



ESPUMAS DE FÉCULA DE MANDIOCA COM PLASTIFICANTES

Natália Naime¹, Luciane M. Granado², Laura G. Carr³, Ademar B. Lugão⁴, Patrícia Ponce^{5*}

¹Faculdade Tecnológica Oswaldo Cruz – FATEC – xunaime@terra.com.br; ²Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP) - lucinhamendonca@bol.com.br; ³Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - POLI - laura.carr@poli.usp.br; ⁴Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN – SP) - ablugao@ipen.br; ^{5*}Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP), Avenida Professor Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária – Butantã - CEP: 05508-900, PO Box: 11049, Brasil – patponce@iq.usp.br.

Foamed Articles Based on Starch and Plasticizers

This work reports the influence of plasticizers and poly vinyl alcohol (PVA) on the barrier properties [water vapour permeability (WVP)] and mechanical properties (tensile strength and elongation; compression resistance and flexibility) of foamed articles based on cassava starch. The starch foam was obtained by thermopressing process. Poly ethylene glycol (PEG, 300; PEG, 600; PEG 6000) was selected as plasticizers and water was necessary for the preparation of the foams.

Introdução

O isopor, nome comercial do poliestireno expandido, é um polímero sintético derivado do petróleo que é um recurso não-renovável. Este polímero é muito usado na produção de embalagens e tem a desvantagem de não ser biodegradável, pois pode levar até 150 anos para se decompor.

Grande quantidade de lixo plástico acumula-se dia após dia nos aterros sanitários, o que dificulta a circulação de líquidos e gases no solo, e ainda retarda a estabilização da matéria orgânica. Pesquisas apontam uma geração de resíduos sólidos industriais no Brasil em torno de 140.000 t./dia sendo que apenas 50% recebem tratamento adequado. Quanto aos resíduos sólidos urbanos, a geração é de 100.000t./dia com 60 a 70% destinados aos lixões (Germer e col., 2002; Zanin e Mancini, 2004).

Hoje em dia, uma das maiores preocupações com o meio ambiente é o acúmulo produzido de embalagens não biodegradáveis de polímeros derivados do petróleo. Na busca de alternativas que sejam economicamente viáveis e não prejudiquem a natureza, procuramos uma forma de substituir o isopor por materiais que não agridem o meio ambiente, como o amido.

Fécula e amido são sinônimos, entretanto no Brasil costuma-se chamar de amido a substância amilácea encontrada nos órgãos aéreos, tais como: milho, arroz, trigo, etc. e de fécula à encontrada nas raízes e tubérculos, como: mandioca, cará, batata, etc..

São usados diferentes métodos na produção de embalagens biodegradáveis a partir de amido ou fécula: a extrusão, a injeção e a termoprensagem (Hofmann e col., 1998).

Espumas de fécula de mandioca, na presença de água, plastificantes, PVA e PVAc, foram produzidas por termoprensagem e submetidas a ensaios mecânicos e de barreira. Polietileno glicol (PEG, 300; PEG 600 e PEG 6000) foi usado como plastificante e água foi necessária para promover a expansão da espuma.

Experimental

Materiais: Fécula de mandioca da Fadel, Polietileno glicol (PEG-300, PEG-600 e PEG-6000) da Biolab, Poli álcool vinílico (PVA) e Poli acetato de vinila (PVAc) da Poly Organic foram utilizados sem tratamento prévio.

Obtenção da espuma: A massa de fécula de mandioca (fécula, água e plastificante) foi termoprensada em moldes de bandeja a 200°C (PI: 2005/02338-6, PCT/BR 2006/000115, PI: 2006/03932-4).

Testes de Compressão e flexibilidade das espumas: As análises foram realizadas em um texturômetro TA.XT2i da Stable Micro Systems equipado com uma sonda cilíndrica de 36mm de diâmetro. As amostras foram cortadas em tiras de 4x10cm. O procedimento do teste consiste em apoiar uma tira de cada vez sobre a base do equipamento e iniciar o deslocamento da sonda em velocidade constante, medindo-se a carga aplicada na tira. O resultado do teste é a carga aplicada até a ruptura da tira. Para cada tipo de material foram testados no mínimo cinco corpos de prova

Permeabilidade das espumas em água: Espumas de fécula de mandioca foram imersas em 100 mL de água destilada por 10 segundos à temperatura ambiente. Após este período, as amostras foram secas até peso constante. A quantidade de água absorvida pela espuma foi calculada de acordo com a equação 1:

$$\text{Quantidade de água (\%)} = (\text{massa}_{(u)} - \text{massa}_{(s)})/\text{massa}_{(s)} \times 100 \quad (1)$$

onde: $\text{massa}_{(u)}$ e $\text{massa}_{(s)}$ são, respectivamente, a massa "úmida" da amostra e a massa da amostra seca.

Biodegradação das espumas: Seguindo a Norma ASTM 6400-99 (Especificação Padrão para Plásticos Compostáveis), amostras de espumas expandidas de fécula de mandioca (4,0 x 4,0 cm) foram enterradas por 120 dias, a uma profundidade de 3 cm da superfície, em béqueres contendo: 23% de areia, 23% de terra, 23% de matéria orgânica e 31% de água sob condições ambientais com controle de umidade e temperatura. A umidade do solo foi mantida entre 25-35% baseada no peso seco do solo. A cada cinco dias, as amostras enterradas foram cuidadosamente lavadas em água de

torneira e secas em estufa a vácuo - 30°C - por 24 horas. Depois de secas, as espumas foram pesadas para se determinar a perda de massa durante o tempo em que ficaram enterradas.

Resultados e Discussão

(1) Espumas de fécula de mandioca – Propriedades mecânicas e de barreira

Espumas de fécula de mandioca, na presença de água, plastificantes, PVA e PVAc, foram produzidas por termoprensagem e submetidas a ensaios mecânicos. A resistência à compressão e a flexibilidade das espumas de fécula de mandioca são apresentadas na figuras 1.

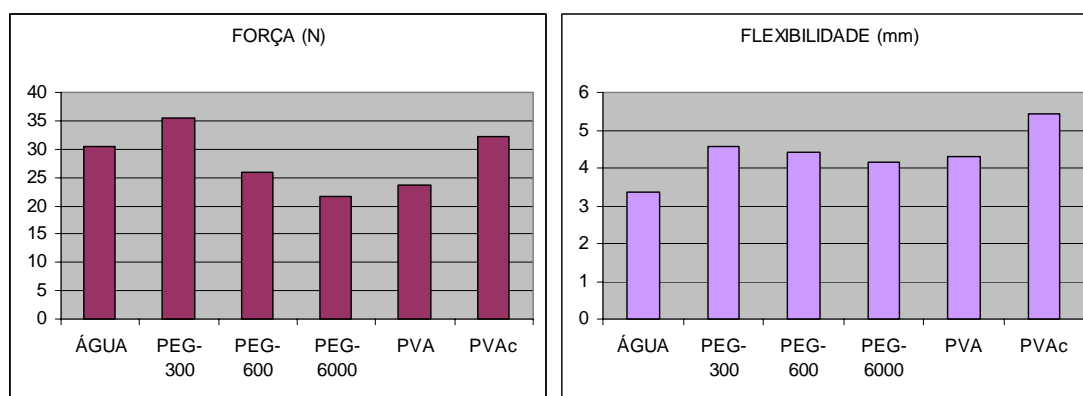


Figura 1 – Propriedades mecânicas (resistência à compressão e flexibilidade) das espumas de fécula de mandioca

Dentre as diferentes formulações, a espuma que apresentou a menor resistência à compressão foi a formulada com PEG-6000 e a menos flexível é a espuma formulada com água. A adição de PEG à formulação fez aumentar a resistência das espumas à compressão, além de evitar a formação de bolhas. A estrutura interna das espumas produzidas com PEG é mais compacta e homogênea. As propriedades mecânicas – tensão-deformação na ruptura - são altamente influenciadas pela concentração de plastificante. As espumas produzidas com teores de plastificante acima de 5% em peso dos sólidos são mais flexíveis necessitando de menor tensão na ruptura e maior deformação. As espumas se tornaram mais flexíveis na presença do plastificante, porém menos resistentes. Resultados análogos foram obtidos por Souza e Andrade, em 2000, para filmes de amido de milho processados em extrusora. Estes autores estudaram o efeito plastificante na elaboração de filmes e obtiveram materiais rígidos e quebradiços com baixos teores de plastificante na formulação dos filmes. Materiais mais elásticos foram obtidos com teores superiores a 18% de água, revelando o efeito do plastificante na elaboração dos filmes de amido.

Espumas de fécula de mandioca, na presença de água, plastificantes, PVA e PVAc, produzidas por termoprensagem, também foram submetidas a ensaios de barreira. A quantidade de água absorvida pela espuma produzida com diferentes tipos de plastificantes é apresentada na figura 2.

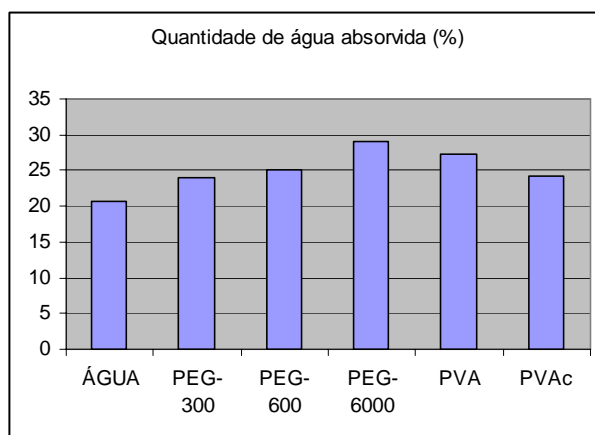


Figura 2 – Permeabilidade das espumas em água (imersão em água por 15 minutos a 25°C).

A quantidade de água absorvida pela espuma aumentou com a adição de plastificante e com o aumento da concentração do plastificante. Este resultado é comum em filmes biodegradáveis e já foi extensivamente estudado para filmes de gelatina e blendas de gelatina e amido (Park e Chinnan, 1995; Cuq e col., 1997; Sobral e col., 2001). Sabe-se que o plastificante enfraquece as forças intermoleculares que existem entre as cadeias poliméricas, aumentando o volume livre do sistema. Segundo Cuq e col., 1997, com a adição de plastificante, a cadeia protéica se torna menos densa, e portanto mais permeável. Para estes autores, o aumento de volume entre as cadeias poliméricas amplia a mobilidade do solvente, o que acaba aumentando a difusão de água na matriz do filme.

(2). Avaliação da biodegradação das espumas de fécula de mandioca.

As espumas expandidas de fécula de mandioca, previamente pesadas, foram submetidas a ensaios de biodegradação em solo compostado. Segundo a norma D 5338-98e, polímeros só são considerados biodegradáveis quando se degradam pela ação de microorganismos, tais como: bactérias, fungos ou algas e que deste processo de degradação, em geral, resultem apenas CO₂, CH₄ e componentes celulares microbianos.

As amostras foram fotografadas antes e depois da degradação (fotos apresentadas na figura 3). Após 21 dias enterrada, em solo compostável, a espuma de fécula de mandioca já havia sido completamente consumida, enquanto o isopor permaneceu sem alteração de peso nem de aparência.



Figura 3 – Amostras de fécula de mandioca e isopor após 21 dias de degradação em solo compostável.

Conclusões

As propriedades mecânicas e de barreira das espumas de fécula de mandioca são altamente influenciadas pela concentração de plastificante. As espumas se tornaram bastante flexíveis na presença de PEG. No entanto, o aumento da concentração do plastificante fez diminuir a força necessária para romper a espuma e aumentou a absorção de água.

As espumas de fécula de mandioca elaboradas com PEG-300 têm boas propriedades mecânicas, baixa gramatura e podem ser comparadas ao isopor. São biodegradáveis e se decompõem em condições adequadas em apenas 20 dias.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IPEN e à FAPESP pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

1. ASTM Designation D 6400-99, Standard Specification for Compostable Plastics (1999);
2. ASTM Designation D 5338-98e, Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions, (1998);
3. B.Cuq; N.Gontard; J.L.Cuq; S.Guilbert J.Agric.Food Chem., 1997, 45, 622-626;
4. S.P.M.Germer; A. Vialta; A.L. Mourad; M.B. Queiroz; M. Pinto Neto; V.C.A. Junqueira, *A indústria de alimentos e o meio ambiente*, Campinas: Ital, 2002;
5. T.Hofmann; L.Linke; A.Tsiapouris; A.Ziems, *Chem.Eng.Technol.*, 1998, 21, 580-584;

6. H.J.Park; M.S.Chinnan, *J.Food Engineering*, 1995, 25, 497-507;
7. P.Ponce; L.G.Carr; A.B.Lugão; D.F.Parra; C.Bastos, PI Patent 05/02338-6, 2005;
8. P.Ponce; L.G.Carr; A.B.Lugão; D.F.Parra; C.Bastos, PCT/BR Patent 06/000115, 2006;
9. P.Ponce; L.G.Carr; A.B.Lugão; D.F.Parra; C.Bastos, PI Patent 06/03932-4, 2006;
10. P.J.A.Sobral; F.C.Menegalli; M.D. Hubinger; M.A.Roques, *Food Hydrocolloids*, 2001, 15, 423-432;
11. R.C.R. Souza e C.T. Andrade, *Polímeros*, 2000, 10;
12. M. Zanin; S.D. Mancini, *Resíduos Plásticos e Reciclagem: aspectos gerais e tecnologia*, São Carlos:EdUFSCar, 2004.