

EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS TIPO ESPUMA

Natália NAIME¹, Patrícia PONCE¹, Ademar Benévolo LUGÃO¹

RESUMO: A produção e a utilização de plásticos em todo o mundo têm sido extremamente aumentadas, agravando o problema de disposição dos resíduos. Uma importante alternativa para minimizar o impacto causado pelos polímeros convencionais é o uso de polímeros biodegradáveis. As embalagens feitas de amido, por exemplo, são totalmente biodegradáveis, além de terem boas propriedades mecânicas e um preço competitivo no mercado. Este trabalho teve como objetivos desenvolver embalagens de fécula de mandioca tipo espuma e estudar a influência da concentração de sólidos (fécula) na formulação. Tais espumas (embalagens) foram obtidas pelo processo de termoprensagem e acondicionadas por um mês, à 23°C e 60% de umidade relativa (UR), antes dos ensaios mecânicos e de barreira. Glicerina foi utilizada como plastificante e água foi necessária para o preparo das espumas. As espumas contendo maior quantidade de fécula (sólido na massa) apresentaram uma resistência à compressão de 36,8N (Newton) e um teor de umidade (solubilidade das espumas em água) de 39,8%, enquanto que as espumas contendo menos fécula apresentaram uma resistência de 31,9N e absorveram 40,1% de umidade. O aumento da concentração de sólidos na formulação contribuiu positivamente para as propriedades mecânicas e de barreira das embalagens.

Palavras-chave: polímero, fécula, mandioca, propriedades.

SUMMARY: BIODEGRADABLE FOAM TYPE PACKAGINGS. The production and use of plastics in the world have been highly increased, exacerbating the problem of waste disposal. An important alternative to minimize the impact caused by conventional polymers is the use of biodegradable polymers. The packagings made from starch, for example, are completely biodegradable, and have good mechanical properties and a competitive market price. This study aimed to develop foam type packagings of cassava starch and study the influence of solids concentration (starch) in the formulation. Such foams (packagings) were obtained by the thermopressing process and conditioned for a month, to 23 ° C and 60% relative humidity (R H) before the mechanical and barrier testings. Glycerol was used as a plasticizer and water was necessary for the preparation of the foams. The

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN - Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Butantã – São Paulo – CEP: 05508-000 – Brasil - annaime@usp.br, bpatponce@iq.usp.br, cablugao@ipen.br

foams containing higher amount of starch had compression strength of 36.8 N (Newton) and moisture content (solubility of the foam in water) of 39.8%, while those foams containing less starch had strength of 31.9N and absorbed 40.1% moisture. Increasing the concentration of solids in the formulation positively contributed to the mechanical and barrier properties of packagings.

Keywords: polymer, starch, cassava, properties.

INTRODUÇÃO

Recipientes e embalagens representam o maior grupo dentre os resíduos sólidos urbanos (SHEY, IMAM, GLENN et al, 2006). Devido ao grande volume de resíduos plásticos não-renováveis, aos problemas associados à gestão dos mesmos e ao longo período que levam para se degradarem – muitos plásticos exigem mais de 100 anos para degradação total (LEE e CHOI, 1998; ROSA, LOTTO e GUEDES, 2004) – pesquisadores têm procurado por materiais renováveis e biodegradáveis capazes de substituir os polímeros à base de petróleo.

O amido, além de ser empregado nas indústrias de alimentos, cosméticos, produtos farmacêuticos, papel e têxtil, tem sido utilizado também como um material termoplástico para aplicações em embalagens, tubetes para plantação, pratos e talheres. Isso porque é totalmente biodegradável, não tóxico, renovável, tem um custo relativamente baixo e é um importante segmento da economia (DA ROZ, 2003).

A mandioca é um dos vegetais mais cultivados no mundo, sendo o Brasil um dos principais países produtores (BUTARELO, BELEIA, FONSECA, ITO et al., 2004). O amido, ou fécula, é o constituinte mais abundante das raízes de mandioca, obtendo-se a partir dele o maior número de aplicações e subprodutos, sendo a produção de embalagens alimentícias um bom exemplo de utilização do mesmo.

São usados diferentes métodos na produção de embalagens biodegradáveis a partir de amido ou fécula, são eles: a extrusão, a injeção e a termoprensagem (HOFMANN, LINKE, TSIAPOURIS et al., 1998).

Nesse último, que foi o processo utilizado neste trabalho, a mistura (fécula de mandioca e água) é colocada na parte de baixo de um molde aquecido por resistências elétricas instaladas no interior do equipamento (termoprensa). Em seguida, a parte de cima abaixa, de modo a espalhar a massa sobre a superfície do molde (PONCE, CARR, PARRA et al., 2005; PONCE, CARR, PARRA et

al., 2006). Com o aquecimento, a água da mistura começa a evaporar e os grânulos da fécula se expandem e gelatinizam – processo de transformação do amido granular em pasta viscoelástica (SOUZA e ANDRADE, 2000; RAGHEB, EL-THALOUTH e TAWFIK, 1996; BELEIA, MILLER e HOSENEY, 1996). O vapor causa a expansão da massa e todo o molde é preenchido, levando à solidificação do material e conseqüente obtenção da espuma, que pode ser removida, ainda quente, da máquina. Pratos, copos, bandejas, etc., podem ser produzidos dependendo do tipo de molde utilizado.

As aplicações tecnológicas de polímeros biodegradáveis, como os materiais obtidos a partir de amidos, normalmente necessitam de melhorias nas suas propriedades mecânicas e de barreira. Espumas mais densas e fortes são produzidas aumentando-se o teor amilose e a concentração de amido, porém, espumas mais densas costumam ser menos flexíveis (SHOGREN, LAWTON, DOANE et al., 1998).

Este trabalho teve como objetivos desenvolver embalagens de fécula de mandioca tipo espuma e estudar a influência da concentração de sólidos (fécula) nas propriedades mecânicas e de barreira das espumas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

- Fécula de mandioca fornecida pela empresa Flor de Liz;
- Glicerina fornecida pela empresa Labsynth Produtos para Laboratórios.

Produção das espumas (embalagens) de fécula de mandioca

As espumas de fécula de mandioca foram obtidas por termoprensagem de uma mistura de fécula de mandioca, gel (fécula de mandioca suspensa em água (BOBBIO e BOBBIO, 1984)) e plastificante a aproximadamente 190°C. A fécula de mandioca foi suspensa em água (5:100) e aquecida a 80°C, com agitação constante, durante 45 minutos até a completa gelatinização da fécula (BOBBIO e BOBBIO, 1984). Em seguida, essa suspensão foi resfriada, naturalmente, e adicionada à fécula em pó e ao plastificante glicerina. A fécula de mandioca (nas concentrações de 55% e 57%) e a glicerina (2% em peso dos sólidos) foram adicionadas ao gel em um misturador de laboratório (capacidade para dois quilos de massa) por 3 minutos, aproximadamente.

Propriedades mecânicas das espumas – resistência à tração e flexibilidade

Depois de produzidas, as espumas foram acondicionadas por um mês, a 23°C e 60% de umidade relativa, antes dos testes mecânicos. Para as análises de resistência à tração e flexibilidade utilizou-se um texturômetro TA.XT2i da Stable Micro Systems com sonda cilíndrica de 36mm de diâmetro e um apoio anular de 63mm de diâmetro. As amostras de espumas de fécula de mandioca foram cortadas em formato retangular, 10cm x 4cm. Para cada formulação foram utilizadas seis amostras, tirando-se a média no final. Gráficos (formulações *versus* força(N) e formulações *versus* distância(mm)) foram construídos para melhor análise dos resultados.

Propriedades de barreira das espumas – solubilidade em água

Depois de produzidas, as espumas foram acondicionadas por um mês, a 23°C e 60% de umidade relativa, antes dos testes de barreira. Nos ensaios de barreira (solubilidade das espumas em água) as amostras de espuma de fécula de mandioca (14x9cm) foram pesadas e imersas em 500mL de água destilada por 10 segundos à temperatura ambiente. Após este período, as amostras foram secas, com auxílio de um pano seco, e pesadas. Para cada formulação foram utilizadas duas amostras, tirando-se a média no final.

A quantidade de água absorvida pela espuma foi calculada segundo a equação:

$$\text{Teor de umidade (\%)} = \frac{\text{massa}_{(u)} - \text{massa}_{(s)}}{\text{massa}_{(s)}} \quad (1)$$

onde: massa_(u) = massa úmida e massa_(s) = massa seca.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As espumas contendo diferentes concentrações de fécula de mandioca (55% e 57%) foram submetidas a ensaios mecânicos (compressão e flexibilidade) e de barreira (absorção de água) com o objetivo de verificar se a quantidade de fécula alterou as propriedades das embalagens. Para efeito de comparação, determinamos também a força de compressão e a flexibilidade do poliestireno expandido (isopor). Os resultados de compressão e flexibilidade do isopor e das espumas com diferentes concentrações de fécula são apresentados na figura 1. Na tabela 1 são apresentados os resultados da absorção de água pelas espumas estudadas.

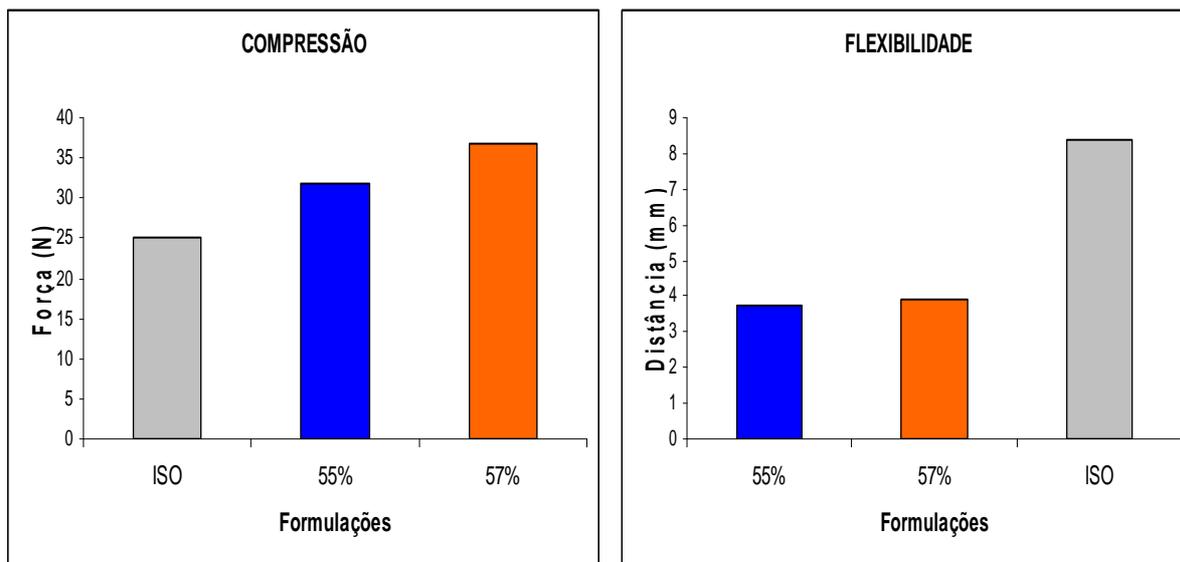


Figura 1 Resistência à compressão e flexibilidade do isopor (ISO) e das espumas formuladas com diferentes concentrações de fécula de mandioca (55% e 57%).

Pode-se observar na figura 1 que, dentre todas as formulações estudadas, as espumas contendo 57% de fécula de mandioca foram as mais resistentes à compressão (36,8N) e menos flexíveis (3,92mm) do que o isopor (8,40mm), porém um pouco mais flexíveis do que as espumas de 55% de fécula (3,73mm). A menor resistência à compressão correspondeu à embalagem de isopor (25,0N), seguida das espumas contendo 55% de sólido (31,9N).

Resultados semelhantes foram obtidos por Lawton, Shogren e Tiefenbacher (1999) que estudaram as propriedades mecânicas de espumas de amido de milho, batata e trigo com diferentes quantidades de sólidos na massa (variando de 25 a 45%). Os autores observaram que quanto maior a quantidade de sólidos, mais resistentes e menos flexíveis eram as espumas produzidas por termoexpansão.

Para Carr (2007), os valores de resistência à tensão e densidade aumentaram com o aumento da quantidade de sólidos na massa, já a flexibilidade diminuiu com maior quantidade de fécula na massa. A flexibilidade, conforme relata a autora, é inversamente proporcional à resistência – porém isso não ocorreu neste trabalho.

Tabela 1 Resultados da absorção de água pelas espumas de fécula de mandioca com diferentes concentrações de sólido (fécula).

Concentração de sólido (fécula)	Teor de umidade (%)* \pm Erro
55%	40,9 \pm 0,50
57%	39,8 \pm 2,15
ISOPOR (ISO)	3,42 \pm 0,05

*espumas imersas em 500mL de água destilada por 10 segundos à temperatura ambiente. Espessura das espumas: 2,5mm; Espessura do isopor: 2,5mm.

O aumento da quantidade de fécula de mandioca na formulação proporcionou uma pequena diminuição do teor de umidade das espumas estudadas, porém tais embalagens absorveram muito mais água do que o isopor.

CONCLUSÕES

O aumento da concentração de sólidos (fécula) na massa melhorou a resistência à compressão e a absorção de água das espumas de fécula de mandioca.

As embalagens biodegradáveis tipo espuma, apesar de menos flexíveis e mais permeáveis à água, foram mais resistentes do que o isopor e possuem a vantagem de se degradarem em um curto período de tempo (cerca de 20 dias), contribuindo, conseqüentemente, para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELEIA, A.; MILLER, R. A.; HOSENEY, R. C. *Starch*, [S.l.], n.48, p.259, 1996.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Material de embalagem. *Química de processamento de alimentos*, Campinas: Fundação Cargill, p.189-202, 1984.
- BUTARELO, S. S.; BELEIA, A.; FONSECA, I. C. B.; ITO, K. C. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [S.l.], v.24, n.3, 2004.
- CARR, LAURA GONÇALVES. *Desenvolvimento de embalagem biodegradável tipo espuma a partir de fécula de mandioca*. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.
- DA RÓZ, A. L. Prepared biodegradable plastics from starch. San Carlos: *Polymers*, v.13, p.4, 2003.
- HOFMANN, T.; LINKE, L.; TSIAPOURIS, A.; ZIEMS, A. *Chem. Eng. Technol.*, [S.l.], n.21, p.580-584, 1998.
- LAWTON, J. W.; SHOGREN, R. L.; TIEFENBACHER, K. F. Effect of batter solids and starch type on the structure of baked starch foams. *Cereal Chemistry*, [S.l.], v.75, n.5, p.682-687, 1999.

- LEE, S. Y.; CHOI, J. *Polym. Degrad. Stab.*, [S.I], n.59, p.387, 1998.
- MONTERREY-QUINTERO, E. S.; SOBRAL, P. J. A. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [S.I], n.35, p.179, 2000.
- PONCE, P.; CARR, L. G.; PARRA, D. F.; LUGÃO, A. B.; BASTOS, C.R. Patente IPI: 05/02338-6, 2005.
- PONCE, P.; CARR, L. G.; PARRA, D. F.; LUGÃO, A. B.; BASTOS, C.R. Patente IPI: 06/03932-4, 2006.
- RAGHEB, A. A.; EL-THALOUTH, I. A.; TAWFIK, S. *Starch*, [S.I], n.48, p.57, 1996.
- ROSA, D. S.; LOTTO, N. T.; GUEDES, C. G. F. *Polym. Test.*, [S.I], n.23, p.3, 2004.
- SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; ORTS, W. J. Properties of baked starch foam with natural rubber latex. *Industrial Crops and Products*, [S.I], n.24, p.34-40, 2006.
- SHOGREN, R. L.; LAWTON, J. W.; DOANE, W. M.; TIEFENBACHER, K. F. Structure and morphology of baked starch foams. *Polymer*, [S.I], n.39, p.6649-6655, 1998.
- SOBRAL, J. A.; MENEGALLI, F. C.; HUBINGER, M. D.; ROQUES, M. A. *Food Hydrocolloids*, [S.I], n.15, p.423, 2001.
- SOUZA, R. C. R.; ANDRADE, C. T. *Polímeros*, [S.I], n.10, 2000.