

Efeito da adição de amido da casca da batata (*Solanum Tuberosum*) na síntese de poliuretano

Ana Caroline Xavier, Gabriella Cristhyna Bomfim, Gabrielly Defrein, Luísa Spezzia Serppa, Myrella Beatriz Franco, Thaline Martins de Oliveira*.

Discentes do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina- Campus Jaraguá do Sul

*E-mail: thalinesci@gmail.com

Claudio Mendes Cascaes

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Campus Jaraguá do Sul

E-mail: claudio.cascaes@ifsc.edu.br

Resumo: Diante da percepção do quanto os polímeros podem ser prejudiciais à natureza e por consequência a demanda de uma produção de polímeros com menor impacto ambiental, o presente trabalho consiste no estudo das alterações das propriedades físico-químicas e de biodegradabilidade do polímero poliuretano a partir da adição de amido em diferentes quantidades. Para isso, extraiu-se o amido da casca de batata e misturou-se manualmente com isocianato, polioli e plastificante, com o intuito de obter a espuma de poliuretano. Foram feitas amostras com porcentagens diferentes de amido (15%, 25% e 35%), além de uma amostra controle, ou seja sem a adição de amido. Posteriormente, executou-se a caracterização das amostras através das técnicas de microscopia óptica e espectroscopia na região do infravermelho, testes de densidade aparente e absorção de água, e a compostagem para que fosse possível analisar sua capacidade de biodegradar. O estudo constatou que houve mudanças nas características físico-químicas e de biodegradabilidade da blenda poliuretano-amido.

Palavras-Chave: Poliuretano. Amido de batata. Biodegradabilidade.

Abstract: Due to the perception of how much polymers can be harmful to nature and, consequently; the demand to produce polymers with less environmental impact, the present work studies the changes of physical-chemical properties and of biodegradability of the polyurethane polymer, after starch has been added in different amounts. The starch was extracted from the potato peel and manually mixed with isocyanate, polyol and plasticizer. In order to obtain the polyurethane foam, samples with different percentages of starch (15%, 25%

and 35%) were prepared; in addition, a control sample, that is, without addition of starch, was also observed. Subsequently, in order to characterize the samples, the following techniques were applied: optical microscopy, infrared spectroscopy, apparent density, water absorption tests, and composting. The study found that there were changes in the physical-chemical and biodegradability characteristics of the polyurethane-starch blend.

Keywords: Polyurethane. Potato starch. Biodegradability.

1 Introdução

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, unidas por ligações do tipo covalente.

A produção de um polímero é feita por meio 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.

Alguns critérios de classificação podem ser utilizados para especificar os diferentes tipos de polímeros. No quadro a seguir, estão descritas as características do poliuretano, polímero objeto do trabalho, seguindo os principais critérios de classificação empregados a ele:

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

Quadro 1. Classificação do poliuretano.

Fiori (2011) ressalta que o poliuretano é uma classe importante dos polímeros termorrígidos devido às suas características mecânicas, térmicas e químicas que podem ser definidas a partir 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), em que o átomo de hidrogênio do grupo hidroxila é transferido ao nitrogênio do isocianato, como mostra a Figura 1.

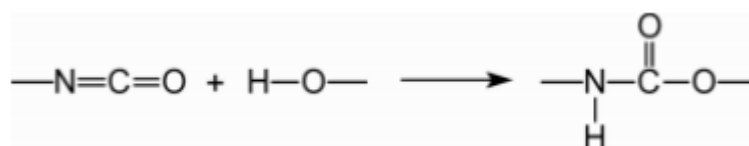


Figura 1. Equação química de formação do grupo uretano. **Fonte:** FIORI, Rudinei., 2011, p.21

Além dos isocianatos, os polióis são componentes essenciais para a formação de poliuretanos, estes são substâncias compostas por duas ou mais funções hidroxila na molécula, 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 2). 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” (FIORI, 2011, p.5).

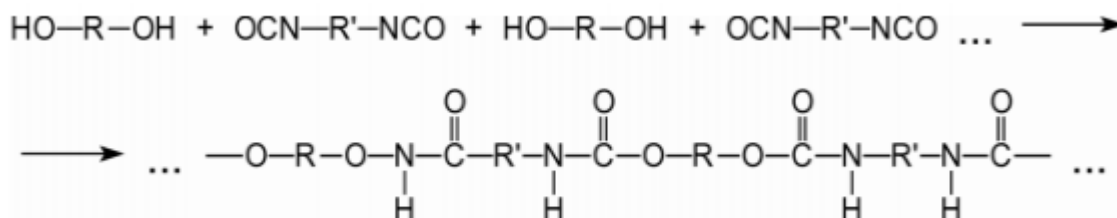


Figura 2. Obtenção de um poliuretano linear a partir de dióis e diisocianatos. **Fonte:** FIORI, Rudinei., 2011, p.5

O poliuretano, assim como outros polímeros apresenta baixo índice de biodegradação, ficando por longos períodos de tempo na natureza, quando descartado incorretamente. 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, fungos, algas), os quais devem possuir enzimas adequadas para romper algumas das ligações da cadeia principal do polímero, sendo necessárias condições favoráveis de temperatura, umidade, pH e disponibilidade de oxigênio, para a atuação dos microrganismos.

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é a síntese do polímero poliuretano com a adição de amido extraído da casca de batata, utilizando óleo de soja reutilizado como plastificante. Foram realizados testes físicos-químicos e de biodegradabilidade para avaliar se o polímero tornou-se parcialmente biodegradável.

2 Materiais e métodos

2.1 Extração do amido

Para a realização da extração do amido, utilizou-se o método mais comum de extração, que constituiu, primeiramente, na lavagem das cascas de batatas, que foram doadas de uma escola pública do município de Schroeder, então trituradas com uma quantidade pequena de água para a obtenção do amido, aguardou-se a decantação do líquido obtido por aproximadamente 30 minutos, após este processo, o sobrenadante foi retirado com a técnica de filtração e novamente lavado e filtrado para se obter uma amostra mais branca, ao final foi realizando a secagem do amido.

Para averiguar se o resíduo extraído da casca da batata realmente era amido, foi realizado um teste de caracterização, com o indicador lugol. Nesse teste, foi colocado uma pequena quantidade do resíduo obtido na extração em um tubo de ensaio, e em seguida foi adicionado 4 gotas de lugol.

2.2 Síntese do poliuretano

A espuma de poliuretano foi sintetizada através de um processo denominado “one-shot” (uma etapa só), que consistiu na mistura manual de isocianato e um polioliol, e assim se deu, quase que instantaneamente, a expansão da espuma de poliuretano (SOARES, 2012). Nessa técnica de espumação desenvolveram-se as seguintes etapas (Figura 3):

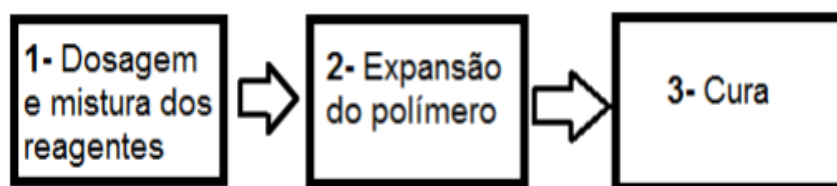


Figura 3. Etapas do processo one-shot.

Na primeira etapa do processo realizou-se a dosagem e a pesagem dos reagentes, que foram definidas com pré-testes. Para a execução desta etapa, em uma balança analítica pesou-se dentro de um copo plástico de polipropileno os reagentes conforme quantidades descritas na Tabela 1. É válido destacar que para calcular o percentual de amido por amostra utilizou-se relação direta com a massa total dos reagentes, com base na massa do reagente. Desta forma, tomou-se como 100 % os 10 g de reagentes (isocianato e polioli) e em seguida calculou-se os valores equivalentes a 15 %, 25 % e 35 % em massa de amido.

Tabela 1. Reagentes empregados na síntese da EPU (Espuma de Poliuretano)

% Amido	Quantidade de Amido (g)	Quantidade de Polioli (g)	Quantidade de Isocianato (g)	Quantidade de Plastificante (g)
0 %	0	5	5	1
15 %	1,5	5	5	1
25 %	2,5	5	5	1
35 %	3,5	5	5	1

Posteriormente, esses reagentes foram misturados e submetidos a constante agitação manual com um bastão de vidro durante aproximadamente 1 minuto até que se iniciou a expansão da EPU. É importante destacar que foram feitas triplicatas de cada amostra descrita.

Na terceira e última etapa da síntese, com a matriz polimérica já estruturada, acondicionaram-se as espumas em uma capela à temperatura ambiente durante o período de 72 horas para a cura completa do polímero parcialmente biodegradável (THOMSON, 2005; SERVES, 2007).

2.3 Caracterização

Com a finalidade de observar a morfologia da superfície da espuma e a sua porosidade efetuou-se o teste de microscopia, utilizando um estereomicroscópio Feldmann Wild Leitz –

SMZ 7.5, com uma ampliação de 5x. As amostras foram cortadas manualmente com lâminas, com tamanhos de aproximadamente 1 mm de espessura para a posterior observação.

Para averiguar se houve interação entre o amido e o poliuretano, foi utilizada a técnica de espectroscopia na região do infravermelho ($4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$), realizada em um espectrofotômetro com transformada de Fourier e reflectância total atenuada (FTIR- ATR), disponibilizado pelo Instituto Federal de Santa Catarina, campus Geraldo Werninghaus, modelo *Perkin Elmer Spectrum Two*.

2.4 Densidade aparente

As amostras foram cortadas em tamanhos visualmente semelhantes, em seguida medidas com o auxílio de um paquímetro para obtenção de seu respectivo volume e então pesadas em balança semi-analítica. As determinações foram feitas em triplicata e os cálculos referentes a densidade aparente das amostras de poliuretano foram realizados de acordo com a ASTM D3574-02.

2.5 Absorção de água

Para avaliar a capacidade de absorção de água pela espuma de poliuretano, os grupos de EPU foram pesados secos e utilizando béqueres com 250 mL de água a temperatura ambiente, permaneceram em contato com água sob agitação magnética entre 600 e 900 RPM durante 1 hora.

Posteriormente, os grupos de espumas foram transferidos do béquer, colocados sobre peneiras para retirada do excesso de água durante o intervalo de tempo entre 2 e 5 minutos e em seguida pesados novamente, obtendo-se o índice de absorção de água pela diferença de peso das amostras secas e úmidas. Como as amostras foram feitas em triplicatas, calculou-se a média de absorção de água para cada grupo de EPU, bem como o desvio padrão.

2.6 Compostagem

Para realizar o método da compostagem utilizou-se uma caixa de acrílico revestida por um plástico escuro, para facilitar o controle da incidência de luz, na qual as amostras foram enterradas, juntamente com terra e casca de batata, que serviram como adubo para que a biodegradação ocorresse.

Foram enterradas para a análise, 36 amostras, sendo 9 amostras para cada concentração de amido, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Dados das amostras

Concentração de amido	Número de amostras	Período da compostagem (dias)
0 % (Sem amido)	9	51
15 %	9	51
25 %	9	51
35 %	9	51

Após serem retiradas da composteira, as espumas foram lavadas para retirar o máximo possível de resíduos da composteira. Em seguida, transferiu-se estas para a estufa, acondicionadas a temperatura de aproximadamente 40 °C, por 24 horas, para secagem. Posteriormente, foram pesadas e comparadas com as massas iniciais.

3. Resultados e discussões

3.1 Extração do amido

Durante o processo de extração do amido, empregou-se aproximadamente 1 Kg de cascas de batatas para obter-se cerca de 33 g de amido, o valor obtido foi suficiente para a preparação de todas as amostras de EPU.

Através do teste de caracterização, com a adição do reagente lugol no tubo de ensaio, foi possível observar uma mudança na coloração da amostra, que antes era esbranquiçada e posteriormente desenvolveu uma coloração azul. O desenvolvimento dessa coloração deve-se a oclusão do iodo – presente no reagente lugol- nas cadeias lineares da amilose. Sendo assim, comprova-se a presença de amido no resíduo extraído da casca da batata (SOUZA; NEVES [20--]).

3.2 Síntese do poliuretano

A síntese das amostras de poliuretano com adição de amido foi realizada com êxito, visando que não formaram-se fases na espuma sintetizada e esta apresentou-se homogênea. Na segunda etapa da síntese da EPU ocorreu a expansão da mistura feita, na qual formou-se constantemente dióxido de carbono e a difusão desse gás para as microbolhas, fazendo com que a massa em polimerização se expandisse até atingir o seu crescimento total e assim formar a espuma (THOMSON, 2005; SERVES, 2007). Após a finalização da síntese das EPU, estas foram divididas em unidades 1, 2 e 3, em grupos de acordo com as quantidades de amido inseridas nestas amostras. Foi possível observar uma consistência mais firme nas

amostras sem adição de amido em comparação às amostras controle e também um provável aumento da porosidade conforme a adição de amido.

3.3 Caracterização por microscopia óptica

A imagem 1 representa as amostras observadas por meio de um microscópio óptico com aumento de 5x, nota-se que a amostra A, sem amido apresenta uma matriz mais organizada do que as demais, sendo elas: amostra B com 15 % de amido, C com 25 % e D com 35 %. A relação entre a adição de amido e a dureza das amostras de EPU mencionadas anteriormente é possivelmente relacionada com a percepção de que os poros aumentam conforme o aumento da quantidade de amido, este fato pode ser justificado pois a formação dos poros está relacionada com a liberação de CO₂ na formação do uretano e, provavelmente, a adição do amido aumenta a liberação de CO₂, pois o amido é uma matéria orgânica, o que facilitaria a ocorrência de reações que liberam CO₂.

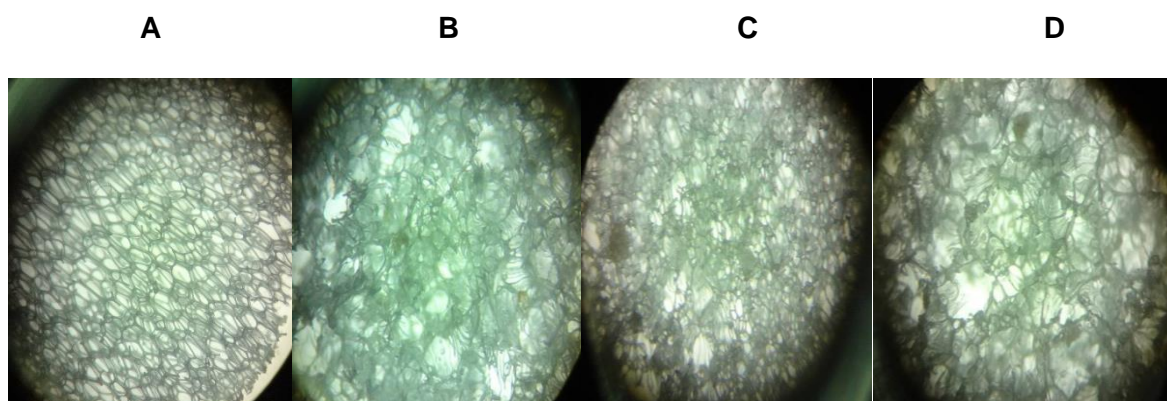


Imagem 1. Amostras de EPU observadas por meio de um microscópio óptico com aumento de 5x.

3.4 Densidade aparente

A Tabela 3 apresenta a média da densidade aparente determinada para cada grupo de EPU.

Tabela 3. Densidade aparente.

EPU	Densidade aparente (kg/m ³)	Desvio padrão
Sem amido	45,671	1,079546
15%	33,591	1,820612
25%	37,073	2,13136
35%	38,547	2,948423

A partir dos resultados obtidos é possível notar que, a densidade aparente da EPU sem adição de amido é maior do que as com a adição do mesmo, efeito ocasionado pelo aumento dos poros. Além disso, dentre os grupos com amido nota-se que há um pequeno aumento no valor da densidade conforme aumenta a porcentagem de amido adicionado às EPU.

3.5 Absorção de água

Após os cálculos e análise dos resultados obtidos, elaborou-se a Tabela 4, que representa a média de quantidade de água absorvida por cada grupo de EPU.

Tabela 4. Capacidade de absorção de água.

EPU	Absorção de água (g)	Desvio padrão
Sem amido	0,39	0,043589
15 %	1,016667	0,293995
25 %	1,52	0,28688
35 %	1,56	0,060828

Nota-se, a partir dos resultados que a adição de amido teve influência na capacidade de absorção das amostras, sendo que a EPU com 35 % de amido foi a que mais teve absorção.

Este fato pode ser justificado através da característica de absorção de água que o amido possui individualmente e que, juntamente com a formação de poros maiores decorrentes da adição do mesmo, acaba aumentando a capacidade de absorção.

3.6 Caracterização por infravermelho

Em relação a caracterização do polímero sintetizado, a Figura 4, representa o espectro de infravermelho de quatro amostras de poliuretano, uma sem amido (amido 0 %) e as outras três com amido, porém em concentrações distintas.

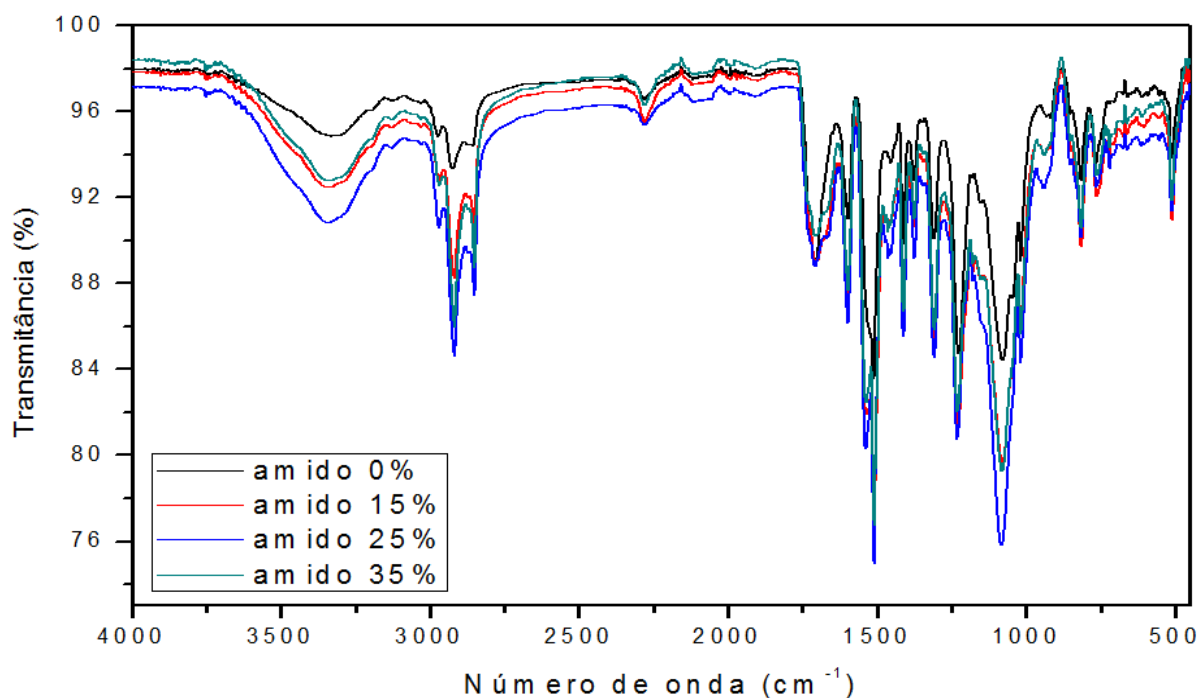


Figura 4. Espectroscopia das amostras de poliuretano.

Na Figura 4, observa-se uma banda forte entre aproximadamente 3350 cm^{-1} e 3500 cm^{-1} que foi atribuída aos grupos -NH , presente no grupo uretano, porém essa banda também pode caracterizar grupos -OH presentes no amido. Em relação a banda localizada na região de aproximadamente 1745 cm^{-1} , essa corresponde ao estiramento -C=O de grupos ésteres, característico do poliuretano. Quanto ao estiramento presente na banda 1505 cm^{-1} , esse pode ser atribuído a amidas secundárias. Outra banda que foi analisada, está presente na região de aproximadamente 1160 cm^{-1} que refere-se ao estiramento -C-O-C de grupos ésteres. E o estiramento C-H , presente no poliuretano, pode ser atribuído a região de 3000 cm^{-1} . (CARVALHO, *et al.*, 2009; VIEZZERA, *et al.*, 2009)

Em relação aos espectros da amostra controle (amido 0 %) e das amostras que apresentam diferentes quantidades de amido, nota-se que houve diferença somente na transmitância, que é a intensidade de luz incidente que atravessa a amostra, no caso o polímero (LEITE e PRADO, 2012).

Através do resultado da espectroscopia realizada na região do infravermelho e a comparação entre as amostras, pode-se perceber que a adição de amido em diferentes concentrações não alterou a estrutura do poliuretano.

3.7 Compostagem

Após a retirada das amostras da composteira, pôde-se perceber que as amostras com adição de amido na sua composição apresentaram biodegradação, pois a maior parte teve a

sua massa reduzida, além de ser possível identificar a biodegradação visualmente, pois as amostras apresentaram alterações na sua estrutura física.

Como mencionado anteriormente, após a compostagem as amostras foram pesadas, constatando-se que as espumas com maior redução de massa são as que possuíam 35 % de amido, perdendo aproximadamente 0,23 g da sua massa inicial, indicando que foram biodegradadas, como mostra na Figura 5.

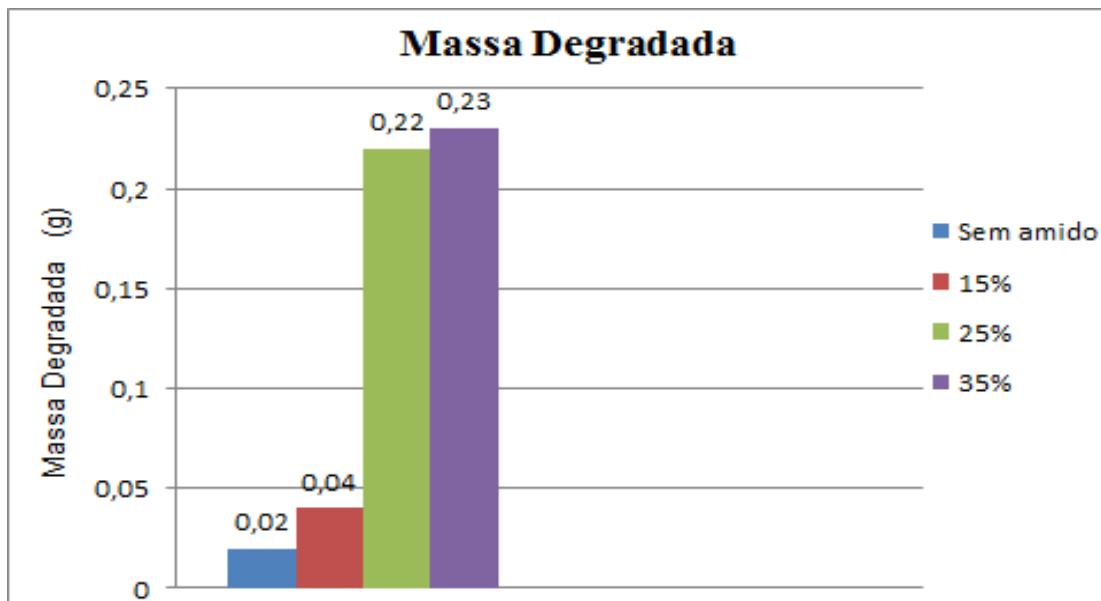


Figura 5. Massa Degradada

Dessa forma, é possível confirmar uma das hipóteses, na qual deduzia-se que quanto maior a concentração de amido maior a característica biodegradável do polímero.

Para cada concentração de amido foram feitas triplicatas, sendo possível comparar os dados das massas degradadas, como mostra a Figura 6. Sendo assim, as amostras que possuíam 25 % de amido são as que apresentaram, em dois dos três grupos de amostras, um percentual maior de degradação.

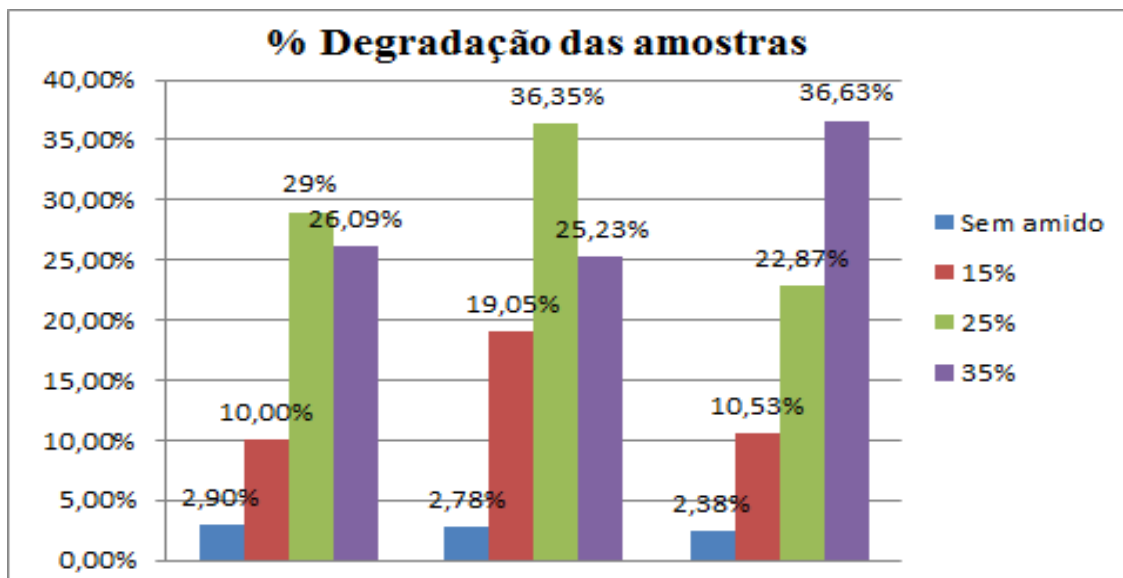


Figura 6. % degradação das amostras.

Contudo, houve amostras que tiveram um aumento de massa, podendo ser justificado pela presença de resíduos da composteira que não puderam ser completamente removidos na etapa de limpeza das amostras, ou pela absorção de umidade ou água, tanto enquanto estavam na composteira como na hora da lavagem, já que o tempo de secagem pode não ter sido suficiente.

Dessa forma, foi possível confirmar a primeira hipótese, que consistia em tornar o polímero parcialmente biodegradável. Os resultados obtidos comprovam que a espuma composta por poliuretano e amido é parcialmente biodegradável, pois as amostras sofreram perda de massa, ou seja, biodegradaram.

4 Considerações finais

Mediante a discussão dos resultados obtidos, constatou-se que de maneira geral os objetivos do trabalho foram alcançados. O poliuretano obteve mudanças em suas características biodegradáveis e físico-químicas a partir da adição do amido extraído da casca de batata.

Com relação a caracterização por microscopia óptica, observou-se que o tamanho dos poros da EPU e a desordem na matriz polimérica da espuma são proporcionais à quantidade de amido adicionada.

No que diz respeito ao teste de densidade aparente, notou-se que conforme aumenta a porcentagem de amido, ocorre um aumento no valor da densidade e, que a amostra sem adição de amido possui um valor elevado em relação às demais amostras com o amido.

Em relação a capacidade de absorção de água, verificou-se que as EPU's em que foi adicionado o amido houve uma maior absorção, sendo que a amostra com 35% de amido teve maior índice de absorção.

Através da caracterização por infravermelho, averiguou-se que a adição de amido não acarreta uma mudança na estrutura do polímero, pois consegue-se observar no espectros bandas que caracterizam o poliuretano. Perante a esse resultado, conclui-se que a técnica de espectroscopia na região do infravermelho não foi suficiente para a comprovação de uma possível interação entre o amido e o poliuretano.

Por fim, pode-se afirmar, fundamentado pelos resultados da compostagem, que a adição de amido tornou a espuma de poliuretano parcialmente biodegradável, pois as amostras apresentaram perdas de massa durante os testes. Além disso, confirmou-se que o amido interferiu no processo de biodegradação da espuma, pois as amostras com 35 % de amido foram as que mais sofreram redução em relação à massa inicial, o que confirma a hipótese em relação a concentração de amido no polímero, constatando-se que quanto maior a concentração, maior a característica biodegradável do polímero. Contudo, para melhores resultados, sugere-se outros métodos de avaliação da biodegradação, como por exemplo a taxa liberação de CO₂. Além disso, sugere-se também que as amostras permaneçam por mais tempo na etapa de secagem, para que sequem totalmente, não acarretando no aumento de massa.

Não foram realizados alguns testes físicos previstos, como o de tração e deformação, devido ao curto período de tempo para a realização do trabalho e dos materiais disponíveis em nosso laboratório.

Sendo assim, sugere-se novos estudos que envolvam a análise de amostras com concentrações maiores de amido na síntese do poliuretano e com outros testes físicos, tais quais como espectroscopia de ressonância magnética nuclear, microscopia eletrônica de varredura, entre outros, para averiguar com maior êxito se houve mudança nas propriedades do polímero.

5 Referências

BRITO; G, *et. al.* **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.

CARVALHO, Sabrina M. *et al.* **Caracterização de poliuretano baseado em poliál sintetizado a partir de glicerol e hexametileno diisocianato**. In: Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, Foz do Iguaçu. 2009.

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.

LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogério Junqueira. **Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 1-9, 2012.

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.

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

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.

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.

VIEZZER, Christian *et al.* **SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE POLIURETANOS PARA USO COMO BIOMATERIAIS**. In: Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, Foz do Iguaçu. 2009.