

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA.
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)
5ª FASE

ANA CAROLINE XAVIER
GABRIELLA CRISTHYNA BOMFIM
GABRIELY DEFREIN
LUÍSA SPEZZIA SERPPA
MYRELLA BEATRIZ FRANCO
THALINE MARTINS DE OLIVEIRA

**EFEITO DA ADIÇÃO DE AMIDO DA CASCA DE BATATA (*SOLANUM
TUBEROSUM*) NA SÍNTESE DE POLIURETANO**

Jaraguá do Sul
2016

ANA CAROLINE XAVIER
GABRIELLA CRISTHYNA BOMFIM
GABRIELY DEFREIN
LUÍSA SPEZZIA SERPPA
MYRELLA BEATRIZ FRANCO
THALINE MARTINS DE OLIVEIRA

**EFEITO DA ADIÇÃO DE AMIDO DA CASCA DE BATATA (*SOLANUM
TUBEROSUM*) NA SÍNTESE DE POLIURETANO**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientador (a): Claudio Mendes Cascaes
Coordenadora: Ana Paula Souza Duarte

Jaraguá do Sul
2016

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Várias propriedades apresentadas pelos polímeros variam de forma caracteristicamente assintótica com o aumento da sua massa molar	8
Figura 2 – Conformação em novelo de cadeias poliméricas.....	9
Figura 3 – Cadeias poliméricas ramificadas com três exemplos de arquiteturas comuns.....	10
Figura 4 – Cadeias poliméricas com Ligações cruzadas. Os pontos de entrecruzamento, denotados por um ponto preto, são constituídos por ligações covalentes primárias, intramoleculares.....	10
Figura 5 – Equação química de formação do grupo uretano.....	11
Figura 6 – Obtenção de um poliuretano linear a partir de dióis e diisocianatos	11
Figura 7 – Reação de condensação do poliuretano.....	13
Figura 8 – Estrutura química da amilose e amilopectina	16
Figura 9 – Etapas do processo one – shot	18

SUMÁRIO

1. TEMA.....	5
2. DELIMITAÇÃO DO TEMA	5
3. PROBLEMA	5
4. HIPÓTESES	5
5. OBJETIVO GERAL	6
5.1 Objetivos específicos	6
6. JUSTIFICATIVA	6
7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
7.1 Polímeros.....	7
7.1.1 Classificação de polímeros.....	8
7.1.2 Tipos de cadeias	9
7.2 Poliuretano	10
7.2.1 Propriedades dos Poliuretanos	12
7.3 Polimerização por condensação	13
7.4 Polímeros Biodegradáveis	14
7.4.1 Biodegradação de polímeros.....	14
7.4.2 Método de biodegradação de polímeros	15
7.5 Amidos.....	16
7.5.1 Amido de Batata.....	17
7.6 Plastificante	17
8. METODOLOGIA	18
9. CRONOGRAMA	20
10. REFERÊNCIAS.....	20

1. TEMA

Síntese do polímero poliuretano com adição de amido, análises físico-químicas e testes de biodegradabilidade.

2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Estudar as alterações das propriedades físico-químicas e de biodegradabilidade do poliuretano com adição de amido em diferentes quantidades.

3. PROBLEMA

A modernização facilita a vida da população em geral, entretanto, pode gerar transtornos ambientais, sendo um exemplo destes casos, as embalagens plásticas que tem longa duração no ambiente. Com o fim do uso e descarte impróprio nos ambientes, fazendo-os cada vez mais desprotegidos em relação às ações da sociedade, que acontecem devido aos hábitos culturais e comportamentais de uma grande parte da população que precisa repensar suas atitudes em relação à preservação e conservação do meio ambiente (SILVA; SANTOS; SILVA, 2013).

A partir da percepção do quanto os polímeros podem ser prejudiciais à natureza, busca-se a produção de polímeros com menor impacto ambiental, sendo estes os polímeros biodegradáveis, ou seja, polímeros cuja degradação resulta da ação de microrganismos de ocorrência natural.

Baseando-se nestas verificações questiona-se a existência de mudanças significativas nas características físico-químicas e de biodegradabilidade do polímero poliuretano com a adição de um amido em sua produção.

4. HIPÓTESES

- É possível tornar o polímero parcialmente biodegradável.
- Quanto maior a concentração de amido maior a característica biodegradável do polímero.
- Haverá interação entre o amido e o poliuretano.

- As propriedades físico-químicas serão alteradas.

5. OBJETIVO GERAL

Produção do polímero poliuretano parcialmente biodegradável com adição do amido da casca da batata.

5.1 Objetivos específicos

- Extração do amido da casca de batata
- Síntese do polímero com adição de amido
- Utilização de óleo de soja reutilizado como plastificante
- Testes físico-químicos e de biodegradabilidade

6. JUSTIFICATIVA

O poliuretano é um polímero que tem sido explorado de modo crescente nos últimos anos devido às suas características, versatilidade de aplicação em diversos segmentos e à capacidade de ser utilizado de diferentes formas, como espumas flexíveis, espumas rígidas, elastômeros, adesivos, selantes, tintas e revestimentos. No período de 2000 à 2010 a demanda mundial de poliuretano aumentou em 70,4%. Visando este aumento na demanda do polímero, faz-se necessária a tentativa de torná-lo biodegradável, implicando a diminuição da geração de resíduos em sua utilização e descarte (VILAR, 2002).

A batata é muito utilizada na indústria de polímeros de amido. No entanto, apesar de possuir destaque no setor alimentício, do total de batata produzida, aproximadamente 35% (casca e resto de polpa) é descartada no processo de industrialização. Especula-se que no Brasil descartam-se mais de 300 mil toneladas de cascas de batata por ano, concentrando cerca de 25,60% do total do amido da batata. No intuito de conter este desperdício, torna-se viável a utilização de cascas da batata para a produção de bioplásticos (BALSALOBRE, 1995).

A produção de soja no Brasil, maior fonte de óleo comestível no país, de acordo com a ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2010) foi de 68,4 milhões de toneladas, sendo 33,1 milhões de toneladas destinadas ao mercado brasileiro, das quais 5,05 milhões de toneladas destinadas ao consumo como óleo de cozinha (MEI; CHRISTIANI; LEITE, 2011). Tendo em vista estes dados e do fato do descarte do produto ser altamente prejudicial ao meio ambiente, aproveitá-lo como plastificante objetiva diminuir a quantidade de poluição e desperdício gerada com o processo de descarte do óleo vegetal, fazendo ainda com que o mesmo aprimore a processabilidade e a flexibilidade de produtos acabados e sirva para escassear a viscosidade do sistema aumentando a mobilidade das macromoléculas (PAOLI, [20--])

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Polímeros

De acordo com Canevarolo Jr. (2006), a palavra polímero origina-se do grego *poli* (muitos) e *mero* (unidade de repetição). Logo, um polímero é uma macromolécula composta por muitas unidades de repetição, ligadas por ligações do tipo covalente.

A produção de um polímero é feita a partir de um monômero, ou seja, uma molécula com uma unidade de repetição. A partir do comportamento mecânico dos polímeros, eles podem ser classificados em três grandes grupos (plásticos, borrachas e fibras). Tal classificação está relacionada com propriedades como estrutura química, número médio de unidades de repetição por cadeia e tipo de ligação covalente existente no polímero.

Muitas propriedades físicas dos polímeros dependem do comprimento da molécula, isto é, da sua massa molar. Como polímeros normalmente possuem uma grande faixa de valores de massa molar, conseqüentemente há uma grande variação em suas propriedades. Tal variação é utilizada comercialmente para atender as necessidades específicas de uma dada aplicação ou técnica de processamento. A Figura 1 apresenta esquematicamente a variação de uma

propriedade física geral com o aumento da massa molar. “A variação é assintótica (crescente, como apresentado, ou decrescente) tendendo para um valor que normalmente é o usado para referenciamento.” (CANEVAROLO JR., 2006, p.21).

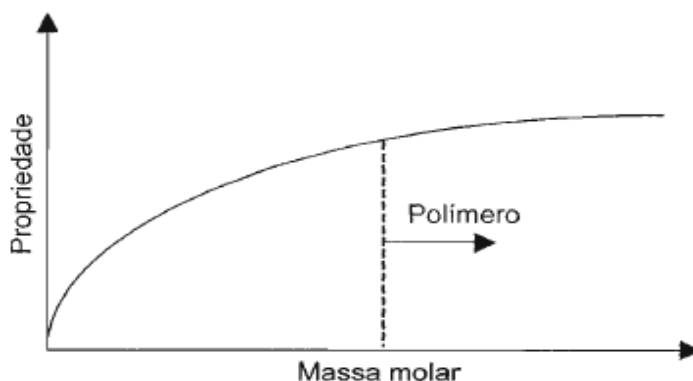


Figura 1. Várias propriedades apresentadas pelos polímeros variam de forma caracteristicamente assintótica com o aumento da sua massa molar. **Fonte:** CANEVAROLO JR., 2006, p. 21

7.1.1 Classificação de polímeros

“Considerando-se um polímero qualquer, pode-se classificá-lo de diversas maneiras, conforme o critério escolhido. As principais classificações se baseiam nos aspectos descritos no Quadro 1.” (MANO; MENDES, 2004, p.14).

Quadro 1: classificação de polímeros. **Fonte:** MANO; MENDES, 2004, p.14.

Critério	Classe do polímero
Origem do polímero	<ul style="list-style-type: none"> • Natural • Sintético
Número de monômeros	<ul style="list-style-type: none"> • Homopolímero • Copolímero
Método de preparação do polímero	<ul style="list-style-type: none"> • Polímero de adição • Polímero de condensação • Modificação de outro polímero
Estrutura química da cadeia polimérica	<ul style="list-style-type: none"> • Poli-hidrocarboneto • Poliamida • Poliéster etc
Encadeamento da cadeia polimérica	<ul style="list-style-type: none"> • Seqüência cabeça-cauda • Seqüência cabeça-cabeça, cauda-cauda
Configuração dos átomos da cadeia polimérica	<ul style="list-style-type: none"> • Seqüência <i>cis</i> • Seqüência <i>trans</i>
Taticidade da cadeia polimérica	<ul style="list-style-type: none"> • Isotático • Sindiotático • Atático
Fusibilidade e/ou solubilidade do polímero	<ul style="list-style-type: none"> • Termoplástico • Termorrígido
Comportamento mecânico do polímero	<ul style="list-style-type: none"> • Borracha ou elastômero • Plástico • Fibra

Seguindo o modelo do Quadro 1, as características do poliuretano são descritas no Quadro 2, no qual encontram-se os principais critérios de classificação do polímero estudado.

Quadro 2: classificação do poliuretano. **Fonte:** Elaborado pelo grupo.

Critério	Classe do polímero (poliuretano)
Origem do polímero	Sintética
Número de monômeros	Copolímero
Método de preparação do polímero	Polímero de condensação
Fusibilidade e/ou solubilidade do polímero	Termorrígido
Comportamento mecânico do polímero	Plástico

7.1.2 Tipos de cadeias

De acordo com Canevarolo Jr. (2006, p. 42-44), uma cadeia polimérica pode se apresentar de várias formas:

A) Cadeias lineares: em que a cadeia polimérica é constituída apenas de uma cadeia principal. A Figura 2 mostra duas cadeias lineares emaranhadas, na conformação em novelo.



Figura 2. Conformação em novelo de cadeias poliméricas. **Fonte:** CANEVAROLO JR., 2006, p. 42.

B) Cadeias ramificadas: da cadeia principal partem prolongamentos, que podem ser longos ou curtos, formados pela mesma unidade de repetição que compõe a cadeia principal ou por outra unidade, formando diferentes formas. As principais são:

- Forma aleatória: as ramificações são de tamanhos variados (longas e curtas), mas formadas com a mesma unidade de repetição presente na cadeia principal.

- Forma estrelada: a cadeia polimérica é formada por várias ramificações, que partem do mesmo ponto central, formando uma estrela. Tal forma é definida pelo número de ramificações.
- Forma pente: da cadeia principal pendem cadeias com tamanho fixo e distribuídas homoganeamente em toda a extensão da cadeia polimérica.

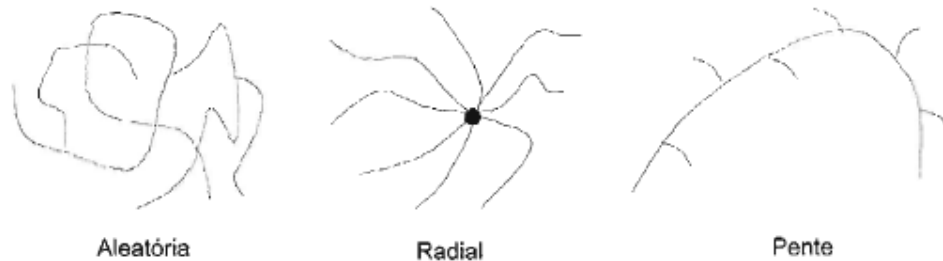


Figura 3. Cadeias poliméricas ramificadas com três exemplos de arquiteturas comuns. **Fonte:** CANEVAROLO JR., 2006, p. 43.

C) Cadeias com ligações cruzadas: as cadeias poliméricas estão ligadas entre si através de segmentos de cadeia unidos por forças primárias covalentes fortes.

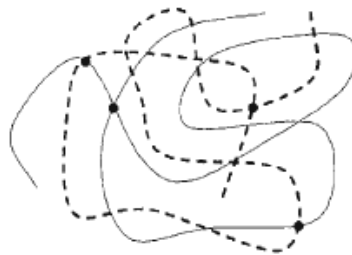


Figura 4. Cadeias poliméricas com Ligações cruzadas. Os pontos de entrecruzamento, denotados por um ponto preto, são constituídos por ligações covalentes primárias, intramoleculares. **Fonte:** CANEVAROLO JR., 2006, p. 44.

7.2 Poliuretano

Os poliuretanos englobam uma grande área dos polímeros que vai desde fibras, elastômeros e espumas até produtos biocompatíveis (COUTINHO; DELPECH,1999; MEISEN *et al.*, 2016).

Fiori (2011), ressalta que o poliuretano é uma classe importante de polímeros termoplásticos e termorrígidos devido às suas características mecânicas, térmicas e químicas que podem ser definidas através de uma seleção adequada de matéria-prima. Oertel (1994) afirma que o termo “poliuretano” ficou conhecido por indicar

diversos polímeros através das reações ocorridas com isocianatos polifuncionais. O grupo uretano é o elemento estrutural característico de praticamente todos os poliuretanos. Essas ligações de uretano resultam da reação de um isocianato (-N=C=O) com um álcool (-OH). O átomo de hidrogênio do grupo hidroxila é transferido ao nitrogênio do isocianato, como mostra a Figura 5.

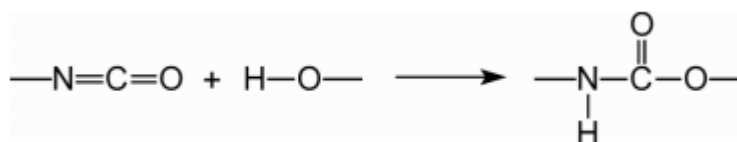


Figura 5. Equação química de formação do grupo uretano.

Fonte: FIORIO, Rudinei., 2011, p. 21.

Além dos isocianatos, os componentes essenciais para a formação de poliuretanos são compostos com duas ou mais funções hidroxila na molécula. Compostos como etilenoglicol, glicerina, butanodiol, trimetilolpropano, etc., que possuem baixa massa molar, atuam como extensores de cadeia ou como agentes de reticulação, dependendo de sua funcionalidade. Polióis de elevadas massas molares (principalmente obtidos a partir de poliéteres e poliésteres) são amplamente utilizados para a formação de poliuretanos (FIORI, 2011).

“A reação de dióis com diisocianatos leva a formação de poliuretanos lineares (Figura 6). Se for utilizado um triol ou polioliol, ou um triisocianato ou poliisocianato na reação, ocorre a formação de ramificações e, eventualmente, a formação de reticulações” (FIORIO, 2011, p.5).

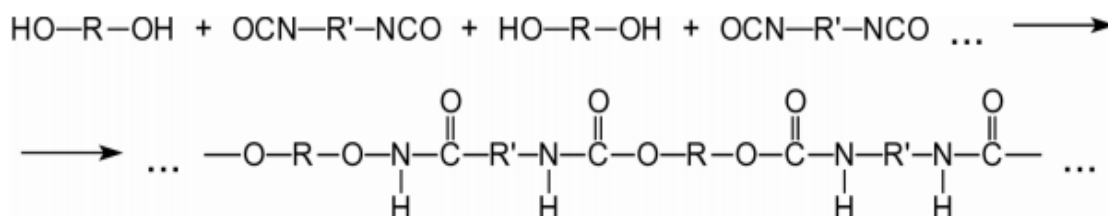


Figura 6. Obtenção de um poliuretano linear a partir de dióis e diisocianatos.

Fonte: FIORIO, Rudinei., 2011, p. 5.

Conforme a empresa 3R Plásticos,¹ existem vários tipos de poliuretano, são eles:

¹<http://www.3rplasticos.com.br/poliuretano>

- Poliuretanos Rígidos são constituídos com células fechadas e apresentam densidades entre 20 kg/m³ até 750 kg/m³. São utilizados para isolamento acústico e isolamento térmico;
- Poliuretanos Rígidos Estruturais, são constituídos por células microcelular e estrutura rígida, contem densidades entre 150 kg/m³ a 850 kg/m³. São utilizadas em Aerofólios automotivos, molduras e peças decorativas;
- Poliuretano Flexível, são constituídos por célula aberta e densidade entre 8 à 50 kg/m³. Tem ampla variação nas propriedades mecânicas, dependendo da formulação.
- Poliuretano Expandido, muito utilizado na construção civil e a sua densidade varia de acordo com a sua utilização.

Em conformidade com Soares (2012), a classificação da espuma sendo ela flexível ou rígida, depende da escolha do polioliol. As espumas flexíveis, apresentam polioliol² de massa molecular variável, variando assim de 1000 Mn a 6000 Mn e com baixo grau de funcionalidade que varia entre 1,8 a 3, diferente das espumas rígidas, onde a massa molecular do polioliol tem pouca variação, entre 250 Mn a 1000 Mn e uma alta funcionalidade que varia de 3 a 12.

7.2.1 Propriedades dos Poliuretanos

Para saber se o poliuretano tem qualidade, os seus fabricantes submetem os seus produtos em testes rigorosos que confirmam a sua resistência e durabilidade para que possa, após isso, entrar no mercado. Vale salientar que o seu desempenho estão relacionados a características físicas, químicas e mecânicas.

As propriedades físicas são aquelas que não envolvem modificações estruturais (nível molecular) dos materiais. Incluem-se nessas características as propriedades mecânicas, térmicas, elétricas e óticas, salientando que cada país segue a sua norma. As propriedades mecânicas, estão compreendidas as influências externas, que ocasionam deformações reversíveis e irreversíveis, essas características são avaliadas por meios de ensaios, que indicam tensão-deformação.

² O termo polioliol abrange uma grande variedade os compostos contendo grupos hidroxilas, capazes de reagir com os isocianatos para formar os poliuretanos

Os poliuretanos tem grande resistência à tração com alongamento até a sua ruptura, possuindo assim, elevado módulo de elasticidade e intervalo de dureza que vai de 20 a 96 shoreA. (VILLAR, 1998). Segundo a empresa Elastim³, as propriedades químicas do poliuretano envolvem a resistência a graxas e óleos, benzina, ozônio, oxigênio e água, salientando que o contato contínuo com água fria faz com que o poliuretano perca as suas propriedades mecânicas, os poliuretanos não resistem ao vapor saturado, soluções alcalinas, ácidos concentrado, hidrocarbonatos clorados e amoníaco e água quente.

7.3 Polimerização por condensação

Polimerização por condensação ou por passo-a-passo consiste na reação entre grupos funcionais; ou seja, duas moléculas com grupos funcionais que reagem entre si, formando como produto uma molécula mais longa (PAIVA, 2008). Nesta reação se tem a eliminação de moléculas com baixo peso molecular (água, amônio, ácido clorídrico, etc), um exemplo dessa reação é a polimerização do poliuretano.

Segundo Carvalho (2013), o poliuretano é obtido através da polimerização por condensação, tem-se a condensação do di-isocianato parafenileno com 1,2-etanodiol (etano-1,2-diol), como mostra a Figura 7, na qual essa reação não se tem a liberação de moléculas.

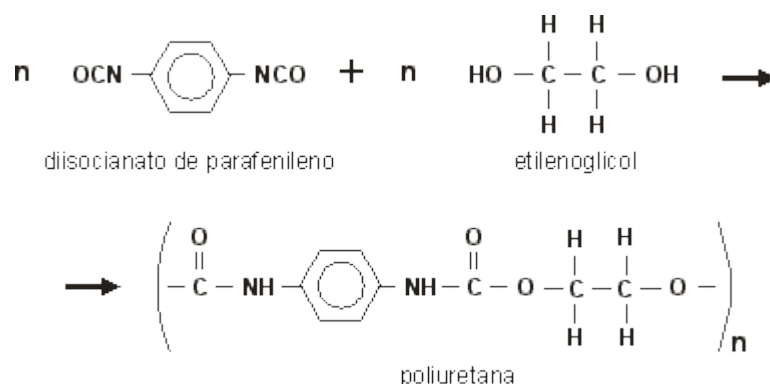


Figura 7. Reação de condensação do poliuretano
Fonte: CARVALHO, Eliana. Relógio de Poliuretano., 2013, p.1.

Ainda em concordância com Carvalho (2013), a obtenção do poliuretano é considerada uma reação de polimerização por condensação, pois se tem alternância

³ <http://www.elastim.com.br/site/poliuretano.php>

incessante entre as moléculas de di-isocianato de parafenileno com o 1,2- etanodiol (etilenoglicol).

7.4 Polímeros Biodegradáveis

Segundo Brito *et.al.* (2011) polímeros biodegradáveis são polímeros em que a degradação é resultado da ação natural de microrganismos como a bactéria, fungos e algas, podendo ser consumidos em semanas ou meses sob condições favoráveis de biodegradação.

Esse tipo de polímero pode ser proveniente de fontes naturais renováveis como o milho, batata, celulose ou serem sintetizados por bactérias. Também podem ser obtidos de fontes fósseis, como o petróleo ou da mistura entre biomassa e petróleo.

Dentre os diversos polímeros biodegradáveis, os que mais chamam atenção são os obtidos a partir de fontes renováveis, devido ao menor impacto ambiental causado com relação a sua origem.

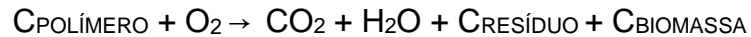
7.4.1 Biodegradação de polímeros

O termo biodegradável define os materiais capazes de sofrerem decomposição pela ação enzimática de microrganismos. Ou seja, a biodegradação pode ser definida como a degradação de um material orgânico causada por atividade biológica, principalmente pela ação enzimática de microrganismos.

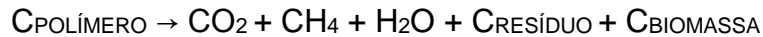
Brito *et.al* (2011) ressalta que a biodegradação de um material ocorre quando o mesmo é usado como nutriente por um determinado conjunto de microrganismos (bactérias, fungo, algas), os quais devem possuir enzimas adequadas para romper algumas das ligações químicas da cadeia principal do polímero, sendo necessárias condições favoráveis de temperatura, umidade, pH e disponibilidade de oxigênio, para a atuação dos microrganismos.

Segundo Brito *et.al* (2011), esse processo pode ocorrer com a presença de oxigênio (biodegradação aeróbica), ou na sua ausência (biodegradação anaeróbica), representados nas seguintes reações:

Biodegradação Aeróbica:



Biodegradação Anaeróbica:



Os métodos utilizados para avaliar a biodegradação dos materiais consistem em:

- Monitorar o crescimento de microrganismos: neste método são isolados microrganismos responsáveis pela degradação dos polímeros. São colocadas amostras do polímero em contato com a solução contendo microrganismos, dessa forma a velocidade da biodegradação é avaliada conforme a velocidade de crescimento das colônias de microrganismos.

- Liberação de CO₂: neste método o polímero é colocado em solução ou solo adequado a biodegradação, medindo-se a taxa de liberação de CO₂ em função do tempo.

- Mudanças nas propriedades do polímero (compostagem, solos ou aterros sanitários): este método consiste em o polímero ser enterrado em condições controladas de temperatura, pH, umidade e disponibilidade de oxigênio, e em intervalos de tempo pré-determinados são retiradas amostras do polímero para serem analisadas. Tais análises permitem detectar a evolução da biodegradação no tempo.

7.4.2 Método de biodegradação de polímeros

- **Compostagem**

A compostagem pode ser utilizada para a decomposição de materiais biodegradáveis, resultando na produção de dióxido de carbono, água, minerais e matéria orgânica (adubo ou húmus).

Os produtos originados a partir da compostagem podem ser utilizados em jardins, hortas e na adubação de solo para produção agrícola, devolvendo à terra os nutrientes necessários, aumentando sua capacidade de retenção de água e evitando o uso de fertilizantes sintéticos.

O método consiste em enterrar o polímero em condições controladas de temperatura, pH, umidade e disponibilidade de oxigênio, e em determinados períodos de tempo são retiradas amostras do polímero para serem analisadas. Essas análises permitem detectar a evolução da biodegradação do polímero no tempo.

7.5 Amidos

De acordo com Carmo e Paiva (2015), o amido é o polissacarídeo encontrado, sob a forma de grânulos como reserva de carboidrato em algumas espécies de vegetais, tais como leguminosas, cereais e tubérculos.

Carmo e Paiva (2015), ainda ressaltam que, a estrutura química do amido é composta, essencialmente, por cadeias de amilose e amilopectina, que são polímeros de glicose, com estrutura e funções diferentes. De acordo com Araújo (2014), a amilose possui cadeia principalmente linear composta por unidades de D-glicose ligadas através de ligações α -(1 \rightarrow 4), com grau de polimerização de 200 a 300, dependendo da fonte do amido, e a amilopectina possui cadeia ramificada, com unidades de D-glicose ligadas por ligações em α -(1 \rightarrow 4) e ramificações em α -(1 \rightarrow 6).

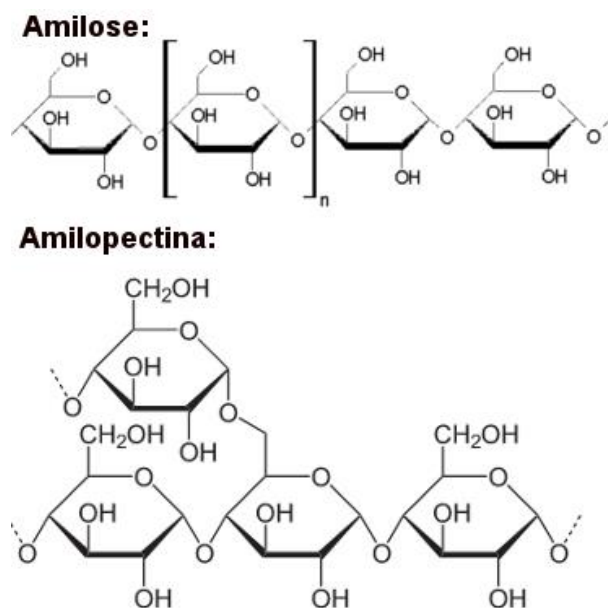


Figura 8. Estrutura química da amilose e amilopectina. **Fonte:** FOGAÇA, ([20--]).

O amido é empregado como matéria-prima em diversos segmentos industriais, como fabricação de papel, explosivo, bebida alcoólica, roupas, dentre outros, suas aplicações são direcionadas conforme a estrutura que determinados amidos possuem. (ALEXANDRINO, 2006)

Alexandrino (2008) aponta que, as principais fontes de amido são os cereais (arroz, milho e trigo), tubérculos e raízes (batata, mandioca, cará, etc.) e leguminosas (feijão, lentilha, ervilha, etc.)

7.5.1 Amido de Batata

Segundo Alexandrino (2008), o amido da batata é obtido a partir da *Solanum tuberosum L.*, possui maior viscosidade do que os outros amidos e apresenta baixos níveis de proteína residual, suas pastas são extremamente claras e com pouca predisposição a formar gel, isto se deve ao elevado peso molecular das frações de amilose e das substituições por grupo de fosfatos. Alexandrino (2008), ainda constata que, a temperatura de gelatinização do amido de batata é entre 56°C e 66°C.

7.6 Plastificante

Segundo Cangemi (2005), plastificantes são geralmente moléculas pequenas e pouco voláteis, que são adicionadas em polímeros de alto peso molecular com a finalidade de amolecê-los ou diminuir seu ponto de fusão no decorrer do processo, ou para lhe conferir flexibilidade ou extensibilidade.

Conforme Santos, Coelho e Filho (2014), deve-se considerar algumas características importantes para a seleção do plastificante referente à utilização:

- Atração relativa entre polímero e plastificantes;
- Volatilidade e suscetibilidade à extração;
- Poder de solvatação.

8. METODOLOGIA

Para a produção do polímero parcialmente biodegradável, inicialmente será realizado a extração do amido da casca da batata (*Solanum tuberosum*), através de um mecanismo de filtração, decantação e secagem.

Primeiramente, a casca será processada com uma pequena quantidade de água, e o resíduo líquido obtido nesse processo irá decantar por 30 minutos. Após a decantação será feita a retirada do sobrenadante e logo em seguida será realizada a secagem do amido obtido nesse processo (NEVES J, *et al.*, 2015).

Para averiguar se o produto extraído da casca da batata realmente é amido, será realizado um teste utilizando uma solução de lugol como indicador. Para realização desse teste, uma pequena quantidade do resíduo obtido a partir da casca da batata será colocado em um tubo de ensaio e em seguida será adicionado 4 gotas de lugol. Caso essa mistura desenvolva a coloração azul, isso indica a presença de amido. O desenvolvimento dessa coloração azul deve-se a oclusão do iodo – presente no reagente lugol- nas cadeias lineares da amilose (SOUZA; NEVES V, [20--]).

Já a síntese da espuma de poliuretano será realizada através de um processo denominado “*one-shot*” (uma etapa só), que consiste na mistura manualmente de isocianato e um polioliol, e assim se dá, quase que instantaneamente, a expansão da espuma de poliuretano (SOARES, 2012). Nessa técnica de espumação são desenvolvidas as seguintes etapas (Figura 9):

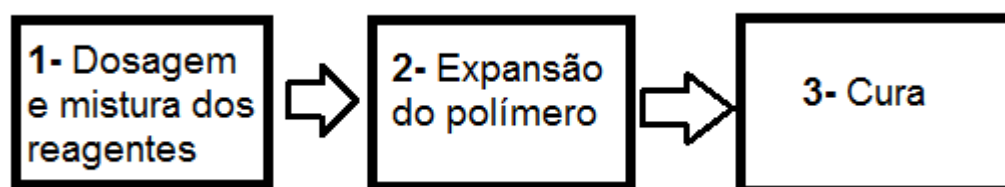


Figura 9. Etapas do processo one-shot. **Fonte:** Elaborado pelo Grupo.

Na primeira etapa irá ser realizada a dosagem e a pesagem dos reagentes, que serão definidas com pré-testes. Para realização dessa etapa, em uma balança analítica, dentro de um copo plástico de polipropileno, serão pesadas as quantidades de isocianato, polioliol, amido e plastificante, que serão utilizados para a síntese da EPU. Posteriormente, esses reagentes serão misturados e submetidos a constante agitação manual com um bastão de vidro durante um pequeno intervalo de tempo

até que se inicie a expansão da EPU. Vale destacar que será feito uma amostra “controle”, apenas utilizando isocianato, polioli e o plastificante, ou seja sem a adição de amido. (THOMSON, 2005; MEISEN *et al.*, 2016).

Na segunda etapa ocorrerá a expansão da mistura feita anteriormente, na qual há a formação constante de dióxido de carbono e difusão desse gás para as microbolhas, fazendo com que a massa em polimerização se expanda até atingir o seu crescimento total e assim começa a formação da espuma (THOMSON, 2005; SERVES, 2007).

Já na terceira e última etapa da síntese, a matriz polimérica já estará estruturada, assim nessa etapa a espuma será acondicionada em uma capela à temperatura ambiente durante o período de 24 horas para a cura completa do polímero parcialmente biodegradável (THOMSON, 2005; SERVES, 2007).

Vale salientar que serão sintetizadas várias amostras de EPU, a diferença entre as amostra será apenas a quantidade de amido, já que uma das hipóteses é que quanto maior a concentração de amido maior a característica biodegradável do polímero. Dessa maneira, em nenhuma das amostras a quantidade de isocianato, polioli e plastificante serão alterada.

Como já citado anteriormente, na síntese da EPU será utilizado um plastificante para melhorar a processabilidade e aumentar a flexibilidade do produto. O plastificante que será utilizado é o óleo de soja, já utilizado. Esse óleo passará por um processo de decantação e filtração para remover possíveis resíduos, e após essas duas etapas o óleo será reutilizado na síntese.

Após o preparo das amostras será realizado a espectroscopia de infravermelho para avaliar se houve interação entre o amido e o poliuretano. Paralelamente será realizado um teste de tração/deformação, utilizando um dinamômetro, para averiguar propriedades mecânicas, como a elasticidade do produto e também será observado a morfologia da superfície e a porosidade da espuma através do microscópio óptico.

Quanto à biodegradabilidade das amostras, essa será avaliada pelo método da compostagem. Esse método será realizado dentro de um compostor, uma caixa escura, na qual será adicionada uma camada de serragem, posteriormente uma camada de resíduo orgânico domiciliar e uma camada de terra. Após a montagem do compostor, partes das amostras de EPU serão enterradas dentro da caixa por

aproximadamente 90 dias. É de importância salientar que haverá o controle de temperatura e pH da compostagem.

Após a obtenção dos resultados, será feita as comparações entre as amostras contendo diferentes concentrações de amido e a amostra “controle”, em relação aos testes físico-químicos e a degradabilidade. A partir dos resultados e discussões as hipóteses serão respondidas.

9. CRONOGRAMA

Atividade	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
Pré-teste	x				
Síntese EPU		x	x		
Testes		x	x		
Compostagem		x	x	x	
Revisão Bibliográfica	x	x	x	x	X
Elaboração do artigo científico			x	x	X

10. REFERÊNCIAS

ABIOVE - **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais**. Disponível em: < <http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=> > Acesso em: 30 de out. de 2016.

ALEXANDRINO, Cristiane Duarte. **Utilização dos amidos de milho e de batata na elaboração da tapioca**. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

ARAÚJO, G. K. P. D. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis de amido incorporados com extração de própolis**. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de

Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

BALSALOBRE, M. A. A. **Batata, beterraba, cenoura e nabo**. Simpósio sobre nutrição de bovinos, v. 6, p. 99-121, Piracicaba, 1995.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A.; DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS-UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v. 6, 2011.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V. **Ciência dos polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2006.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos**. Química nova na escola. China: 43a Assembléia Geral da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), 2005, p. 17-19.

CARMO, Karina P. do; PAIVA, Jane Maria F. de. **Filmes Biodegradáveis de Amido e Composições com Outros Materiais**. Revista Virtual da Química, Sorocaba- Sp, v. 7, n. 6, p.2377-2386, 03 out. 2015. Mensal.

CARVALHO, Eliana. **Relógio de Poliuretano**. 2013. Disponível em: < <http://quipibid.blogspot.com.br/2013/04/relogio-de-poliuretano.html> >. Acesso em: 17 nov. 2016.

COUTINHO, F.M.B, DELPECH, M.C. **Poliuretanos como materiais de revestimento de superfície**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, Jan/Mar, 41-48, 1999.

FIORIO, Rudinei. **Síntese e caracterização de poliuretano termoplástico contendo poss via extrusão reativa**. 135 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência dos Matérias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FOGAÇA, Jennifer. **Produção de plástico biodegradável de amido de batata**. Disponível em: < <http://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/producao-plastico-biodegradavel-amido-batata.htm> >. Acesso em: 13 nov. 2016.

FRANCHETTI, Sandra Mara Martins; MARCONATO, José Carlos. **Polímeros biodegradáveis - uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos**. Departamento de Bioquímica e Microbiologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000400031 >. Acesso em: 30 out. 2016.

GODOY, João Carlos. **Compostagem**. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf >. Acesso em: 30 out. 2016.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. **Introdução a polímeros**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2004.

MEISEN, Felipe Machado *et al.* **Avaliação da capacidade de sorção da espuma de poliuretano**. *Conectando Saberes*, Jaraguá do Sul, 2016.

MEI, B. Leonardo; CHRISTIANI, S. Vitor; LEITE, R. Paulo. **A logística reversa no retorno do óleo de cozinha usado**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/GOL1261.pdf>> Acesso em 30 de out. de 2016.

NEVES, Jaqueline M, *et al.* **Produção de bioplástico a partir da casca da batata**. In: 12ª Jornada UNIFACS Iniciação Científica- JUI, 5., 2015. Universidade Salvador – UNIFACS, 2015.

OERTEL, G; **Polyurethane handbook: chemistry, raw materials, processing application, properties**: Hanser: New York, 1994.

PAOLI, M. **Plastificantes e Lubrificantes**. Ano Desconhecido. Disponível em: < <http://www.linkplas.com.br/download/dplastificanteslubrificantes.pdf> > Acesso em: 30 de out. de 2016.

SANTOS, Bruna dos; COELHO, Tânia Mara; ASSAD FILHO, Nabi. **Produção de plástico biodegradável a base de amido modificado**. Disponível em: < http://www.fecilcam.br/nupem/anais_ix_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/Anais-ENG/05.pdf >. Acesso em: 21 out. 2016.

SERVE S, Vinicius. **Espumas flexíveis de poliuretano à base de polióis de mamona etoxilado**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado em Química)- Instituto de Química- UNICAMP, Campinas-SP, 2007.

SILVA, André Luis Bonfim Bathista e; SILVA, Emerson Oliveira da. **Conhecendo materiais poliméricos**. 2003. 84 f. Grupo de Pesquisa em Novos Materiais, Departamento de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, 2003. Disponível em: < <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000223.pdf> >. Acesso em: 24 out. 2016.

SILVA, Claudionor Oliveira; SANTOS, Gilbertânia Mendonça; SILVA, Lucicleide Neves. **A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: estudo de caso**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 13, n. 13, p. 2683-2689, 2013.

SOARES, Márcio Steinmetz. **Síntese e caracterização de espumas de poliuretano para imobilização de células íntegras e aplicação na síntese de biodiesel**. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, Lorena, 2012.

SOUZA, Karina Aparecida F. D. de; NEVES, Valdir Augusto. **Pesquisa de polissacarídeos: reação com iodo**. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm> Acesso em: 04 de nov. 2016.

THOMSON, T. **Polyurethanes as Specialty Chemicals: Principles and Applications**, 1a Ed. CRC Press, 2005.

VILAR, Walter Dias. **Química e tecnologia dos poliuretanos**. Vilar consultoria, 1998.