

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ETEC DE CIDADE TIRADENTES
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (NovoTec)**

**Bárbara Nogueira da Silva;
Giovanna Brandão Silva Andrade;
Noemy Frota Viana Dos Santos;
Rodrigo Freitas Pinheiro;
Wesley Bezerra Rocha Dos Santos.**

**PRODUÇÃO DE PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS ATRAVÉS DO
AMIDO DA BATATA DETERIORADA**

São Paulo

2024

**Bárbara Nogueira da Silva;
Giovanna Brandão Silva Andrade;
Noemy Frota Viana Dos Santos;
Rodrigo Freitas Pinheiro;
Wesley Bezerra Rocha Dos Santos.**

**PRODUÇÃO DE PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL ATRAVÉS DO AMIDO
DE BATATA DETERIORADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Química da ETEC Cidade Tiradentes, orientado pela Professora Dra. Daniéle Santos Lima, como requisito parcial para obtenção do título de técnico de Química. [OBJ]

São Paulo

2024

Bárbara Nogueira da Silva;
Giovanna Brandão Silva Andrade;
Noemy Frota Viana Dos Santos;
Rodrigo Freitas Pinheiro;
Wesley Bezerra Rocha Dos Santos.

PRODUÇÃO DE PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL ATRAVÉS DO AMIDO DE BATATA DETERIORADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Química da ETEC Cidade Tiradentes, orientado pela Professora Dra. Daniéle Santos Lima, como requisito parcial para obtenção do título de técnico de Química. [OBJ]

Aprovado em:

(Nome dos elementos que compõem a banca examinadora)

(Data)

Resumo

Os plásticos são um dos maiores poluentes do meio ambiente. Com isso, foi criado os bioplásticos, que são plásticos produzidos de matérias primas renováveis como plantas ou micro-organismos. Dentre os diferentes tipos de bioplástico, existe o que é feito de amido de tubérculos, como mandioca, batata inglesa, batata doce, etc. Pensando nos tubérculos que estavam bons para o consumo alimentício e foram usadas para fazer o polímero biodegradável, o grupo teve a ideia de criar um bioplástico a partir de batatas inglesas deterioradas, afim de evitar o desperdício de batatas que, possivelmente, iriam para o lixo e diminuiriam os gastos com os polímeros biobaseados. Entretanto, o processo de criação desse biopolímero é o mesmo do qual é usado batatas boas, porém com batatas estragadas. As etapas de produção foram separas em três partes, obtenção do amido, produção do bioplástico e o método de secagem que foi a mais complicada para a equipe. Em síntese, o bioplástico foi finalizado, porém apresentou uma resistência não favorável. Após pesquisas, o grupo utilizou alginato de potássio para atingir a resistência esperada do bioplástico.

Palavras-chave: bioplástico; amido de batata; batata deteriorada.

Abstract

Plastics are one of the biggest pollutants of the environment. With this in mind, bioplastics were created, which are plastics made from renewable raw materials such as plants or microorganisms. Among the different types of bioplastic, there is one made from tuber starch, such as cassava, English potatoes, sweet potatoes, etc. Thinking about the tubers that were good for food consumption and were used to make the biodegradable polymer, the group came up with the idea of creating a bioplastic from decayed English potatoes, in order to avoid wasting potatoes that would possibly go to waste and possibly reduce spending on biobased polymers. However, the process of creating this biopolymer is the same as using good potatoes, but with spoiled potatoes. The production stages were separated into three parts: obtaining the starch, producing the bioplastic and the drying method, which was the most complicated for the team. In summary, the bioplastic has been finished, but its resistance is not favorable. After research, the group used potassium alginate to achieve the expected resistance of bioplastc.

Key words: bioplastic; potato starch; deteriorated potato.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Polímeros.....	8
1.2 Amido.....	9
1.3 Bioplástico.....	10
2. JUSTIFICATIVA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
4.1 Materiais.....	15
4.2 Reagentes.....	15
4.3 Obtenção Das Batatas.....	15
4.4 Obtenção Do Amido.....	15
4.5 Obtenção Do Bioplástico.....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
6. CONCLUSÃO.....	24

1. INTRODUÇÃO

Os polímeros estão presentes em todos os aspectos da vida, tal grupo pode ser encontrado, por exemplo, em talheres, roupas, automóveis, eletrônicos, itens medicinais como seringas, cateteres e luvas descartáveis e, também, em alguns alimentos que ingerimos como a mandioca (*Manihot esculenta crantz*), o mangarito (*Xanthosoma mafaffa schott*) e a batata doce (*Ipomoea batatas l.*), sendo estes tubérculos ricos em amido, podendo fazer com que eles sejam considerados polímeros naturais. Os polímeros naturais são obtidos de animais e plantas, elementos da natureza. Já os sintéticos são produzidos em laboratório, tendo como principal matéria prima o petróleo (RODRIGO, 2010; VELOSO, 2019).

A descoberta do primeiro polímero sintético ocorreu no início do século XX pelo inventor belga Leo Hendrik Baekeland que produziu uma resina de fenol-formaldeído conhecida como baquelite. Após essa descoberta, houve diversos outros avanços até se chegar aos plásticos usados atualmente (MARMELO, 2020). Devido ao seu baixo custo de produção, leveza, versatilidade e alta resistência os plásticos contribuíram significativamente para o avanço tecnológico e socioeconômico do planeta, atuando em diversas áreas como na indústria têxtil em roupas e na indústria alimentícia em embalagens (MARMELO, 2020).

Entretanto, com o passar dos anos, surgiu uma crescente preocupação relacionada à poluição ocasionada por plásticos no planeta. De acordo com o Banco Mundial de 2019, o Brasil está em 4º lugar no ranking de maiores produtores de resíduos plásticos do mundo, com 11,3 milhões de toneladas produzidas por ano. Todavia, apenas 1,28% dessa quantidade acaba sendo reciclado. Devido a ação humana, o restante dos resíduos acaba poluindo espaços, rios, lagos e oceanos por conta de fatores como descarte inadequado (MARMELO, 2020).

1.1 POLÍMEROS

Como mencionado anteriormente, os polímeros sintéticos, conhecidos também como plásticos são originários do petróleo e dominam o mercado global devido ao baixo custo de produção por parte das empresas (RODRIGO, 2010). Eles são produzidos facilmente por meio da polimerização, que se resume na união de monômeros, que são moléculas pequenas, formando uma macromolécula, ou seja, uma grande molécula denominada polímero. Esse processo normalmente resulta em uma maior produção de polietileno tereftalato, o famoso PET, o policloreto de vinila (PVC) e acrílico, também conhecido como PMMA (SEVERINO, 2021).

Nos últimos anos, com a crescente preocupação sobre a poluição ambiental causada pelos plásticos, surgiram os polímeros biodegradáveis com o foco em diminuir a utilização em massa dos plásticos. Eles são divididos em dois grupos, os polímeros biodegradáveis naturais como os polissacarídeos, sendo eles o amido, a quitina e a celulose. No entanto, os polímeros sintéticos biodegradáveis são produzidos em laboratório e alguns exemplos destes tipos são os polímeros poliácido láctico (PLA), que são derivados de fontes renováveis, considerados termoplásticos com baixa toxicidade e empregado em vários seguimentos (MAGERA, et. al. 2019) e o poli (ácido glicólico) (PGA), é composto de homopolímero de Ácido Glicólico e uma camada de Estearato de Cálcio, derivado da cana de açúcar, conhecido por ser extremamente cristalino, hidrofílico, apresentando uma estrutura de cadeia linear e sofre degradação hidrolítica tanto *in vitro* quanto *in vivo* (SIQUEIRA, et. Al., 2009).

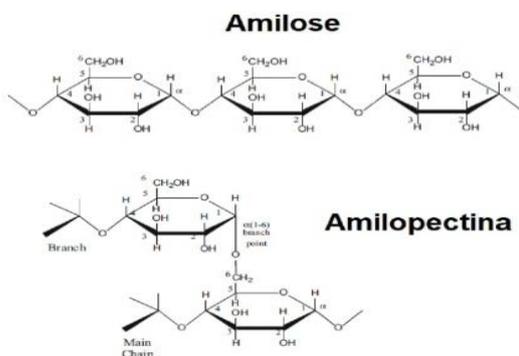
A principal vantagem relacionada ao uso dos polímeros biodegradáveis é a sua capacidade de deterioração, pois por serem originários de fontes renováveis são facilmente degradados por agentes decompositores como fungos e bactérias (BREASSANIN, 2010). Sendo assim surgindo como uma opção de substituição dos polímeros sintéticos oriundos do petróleo, os plásticos biodegradáveis vêm ganhando espaço em indústrias pelo fácil acesso de obtenção da sua matéria-prima vinda de tubérculos que possuem amido em sua composição como a mandioca (*Manihot esculenta crantz*), mangarito (*Xanthosoma mafaffa schott*) e a batata doce (*Ipomoea batatas L*) (RODRIGO, 2010. VELOSO, 2019).

1.2 AMIDO

É indiscutível a importância do amido, tanto do ponto de vista nutricional quanto industrial (WALTER, PICOLLI, EMANUELLI, 2005). O amido pode ser utilizado para modificar o tempo de cozimento, produzir géis e pastas que auxiliam no congelamento e resfriamento de alimentos. Devido a essa versatilidade de uso e à formação de diferentes materiais, indústrias como as têxteis e cosméticos têm investido no uso do amido para inúmeras utilidades (VELOSO, 2019).

Alimentos amiláceos são aqueles que possuem amido em sua composição. Esses alimentos são originários de plantas com grandes reservas de amido, sendo considerados fontes de energia e extraídos de cereais, raízes e tubérculos (CASAGRANDE, PICOLLI, 2009). O amido é formado por cadeias de alfa-D-glucose, que podem ser lineares ou ramificadas, denominando-se, respectivamente, amilose (com ligações entre os carbonos 1 e 4 da molécula) e amilopectina (com ligações entre os carbonos 1 e 6 da molécula). Ambas as macromoléculas constituem o amido (CASAGRANDE, PICOLLI, 2009).

Figura 1: Amilose e Amilopectina



Fonte: ResearchGate, 2023

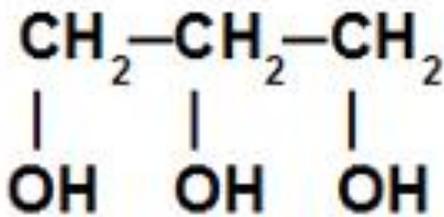
Devido a insolubilidade que o amido apresenta em meio aquoso, se faz necessário processos para torná-lo solúvel em água. A gelatinização é o processo que acontece quando os grânulos de amido são aquecidos em água. Durante esse aquecimento, as ligações de hidrogênio dentro dos grânulos se rompem, permitindo que eles absorvam água e aumentem de tamanho. Esse aumento resulta na ruptura irreversível dos grânulos, formando um gel viscoso e translúcido (ALVES, 2014). Após o rompimento dos grânulos e a completa solubilização do amido em meio aquoso, é possível por meio do processo de retrogradação a retomada das cadeias de amido,

conferindo a ele uma consistência cristalinizada, essa etapa se faz necessária para que a mistura venha ter uma consistência resistente e firme (ALVES, 2014).

1.3 BIOPLÁSTICO

Na produção de bioplásticos a partir do amido, é necessário o uso de plastificantes adicionais para conferir a flexibilidade e firmeza desejadas ao material. Um dos plastificantes mais utilizados na produção de bioplásticos é o glicerol (F i g u r a 2) .

Figura 2: Fórmula Estrutural Glicerol



Fonte: Brasil Escola, 2022

O glicerol vai estar atuando principalmente na diminuição das forças intermoleculares presentes no amido, conferindo um aumentando na flexibilidade do bioplástico (ALEXANDRE, et. al. 2021). A quantidade de plastificante adicionada influencia diretamente o grau de plastificação do bioplástico, aumentando ou diminuindo conforme a necessidade, caso a quantidade do plastificante seja menor do que o necessário ocorre um processo chamado de antiplastificação, por meio disso a flexibilidade e a hidroflicidade do material podem ser reduzidas, causando um efeito contrário ao da plastificação. (ALEXANDRE E. et. al. 2021. SHIMAZU, MALI e GROSSMANN, 2024.)

Um dos reagentes que também pode ser utilizado como plastificante dando resistência ao bioplástico, é o alginato de potássio, sendo ele um biopolímero extraído de algas marinhas marrons. Além de suas aplicações tradicionais na indústria alimentícia e farmacêutica, o alginato de potássio é usado como formador de géis, além disso vem se destacando como um componente funcional em materiais

biodegradáveis, melhorando a flexibilidade e a maleabilidade de matrizes poliméricas quando combinada com outras matérias (VIEIRA, LOPES e MIGUEL, 2009).

2. JUSTIFICATIVA

A poluição por plástico é um problema recorrente na natureza e, pensando nisso, pesquisadores desenvolveram bioplásticos a partir do amido de tubérculos. Porém existem gastos, os tubérculos são desviados do consumo alimentar para fazer esses bioplásticos. Mediante aos fatores citados, o grupo teve a ideia de criar um bioplástico através do amido de batatas inglesas deterioradas, as quais não são apropriadas para a ingestão humana. Onde a produção de um bioplástico a partir de batatas deterioradas ajudaria não só na questão econômica, mas também na questão ecológica do planeta, pois seria uma forma totalmente sustentável de produção plástica.

3. OBJETIVO

Desenvolver um bioplástico utilizando o amido de batatas inglesas deterioradas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

- Balança semi-analítica;
- Bastão de vidro;
- Becker;
- Bico de bunsen;
- Espátula;
- Estufa;
- Liquidificador;
- Peneira;
- Pisseta;
- Placa de pétri;
- Proveta;
- Tripé.

4.2 REAGENTES

- Água destilada (H_2O);
- Alginato de Potássio ($KC_6H_7O_6$);
- Glicerina ($C_3H_8O_3$);
- Batata Deteriorada;
- Vinagre (CH_3COOH).

4.3 OBTENÇÃO DAS BATATAS

Foi coletado resíduos de batatas holandesas, que apresentavam um estado de deterioração avançado. Após a coleta das batatas holandesas, foi iniciado o processo de obtenção do amido e posteriormente a obtenção do plástico biodegradável. Ao todo, foram realizados 4 testes.

4.4 OBTENÇÃO DO AMIDO

Os 4 testes foram realizados com uma metodologia semelhante. Para extração do amido, foi colocado em um liquidificador doméstico 300 g de batata deteriorada junto a 300 ml de água destilada. Em seguida, peneirou-se a mistura de água destilada com a batata triturada e feita a transferência desse conteúdo para um béquer de vidro utilizando uma peneira comum. Nota-se que o processo de coagem só foi possível por conta da insolubilidade do amido em água.

Após isso, o recipiente foi colocado em repouso e esperou-se aproximadamente 20 minutos para que o amido presente sofresse decantação. Terminado processo da extração do amido o sobrenadante foi descartado e o amido extraído da batata para seguir à obtenção do bioplástico.

4.5 OBTENÇÃO DO BIOPLÁSTICO

Para obter o bioplástico nos três primeiros testes foi adicionado 200 ml de água, 60ml de vinagre (CH_3COOH) e 90 ml de glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) ao amido extraído. Já ao teste de número 4, no lugar do vinagre foi adicionado 15g de alginato de potássio ($\text{KC}_6\text{H}_7\text{O}_6$) junto à mesma quantidade de glicerina. O conteúdo obtido foi esquentado em um Agitador Magnético (AtTek) e mexido com um bastão de vidro até a formação de uma consistência gelatinosa. O plástico ainda úmido foi transferido para uma Placa de Petri e para realizar a secagem dos testes 2, 3 e 4 foi utilizada a estufa de secagem e esterilização, enquanto o teste 1 foi deixado em temperatura ambiente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi dividido em etapas, sendo elas a extração do amido de batatas estragadas, a formação e secagem do bioplástico que foi dividida em temperatura ambiente e estufa de secagem e esterilização.

Na extração do amido, todos os testes foram favoráveis quando comparado com um outro trabalho, como mostra nas figuras 3 e 4. A concentração de amido nas batatas influencia, diretamente, na quantidade de amido que foi obtido, ou seja, a quantidade de batatas não interfere na proporção do conteúdo extraído (RODRIGO, 2010).

Figura 3: Decantação do Amido



Fonte: Bressanin. 2010

Figura 4: Decantação do Amido

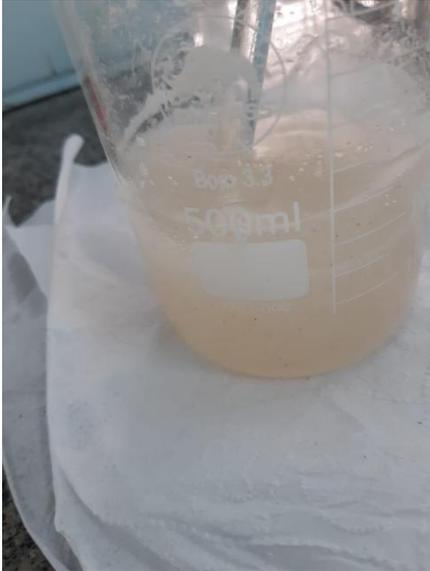


Fonte: Autoria própria

O amido é comumente conhecido pela sua insolubilidade em água fria. Isso se dá devido a presença de pontes de hidrogênio em sua formação, além da presença de amilopectina e amilose que garantem ao amido uma estrutura mais cristalina. Sendo assim para que ocorra a solubilização do amido em meio aquoso se faz necessário o aquecimento da água, onde a grande quantidade de energia liberada pelo aquecimento irá romper os grânulos que formam o amido, além de quebrar as pontes de hidrogênio. Esse processo é conhecido por gelatinização onde o amido se torna solúvel para manipulações (CASAGRANDE, PICOLLI, 2009).

Esta solubilidade é apresentada nas figuras 5 e 6, mostrando que se deu um resultado esperando conforme citado na literatura.

Figura 5: amido gelatinoso



Autoria Própria

Figura 6: amido gelatinoso



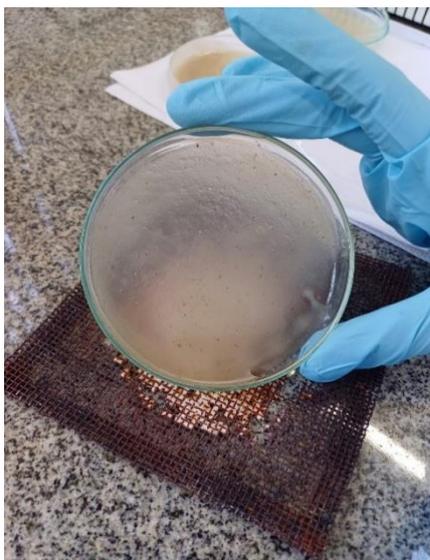
Autoria Própria

Na metodologia, os bioplásticos passaram pelo mesmo processo, porém três foram colocados na estufa e o outro foi deixado em temperatura ambiente.

Teste Um

Na figura 7 está o bioplástico que foi submetido a uma secagem em temperatura ambiente, em que após duas semanas a consistência continuou úmida e gelatinosa, sendo o total oposto do esperado que era uma consistência firme e flexível. Isso se deu, pois segundo CASAGRANDE e PICOLLI (2009), o processo de retrogradação do amido depende de alguns fatores como por exemplo a temperatura e o pH, além da fonte de armazenamento. E entendeu-se que o principal fator para que a retrogradação não tenha acontecido nesse teste foi a temperatura ambiente em que a temperatura estava inserida, onde que houve uma instabilidade de temperatura ambiente.

Figura 7: Bioplástico Úmido



Fonte: autoria própria

Teste dois

Na figura 8 é possível observar o bioplástico recém tirado da estufa de secagem e esterilização, onde ficou cerca de 1 hora a uma temperatura de 100°C. Apresentou boa estrutura, no entanto após algumas horas a sua estrutura foi se quebrando e perdendo a estabilidade como demonstra a figura 9. Tal problema se deu devido ao erro de temperatura de gelatinização do amido de batatas inglesas que ocorre em temperaturas entre 65°C á 75°C, onde ocorreu um aumento a mais da temperatura necessária para a quebra das pontes de hidrogênio do amido, ocasionando em uma estrutura quebradiça (WALTER, PICOLLI, EMANUELLI, 2005).

Uma questão levantada é que a presença do amido em batatas inglesas deterioradas pode acabar sofrendo mesmo que minimamente degradação. Fazendo assim com que o amido não apresente sua potencialidade total para a resistência do bioplástico, quando comparado ao amido de uma batata não deteriorada.

Segundo SHIMAZU, MALI e GROSSMANN (2007), o glicerol é responsável por conferir resistência e flexibilidade ao bioplástico, pois atuará na diminuição das interações moleculares presentes no amido. O uso de um plastificante para a produção de um bioplástico se faz necessário, pois devido ao processo de gelatinização do amido em que acontece a desorganização e destruição da estrutura do amido, o glicerol junto da amilose e amilopectina vão estar ajudando o amido a recuperar a organização da sua estrutura, ajudando, principalmente, na resistência do bioplástico.

Figura 8: Bioplástico Seco



Fonte: autoria própria

Figura 9: Bioplástico Quebrado



Fonte: autoria própria

Entretanto conforme mostra a figura 9, pela estrutura quebradiça do bioplástico entendeu-se que o glicerol não conseguiu atuar no meio, pois não foi possível a ele conferir resistência ao amido, sendo assim a hipótese levantada de que o amido de batatas deterioradas sofre degradação apenas se reforça com esse teste feito.

Além disso ao observar a figura 10 é possível observar um resultado encontrado na literatura, onde foi usado a mesma metodologia, porém as batatas estão em seu estado normal e o amido e a glicerina atuando em conjunto para a formação do bioplástico.

Figura 10: bioplástico seco com corante de beterraba



Fonte: Sousa, M.2024

Teste três

Na figura 11 foi utilizado o mesmo método presente no teste dois, porém com algumas mudanças. Ambos os testes foram levados a estufa de secagem e esterilização, mas o bioplástico do primeiro teste ficou cerca de 1 hora em uma temperatura de 100°C. O Segundo teste ficou cerca de 2 horas a uma temperatura de 60°C. Mesmo com uma diminuição da temperatura e um tempo maior de secagem, o bioplástico apresentou problemas de resistência mecânica, portanto observa-se a questão apontada de que o amido presente em batatas inglesas deterioradas sofrem degradação em sua composição.

Figura 11: bioplástico seco



Fonte: autoria própria

Teste quatro

Para este teste foi abordada uma nova metodologia a qual utilizou-se o alginato de potássio para promover uma maior resistência para bioplástico.

Os alginatos, retirados das algas, têm como função gelificar e dar viscosidade às reações, permitindo que ainda haja umidade no meio (GARCIA-Cruz. C. et, al. 2008).

Estudos mostram que os bioplásticos com alginato apresentam maior flexibilidade e tensão de ruptura, porém com menor alongamento. Já os bioplásticos

feitos apenas com glicerol apresentam uma maior rigidez e alongamento, com menor tensão de ruptura, e isso tem uma ligação direta com a quantidade de reagentes presentes no meio (ROMEIRA. K, 2019).

É possível observar nas figuras 12 e 13 que foram obtidos resultados semelhantes a outros trabalhos, com a diferença na coloração, já que nesse experimento foi adicionado corante verde e grânulos de alginato, pois não houve uma boa homogeneização na hora de verter o amido com o glicerol para a mistura de alginato.

Figura 12: bioplástico com alginato e corante verde



Fonte: Aatoria Própria

figura 13:bioplastico com alginato



Fonte: ROMEIRA. K, 2019

Este resultado foi favorável para os desenvolvedores do trabalho, pois foi o teste que mais se manteve nos padrões esperados. Com o auxílio do glicerol que dá resistência, o alginato que apresenta flexibilidade e outro auxiliar para a resistência do bioplástico, após algumas horas de sua secagem, ele se manteve firme e não se mostrou quebradiço. Sendo assim o melhor resultado obtido pela equipe.

6. CONCLUSÃO

Com a metodologia utilizada foi observado dificuldades para resistência do bioplástico por motivos diversos, como a temperatura. Porém com a alteração de temperatura e um estudo sobre o a concentração de amido na batata deteriorada pode ser possível uma formação mais eficiente para a produção do bioplástico obtendo-se um plástico com mais resistência e flexibilidade. Os bioplásticos são de suma importância nos dias atuais, atuando como minimizadores de resíduos acumulados no meio ambiente pelo seu menor tempo de decomposição comparado aos plásticos comuns.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aprenda mais. **Extraindo O AMIDO DA BATATA!** YouTube, 15/05/2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GRQOG-MUe1c&t=5s>> Acesso em: 13/05/2024

ALEXANDRE, E. S; REINALDO, G. S; RAFAEL, G. A, L; LUIGI, G. S, R; GOMES, L. M; DIAS, W, P. REVISÃO SISTEMÁTICA: **Uso do amido na produção de materiais biodegradáveis**, 2021. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/5555> Acesso em: 20/08/2024.

ALVES, J. S. **Gelatinização: propriedades morfológicas e térmicas do grânulo de amido**. 2014. Disponível em: <https://1library.org/article/gelatinização-propriedades-morfológicas-térmicas-do-grânulo-de-amido.ydjpv36y>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BERTINOLI, A. C. **Amiláceos**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informação-tecnológica/temáticas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/amilaceos>> Acesso em: 05/08/2024.

CASAGRANDE, C. D; PICOLLI, L. S. **Estruturas dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas**. Scielo Brasil. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/FSP37sVnbZjVK9zLLSSsX5h/#>. Acesso em: 10/09/2024.

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA. **Grupo de pesquisa em energias renováveis**. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/3909>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

LUCHESE, C. Pág. 41,42 e 43. **Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir de amido contendo subprodutos provenientes do processamento de alimentos**. 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/178251/001065432.pdf?sequence=1>> Acesso em: 06/05/2024

MAGERA, M. C.; TELES, J. P. C.; BAU, F. D.; MARCO, A. R. **O plástico como vilão do meio ambiente**. Revista UNG. 2019. Disponível em:

<https://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/4024/2842>. Acesso em: 11 de agosto de 2024.

RODRIGO, H. C. B. **Bioplástico a partir de amido**. Fema (Fundação Educacional do Município de Assis. 2010. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0711290296.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2024.

UNESP. **Estudo de biomassa para produção de biocombustíveis**. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c15a5d45-8c8c-4ec8-baa9-62fca28f48e5/content>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

VIEIRA, R. B; LOPES, R. S; MIGUEL, J. M. **Filmes de alginato e quitosana: propriedades mecânicas e de barreira**. Polímeros. v. 19, n. 4, p. 331-335, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/po/a/JzRbBTbKnGbC8mNQ6hypybv/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 17 nov. 2024.

VELOSO, R. Pág. 13. Extração do amido de mandioca, batata doce e mangarito, rendimento e uso na confecção de bioplástico biodegradável. UnB (Universidade de Brasília). 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/27642/1/2019_RafaelaVeloso_tcc.pdf Acesso em: 24/03/2024

WALTER, M; PICOLLI, L. S; EMANUELLI, T. **Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação**. Scielo Brasil. 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/K5bRNBgDq76JZNK4zLjpJjr/#>> Acesso em: 24/03/2024