



## ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE ESPUMAS BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO DE DISTINTAS FONTES AMILÁSEAS

Bruno Felipe Bergel<sup>1</sup> ([bruno-bergel@hotmail.com](mailto:bruno-bergel@hotmail.com)), Cassio Alessandro de Bolba<sup>1</sup> ([cassio.bolba@gmail.com](mailto:cassio.bolba@gmail.com)), Ruth Marlene Campomanes Santana<sup>1</sup> ([ruth.santana@ufrgs.br](mailto:ruth.santana@ufrgs.br))

1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS

### RESUMO

O Poliestireno expandido (EPS) é um dos plásticos mais utilizados no mundo, principalmente em embalagens de uso único, sendo que estas quando são descartadas constituem um problema, pois sua reciclagem é cara e são prejudiciais ao meio ambiente. Espumas de Amido Termoplástico (TPS) podem substituir o EPS para alguns usos, pois são biodegradáveis e de baixo custo. Porém, para o TPS ser utilizado devem ser investigadas suas propriedades físicas e mecânicas. Este estudo analisa as propriedades físicas e mecânicas de espumas TPS providas de três fontes amiláceas distintas: batata, mandioca e milho. As espumas de amido foram feitas de amido, glicerol e água na proporção de 62/5/33 (% m/m). Os resultados indicaram que existem diferenças significativas entre as espumas obtidas de diferentes amidos. TPS de batata e mandioca apresentaram resultados mais próximos aos do padrão EPS.

**Palavras-chave:** TPS, Amido, Polímero Biodegradável.

## STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FOAMS BIODEGRADABLE STARCH FROM DIFFERENT STARCH SOURCES

### ABSTRACT

Expanded Polystyrene (EPS) is a plastics commonly used in the world, especially in single-use packages, and when they are discarded constitutes a problem, because recycling is expensive and the EPS is harmful to the environment. Foams of thermoplastic starch (TPS) may substitute for some uses EPS, because TPS is biodegradable and low cost. However, for TPS be used should be investigated its physical and mechanical properties. This study examines the physical and mechanical properties of foams TPS stemmed from three different starch sources: potato, cassava and corn. The starch foams were made from starch, glycerol and water in the proportion of 62/5/33 (% m/m). The results indicated significant differences among the obtained foams of different starches. TPS potato and cassava showed results closer to the standard EPS

**Keywords:** TPS, Starch, Biodegradable Polymer.

### 1. INTRODUÇÃO

O acúmulo de resíduos poliméricos sintéticos derivados de petróleo, principalmente nas grandes aglomerações, gera custos e aumenta o volume de materiais depositados em aterros sanitários. Este fator origina problemas ambientais e de saúde pública. Assim impõe-se a necessidade de serem investigados materiais compatíveis mecânica e fisicamente, porém procedentes de fontes renováveis. Polímeros biodegradáveis são materiais emergentes oriundos de uma fonte de baixo custo, vantajoso ambiental, socialmente e economicamente. (DAVIS; 2006)

A larga disponibilidade de fontes renováveis de amido e o seu preço relativamente baixo abrem precedentes para pesquisas de embalagens utilizando estes materiais. O amido, quando adicionado de um plastificante, geralmente glicerol e água, adquire características termoplásticas, origem da denominação amido termoplástico (TPS), e quando submetido a um processo de



termoexpansão, origina embalagens expandidas de estrutura celular, que adquirem semelhanças ao poliestireno expandido (EPS) (SCHMIDT; 2006) (GLENN, et al; 2001). O EPS utilizado em bandejas para armazenar frutas, em copos descartáveis para café, e em uma variedade de embalagens alimentares, é descartado após este uso único e torna-se um grande problema, pois sua reciclagem é difícil e este acaba sendo jogado em ambientes inadequados ou em aterros, prejudicando o meio ambiente. A grande vantagem do TPS em relação ao EPS é sua biodegradabilidade, pois é feito de amido e depois de seu uso como embalagem pode ser facilmente descartado no ambiente, sem prejudicar o meio ambiente (FOMIN; GUZEEV; 2001). O amido utilizado para obter o TPS pode ser proveniente de diversas fontes amiláceas, sendo que estas possuem características próprias (BICUDO; 2008). Diferenças como a temperatura de gelatinização, o teor de amilose e o teor de amilopectina, são interessantes do ponto de vista tecnológico. São estas distinções que conferem ao amido uma larga gama de aplicações e grande versatilidade. A tabela 1 apresenta algumas fontes comuns de amido e o teor de amilose presente nestas.

**Tabela 1.** Teor de Amilose em fontes distintas de amido

Variedade Botânica	Amilose
	%
Milho	28
Mandioca	17
Batata	20

Embalagens TPS vêm sendo produzidas a partir de diversas fontes de amidos. Autores correlacionaram o teor de amilose presente no amido com a densidade final de embalagens TPS após a expansão (SALGADO, et al; 2008). As propriedades mecânicas do TPS também são diretamente proporcionais a sua densidade. O bom desempenho mecânico das embalagens TPS é essencial para que possam ser indicadas como substitutos potenciais às embalagens de EPS. (CARVALHO, et al; 2005) (MELLO; 2014)

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi descrever as propriedades físicas e mecânicas de TPS providas de três fontes de amido distintas: batata, mandioca e milho e compará-las com as propriedades de embalagens padrão de EPS.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 Preparo da pasta de amido e processo de termoexpansão do TPS

As pastas de amido foram obtidas através da mistura de amido, água e glicerol na proporção de 62/33/5 (% m/m). A mistura dos componentes ocorreu com auxílio de misturador mecânico e a uma temperatura de 70 °C. Após, a pasta obtida foi introduzida em um molde de dimensões 15 cm x 15 cm e colocada em prensa hidráulica modelo Solar SL11, onde ocorre a compressão e termoexpansão do material em uma temperatura de 180 °C e 2,5 toneladas de pressão por 240 segundos.

### 3.2 Ensaios Físicos e Mecânicos

A espessura das espumas após expansão foi medida com o auxílio de um paquímetro e a densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) do material foi calculada dividindo-se a massa pelo volume total das amostras. Os resultados são a média de 10 amostras.

O ensaio de impacto foi feito utilizando a norma ASTM D256 na máquina de ensaios IMPACTOR II (CEAST, Itália), utilizando um martelo de 0,5 J. As dimensões dos corpos de prova utilizados foram de 60 mm x 12 mm x 3 mm.



O ensaio de tração foi realizado seguindo a norma ASTM D638, com velocidade de ensaio de 3 mm por minuto em máquina de ensaios universal INSTRON 3382. Os corpos de prova utilizados tinham as dimensões de 100 mm x 25 mm x 3 mm.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Espessura e Densidade

Levando-se em conta que a principal aplicação de embalagens EPS é a proteção do produto nelas armazenado, a espessura do material vem a ser um parâmetro de grande importância. Para justificar a utilização de espumas TPS como substituto ao EPS, este precisa apresentar uma espessura próxima ao EPS e densidades baixas, pois esta é uma das principais características do EPS.

A tabela 2 apresenta os valores para as propriedades de espessura e densidade dos TPS analisados. As espessuras de todas as espumas foram superiores a do EPS, a mais próxima sendo a de amido de mandioca. Esta também apresentou menor densidade, comparada com as outras espumas de TPS. Já a espuma de amido de milho exibiu a maior densidade entre as espumas, o que pode inviabilizar o seu uso para estes fins. Vale ressaltar que o amido de milho foi descrito como tendo o maior teor de amilose entre os amidos estudados e apresentou maior densidade, sendo que este resultado já foi relatado por outros autores (SALGADO, et al; 2008).

**Tabela 2.** Espessura e Densidade das espumas TPS e EPS

Amostra	Espessura (mm)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
TPS - Milho	0,3462	0,2024
±	0,013	0,012
TPS - Mandioca	0,28	0,1
±	0,02	0,01
TPS - Batata	0,39	0,11
±	0,02	0,01
EPS	0,2624	0,047
±	0,006	0,002

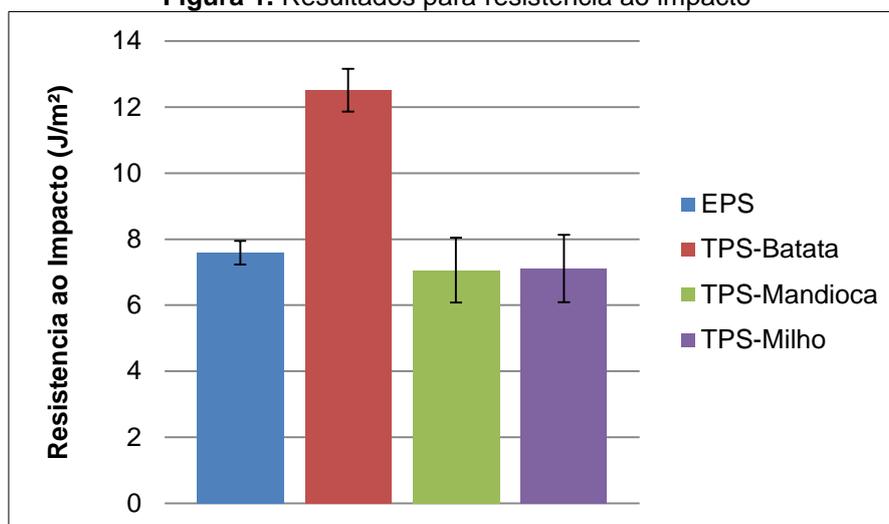
Por outro lado, as espumas obtidas com amido de batata e mandioca obtiveram densidades parecidas e mais próximas a do EPS.

### 4.2 Ensaio de Impacto

A figura 1 mostra os resultados do ensaio de impacto.



Figura 1. Resultados para resistência ao impacto

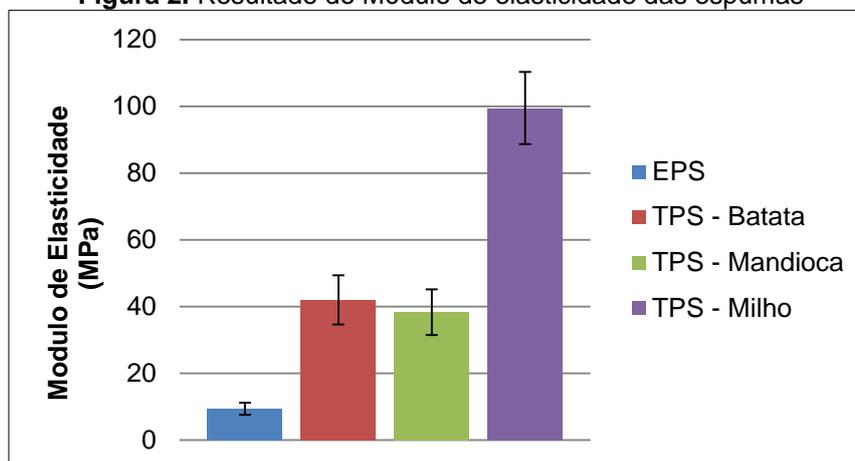


Os resultados mostram que a espuma de amido de batata teve uma resistência ao impacto maior que as outras espumas, inclusive ao EPS. Já as espumas de mandioca e de milho apresentaram resistências semelhantes, um pouco abaixo ao resultado do EPS. Nota-se que mesmo tendo uma maior densidade, a espuma de milho não possui uma maior resistência ao impacto, que pode indicar que é mais rígido, provavelmente pela espessura e rigidez das paredes celulares.

### 4.3 Ensaio de Tração

A figura 2 mostra os resultados do ensaio de tração para o parâmetro módulo de elasticidade das amostras de TPS (milho, batata e mandioca) avaliadas e da amostra de EPS (comercial).

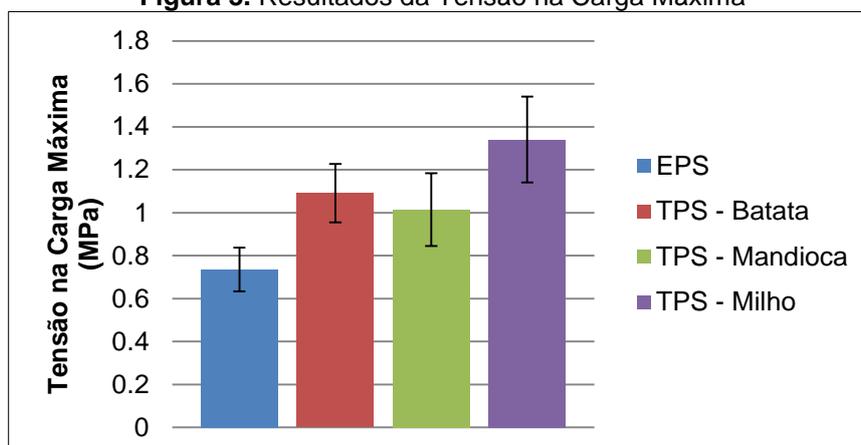
Figura 2. Resultado do Módulo de elasticidade das espumas



Foi observado o grande aumento da rigidez das espumas de amido em comparação com o EPS. A espuma de amido de milho foi a mais rígida, demonstrando a relação entre a densidade da espuma com a sua rigidez. Já as espumas de amido de batata e mandioca tiveram resultados semelhantes, tanto do módulo de elasticidade quanto de densidade, o que reforça essa relação. A figura 3 apresenta os resultados de tensão na carga máxima do ensaio de tração.



Figura 3. Resultados da Tensão na Carga Máxima



Nota-se que os TPS apresentam-se com maior resistência a tração em comparação com o padrão EPS. A espuma de milho apresentou a maior resistência à tração, demonstrando que sua alta densidade influencia nas suas propriedades mecânicas (SALGADO, et al; 2008). Espumas de amido de batata e mandioca apresentaram resistência à tração semelhantes.

## 5. CONCLUSÃO

As espumas de amido obtida das três fontes amiláceas obtiveram propriedades físicas aceitáveis para exercer a função de embalagem, entretanto as espumas de batata e mandioca apresentaram propriedades mais próximas as do padrão EPS. A espuma de amido de milho, que possui maior teor de amilose, originou as embalagens mais densas, mais rígidas e também as mais resistentes a tração. Dentre os três amidos estudados, o amido de mandioca e o amido de milho mostraram ser tecnologicamente os amidos que originam as espumas TPS mais próximas do padrão EPS, obtendo valores satisfatórios para densidade, espessura e resistência a tração.

## REFERÊNCIAS

BICUDO, S. C. W. Caracterização de amidos nativos de diferentes fontes botânicas através de técnicas ternoanalíticas e teor de amilose. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008.

CARVALHO A. J. F., CURVELO A. A. S. & MATTOSO L. H. C. Estudo Comparativo de Amidos Termoplásticos Derivados do Milho com Diferentes Teores de Amilose. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 15, n° 4, p. 268-273, 2005.

DAVIS, G.; SONG, J.H. Biodegradable packing based on raw materials from crops and their impact in waste management. *Industrial Crops and Product*, v. 23, p. 147 - 161, 2006.

FOMIN, V. A., & GUZEEV, V. V. Biodegradable Polymers, their present state and future prospects. *Progress in Rubber and Plastics Technology*, v. 17(3), p. 186–204, 2001.

GLENN, G. M., ORTS, W. J., & NOBES, G. A. R. Starch, fiber and CaCO<sub>3</sub> effects on the physical properties of foams made by a baking process. *Industrial Crops and Products*, v.14, p. 201–212, 2001.

MELLO, L.R.P.F.; MALI, S. Use of malt bagasse to produce biodegradable baked foams made from cassava starch. *Industrial Crops and Products*, v.55, p.187-193, 2014.

# RESÍDUOS SÓLIDOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



15 a 17  
junho de 2016  
Porto Alegre, RS



Realização:



INSTITUTO VENTURI  
para Estudos Ambientais

SALGADO, P. R., SCHMIDT, V. C., ORTIZ, S. E. M., MAURI, A. N., & LAURINDO J. B.. Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fiber obtained by baking process. *Journal of Food Engineering*, v. 85, p. 435-443, 2008.

SCHMIDT, V. C. Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir da fécula de mandioca, calcário e fibra de celulose. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2006.

Apoio acadêmico

ESCOLA  
POLITÉCNICA  
UNISINOS

UNISINOS

Universidade de Brasília

ilacis | Lab. de Ambiente Construído  
Inclusão e Sustentabilidade  
FAU | CDS | FGA | UnB

BIMTECH  
BIRLA INSTITUTE  
OF MANAGEMENT TECHNOLOGY