



Produção de extratos alcóolicos a partir de resíduo agroindustrial hot trub

A cerveja é a bebida alcóolica mais consumida no mundo em termos de volume (COLEN; SWINNEN, 2016). O mercado global de cerveja exibiu um aumento significativo em sua produção entre 1998 e 2017, de 1,30 para 1,95 bilhões de hectolitros por ano. A participação brasileira é relevante nesse contexto, tendo em 2017 alcançado a 3ª maior produção no mundo (HOLDINGS, 2018; STATISTA, 2018a, 2018b).

Devido ao grande volume de produção, o processo cervejeiro gera quantidades significativas de resíduos sólidos durante as etapas de fabricação. Mathias, Mello e Sérvulo (2014) estimam que a cada 100 litros de cerveja fabricada são gerados de 15,70 a 23,40



kg de resíduos sólidos. Dentre os diferentes resíduos da produção cervejeira, o *hot trub* é caracterizado como um sedimento formado durante a fervura do mosto composto majoritariamente por proteínas, ácidos amargos e polifenóis (JAKUBOWSKI et al., 2016).

Nesta pesquisa estudou-se especificamente a extração de xanthohumol (polifenol) e cohumulone, adhumulone, colupulone, adlupulone (ácidos amargos). Já se observou que essas substâncias apresentam características vantajosas tanto para a indústria farmacêutica,

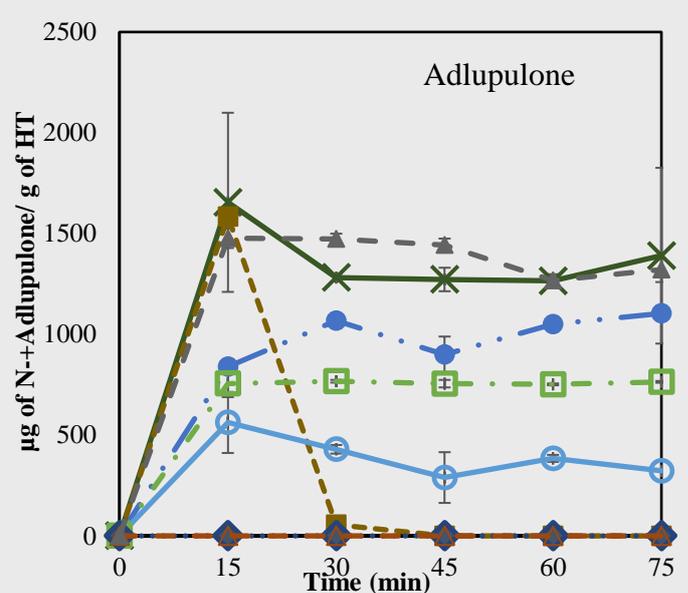
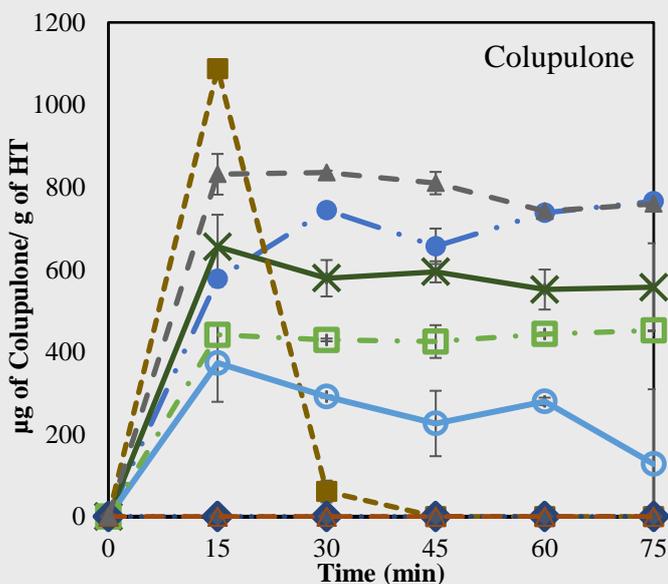
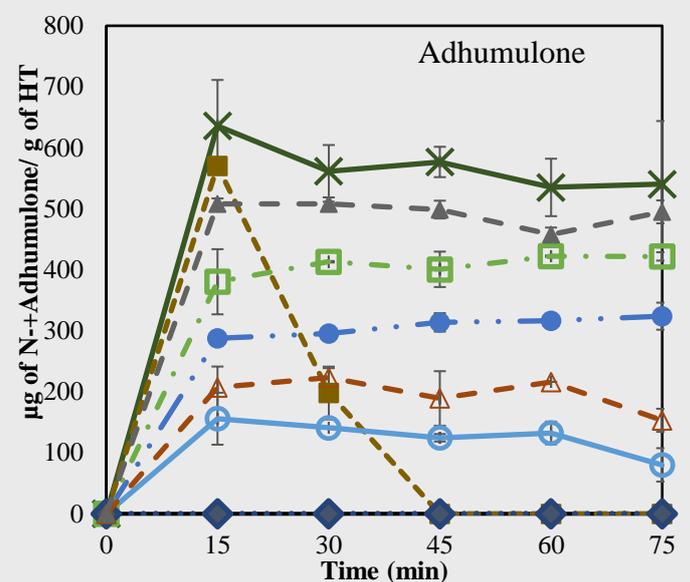
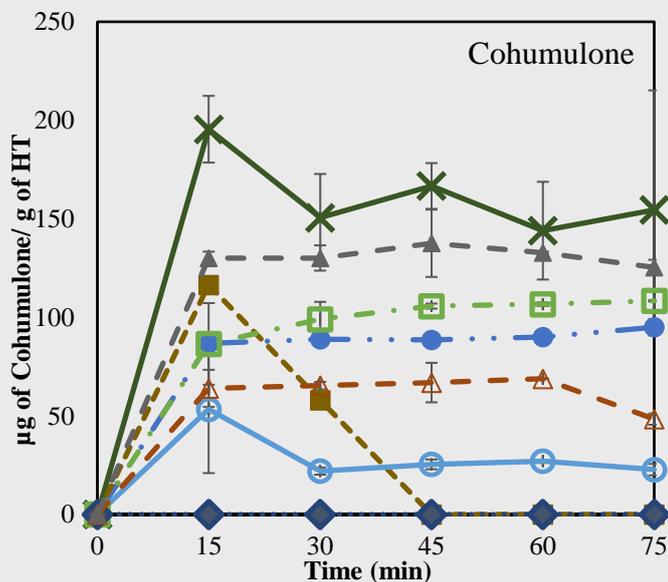
como para a indústria de alimentos, entre elas capacidades sedativas, antimicrobianas e saborizantes (HRNCIC et al, 2019). Isso mostra que o reaproveitamento do *hot trub* tem potencial, não só ecológico, mas, também, econômico.

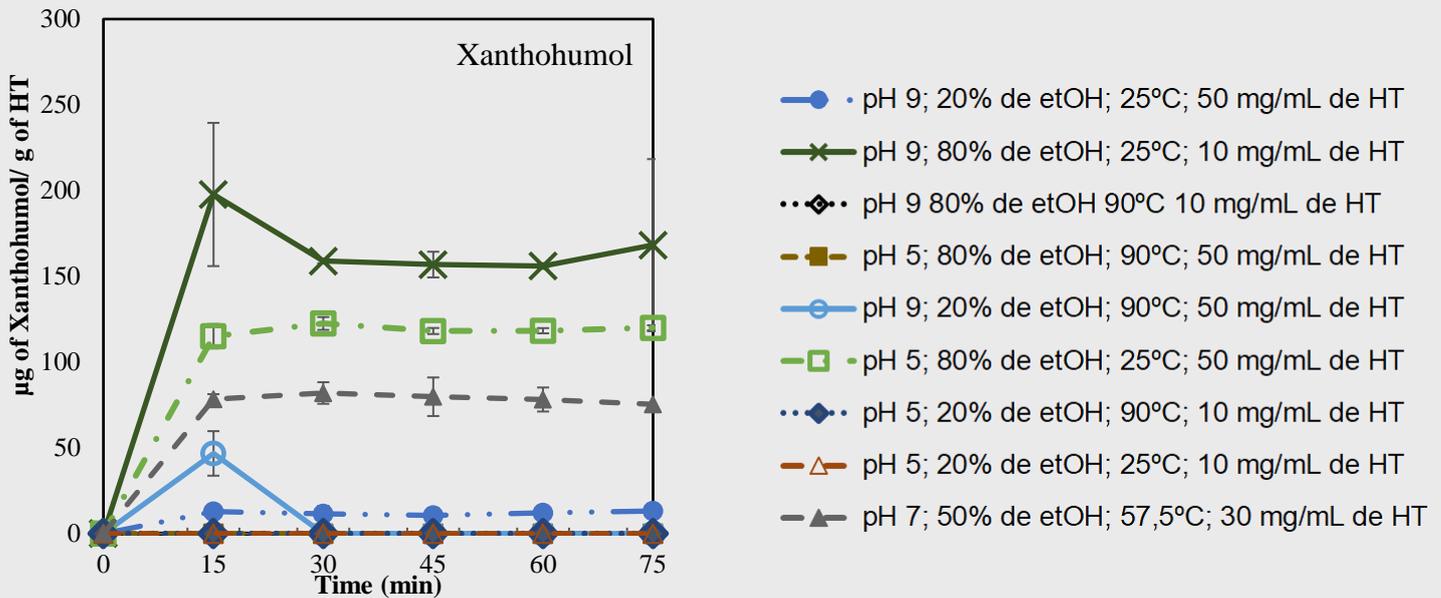
Tabela 2. Variáveis para produção de soluções hidroalcóolicas

Ensaio	pH	Conc EtOH % (mL/100mL)	Temp (°C)	Conc sólidos (mg/mL)
1	9	20	25	50
2	9	80	25	10
3	9	80	90	10
4	5	80	90	50
5	9	20	90	50
6	5	80	25	50
7	5	20	90	10
8	5	20	25	10
9	7	50	58	30



Para promover a extração do xanthohumol e ácidos amargos, foi feita uma extração por solvente com soluções etanólicas. De forma a determinar a influência do tempo e das condições de processo, as extrações foram realizadas em uma cinética usando o design experimental de Plackett-Burman. Por fim, as concentrações foram determinadas por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) e as curvas foram analisadas pelos modelos matemáticos de Peleg e So & Macdonald.





A partir das curvas da cinética pode-se comprovar que os ácidos amargos e o xanthohumol são extraídos apenas por lavagem. Esse mecanismo pode ser justificado pelas características das partículas do *hot trub*, as quais são formadas por aglomerações de proteínas com ácidos amargos e proteínas com polifenóis (KÜHBECK et al, 2016; LU et al, 2020).

Outra consideração a ser feita é que nos ensaios à alta temperatura (90°C) a evaporação do solvente causa uma subida das curvas, o que não significa que esses ensaios sejam necessariamente mais eficientes durante a lavagem.

Ao analisar matematicamente as curvas uma adaptação do modelo de So & Macdonald, na qual se desconsidera qualquer difusão, foi o que melhor representou o caso ótimo de extração (razão sólido solvente de 10 mg/mL, temperaturas de 25°C, concentração alcóolica de 80% e tempo de 15 minutos).

$$C = C_1(1 - EXP(-Kt))$$

Onde C é a concentração do composto de interesse, C₁ é a concentração final de equilíbrio e k é a taxa de transferência de massa.



Nos casos com temperatura elevada a evaporação da solução etanólica promoveu desvios e, devido ao formato resultante da curva, o modelo de Peleg se aplica melhor.

$$C = \frac{t}{K_1 + K_2 t}$$

Onde C é a concentração do composto de interesse, t é o tempo, K1 é a constante da taxa de extração e K2 é a constante de capacidade de Peleg.

Trabalho de Iniciação Científica do Departamento de Engenharia de Alimentos FEA Unicamp

2019 - 2020

Aluno: Rafael Gherson Figueiredo

Orientadora: Profa. Dra. Miriam Dupas Hubinger

Coorientadora: Klycia Fidélis Cerqueira e Silva



Bibliografia

COLEN, L.; SWINNEN, J. **Economic Growth, Globalisation and Beer Consumption**. Journal of Agricultural Economics, v. 67, n. 1, p. 186–207, fev. 2016.

HOLDINGS, K. **Kirin Beer University Report Global Beer Production by Country in 2017**. Disponível em: https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2018/0809_01.html#anc01. Acesso em: 15 de outubro de 2020.

HRNCIC, M. K. et al. **Hop compounds: Extraction techniques, chemical analyses, antioxidative, antimicrobial, and anticarcinogenic effects**. Nutrients MDPI, fev, 2019.

JAKUBOWSKI, M. et al. **An assessment of the potential of shadow sizing analysis and Particle Image Velocimetry (PIV) to characterize hot trub morphology**. Journal of Food Engineering, v. 173, p. 34–41, mar. 2016.

KÜHBECK, F., SCHÜTZ, M., THIELE, F., KROTTENTHALER, M., BACK, W., 2006. **Influence of Lauter Turbidity and Hot Trub on Wort Composition, Fermentation, and Beer Quality**. Journal of the American Society of Brewing Chemists 64, 16–28.

MATHIAS, T. R. DOS S.; MELLO, P. P. M. DE M.; SÉRVULO, E. F. C. **Solid wastes in brewing process: A review**. Journal of Brewing and Distilling, v. 5, n. 1, p. 1–9, jul. 2014.

NAN, G. et al. **Solid-liquid extraction of daidzein and genistein from soybean: Kinetic modeling of influential factors**. Preparative Biochemistry and Biotechnology, v. 48, n. 10, p. 946–953, 2018.