

## EMBALAGEM BIODEGRADÁVEL DE AMIDO EXPANDIDO COM ADIÇÃO DE BORRA DE CAFÉ COMO REFORÇO

TAYLA MATSUO<sup>1,2\*</sup>, LEDA BATTESTIN QUAST<sup>2,3</sup>, VÂNIA ZANELLA PINTO<sup>2,4</sup>

### 1 Introdução

O poliestireno expandido (EPS), comercialmente conhecido como Isopor®, é um polímero sintético derivado do petróleo, comumente utilizado na indústria de embalagens, principalmente em embalagens descartáveis para produtos alimentícios. Seu amplo uso se deve à versatilidade, facilidade de processamento, leveza e baixo custo (RODRIGUES *et al.*, 2020). No entanto, o descarte inadequado do EPS acarreta no acúmulo de resíduos sólidos urbanos significativos, causando poluição ambiental devido à sua baixa biodegradabilidade, potencial de contaminação de águas superficiais, subterrâneas e de solos, representando riscos à saúde humana e à fauna (BÜKS, KAUPENJOHANN, 2020).

Com a crescente preocupação com os impactos ambientais causadas pelos EPS, por exemplo, intensificou-se a busca por alternativas sustentáveis no setor de embalagens. Dentre as alternativas desenvolvidas está a espuma biodegradável expandido à base de amido, obtido pelo processo de termoexpansão. O amido, por sua vez, é um biopolímero natural composto por unidades de glicose, demonstrando vantagens significativas na ampla disponibilidade, renovável e sua capacidade de biodegradação, tornando-se uma alternativa promissora para aplicar em embalagens biodegradáveis (SPADA *et al.*, 2020).

Apesar do seu grande potencial, essas espumas apresentam limitações técnicas como sua sensibilidade à umidade e sua baixa resistência mecânica, comprometendo sua viabilidade comercial. Para superar este desafio, estudos têm explorado reforços agroindustriais para incorporar para melhorar a estabilidade estrutural e resistência ao material, como fibras vegetais e resíduos lignocelulósicos (BILCATI *et al.*, 2022; KOESTER *et al.*, 2024). Um dos resíduos que se mostrou promissor para ser utilizado como reforço pelas suas características é a borra de café (BC), sendo rico em celulose, hemicelulose e lignina. O seu reaproveitamento

1 Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, [tayla18088@gmail.com](mailto:tayla18088@gmail.com)

2 Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos

3 Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul.

4 Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, [vania.pinto@uffs.edu.br](mailto:vania.pinto@uffs.edu.br)  
Orientadora.

gera um material de baixo custo e contriui na redução da poluição ambiental (PARENTE *et al.*, 2022; YUDHISTIRA *et al.*, 2024).

## 2 Objetivos

Objetivou-se desenvolver embalagem biodegradável à base de amido expandido, incorporando borra de café como reforço estrutural.

## 3 Metodologia

O amido de mandioca utilizado foi adquirido em estabelecimentos comerciais locais. A borra de café, por sua vez, foi obtida por meio de doações de consumidores domésticos. Os demais reagentes — goma guar, glicerol (Química Moderna) e estearato de magnésio — apresentavam grau analítico. Para o preparo, a BC foi submetida à secagem em estufa (SOLAB, modelo SL 100, Piracicaba/SP) a 105 °C por 24 horas, seguida de moagem em moinho de café (BOTINI, modelo B55, Bilac/SP), sendo posteriormente incorporada à formulação das bandejas biodegradáveis.

### 3.1 Elaboração das embalagens expandidas

As bandejas expandidas (BEX) foram desenvolvidas através do processo de termoexpansão, com diferentes concentrações de BC foram adicionados como reforço: 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25%. Para cada formulação, o amido de mandioca foi parcialmente substituído pela BC, variando de 12,6g a 16,8g para o amido e de 0g a 4,2g para BC. Os demais componentes – goma guar (0,3g), estearato de magnésio (0,3g), glicerol (0,9g) e água destilada (19 mL) – foram mantidos constantes em todas as formulações.

Após a homogeneização dos componentes, a mistura foi despejada sob o molde com dimensões de 117 x 64 x 20 mm, pré-aquecido à 180 °C. As BEX foram obtidas através da termoexpansão conduzida com o fechamento do molde, após 4 minutos para formulações de 0 a 20% de BC e, 5 minutos para a formulação com 25%.

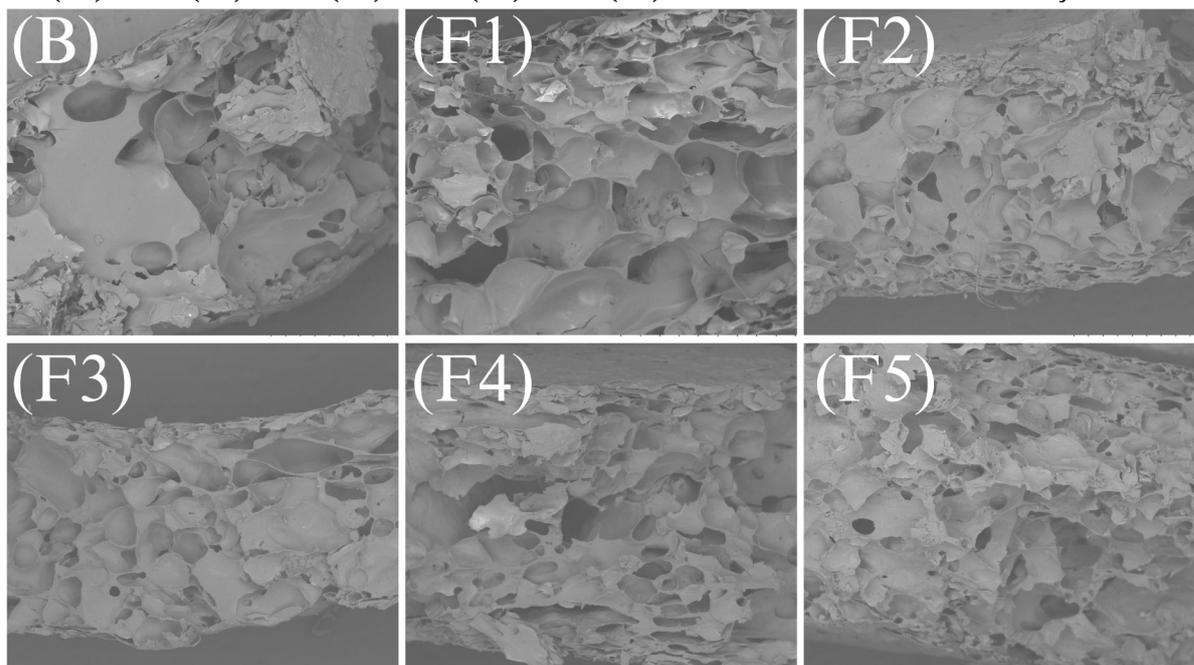
### 3.2 Caracterização das embalagens

As BEX foram avaliadas através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) para analisar a sua morfologia. Foram realizados ensaios mecânicos para determinar suas propriedades mecânicas (resistência à tração e à flexão).

## 4 Resultados e Discussão

A variação na concentração de BC (0 – 25%) em cada formulação, influenciou diretamente a porosidade das BEX. A medida que a concentração de BC era aumentada nas formulações, a termoexpansão se tornou mais uniforme, resultando em estruturas com menor porosidade (Figura 1).

**Figura 1** – MEV das BEX com diferentes concentrações de BC (0 – 25%). 0% (B); 5% (F1); 10% (F2); 15% (F3); 20% (F4); 25% (F5), sendo B: branco e F: formulação



(Fonte: Autoria própria)

A incorporação da BC promoveu maior homogeneização entre os componentes da mistura, o que sugere um aumento na densidade das amostras.

**Tabela 1** – Propriedades mecânicas das BEX com variação na concentração de BC (0 – 25%). 0% (B); 5% (F1); 10% (F2); 15% (F3); 20% (F4); 25% (F5), sendo B: branco e F: formulação.

Formulação	Tração (MPa)	Flexão (MPa)	Deflexão (mm)
B (0%)	0,783 ± 0,117 B	0,890 ± 0,108 A	2,152 ± 0,274 A
F1 (5%)	1,178 ± 0,554 AB	1,377 ± 0,566 A	1,605 ± 0,220 B
F2 (10%)	1,380 ± 0,285 AB	1,420 ± 0,280 A	1,340 ± 0,284 B
F3 (15%)	1,410 ± 0,382 AB	1,271 ± 0,532 A	1,626 ± 0,255 B
F4 (20%)	0,935 ± 0,021 AB	1,348 ± 0,988 A	1,674 ± 0,410 B
F5 (25%)	1,783 ± 0,512 A	1,693 ± 0,458 A	1,319 ± 0,262 B

(Fonte: Autoria própria)

Conforme apresentado na Tabela 1, a resistência à tração (RT) das bandejas expandidas de amido (BEX) sem adição de borra de café (BC) foi de 0,78 MPa, enquanto as formulações contendo BC (5%–25%) apresentaram valores entre 0,93 MPa e 1,78 MPa. Já a resistência à flexão (RF) variou de 0,90 MPa (0%) para valores entre 1,27 MPa e 1,70 MPa nas amostras com adição de BC (5 – 25%). Esses resultados indicam que a incorporação de BC como material de reforço contribuiu para o aumento das propriedades mecânicas das BEX. Por outro lado, a deflexão observada nas amostras sem BC foi de 2,15 mm, apresentando redução significativa nas formulações com BC, cujos valores variaram entre 1,32 mm e 1,67 mm.

## 5 Conclusão

Os resultados obtidos no estudo demonstram que a adição de Bc nas BEX promoveu melhorias significativas esperadas nas propriedades mecânicas. A RT e RF apresentaram aumento para BEX com adição da BC, evidenciando o potencial da BC como reforço nas embalagens biodegradáveis. Apesar de observar-se a redução na deflexão (menor flexibilidade), dependendo da aplicação desejada da bandeja, será uma característica desejada, pois, este comportamento está associada no aumento da rigidez estrutural e ideal em aplicações que exigem maior resistência mecânica.

Além da adição de BC contribuir no desempenho funcional das BEX, ele representa uma estratégia sustentável de reaproveitamento de resíduos agroindustriais, contribuindo para menor impacto ambiental e na economia circular.

## Referências Bibliográficas

BILCATI *et al.* Efeito do reforço multi-escala fibra de celulose-microcelulose cristalina na fase de hidratação de pastas de cimento Portland. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 27, n. 4, p.20, 2022.

BÜKS, F.; KAUPENJOHANN, M. Global concentrations of microplastics in soils – a review. **SOIL**, v. 6, n. 2, p. 649–662, 2020.

KOESTER *et al.* Biodegradable starch foams reinforced by food-chain side streams. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 275, p. 1383–1386, 2024.

PARENTE. *et al.* Caracterização da borra de café para o tratamento de efluentes de laboratórios de química. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.8, p.157 – 166, 2022.

RODRIGUES, N. H. P. *et al.* Starch-Based Foam Packaging Developed from a By-Product of Potato Industrialization (*Solanum tuberosum* L.). **Applied Sciences**, v. 10, n. 7, p. 2235, 2020.

SPADA, J. C.; JASPER, A.; TESSARO, I. C. Biodegradable Cassava Starch Based Foams Using Rice Husk Waste as Macro Filler. **Waste and Biomass Valorization**, v. 11, n. 8, p. 4315–4325, 2019.

YUDHISTIRA, B. *et al.* Progress in the Application of Emerging Technology for the Improvement of Starch-Based Active Packaging Properties: A Review. **ACS Food Science & Technology**, 2024.

**Palavras-chaves:** borra de café; espumas biodegradáveis; amido expandido.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES 2024 – 0275.

#### Financiamento

