

Uso de resíduo cervejeiro para desenvolvimento de material de embalagem

Use of brewing waste for the development of packaging material

RESUMO

Jonas Cardoso de Oliveira
jonasoliveira96@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

Vânia de Cássia da Fonseca Burgardt
vaniaburgardt@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver e caracterizar um material de embalagem com base de resíduos cervejeiros. Foram utilizados bagaço de malte de cevada e levedura residual coletados de uma microcervejaria do município de Francisco Beltrão. Foram realizados pré-testes com a matéria prima e definição de aditivos utilizados e formas de tratamentos no bagaço de malte como, tempo e temperatura de cocção, trituração, deslignificação, digestão ácida e explosão de pressão. Após preparação do biocompósito serão realizadas análises de propriedades mecânicas, densidade e biodegradabilidade. Em decorrência do SARS-CoV-2 o estudo não foi finalizado, sendo definidos unicamente os aditivos que serão utilizados para a formulação do biocompósito. Com os tratamentos realizados não foi possível determinar quais dos estudados propiciariam propriedades mecânicas desejadas para o material de embalagem produzido. Contudo, acredita-se que a utilização de tecnologias de tratamento na matéria-prima pode contribuir para melhor aproveitamento das estruturas do biocompósito.

PALAVRAS-CHAVE: Cevada. Malte. Tecnologia.

ABSTRACT

This work aims to develop and characterize packaging material based on beer residues. Barley malt bagasse and residual yeast collected from a microbrewery in the city of Francisco Beltrão were used. Pretests were carried out with the raw material and definition of additives used and forms of treatments in the malt bagasse, such as cooking time and temperature, grinding, deslignification, acid digestion and pressure explosion. After preparing the biocomposite, analyzes of mechanical properties, density and biodegradability will be carried out. As a result of SARS-CoV-2, the study has not been completed, with only additives being defined for the formulation of the biocomposite. With the treatments carried out, it was not possible to determine which of those studied would provide the desired mechanical properties for the packaging material produced. However, it is believed that the use of treatment technologies in the raw material can contribute to a better use of the structures of the biocomposite.

KEYWORDS: Barley. Malt. Technology.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a ciência e a tecnologia estão evoluindo cada vez mais com o passar dos anos, jornais, revistas, papéis, folhas de caderno e rascunhos estão entrando em desuso. Indústrias que utilizam estes como fonte de matéria prima para a fabricação de seus produtos devem se atentar à busca de novas fontes.

Estes materiais celulósicos são amplamente utilizados para a fabricação de embalagens, tanto para acondicionamento como para transporte de eletrodomésticos, eletroeletrônicos, produtos químicos, farmacêuticos e alimentícios. Após processo adequado, estes materiais se tornam embalagens de polpa moldada e têm sua aplicação em sua maioria nas indústrias de alimentos para que seja permitida a respiração de frutas, legumes e ovos, devido à característica porosa do material.

A embalagem também é uma ferramenta de otimização que ajuda na compra de uma quantidade desejada de produtos e indiretamente ajuda na redução de resíduos (KALPANA et al., 2019).

Pesquisadores de todo o mundo tem se interessado em um grande desafio atualmente, sendo esse a produção de materiais renováveis com base em recursos naturais que possuem capacidade de degradação elevada sem a geração de resíduos tóxicos, contribuindo positivamente com o meio ambiente. Essa contribuição pode ser ainda maior se forem utilizados resíduos de agroindústrias, para diminuição do impacto ambiental (HAFEMANN et al., 2019).

A utilização de resíduos agroindustriais gera um grande interesse para obtenção de biocompósito, material composto por dois constituintes ou mais que apresentam alta biodegradabilidade. Materiais fibrosos e celulósicos podem servir como fonte de reforço em materiais de construção e embalagens, melhorando a resistência mecânica e servindo como isolante térmico por apresentar baixa condutividade térmica (RAMÍREZ, 2011).

O bagaço de malte é um material rico em fibras, composto pelas cascas do malte da cevada moída, que contém em geral 17% de celulose, 28% de lignina e 28% de hemicelulose, podendo variar decorrente a variedade da cerveja (FLORINDO, 2017).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, CervBrasil (2018) e o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, SINDICERV (2018), o Brasil é o terceiro país maior produtor de cerveja do mundo, com uma produção de 14,1 bilhões de litros por ano, ficando atrás da China (46 bilhões) e dos Estados Unidos (22,1 bilhões). A República Tcheca é o maior consumidor de cerveja com média de 143 litros por habitante por ano, enquanto que o Brasil é o 17º país no consumo per capita, contribuindo com 1,6% do PIB nacional.

Considerando o exposto, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver e caracterizar um material de embalagem com base de resíduos cervejeiros.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Francisco Beltrão – PR. O bagaço de malte de cevada utilizado e levedura foram cedidos pela microcervejaria Schaf Bier, situada no município. A levedura residual foi coletada diretamente nos reatores de fermentação em batelada, guardada em garrafas PET e mantidas sob refrigeração até o início da realização das análises. O bagaço úmido foi recolhido após o processo cervejeiro da cerveja Pilsen, acondicionado em sacos plásticos e armazenados em refrigerador até o momento das análises.

Para a definição do processo que será aplicado, foram realizados pré-testes para a verificação de qual procedimento melhor resultava em propriedades desejadas do biocompósito produzido. Estes tratamentos na matéria-prima, bagaço de malte incluíram tempo e temperatura de cocção do material, trituração, tamanho da partícula, digestão ácida, deslignificação, explosão de pressão. Bem como, concentração dos reagentes utilizados nos processos de hidrólise ácida e deslignificação, e tempo de reação durante os mesmos.

Após definição da concentração dos reagentes e tempo de reação, foi definida a metodologia a ser aplicada. Dessa forma, para o processo de deslignificação, o bagaço de malte foi embebido e triturado em 1000 cm³ de solução de NaOH 5% (1:10 g/ml, razão fibra:solução) e colocada por 1 h sob uma temperatura de 121 °C em autoclave, aplicando a técnica de explosão a vapor. Para a digestão ácida o bagaço de malte triturado foi submetido a tratamento ácido com 10% de solução ácida (1:60 g/ml, polpa de celulose: ácido sulfúrico) sob agitação mecânica à 60 °C por 5h. Após, foi lavada com água e filtrada até obtenção de pH 7 (WEERAPPULIARACHCHI et al., 2020) (ABRAHAM et al., 2011)

Para a formulação do material de embalagem foram testados aglutinantes (amido de milho e Poliacetato de vinila) em concentrações de 2%, 5%, 10% e 15% plastificantes (Glicerol e Olvex 50) em concentrações de 2%, 5%, 10% e 15%, agentes de reticulação (Glutaraldeído 1%) em concentrações de 1%, 2% e 3% e levedura residual do processamento da cerveja como fonte de proteínas para o complexo do material (5%, 10% e 15%). Após a aplicação do tratamento no bagaço de malte de cevada, este foi acondicionado em recipiente de alumínio de 10 cm x 20 cm x 0,3 cm e submetido a secagem em estufa de circulação de ar por 12 horas em temperatura de 70 °C.

Serão realizados testes de propriedades mecânicas, onde será utilizado o texturômetro TA.XT2 (Stable Micro System, Hasleme, Inglaterra), operado de acordo com o método padrão ASTD 882-83 em temperatura ambiente. As garras do “probe” serão fixadas a uma distância inicial de 30 mm, com velocidade padrão de 1 mm/s (0,3 %/s) para os testes de resistência à tração e alongação (ASTM, 1995).

Para determinar os valores de perfuração as amostras com espessuras já definidas serão cortadas em círculo de diâmetro 4 cm. Na sequência serão fixadas nas garras do texturômetro e serão realizada a compressão do mesmo. Os resultados de força x tempo serão expressos através do software utilizado acoplado ao equipamento.

Para determinar os valores de resistência à tração (RT) e de alongação na ruptura (ELO), os biocompósitos serão cortados em tiras de 50 mm de comprimento e 10 mm de largura e fixados 0,5 mm de cada extremidade da tira

nas respectivas garras. O cálculo para determinar estes valores são apresentados na Eq. (1) e Eq. (2).

$$RT = \frac{F_m}{A} \quad (1)$$

Onde, RT é a resistência à tração (MPa); F_m , a força máxima do momento da ruptura (N); A é a área da seção transversal (m^2).

$$ELO = \frac{d_r - d_{inicial}}{d_{inicial}} \times 100 \quad (2)$$

Onde, ELO é a elongação (%); d_r : distância no momento da ruptura (cm), que corresponde a diferença entre a distância de separação no momento da ruptura e a distância inicial (3 cm); $d_{inicial}$: distância inicial de separação (3 cm).

Para a determinação da densidade aparente, será utilizado o bagaço de malte de cevada in natura. Este será medido o volume em 25 mL da amostra em proveta de 100 mL, sem haver compactação e pesado em balança analítica. A densidade será expressa em g/cm^3 (IVANO, 2013).

A análise de biodegradabilidade será realizada nas amostras de embalagem, onde serão enterradas a uma profundidade de 3 cm da superfície, em vaso contendo terra preta. A cada dois dias as amostras serão cuidadosamente retiradas e pesadas para a determinação de perda de massa por tempo, sendo decorrente da ação de microrganismos. Após pesagem, as amostras serão novamente enterradas para dar prosseguimento ao teste (KUBASKI; ITO, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo ainda não foi concluído devido à pandemia ocasionada pelo novo SARS-CoV-2, sendo possível realizar os pré-testes do material que incluíram os reagentes e aditivos utilizados no processo de tratamento e formação da embalagem, as suas respectivas variações de concentrações, e também foi definida a metodologia empregada no tratamento da matéria-prima. Foram definidos os aditivos que serão utilizados no material de embalagem, sendo estes, amido de milho hidratado, glicerina e levedura residual do processamento da cerveja. A proporção destes que melhor se adequou à uma estrutura desejada pode ser visualizada na formulação da Tabela 1.

Tabela 1 – Formulação do material de embalagem

Ingredientes	%
Bagaço de malte de cevada (triturado)	65
Levedura residual	15
Água	5
Amido de milho hidratado	5
Glicerol	10

Fonte: Autoria própria (2020).

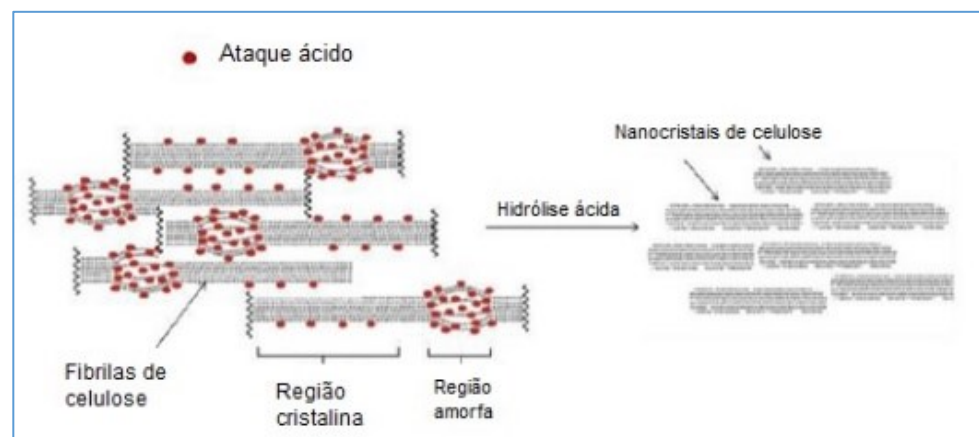
Foram possíveis realizar demais testes no tratamento do bagaço de malte, como deslignificação do material, digestão ácida e explosão de vapor. Contudo, as

amostras resultantes apresentaram características visualmente parecidas, sendo necessário a construção de um delineamento para obtenção de resultados precisos, e a utilização de equipamentos que possam fornecer valores para os mesmos.

O processo de deslignificação produz fragmentos de lignina de diversos tamanhos com diferentes propriedades físicas e químicas. Este processo pode ser considerado como etapa de pré-tratamento dos materiais lignocelulósicos, visando a obtenção de polpas deslignificadas com degradação e dissolução de 90-95% de lignina originalmente presente nos tecidos vegetais e leva ao isolamento da polpa celulósica, além de tornar mais adequadas para as operações de hidrólise ácida, ou enzimática (MARABEZI, 2014).

A hidrólise ácida permite a obtenção de nanocristais de celulose (NC) do material e é o método mais utilizado. Este processo permite a separação dos domínios cristalinos da celulose da parte amorfa, permitindo a obtenção de cristais singulares e bem definidos. Se baseia na cinética da hidrólise mais rápida apresentada pelas regiões amorfas da celulose em comparação com os domínios cristalinos, conforme pode ser visualizado na Figura 1 (NETO, 2012).

Figura 1 – Esquema de obtenção de nanocristais de celulose



Fonte: Neto (2012)

Acredita-se que com a aplicação correta destas tecnologias, seja possível a obtenção do material de embalagem desejado, com propriedades mecânicas similares às embalagens de polpa moldada encontradas nos mercados comerciais.

Após a volta das atividades presenciais, será realizado um delineamento experimental dos tratamentos na matéria-prima com propriedades mecânicas como variáveis-respostas para maior precisão dos resultados.

CONCLUSÕES

O estudo não apresenta todos os resultados conclusivos até o momento para o desenvolvimento do material de embalagem a partir do resíduo cervejeiro, em vista da pandemia ocasionada pela transmissão do vírus SARS-CoV-2, impedindo a execução das demais análises.

É possível constatar que foram definidos os aditivos que serão utilizados, sendo estes, amido de milho hidratado, glicerol e levedura residual. Ainda, se acredita que a utilização de tecnologias de tratamento da matéria-prima como a deslignificação, seguida de explosão de vapor e digestão ácida podem contribuir para melhor aproveitamento das estruturas do biocompósito.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a infraestrutura à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão e a disponibilidade de matéria-prima à microcervejaria Schaf Bier.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, E.; et al. Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: a novel approach. **Carbohydrate Polymers**, [s.l.], v. 86, n. 4, p. 1468-1475, out. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.06.034>.

ASTM. Tensile properties of thin plastic sheeting. **Annual Book of ASTM Standards**, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, D 882, 1995.

CERVBRASIL. **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**. Dados do setor, 2020. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/. Acesso em: 14 jul. 2020

FLORINDO, D. N. F. **Obtenção de compósitos poliméricos com fibras naturais de bagaço de malte**. 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

HAFEMANN, E. et al. Valorization of royal palm tree agroindustrial waste by isolating cellulose nanocrystals. **Carbohydrate Polymers**, [s.l.], v. 218, p. 188-198, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.04.086>

IVANO, L. R. P. F. M. **Bandejas biodegradáveis a base de amido de mandioca e resíduo fibroso da indústria cervejeira**. 2013. 122 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

KALPANA, S. et al. Intelligent packaging: Trends and applications in food systems. **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 93, p.145-157, 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.008>.

KUBASKI, L.; ITO, P. B. **Desenvolvimento de embalagem biodegradável a partir de resíduos da indústria de batata e cerveja**. 2017. 45 f. Trabalho de Conclusão

de curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

MARABEZI, K. **Deslignificação de bagaço de cana-de-açúcar: reações, isolamento e utilização de ligninas**. 2014. 240 f. Tese (Doutorado em Ciências Físico - química) - Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, 2014.

NETO, W.P.F. **Extração e caracterização de nanocristais de celulose a partir de casca de soja, e sua aplicação como agente de reforço em nanocompósitos poliméricos utilizando carboximetilcelulose como matriz**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

RAMÍREZ, Maria G. L. **Desenvolvimento de biocompósitos de amido termoplástico reforçados por fibra de coco**. 2011. 168 f. Tese (Pós-graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SINDICERV. **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja**. O setor em números, 2018. Disponível em: <https://sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>. Acesso em: 13 jul. 2020.

WEERAPPULIARACHCHI, J.W.M.E.S. et al. Synthesis of cellulose microcrystals (CMC)/nylon 6,10 composite by incorporating CMC isolated from Pandanus ceylanicus. **Carbohydrate Polymers**, [s.l.], v. 241, p. 116227, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116227>.