

ANÁLISE DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM RESÍDUOS DE LÚPULO PROVENIENTES DE CERVEJARIAS DE MARINGÁ – PR

Eduardo Maia Martins (PIBIC/CNPq/Uem), Eduardo Jorge Pilau (Orientador). E-mail: ejpilau@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Química, Química Analítica / Separação.

Palavras-chave: lúpulo; extração; espectrometria de massas.

RESUMO

Este resumo apresenta uma análise exploratória dos extratos obtidos de resíduos de lúpulo provenientes de cervejarias da cidade de Maringá – PR. O estudo identificou compostos com potencial biotecnológico por meio da aplicação de diferentes técnicas de extração, seguidas de análise em UHPLC-MS/MS. Foram testadas extrações sólido-líquido utilizando acetato de etila, metanol, clorofórmio e extração em fase sólida (SPE). Os resultados indicaram a presença de diversos metabólitos relevantes, como flavonoides, ácidos fenólicos com destaque para o xantohumol. No total, foram identificados 128 analitos no modo positivo e 79 no modo negativo de ionização, sendo que o modo positivo apresentou maior número de compostos, enquanto o modo negativo evidenciou metabólitos de maior relevância para a literatura. Entre as técnicas de extração, o uso de clorofórmio destacou-se por apresentar maior concentração de flavonoides. Esses achados reforçam a viabilidade do reaproveitamento de resíduos de lúpulo como fonte de compostos bioativos, contribuindo para práticas mais sustentáveis na indústria cervejeira.

INTRODUÇÃO

A indústria cervejeira brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo a terceira maior produtora global. (SINDICERV, 2024). Entre os insumos utilizados, o lúpulo (*Humulus lupulus*). desempenha papel essencial na qualidade sensorial da bebida, responsável pelo amargor, aroma e estabilidade da espuma. (Souza et al., 2024). No entanto, a produção nacional ainda é limitada, tornando necessária a importação em larga escala. Nesse contexto, estudos sobre o aproveitamento de resíduos de lúpulo tornam-se relevantes, uma vez que tais materiais ainda retêm compostos bioativos de interesse, como polifenóis e flavonoides. Assim, a reutilização desse insumo pode representar alternativa

sustentável e economicamente viável para o setor cervejeiro. (Klimczak; Cioch-Skoneczny; Duda-Chodak, 2023).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas três amostras de resíduos de lúpulo provenientes de microcervejarias de Maringá – PR, obtidas após o processo de lupulagem a frio (*dry hopping*). As amostras foram submetidas a diferentes métodos de extração: sólido-líquido com acetato de etila, metanol, clorofórmio e extração em fase sólida (SPE). Os extratos foram posteriormente analisados por cromatografia líquida de ultra alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (UHPLC-MS/MS). A análise dos dados incluiu anotações a partir de banco de dados espectrais e aplicação de estatísticas multivariadas (PCA e heatmap) para comparação dos perfis químicos obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram a presença de diferentes classes de compostos bioativos nos resíduos de lúpulo. Foram identificados flavonoides, ácidos fenólicos, prenilflavonoides e outros metabólitos secundários, sendo o xantohumul um dos compostos de maior destaque. A análise multivariada demonstrou que a escolha do solvente de extração influencia diretamente no perfil químico, com o extrato em clorofórmio apresentando maior concentração de prenilflavonoides. Além disso, observou-se que os modos de ionização positiva e negativa forneceram perfis distintos. Apesar de o modo positivo apresentar um maior número de compostos identificados (128 contra 79 no modo negativo), os compostos identificados no modo negativo possuem maior relevância para a literatura, reforçando sua importância para a caracterização da complexidade química dos resíduos. Esses resultados destacam a relevância da escolha metodológica na extração e caracterização de compostos bioativos. A figura abaixo apresenta o *Heatmap* dos 50 analitos com maior significância para separação dos grupos no modo positivo e negativo respectivamente.

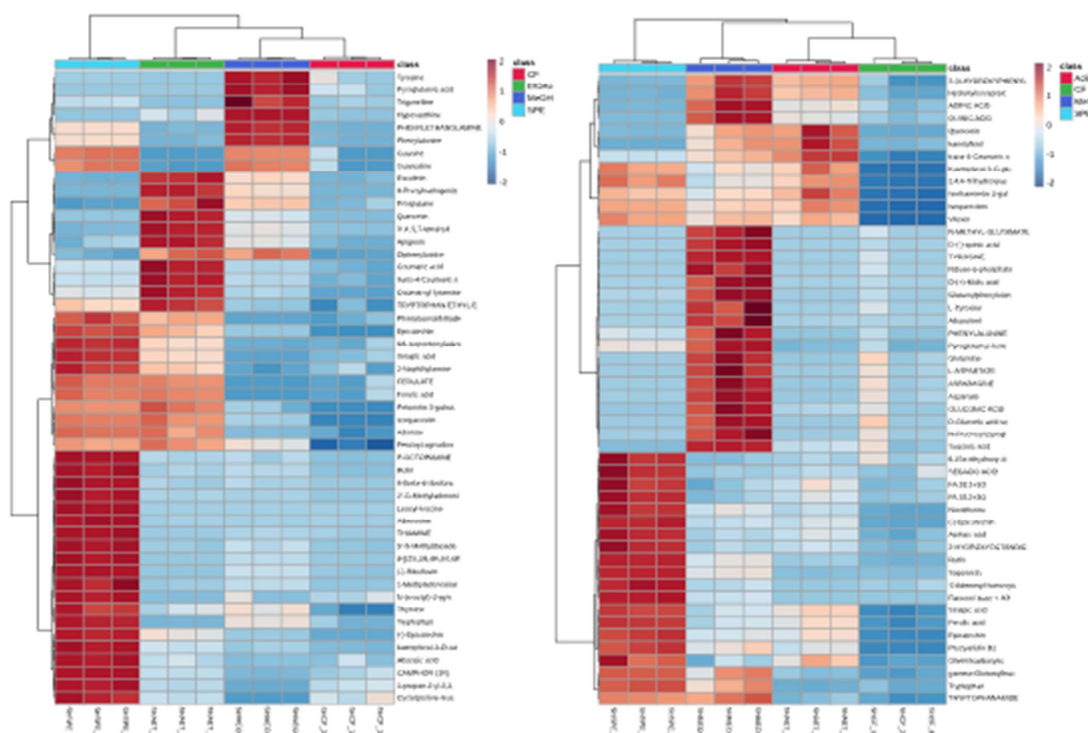


Figura 1 - Heatmap dos 50 analitos com maior significância para separação dos grupos no modo positivo e negativo.

CONCLUSÕES

O estudo confirmou que resíduos de lúpulo, frequentemente descartados na produção cervejeira, ainda contêm compostos bioativos de interesse industrial e biotecnológico. A aplicação de diferentes técnicas de extração aliada à análise por UHPLC-MS/MS permitiu identificar um conjunto diverso de metabólitos. Assim, a reutilização desses resíduos apresenta-se como alternativa viável para agregar valor à cadeia produtiva, reduzir desperdícios e promover maior sustentabilidade na indústria cervejeira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e científico, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e financiamento desta pesquisa.

Registro minha gratidão ao meu orientador, Eduardo Jorge Pilau, pela dedicação, paciência e contribuições fundamentais para a realização deste trabalho.

Estendo meus agradecimentos à LabioMass, pelo apoio técnico e pela disponibilização da infraestrutura necessária.

Por fim, agradeço à minha família e colegas de pesquisa pelo constante incentivo e colaboração ao longo desta jornada.

REFERÊNCIAS

KLIMCZAK, Krystian; CIOCH-SKONECZNY, Monika; DUDA-CHODAK, Aleksandra. Effects of Dry-Hopping on Beer Chemistry and Sensory Properties—A Review. **Molecules**, v. 28, n. 18, p. 6648, 2023.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. 2. ed. Berlim: VLB Berlin, 1999.

SINDICERV. **Produção de cerveja no Brasil atinge volume recorde em 2023**. Disponível em: <<https://sindicerv.com.br/>>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SOUZA, Beatriz C. de et al. Análise de óleos voláteis de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) cultivados sob clima tropical no estado de São Paulo. **Química Nova**, v. 47, 2024.