milho com fibra da casca da manga no TNT e na forma de vidro, respectivamente



Fonte: Os autores (2019)

5 Conclusão

Diante dos resultados obtidos a partir das metodologias adotadas, concluímos que é possível a obtenção do bioplástico proveniente do amido de milho com a fibra da casca da manga. As características apresentadas na amostra como resistência, maleabilidade, textura e aparência denotam a possibilidade de produção, aplicação e substituição ao plástico comum. O bioplástico produzido com polímeros naturais que, ao mesmo tempo, são fontes renováveis como o amido de milho e a fibra da casca da manga, representa uma possibilidade de alternativa devido ao baixo custo. Com tal alternativa, o processo de obtenção de plástico tornou-se mais sustentável, uma vez que o material proposto é facilmente obtido e não impacta tanto os ecossistemas.

No entanto, ainda serão necessárias muitas pesquisas, principalmente para que esses materiais passem a apresentar algumas propriedades, por exemplo, as mecânicas, superiores às apresentadas por determinados plásticos convencionais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15448:0520: Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis. Parte 2: Biodegradação e compostagem - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2008.

BRITO, G. F. *et al.* Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, 6, 127-139, 2011.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; NETO, S. C.; **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos.** Química nova na escola. n. 22, p. 17-19, 2005.

PAJARES, F. **Plástico ambientalmente correto**, 2012. Disponível em: http://www.rvambiental.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=398:plasticoambientalmente-correto&catid=4:interatividade&Itemid=4>. Acesso em: 23 de dez. 2014.

PIATTI, T.M. & RODRIGUES, R.A.F., **Plásticos: Características, uso, produção e impactos ambientais.** Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2005. Disponível em: <http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernostematicos/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf>. Acesso em 15 jan. 2019.

PLÁSTICO VIRTUAL. **Conheça a história da indústria do plástico.** Disponível em: <<https://plasticovirtual.com.br/conheca-a-historia-da-industria-do-plastico/>>. Acesso em 20 jan. 2019.

RAMALHO, M. **Plásticos biodegradáveis proveniente da cana de açúcar: Polímeros biodegradáveis.** São Paulo: Centro Paula Souza, 2009, p. 33.

RÓZ, A. L. **Preparação e caracterização de amidos termoplásticos.** Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 171, 2004.

SILVA, E. M. **Produção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis de Amido de Pinhão.** DEQUI/UFRGS, Porto Alegre – RS, Trabalho de Diplomação em Engenharia Química, 2011.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química** – Vol. Único. Ed. 5ª. pp. 619 - 632. São Paulo. Editora Saraiva, 2002.