

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOMATERIAIS A BASE DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

Gabriel Sarache (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Claudia Cirineo Ferreira Monteiro (Orientadora), Kimberli Pauline Berwig (Co-orientadora), e-mail: ra102686@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR

Área: Desenho Industrial / Subárea: Desenho de Produto

Palavras-chave: biomaterial, malte, extrusado de milho.

Resumo:

Os plásticos são materiais muito úteis, contudo podem causar muitos danos a natureza, assim nasce a necessidade de criar materiais para a substituição desses polímeros comerciais. Uma oportunidade de novo material foi vista nos resíduos de malte da produção de cerveja. Assim, o presente trabalho obteve um biomaterial feito a partir de malte residual e utilizando milho extrusado como ligante, com subsequente avaliação das características mecânicas e de aparência para determinar a melhor formulação. Tendo os melhores resultados as amostras produzidas com granulometria mais fina de malte e maior adição do extrusado de milho.

Introdução

Os plásticos são materiais únicos que são úteis numa vasta gama de funções para a sociedade, porém são uma ameaça ao meio ambiente consumindo recursos (Wang & Wang, 2017). Coprodutos de cereais podem ser aplicados na produção de biomateriais e esses novos materiais têm grande valor agregado e uso transversal na indústria, seguindo uma abordagem de economia circular e geração mínima ou zero de resíduos (Skendi et al., 2020). A cerveja é uma bebida largamente consumida em todo o mundo, feita de água, malte, lúpulos e leveduras basicamente com produção caracterizada por um processo que gera muitos resíduos, com o a torta de malte (Marsarioli, 2019). Assim, alguns trabalhos vêm utilizando resíduos de cerveja misturados a resinas sintéticas ou naturais para a produção de materiais biodegradáveis. No entanto, essas resinas têm um impacto ambiental considerável e um custo elevado, já o milho é uma fonte de amido natural, barato, renovável e biodegradável, que pode passar por um processo de extrusão para sua pré-gelatinização (Schlemmer et al., 2014) e, assim, atuar como ligante no material. A produção de materiais com adição de resíduos industriais e redução dos impactos ambientais causados pela indústria do plástico e sua cadeia pode contribuir significativamente e

agregar valor, além de reduzir o impacto ambiental dessas indústrias. Portanto, o objetivo até aqui foi desenvolver e caracterizar um material produzido com resíduo de cerveja e milho extrusado.

Materiais e métodos

O resíduo de malte foi obtido em uma pequena cervejaria local (Maringá, PR), seco em forno com circulação a 70°C por 48 horas e então moído em três diferentes granulometrias. O extrusado de milho foi obtido a partir de grits de milho fornecido pela Nutrimilho (Maringá, PR) que foi extrusado de acordo com Monteiro et al. (2016), o produto obtido foi moído e a fração de mesh 60-80 foi separada. Para a preparação das amostras o resíduo cervejeiro será misturado com o extrusado de milho no planejamento experimental descrito na tabela 1, que prevê todos os tratamentos com 25 g de água destilada. A mistura pronta é prensada em forma metálica de 15 cm de diâmetro e prensada em prensa hidráulica com 7 ton por 300 segundos. Foi feito um ponto central (T9) em triplicata.

Tabela 1 – Planejamento experimental dos tratamentos elaborados.

Tratamento	Resíduo de malte (g)	Milho extrusado (g)	Temperatura de secagem (°C)	Tamanho de partícula do resíduo de malte (mesh)
T1	55	45	45	14 - 28
T2	55	45	45	3,5 - 6
T3	55	45	105	14 - 28
T4	55	45	105	3,5 - 6
T5	85	15	45	14 - 28
T6	85	15	45	3,5 - 6
T7	85	15	105	14 - 28
T8	85	15	105	3,5 - 6
T9	70	30	75	6 - 14

Fonte: Autor.

Para a caracterização, os materiais foram cortados em peças de 10 x 100 mm. A espessura foi determinada pela medição de cinco pontos através de micrometro, com a espessura média é possível determinar o volume das amostras. A massa foi determinada em balança analítica possibilitando assim a determinação da densidade dos materiais. A resistência foi determinada em máquina de testes universal carregando cada amostra com 100 kgf por 1 mm.s⁻¹, com probe angulada a 135°, segundo ASTM D1037-12 (ASTM, 201). O índice de absorção de água (IAA) foi avaliado de acordo com Ayrilmis (2009). A cor foi avaliada com calorímetro de acordo com o sistema CIELAB. O teste de aceitabilidade foi realizado virtualmente através de formulário contendo fotografia de cada uma das amostras feitas por câmera de 56 megapixels, as amostras foram avaliadas com uma escala hedônica estruturada de 11 pontos. Os dados foram tratados através de

análise de variância ANOVA e teste de médias de Tukey à 5% de probabilidade e testes de correlação, através do software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

A densidade e a resistência mecânica tiveram uma correlação média ($R=0,76$), podendo-se afirmar que o aumento da densidade contribuiu para o aumento da resistência. Também foi possível observar que a granulometria do material cru não foi um fator importante no aumento da resistência do material, diferente do encontrado por Mikalouski et al. (2014). Já o acréscimo da quantidade de milho extrusado na mistura contribuiu efetivamente no aumento da resistência mecânica do material. Apenas quatro amostras resistiram ao teste de IAA, mas ainda assim apresentaram resultados muito altos, se mostrando inferiores se comparados com os materiais produzidos por Monteiro et al. (2019).

Tabela 2 – Propriedades físicas dos materiais.

Tratamento	Densidade (g/mL)	Resistência mecânica (Kgf)	Índice de absorção de água
T1	0.89 ^{ab}	21,95 ^b	2.69 ^a
T2	0.94 ^a	27,32 ^a	ind
T3	0.85 ^b	14,05 ^c	1.64 ^c
T4	0.72 ^d	10,15 ^d	ind
T5	0.82 ^{bc}	5,37 ^e	2.97 ^a
T6	0.78 ^c	10,75 ^d	ind
T7	0.83 ^{bc}	6,37 ^e	2.18 ^b
T8	0.65 ^e	4,14 ^e	ind
T9 ₁	0.79 ^c	10,81 ^d	ind
T9 ₂	0.82 ^{bc}	10,13 ^d	ind
T9 ₃	0.83 ^{bc}	10,67 ^d	ind

Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($P \leq 0,05$). ind – indeterminado (a amostra dissolveu e não houve pesagem final). Fonte: Autor.

A análise colorimétrica demonstrou que a granulometria do resíduo de malte teve baixa influência na cor. Já o aumento da proporção de milho extrusado na favoreceu a intensidade do amarelo nas amostras, como esperado. A temperatura de secagem foi o fator que mais interferiu na coloração das amostras, especialmente aquelas secas à 105°C. Não houve relação entre cor e aceitação. As amostras com granulometria mais fina (14 - 28) foram mais bem aceitas com aceitação entre 7,16 e 7,83. Cruzando as informações podemos dizer que os materiais mais aceitáveis são T1 e T3, pois apresentaram as maiores aceitações (7,16 e 7,39, respectivamente) de aparência com bons resultados de resistência. Com a baixa variabilidade apresentada por T9₁ à T9₃, pode-se afirmar que o material é altamente reprodutível.

Conclusões

Baseado nos resultados apresentados, os tratamentos com 55% resíduo de malte/45% milho extrusado com mais aceitação do tamanho de partícula (14 - 28) mostraram boa performance tanto para resistência quanto para aceitação do atributo aparência. Assim a amostra T1 teve o desempenho mais satisfatório, demonstrando que é possível produzir um material de baixo custo, totalmente biodegradável e aplicável na construção de utensílios variados

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa.

Referências

- AYRILMIS, Nadir et al. Utilization of pine (*Pinus pinea* L.) cone in manufacture of wood based composite. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 1, p. 65-70, 2009.
- ASTM. D1037-12 Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. **ASTM International**, West Conshohocken, PA, USA, 2012.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.
- MARSAROLI, Maurício. **Identificação e avaliação de geração de resíduos em processo de produção de cerveja em microcervejaria e proposição de reutilização**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Ambientais Sustentáveis). 2019.
- MIKALOUSKI, Flavianny Brençis da Silva et al. Influence of raw material particle size on the expansion of extruded corn. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 28-32, 2014.
- MONTEIRO, Antonio RG et al. Eliminating the use of fat in the production of extruded snacks by applying starch coating. In: **Chemical Engineering Transactions Volume 49**. Italian Association of Chemical Engineering-AIDIC, 2016. p. 625-630.
- MONTEIRO, Claudia et al. Biomaterial Based on Brewing Waste and Vegetable Resin: Characterization and Application in Product Design. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, p. 475-480, 2019.
- SCHLEMMER, Daniela Atta; ANDREANI, Larissa; VALADARES, Leonardo Fonseca. Biomateriais: polímeros e compósitos. **Embrapa Agroenergia- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2014.
- SKENDI, Adriana et al. Advances on the valorisation and functionalization of by-products and wastes from cereal-based processing industry. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1243, 2020.
- WANG, Haixia; WANG, Lijuan. Developing a bio-based packaging film from soya by-products incorporated with valonea tannin. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 624-633, 2017.