



RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR MICROONDAS DO RESÍDUO CERVEJEIRO DE LÚPULO

*Felipe Aparecido Vendrame Macedo¹, Gabriel Silva Lobato², Rodrigo Sadao Inumaro³,
Thaila Fernanda Oliveira da Silva⁴, José Eduardo Gonçalves⁵*

¹ Acadêmico do Curso de Medicina, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Campus Maringá-PR. Bolsista PIBIC-MED/Fundação Araucária. felipem@alunos.unicesumar.edu.br

² Acadêmico do Curso de Farmácia, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Campus Maringá-PR. gabrielslobato@gmail.com

³ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UNICESUMAR, Campus Maringá-PR. rodrigoinumaro@gmail.com

⁴ Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Maringá/PR. thailaf.silva@gmail.com

⁵ Orientador, Docente no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Campus Maringá-PR. jose.goncalves@unicesumar.edu.br

RESUMO

O *Humulus lupulus* L. é o insumo utilizado na fabricação de cerveja responsável por aromas e pelo amargor da bebida, essa planta apresenta em sua composição diferentes moléculas bioativas, como os compostos polifenólicos, responsáveis por diversos efeitos benéficos à saúde. Uma amostra de 2 g do resíduo de cervejaria do lúpulo foi suspensa em solução extratora com diferentes solventes sob condições semelhantes para a seleção do solvente adequado. Optou-se pelos seguintes solventes: Etanol 50%, Etanol 70%, Etanol 99% e Água (H₂O). O lúpulo foi extraído com 20 mL de solvente em um forno microondas com base giratória (Provetto Analítica, modelo DGT 100-Plus). Identificou-se nesse trabalho que o Etanol 99% apresentou melhor rendimento (36,5%) dentre os demais solventes, o pior rendimento foi do Etanol 50% (23,3%). Recomenda-se a partir desse trabalho a utilização de outros métodos de extração com esse mesmo solvente para comparar qual método é mais efetivo e apresenta melhor rendimento. A partir desse material extraído, permite-se a utilização da matéria para novas pesquisas, a determinação dos compostos bioativos, a atividade antioxidante, atividade antimicrobiana e atividade antitumoral dos resíduos de lúpulo advindos de cervejarias.

PALAVRAS-CHAVE: Lúpulo; Resíduo cervejeiro; Resíduos.

1 INTRODUÇÃO

O *Humulus lupulus* L. é o insumo utilizado na fabricação de cerveja responsável por aromas e pelo amargor da bebida, essa planta apresenta em sua composição diferentes moléculas bioativas, como os compostos polifenólicos, responsáveis por diversos efeitos benéficos à saúde. Neste contexto, os compostos fenólicos, que estão presentes no lúpulo, apresentam potencial antimicrobiana, anti-inflamatória, anti-trombótica, dentre outras funcionalidades, somadas a atividade antioxidante (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006).

As questões ambientais têm influenciado de forma ativa a busca e o desenvolvimento de novas tecnologias, em especial, as tecnologias limpas que buscam prevenir ou minimizar o impacto da atividade humana no meio ambiente. Dessa forma, a busca por um desenvolvimento sustentável tem levado a busca por técnicas que estão alinhadas com os princípios da Química Verde nos diferentes setores industriais brasileiros (GOMES et al., 2018 ; CEBRI e SEBRAE, 2013).

Atualmente, o setor cervejeiro produz um grande volume de subprodutos e resíduos sólidos, cujo manejo e disposição representam um impacto ambiental (RADOSAVLJEVIĆ et al., 2019). A exploração de fitoquímicos em resíduos pode levar a geração de novos produtos com impacto positivo, uma vez que muitos desses subprodutos são descartados (PEREIRA, FIRMO e COUTINHO, 2022). Desse modo, a busca por alternativas de extrair



biocompostos dos resíduos de cervejaria apresenta-se como ferramenta necessária para reaproveitamento dessa matéria.

Constata-se que cada vez mais tem sido utilizada para a extração de compostos naturais de matrizes vegetais a Extração Assistida por Microondas (EAM). Esse processo consiste no aquecimento seletivo de moléculas polares por energia de micro-ondas, método que pode gerar uma redução no consumo e desperdício de solvente (AMEER, SHAHVAZ, KWON, 2017; CARBONE, GARRIGOS, JIMENEZ, 2016). A técnica de extração assistida por micro-ondas para obtenção dos compostos bioativos em outros estudos permitiu a análise e a caracterização de óleos essenciais de lúpulo por, a qual permitiu a extração de óleos ricos em β -mirceno (TYŚKIEWICZ, GIEYSZTOR, KONKOL, SZALAS, & RÓJ, 2018).

Para realizar uma EAM, deve-se considerar a composição do solvente, volume do solvente, proporção de solvente e soluto, tempo, potência, umidade da matriz e tamanho de partícula, devem ser controlados e otimizados. Posteriormente, com a matéria obtida, possibilita-se fazer análises da capacidade bioativa dos compostos e sua atividade antibacteriana, antitumoral e antioxidante (AMEER, SHAHVAZ, KWON, 2017; BALASUNDRAM; SUNDARAM; SAMMAN, 2006; CARBONE, GARRIGOS, JIMENEZ, 2016).

O objetivo deste trabalho foi calcular o rendimento da EAM de resíduo cervejeiro de *Humulus lupulus* L. em diferentes solventes que serão utilizados para determinação da análise antioxidante desse resíduo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Uma amostra de 2 g do resíduo do lúpulo foi suspensa em solução extratora com diferentes solventes sob condições semelhantes para a seleção do solvente adequado. Optou-se pelos seguintes solventes: Etanol 50%, Etanol 70%, Etanol 99% e Água (H₂O). O lúpulo foi extraído com 20 mL de solvente em um forno microondas com base giratória (Provecto Analítica, modelo DGT 100-Plus). A programação do microondas foi descrita na Tabela 1, conforme apresentado nela no primeiro minuto de extração foi utilizado 200W de potência, seguido de mais 5 minutos de 400W de potência, 1 minuto de 600W de potência e finalizando com 5 minutos de 000W, totalizando 16 minutos de extração.

O rendimento da extração foi obtido pela divisão entre a massa do extrato obtido, pela massa de planta alimentada no leito de extração, multiplicado por 100. Após a extração os extratos as amostras foram encaminhadas para análises cromatográficas (CG-EM e CL-EM), assim como Avaliação da Atividade Antioxidante pelo Método do DPPH, FRAP e ABTS.

Tabela 1: Programação do forno de microondas para extração do resíduo cervejeiro

	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>	<i>Etapa 4</i>
<i>Tempo (minutos)</i>	1	5	1	5
<i>Potência (Watts)</i>	200	400	600	0

Fonte: Autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES



Na Química verde, dentre as opções de solventes orgânicos, um dos mais aceitos é o etanol, por causar menos impactos ambientais e riscos para a saúde humana, podendo ser disponibilizado através da fermentação de fontes renováveis (BAHAGUNA, et al. 2018; TEKIN, et al. 2018). Tem-se a partir da Extração Assistida por Microondas os resultados apresentados na Tabela 2, neles é possível destacar que o solvente que proporciona maior rendimento para amostra foi o Etanol 99% com 36,5%. Em seguida, o resíduo cervejeiro em H₂O apresentou rendimento de 32,3%.

Tabela 2: Rendimento do resíduo cervejeiro extraído em diferentes solventes

<i>Matéria</i>	<i>Solvente</i>	<i>Massa Inicial (g)</i>	<i>Rendimento (%)</i>
<i>Resíduo Cervejeiro</i>	Etanol 50%	2	23,3
	Etanol 70%	2	25,8
	Etanol 99%	2	36,5
	H ₂ O	2	32,35

Fonte: Autores.

Ademais, analisando o rendimento dos demais solventes, o resíduo em Etanol 70% teve 25,8% de rendimento no processo de extração e a realização com Etanol 50% apresentou 23,3% de rendimento, assim como apresentado na Tabela 2. Constata-se, portanto, que o Resíduo Cervejeiro de Lúpulo em Etanol 99% teve o melhor rendimento entre os solventes utilizados, enquanto em Etanol 50% teve o menor rendimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aproveitamento dos resíduos transfigura-se necessário para redução do impacto das ações humanas no meio ambiente, dessa forma, o método de Extração Assistida por Microondas apresenta-se como ferramenta para reaproveitamento dos resíduos de cervejaria. Conclui-se, diante desse trabalho, que entre os solventes disponíveis, o melhor rendimento foi observado com o Etanol 99%, um solvente orgânico advindo de fontes renováveis. Recomenda-se a partir desse trabalho a utilização de outros métodos de extração com esse mesmo solvente para comparar qual método é mais efetivo e apresenta melhor rendimento. A partir desse material extraído, permite-se a utilização da matéria para novas pesquisas, a determinação dos compostos bioativos, a atividade antioxidante, atividade antimicrobiana e atividade antitumoral dos resíduos de lupulo advindos de cervejarias.

REFERÊNCIAS

AMEER, K.; SHAHBAZ, H. M.; KWON, J. Green extraction methods for polyphenols from plant matrices and their byproducts: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 2, p. 295-315, 2017.

BAHUGUNA, A.; CHOUDHARY, P.; CHHABRA, T.; KRISHNAN, V. AmmoniaDoped Polyaniline–Graphitic Carbon Nitride Nanocomposite as a Heterogeneous Green Catalyst for Synthesis of Indole-Substituted 4H-Chromenes. **ACS Ômega**, v. 3, 2018.



BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and adriindustrial by products: antioxidant activity occurrence and potential uses. **Food chemistry**, v.99, n. 1, p 191-203, 2006.

CARBONE, K.; GARRIGOS, M. C.; JIMENEZ, A. Polyphenols: From wastes to high added value bio-products. *Frontiers in natural product chemistry*, v. 2, p. 115-178, 2016.

CEBRI e SEBRAE. Estudo de Benchmarking Internacional Micro e Pequenas Empresas: **Tecnologias Limpas**. Rio de Janeiro. 2013 pp. 29-30

GOMES, R. N.; LIMA, P. S.; KURIYAMA, S. N.; NETO, A. A. F. Desenvolvimento da química verde no cenário industrial brasileiro. **Revista Fitos**, v. 12, n. 4, p. 80–89, 2018.

PEREIRA, L. F. A.; FIRMO, W. C. A.; COUTINHO, D. F. A importância do reaproveitamento de resíduos da indústria alimentícia: o caso do processamento de frutas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, e38111234089, 2022.

RADOSAVLJEVIĆ, M.; PEJIN, J.; PRIBIĆ, M.; KOCIĆ-TANACKOV, S.; ROMANIĆ, R.; MLADENOVIĆ, D.; DJUKIĆ-VUCOVIĆ, A.; MOJOVIĆ, L. Utilization of brewing and malting by-products as carrier and raw materials in l-(+)-lactic acid production and feed application. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 103, n. 7, p. 3001–3013, 2019.

TEKIN, K.; HAO, N.; KARAGOZ, S.; RAGAUSKAS, A. J. Ethanol: A Promising Green Solvent for the Deconstruction of Lignocellulose. **ChemSusChem**, 2018.

TYKIEWICZ, K.; GIEYSZTOR, R.; KONKOL, M.; SZĄŁAS, J.; RÓJ, E. Essential Oils from Humulus Lupulus scCO₂ Extract by Hydrodistillation and Microwave-Assisted Hydrodistillation. **Molecules**, v. 23, n. 11, 2018.