

# DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BANDEJAS DE ESPUMAS BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO E RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

LUAN MARTINS GOMES<sup>1\*</sup>, TAYLA TOMIE MATSUO<sup>1</sup>, SANDRA GOMES  
AMORIN<sup>2</sup>, VANIA ZANELLA PINTO<sup>3</sup>, LEDA BATTESTIN QUAST<sup>4</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as embalagens sintéticas convencionais derivadas de petróleo são usadas em diferentes processos nos setores alimentícios e não alimentícios, consequentemente causando impacto ambiental. O poliestireno expandido (EPS) comercialmente chamado de isopor® é um dos principais agentes do acúmulo de resíduos pelo seu descarte incorreto, apesar de ser reciclável e apresentar inúmeras qualidades em relação a propriedades mecânicas, baixa densidade e versatilidade na sua utilização (ENGEL; AMBROSI; TESSARO, 2019).

Diante da crescente busca por alternativas sustentáveis, o amido de mandioca vem sendo alvo de estudos para a produção de embalagens biodegradáveis, devido às suas características de baixa densidade, biodegradabilidade e alta disponibilidade na natureza. As embalagens elaboradas com amido e resíduos agroindustriais podem contribuir nos aspectos da reciclagem e poluição ambiental pois apresentam facilidade de metabolização por bactérias, bolores e levedura (KOESTER *et al.*, 2024; AMORIN *et al.*, 2023).

Neste contexto, alguns resíduos agroindustriais ricos em fibras e componentes lignocelulósicos como o caso do bagaço de malte podem melhorar as propriedades mecânicas e aumentar a resistência à umidade de embalagens biodegradáveis, quando aplicados com outros componentes (AGUILAR *et al.*, 2023; FERREIRA; MOLINA; PELISSARI, 2020).

## 2 OBJETIVOS

<sup>1\*</sup>Graduando, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul, [Luanmar1998@gmail.com](mailto:Luanmar1998@gmail.com)

<sup>1</sup> Graduanda, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus*, Laranjeiras do Sul

<sup>2</sup> Mestre, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul

<sup>3</sup> Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul

<sup>4</sup> Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul

O estudo tem como objetivo principal desenvolver espumas expandidas biodegradáveis de amido de mandioca e verificar de que forma as concentrações de reforço de bagaço de malte, plastificante, e antiuementante podem influenciar nas suas propriedades físico-químicas.

### 3 METODOLOGIA

Os resíduos de bagaço de malte foram doados por uma microcervejaria local. O amido de mandioca, glicerol, estearato de magnésio e fosfato tricálcico foram adquiridos em comércio especializado em Laranjeiras do Sul – PR. Os resíduos de malte foram submetidos aos processos de secagem em estufa a 105 °C, moídos em moinho de facas e peneirados em equipamento de peneira vibratória até a granulometria padrão de 16 a 200 mesh, conforme apresentado na Figura 1. As bandejas ou espumas expandidas foram produzidas a partir de partículas com tamanho inferior a 0,25 mm.

#### Planejamento experimental

A elaboração das bandejas foi realizada de acordo com delineamento composto experimental rotacional (DCCR) a partir de 3 variáveis independentes (bagaço de malte, glicerol e fosfato tricálcico), com três repetições no ponto central a partir de 17 tratamentos conforme apresentado na Tabela 1. A massa de amido de mandioca (12 g), água (16,5 mL) bem como estearato de magnésio (1% sobre a massa do amido) foram mantidos constantes na elaboração das espumas. As bandejas foram produzidas a partir da mistura dos ingredientes e moldagem sob aquecimento em molde fechado a 180°C durante 4 minutos, utilizando um protótipo já desenvolvido em laboratório para produção de espumas expandidas, conforme é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Preparação das bandejas expandidas



Fonte: Os autores (2024)

Tabela 1. Matriz do delineamento fatorial 2<sup>3</sup> com três pontos centrais e seis pontos axiais para o desenvolvimento de bandejas expandidas de amido

Tratamentos	Bagaço de malte (g)	Glicerol (g)	Fosfato Tricálcico (g)
1	-1 (0,24)	-1(0,12)	-1(0,12)
2	1(0,96)	-1(0,12)	-1(0,12)
3	-1 (0,24)	1(0,48)	-1(0,12)
4	1(0,96)	1(0,48)	-1(0,12)
5	-1 (0,24)	-1(0,12)	1(0,48)
6	1(0,96)	-1(0,12)	1(0,48)
7	-1 (0,24)	1(0,48)	1(0,48)
8	1(0,96)	1(0,48)	1(0,48)
9	-1,682 (0)	0 (0,3)	0 (0,3)
10	1,682(1,2)	0 (0,3)	0 (0,3)
11	0 (0,6)	-1,682 (0)	0 (0,3)
12	0 (0,6)	1,682(0,6)	0 (0,3)
13	0 (0,6)	0 (0,3)	-1,682 (0)
14	0 (0,6)	0 (0,3)	1,682 (0,6)
15	0 (0,6)	0 (0,3)	0 (0,3)
16	0 (0,6)	0 (0,3)	0 (0,3)
17	0 (0,6)	0 (0,3)	0 (0,3)

Fonte: Os autores (2024)

### Caracterização das bandejas biodegradáveis

As bandejas biodegradáveis produzidas foram caracterizadas quanto a sua densidade aparente (através da razão entre a massa (g) e o volume (cm<sup>3</sup>)), espessura e umidade (AOAC,M 2000). O teor de umidade foi verificado usando amostras medindo 30 mm x 30 mm, em estufa a 105 °C por 24 h ou até a massa constante.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a produção de bandejas de amido, características como baixa densidade são desejadas, uma vez que o material oriundo do EPS possui densidade que varia de 0,02 a 0,06 g/cm<sup>3</sup>(AGUILAR; TAPIA-BLÁCIDO, 2023), sendo esses valores inferiores aos resultados obtidos neste trabalho, cuja média geral da densidade das bandejas entre todos os experimentos foi de 0,2038 g/cm<sup>3</sup>. As proporções de bagaço de malte e glicerol, componentes usados para a produção das bandejas, afetaram a densidade do material biodegradável, visto que a composição lignocelulósica das bandejas com maiores porcentagem de bagaço de malte é alta. Os tratamentos 2 e 6 apresentaram maiores densidades, sendo que estes tratamentos

continham maiores proporções de bagaço de malte (0,96 g) e menores proporções de glicerol (0,12 g) resultando em densidades de 0,2356 e 0,2298 g/cm<sup>3</sup>, conforme apresentado na Tabela 2. Também foi possível observar que o modelo empírico gerado pelo delineamento de experimentos foi significativo para os resultados de densidade.

Tabela 2 - Resultados obtidos para as bandejas produzidas

Tratamentos	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Espessura (mm)	Umidade (%)
1	0,2004 ± 0,0113	4,2950 ± 0,1943	3,8 ± 0,02
2	0,2356 ± 0,0053	3,9875 ± 0,0817	4,4 ± 0,38
3	0,1959 ± 0,0088	4,5625 ± 0,1256	2,0 ± 0,25
4	0,2077 ± 0,0056	4,3383 ± 0,1870	3,8 ± 0,14
5	0,1950 ± 0,0067	4,3758 ± 0,0897	2,8 ± 0,45
6	0,2298 ± 0,0151	4,0675 ± 0,1923	3,5 ± 0,26
7	0,1802 ± 0,0031	4,7258 ± 0,3222	3,0 ± 0,40
8	0,2041 ± 0,0047	4,4067 ± 0,1037	2,4 ± 0,16
9	0,1577 ± 0,0260	4,4250 ± 0,2365	5,7 ± 0,60
10	0,2133 ± 0,0159	4,2108 ± 0,0615	4,0 ± 0,21
11	0,2122 ± 0,0254	4,3092 ± 0,2070	4,6 ± 0,15
12	0,1984 ± 0,0101	4,4008 ± 0,1505	2,2 ± 0,16
13	0,2085 ± 0,0150	4,3500 ± 0,1040	5,4 ± 0,13
14	0,1995 ± 0,0055	4,4833 ± 0,0486	4,3 ± 0,26
15	0,2153 ± 0,0167	4,0675 ± 0,1330	2,6 ± 0,20
16	0,2063 ± 0,0024	4,4408 ± 0,1268	4,3 ± 0,43
17	0,2063 ± 0,0065	4,3583 ± 0,1222	3,4 ± 0,27
p- valor	0,0057	0,2281	0,6665
Falta de ajuste (p-valor)	0,282	0,7965	0,3408
R <sup>2</sup>	0,9129	0,6968	0,4896

Média ± desvio padrão

Modelo estatisticamente significativo p-valor < 0,05

Fonte: Os Autores (2024)

Durante a expansão das bandejas, o bagaço de malte e o glicerol interagiram e tornaram o material mais compacto, diminuindo a espessura e aumentando a densidade. Outra característica importante para a produção das bandejas é a umidade. Baixos teores de umidade em bandejas biodegradáveis tendem a prolongar a sua vida útil, elevando o prazo de armazenamento. Neste trabalho foram encontrados valores baixos de umidade que variaram de 2,0 a 5,7%. Levando-se em consideração os resultados obtidos, em primeira avaliação, pode-se sugerir a utilização das bandejas para o armazenamento de alimentos como frutas e legumes, que mesmo tendo alta umidade, possuem um prazo de validade curto. Estudos

adicionais referentes às propriedades mecânicas das embalagens complementarão o conhecimento das suas características físicas e sua interação com os alimentos.

## 5 CONCLUSÃO

As bandejas expandidas de amido apresentam perspectivas inovadoras para uso comercial e potencial para substituição mesmo que de forma parcial, aos materiais derivados de petróleo, em especial o EPS. A adição de resíduos e outros componentes pode influenciar nas propriedades físico-químicas das bandejas produzidas, devido a composição lignocelulósica presente no bagaço de malte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, Guilherme J.; TAPIA-BLÁCIDO, Delia R. Evaluating how avocado residue addition affects the properties of cassava starch-based foam trays. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 240, p. 124348, 2023.
- AMORIN, Sandra Gomes de. Embalagens expandidas de amido: influência do bagaço de malte, glicerol e fosfato tricálcico nas características físicas. 2023.
- AMORIN, Sandra de et al. STARCH FOAM TRAYS DEVELOPMENT FOR BIODEGRADABLE FOOD PACKAGING USES. 2023.
- DEY, Ayan et al. Challenges and possible solutions to mitigate the problems of single-use plastics used for packaging food items: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 9, p. 3251-3269, 2021.
- ENGEL, Juliana Both; LUCHESE, Claudia Leites; TESSARO, Isabel Cristina. Making the reuse of agro-industrial wastes a reality for starch-based packaging sector: A storage case study of carrot cake and cherry tomatoes. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 206, p. 740-749, 2022.
- FERREIRA, Danielle CM; MOLINA, Gustavo; PELISSARI, Franciele M. Biodegradable trays based on cassava starch blended with agroindustrial residues. **Composites Part B: Engineering**, v. 183, p. 107682, 2020.
- KOESTER, Davi Luiz et al. Biodegradable starch foams reinforced by food-chain side streams.
- TAPIA-BLÁCIDO, Delia Rita et al. Trends and challenges of starch-based foams for use as food packaging and food container. **Trends in Food Science & Technology**, v. 119, p. 257-271, 2022.
- International Journal of Biological Macromolecules**, v. 275, p. 133386, 2024.

**Palavras-chave:** bandejas expandidas de amido; biodegradabilidade; densidade aparente.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES 2023 - 0259

**Financiamento:** Fundação Araucária.