

15º Congresso Brasileiro de Polímeros
27 a 31 de outubro de 2019

INFLUÊNCIA DO TIPO DE MISTURA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MORFOLÓGICAS DE ESPUMAS A BASE DE AMIDO

Camila S. Figueiró^{1*}, Maria Rachel Trojaner de Sá¹; Carmen I. W. Calcagno², Ruth M. C. Santana¹

¹ –PPGE3M, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. camila.figueiro@ufrgs.br

² – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL), Sapucaia do Sul, RS

Resumo:

O amido expandido pode ser utilizado como um substituto ao isopor no setor de embalagens. A morfologia das células de expansão influencia as propriedades finais da espuma. Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi analisar a influência do tipo de processo de mistura nas propriedades físicas e morfológicas das espumas de amido. As espumas de amido de mandioca foram obtidas via processo manual e mecânico, e foram caracterizados por ensaios físicos. Ambas as misturas apresentaram uma boa expansão, contudo, a densidade média obtida com o processo mecânico foi menor (0,1088 g/cm³), assim como menor absorção de umidade (17% menor do que a mistura manual). Ambas as espumas apresentaram cores semelhantes, no entanto, o parâmetro de brilho foi maior na mistura mecânica. Com relação a morfologia das células das espumas, a mistura manual apresentou células menores se comparadas as espumas obtidas a partir da mistura mecânica.

Palavras-chave: Amido de mandioca, espuma, fonte renovável, propriedades, estrutura celular

Influence of type of mixture on the physical and morphological properties of starch-based foams

Abstract:

Expanded starch can be used as a substitute for Styrofoam in the packaging industry. The morphology of the expansion cells influences the final properties of the foam. In this sense, the objective of this work was to analyze the influence of the type of mixing process on the physical and morphological properties of the starch foams. Cassava starch foams were obtained through a manual and mechanical process, and were characterized by physical tests. However, the average density obtained with the mechanical process was lower (0.1088 g / cm³), as well as lower moisture absorption (17% lower than the manual mixing). Both foams presented similar colors, however, the brightness parameter was higher in the mechanical mixture. Regarding the foam cell morphology, the manual mixing presented smaller cells when compared to the foams obtained from the mechanical mixing.

Keywords: Cassava starch, foam, renewable source, properties, cellular structure

Introdução

O consumo de produtos à base de materiais poliméricos vem aumentando nos últimos anos [1]. Dentre esses produtos estão os recipientes e embalagens. O poliestireno expandido é um polímero de fonte não renovável muito utilizado para embalagens de alimentos, proteção de eletrodomésticos durante o transporte, caixas térmicas, entre outras aplicações [2, 3].

Assim, há o interesse em buscar um material de origem renovável e biodegradável para substituir do poliestireno. O amido é um carboidrato, formado por carbonos, hidrogênios e oxigênios [4]. Ele é composto principalmente por amilose e amilopectina e a proporção de cada componente na estrutura varia de acordo com a fonte de amido. O amido de mandioca é formado por 17% de amilose e 83% de amilopectina [5]. Uma dificuldade para utilização do amido são suas propriedades, como a sua hidrofiliabilidade. Por isso é importante caracterizar as espumas quanto a suas características físicas e mecânicas [3].

O objetivo deste artigo foi analisar se o tipo de mistura influenciava nas propriedades físicas e morfológicas das espumas de amido. E com isso determinar qual processo é melhor para a aplicabilidade da espuma.

Experimental

Materiais

Neste trabalho foram utilizados amido de mandioca, na forma de polvilho azedo, adquirido em mercado e água potável.

Produção da Pasta com Mistura Manual

A mistura manual foi realizada utilizando uma espátula e um recipiente (Becker) para mistura onde foram utilizados 32 gramas de amido e 20 gramas de água a 100°C. A mistura foi finalizada utilizando as mãos, até a pasta ficar homogênea e maleável que permita o manuseio [6].

Produção da Pasta com Mistura Mecânica

Nesta etapa foram utilizados uma batedeira Britania Bellagio 4 velocidades com 350W de potência. Foram misturados 62 gramas de amido e 60 gramas de água a 100°C, a mistura foi realizada em velocidade mínima por 8 minutos, e após com o auxílio de uma espátula a pasta terminou de ser misturada até alcançar uma aparência homogênea e a consistência que permite o manuseio da massa. Essa composição permitiu a expansão de espumas com aproximadamente 15 cm de diâmetro.

Expansão

O processo de expansão utilizado foi o mesmo para os dois processos de mistura, e foi uma expansão livre. Foi utilizado como molde duas chapas quadradas. A prensa, juntamente com o molde, foi aquecida até 150°C e foi colocada a pasta no centro do molde onde aplicou-se uma pressão pequena apenas para espalhar a pasta. Quando o material começou a expandir lateralmente, devido ao aumento de pressão interna, liberou-se da pressão para permitir a expansão. Após a expansão, o material ficou por 30 minutos a 150°C para a evaporação da água presente na espuma. Depois deste tempo, a espuma foi desmoldada e o resfriamento foi realizado fora do molde a temperatura ambiente.

Densidade e Colorimetria

Para realizar o ensaio de densidade foram utilizados 5 corpos de prova de cada mistura com as dimensões de 2 cm x 2 cm. Todos os corpos de prova foram pesados; e calculado a densidade individualmente, a densidade aparente da espuma foi estimada a partir da massa e do volume dos corpos de prova [7].

O ensaio de colorimetria foi realizado com a utilização de um equipamento (Spectro Guide sphere gloss n6834, da marca BYK- Gardner), o colorímetro. Foram feitas 3 medições em cada espuma, e foram analisadas 3 espumas de cada mistura, no total de 9 medições para cada composição. Os dados coletados no ensaio foram calculados pelo software do equipamento. A partir destes dados foi realizada a média e o desvio padrão das medições de cada espuma [8].

Ensaio de Absorção de Umidade

O ensaio de absorção de umidade foi realizado em um ambiente com umidade relativa de 75%. Foram utilizados recipientes com tampa onde foram colocados sal (NaCl) e água destilada segundo norma ASTM E104-02 [9]. Os corpos de prova (2cm x 2cm) foram secos em uma estufa a 60°C por 24h. Após foram pesados e colocados no recipiente para o ensaio onde foram utilizados 5 corpos de prova de cada mistura, baseado na norma ASTM D 5229/D 5229M-92. O ensaio foi realizado em uma estufa a 30°C durante 24 horas, sendo que foram realizadas 4 medições com intervalo de 2 horas, e depois para finalizar a medição de 24 horas. A absorção de umidade de cada corpo de prova foi analisada de acordo com a variação de massa de uma medição para outra, utilizando a Eq 1 [10]. Os resultados foram analisados com ANOVA 95%.

$$M(\%) = [(M_i - M_o) / M_o] \times 100 \quad (1)$$

Morfologia

O ensaio de imagem foi realizado com o objetivo de analisar o formato das células das espumas. Foi utilizado o equipamento estéreo microscópio binocular bioptika I60b. Foram cortadas amostras das espumas com espessura aproximada de 2 mm. No ensaio a análise foi realizada com luz transmitida e com zoom de 3 vezes. As fotos foram tomadas utilizando o software TCapture.

Resultados e Discussão

Produção da Pasta e Expansão

A produção da pasta com mistura manual e mecânica apresentaram características visuais e táteis semelhantes, ambas ficaram com aspecto homogêneo, com coloração branca, e com uma maleabilidade que permite o manuseio. Na Figura 1 está apresentado a pasta realizada pela mistura mecânica e sua espuma.

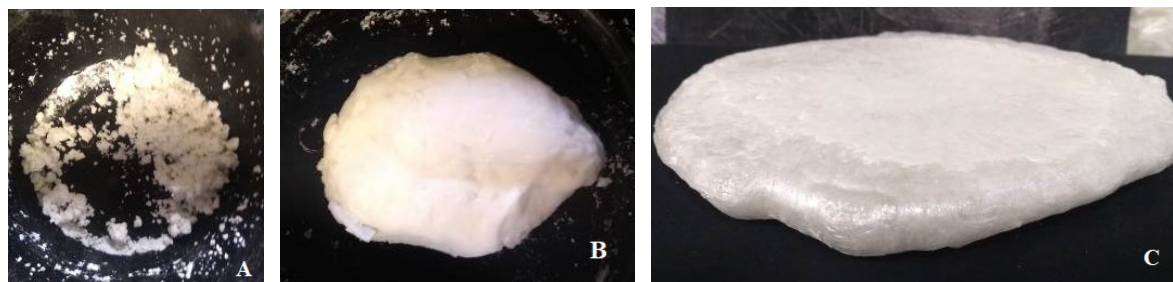


Figura 1: Aspecto visual da pasta após a mistura mecânica. (A) Grumos formados após 8 minutos de mistura. (B) Pasta pronta após a mistura com a espátula. (C) Espuma após a expansão.

A mistura mecânica, inicialmente apresentou muitos grumos e, com posterior mistura com o auxílio de uma espátula, apresentou o aspecto desejado e semelhante à da mistura manual.

As espumas obtidas a partir da mistura mecânica apresentaram uma expansão média maior, essa diferença pode ser explicada com base na proporção de água/amido que é diferente nas duas misturas, sendo maior naquela preparada com o uso da batedeira. Na mistura manual 39% em massa da pasta foi água, já na mistura mecânica esse valor passou a ser 49%. O aspecto visual das espumas, independente da mistura foram semelhantes.

Densidade, Colorimetria e Brilho

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de densidade média obtidos na mistura manual, mecânica e da espuma comercial de poliestireno, e também os resultados dos parâmetros colorimétricos e ópticos.

Tabela 1: Tabela comparativa das densidades e cor dos processos de mistura diferentes.

Amostra	Densidade (g/cm ³)	L	a	b	Brilho
Mistura Manual	0,1488 ± 0,0048	85,45±0,53	-0,10±0,03	3,70±0,21	4,30±0,98
Mistura Mecânica	0,1088 ± 0,0032	76,94±1,44	-0,12±0,02	1,89±0,07	6,44±1,14
Isopor (EPS) [6]	0,0335 ± 0,0015				

De acordo com os dados da tabela 1, a maior densidade foi obtida com a mistura manual, sendo aproximadamente 26% maior, se comparada com a mistura mecânica. No entanto, o menor resultado de densidade observado nesse estudo (mistura mecânica) foi 69% maior do que a densidade da espuma de poliestireno expandido [6]. Por outro lado, a densidade de 0,1088 g/cm³ alcançada nesse estudo foi 48% menor do que aquela apresentada para espumas de amido (0,21g/cm³) em trabalhos da literatura [11].

Com relação as propriedades ópticas ambas as espumas se aproximam ao branco ($L=100$), sendo o valor da espuma da mistura manual maior. No que diz respeito aos parâmetros a^* e b^* as amostras não apresentaram diferenças significativas. A amostra produzida a partir da mistura mecânica apresentou um maior brilho. Em um estudo, Cruz et al. obtiveram valores de L^* semelhantes (75,05), sendo que eles produziram espumas de amido da batata doce [12]. O que mostra que espumas produzidas a partir de amido, mesmo de fontes diferentes, tendem para a cor branca.

Absorção de Umidade

Analisando os dados de absorção de umidade observou-se que a maior absorção ocorre nas duas primeiras horas de ensaio, e a taxa diminui após esse tempo. Na Figura 2 é apresentado os resultados comparativos de absorção de umidade entre os dois processos de misturas diferentes.

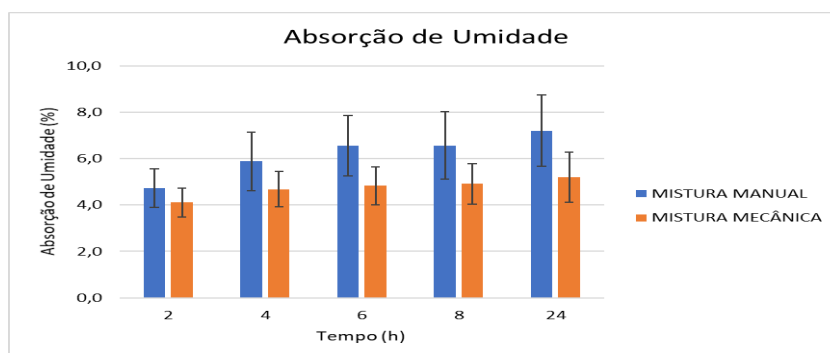


Figura 2: Absorção de umidade entre as misturas manual e mecânica em função do tempo.

Comparando os dois tipos de mistura, a mecânica apresentou uma média de absorção menor. Contudo, levando em consideração os desvios padrão e a análise de anova, essa diferença na porcentagem de absorção de umidade é significativa apenas nas medições realizadas após 6h e 24h de ensaio. Sendo a absorção da mistura mecânica 27% menor em 24h. Em uma pesquisa se analisou qual a absorção de umidade por espumas amido em diferentes umidades relativas. Neste estudo, a 75% de umidade relativa e após 24 horas, a absorção de umidade foi de aproximadamente 16%, esse valor é superior tanto para o obtido com a mistura manual (7,2%) quanto para mistura mecânica (5,2%) [13].

Morfologia

Na Figura 3 estão apresentadas as imagens de microscopia ótica (MO) das células de expansão das espumas obtidas a partir da mistura manual e mecânica.

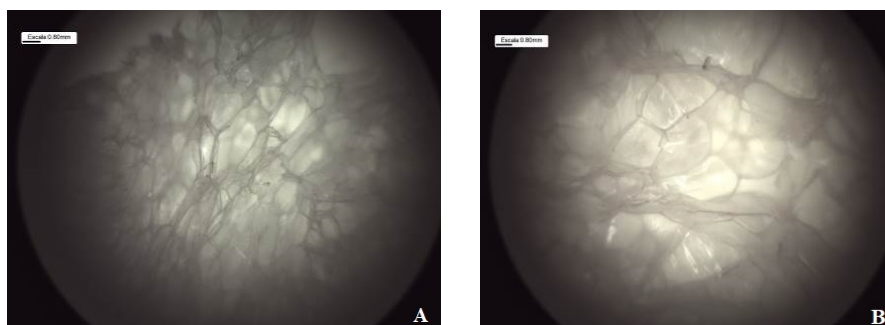


Figura 3: Imagens de MO: (A) Morfologia das células de expansão das espumas obtidas a partir da mistura manual. (B) Morfologia das células de expansão das espumas obtidas a partir da mistura mecânica.

É possível observar que as células das espumas de ambas as misturas apresentaram tamanhos não uniformes, e formatos distintos, variando de células mais próximas de circunferências e outras mais

alongadas. As células formadas são abertas, isso aumenta a capacidade de absorção de umidade, e diminui a capacidade de isolamento térmico pela amostra [14].

Nas espumas obtidas a partir da mistura manual, as células de expansão apresentaram tamanhos menores se comparadas com as espumas obtidas a partir da mistura mecânica. Essa característica, assim como a densidade, deve ter sido influenciada pela proporção de água presente na pasta. Como o componente responsável pela expansão é a evaporação da água, quanto maior a proporção de água na mistura, maior será a expansão.

Conclusões

Neste estudo foram analisadas propriedades físicas e morfológicas da espuma de amido de mandioca. Primeiramente foi analisada a viabilidade de diferentes métodos de mistura, e tanto a mistura manual quanto a mecânica foram satisfatórias. A expansão das espumas produzidas a partir da mistura mecânica foi considerada a melhor por apresentar expandidos com maior espessura e, conseqüentemente de menor densidade média (26% menor do que as produzidas por mistura manual). Foi possível constatar que a maior taxa de absorção de umidade foi durante as 2 primeiras horas do ensaio. As amostras de mistura mecânica absorveram 27% menos umidade. As amostras de ambas as misturas apresentaram resultados de tendência para a mesma cor. O resultado de brilho foi maior para a mistura mecânica, o que corrobora com os resultados de densidade média. A morfologia das células das espumas apresentou células com tamanhos e formatos variados para ambas as misturas, além de serem células abertas. As células da mistura mecânica, de uma forma geral, foram maiores do que a da mistura manual. Os resultados apresentados para as espumas obtidas a partir da mistura mecânica foram melhores se comparados aos da mistura manual.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ pelo apoio financeiro, ao Laboratório de Materiais Poliméricos (LAPOL), ao PPGEM da UFRGS e ao DIMP – Laboratório de Desenvolvimento Integrado de Materiais e Produtos – IFSul/Campus Sapucaia do Sul.

Referências

1. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>. Apud WWF Relatório. Solucionar a poluição plástica: transparência e responsabilização, 2019.
2. <https://afinkopolimeros.com.br/6-plasticos-mais-consumidos-em-2017/>. Acessado: 17/04/2019.
3. Shogren et al. United States Patent 5756194, 1998.
4. http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/grao/gr_grao_amido_popup.htm. Acessado: 11/01/2019.
5. www.revistas-fi.com Nº 35 – 2015.
6. C. Figueiro; E.C.M. Fagundes; C.I.W. Calcagno. *Plástico Industrial*. 2019, Nº 247, 58-65.
7. ASTM D 3575 – 00^{e1}: Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials Made From Olefin Polymers. EUA, 2001.
8. ASTM D 2244 – 05: Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates. EUA, 2005.
9. ASTM E104 – 02: Standard Practice for Maintaining Constant Relative Humidity by Means of Aqueous Solutions. EUA, 2012.
10. ASTM D 5229/D 5229M – 92: Standard Test Method for Moisture Absorption Properties and Equilibrium Conditioning of Polymer Matrix Composite Materials. EUA 2004.
11. K. Kaewtatip; V. Tanrattanakul; W. Phetrat. *Applied Clay Science*. 2013, 8081, 413416.
12. J.P. Cruz-Tirado et al. *Journal Elsevier*. 2019, 125, 800807.
13. N. Soykeabkaew; P. Supaphol; R. Rujiravanit. *Journal Elsevier*. 2004, 58, 5363.
14. M. Rabello. *Aditivação de polímeros*, Artliber Publishers, Sao Paulo, 2000.