

## PRÉ-TRATAMENTO E FERMENTAÇÃO DA BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA DE BAGAÇO DE MALTE CERVEJEIRO PARA OBTENÇÃO DE PRODUTOS DE ELEVADO VALOR AGREGADO

JULIA MARTH<sup>1</sup>, NICOLE R. FARIAS<sup>2</sup>, ALINE P. DRESCH<sup>3</sup>, ROGÉRIO M. DALLAGO<sup>4</sup>, SÉRGIO L. A. JÚNIOR<sup>5</sup>, GUILHERME M. MIBIELLI<sup>5</sup>, JOÃO P. BENDER<sup>6</sup>

### 1 Introdução

Os resíduos lignocelulósicos vem ganhando grande destaque como matriz renovável para a obtenção de fontes de energia sustentáveis, como o etanol 2G, além de produtos com elevado valor agregado. O material lignocelulósico é composto principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, arrançados em uma estrutura cristalina vegetal altamente estável que deve ser rompida mediante pré-tratamentos, a fim de disponibilizar as frações de interesse de forma isolada, para posterior beneficiamento (RODRIGUES et al., 2017).

Nesse sentido, o bagaço de malte, resíduo do processo produtivo de cervejarias, formado pela parte sólida obtida da filtração do mosto cervejeiro antes da fervura e constituído principalmente de restos de casca e polpa de malte, surge como uma opção com enorme potencial de aproveitamento. Além de seu valor financeiro e alta disponibilidade, outro atrativo dessa biomassa são suas características químicas, sendo muito rico em carboidratos, como glicose e xilose, que através de processos biotecnológicos podem ser convertidos em produtos de maior valor agregado (MUSSATTO, 2013).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é valorar a biomassa de bagaço de malte de cevada, a fim de sintetizar produtos de maior valor agregado, como xilitol e etanol.

### 2 Objetivos

Caracterizar a biomassa do bagaço de malte de cevada quanto aos teores de umidade, cinzas, extrativos, lignina solúvel e insolúvel, proteína, hemicelulose e celulose. Realizar ensaios de pré-tratamento e hidrólise da biomassa de bagaço de malte de cevada, e avaliar a

<sup>1</sup>Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, Grupo de pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos, contato: julia.marth@estudante.uffs.edu.br

<sup>2</sup>Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó

<sup>3</sup>Mestra, Universidade Federal do Paraná, *Campus* Palotina.

<sup>4</sup>Docente, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões, *campus* Erechim

<sup>5</sup>Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó

<sup>6</sup>Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, **Orientador**.

produção de etanol e/ou xilitol por meio da fermentação do hidrolisado rico em hemicelulose, utilizando a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae*.

### 3 Metodologia

O bagaço de malte cervejeiro foi gentilmente cedido pela cervejaria (Nordus), localizada no município de Chapecó. Primeiramente as amostras foram secas em estufa a 55 °C durante 72 h e moídas em moinho de facas do tipo Willey para obter um tamanho de partículas inferior a 0,60 mm. Em seguida, foi realizada a caracterização físico-química de acordo com a metodologia descrita pela National Renewable Energy Laboratory (SLUITER et al., 2012).

Para solubilizar as hemiceluloses, foi realizado um pré-tratamento em autoclave em uma condição ótima previamente realizada pelo grupo de pesquisa, na qual se utilizaram 20 g de biomassa, 200 mL de uma solução de ácido oxálico 4,5% m/v, a 125,6 °C e 1,4 bar por 24 min (SCHMIDT et al., 2023). Após o pré-tratamento, a amostra foi filtrada, a fração líquida foi neutralizada com hidróxido de cálcio (em pó) até pH 5-6, após a neutralização filtrado novamente para possível precipitação do sódio. A quantificação do teor de sódio no hidrolisado foi realizado em fotômetro de chama.

Para produção de etanol e/ou xilitol, o hidrolisado foi suplementado com 1% de extrato de levedura e 2% de peptona bacteriológica e filtrado com sistema estéril de filtração à vácuo (membrana PES de 0,22 µm). Para a fermentação, foi adicionado 50 mL do hidrolisado e 1 µL do pré-inóculo da levedura comercial *S. cerevisiae* em um shaker a 30°C, 145 rpm, por 96 h. Alíquotas do hidrolisado no tempo zero e de aproximadamente 12 em 12h foram coletados, centrifugadas a 9000 rpm por 5 min, filtradas e analisadas em Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), em termos dos teores de carboidratos e da produção de etanol e/ou xilitol.

### 4 Resultados e Discussão

Os resultados referentes a caracterização físico-química do bagaço de malte cervejeiro (são apresentados na Tabela 1).

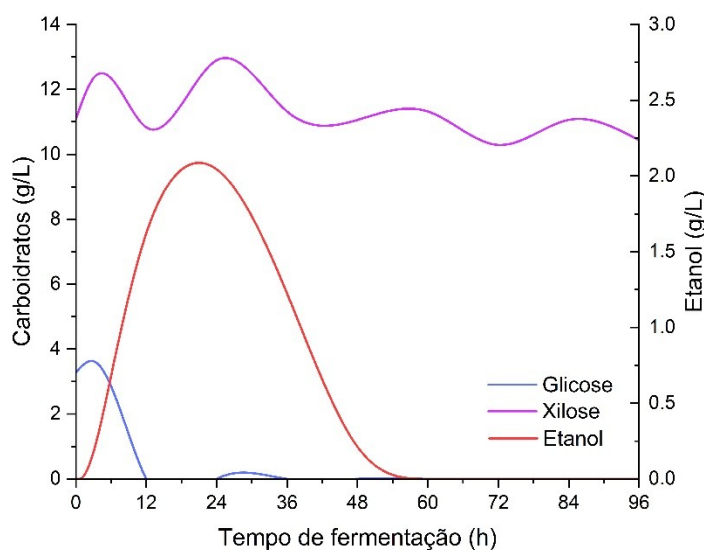
Tabela 1 - Composição físico-química do bagaço de malte.

Composição (%)					
Cinzas	Extrativos	Lignina Total	Proteína	Celulose	Hemicelulose
2,60 ± 0,26	23,70 ± 0,47	17,91 ± 1,10	22,03 ± 1,12	16,74 ± 0,25	17,71 ± 0,22

Tendo em vista que a composição físico-química depende do lote do bagaço de malte utilizado, do tipo de cerveja produzido, e das etapas de produção, os resultados são coerentes com outros resultados encontrados na literatura para a mesma biomassa (MASSARDI, MASSINI E SILVA, 2020).

A partir de estudos realizados anteriormente pelo grupo de pesquisa, onde buscou-se produzir xilitol a partir do bagaço de malte cervejeiro, foi encontrado um efeito inibitório na fermentação exercido pela quantidade elevada de ácido oxálico (ou oxalato) presente nos hidrolisados (cerca de 45 g/L) (SCHMIDT et al., 2023). Diante disso, foi realizado a tentativa de neutralização com hidróxido de cálcio, para tentar precipitar o oxalato na forma de oxalato de cálcio. Após análise em fotômetro de chama, o teor de sais presente no hidrolisado era baixo (1,2 mg/L de sódio e 0,7 mg/L de cálcio). No entanto, apesar dos teores de carboidratos serem elevados (4,83 g/L de glicose e 15,97 g/L de xilose) e o teor de inibidores ser baixo (0,002 g/L de furfural e 0,005 g/L de HMF não foi possível produzir etanol e/ou xilitol (Figura 1).

Figura 1 – Concentração de glicose, xilose e etanol após 96 h de fermentação pela linhagem *S. cerevisiae*.



Mesmo em condições ótimas de temperatura e pH, não houve produção de etanol. A partir disso, é possível analisar que a xilose não foi consumida pela levedura *S. cerevisiae*, a

qual seria necessária o consumo para a produção do etanol, sendo assim algum fator esta desfavorecendo esse consumo, podendo ser algum composto não identificado em meio as condições favoráveis de temperatura e pH, levando em consideração que essa levedura só é capaz de produzir etanol se geneticamente modificada e em ótimas condições.

A levedura apresentou capacidade de consumir a glicose, o que não ocorreu igualmente com a xilose, os fatores para qual isso acontece, é a linhagem da levedura, a qual metaboliza mais facilmente a glicose, e não a xilose, devida a levedura ter preferencia naturalmente pela glicose, apenas em leveduras modificadas ocorre o consumo da xilose (PETRIN, 2021), podendo assim ser um fator que inibiu a produção de etanol nesse estudo.

## 5 Conclusão

Apesar da eficiente solubilização dos carboidratos após o pré-tratamento ácido (4,83% de glicose e 15,97% de xilose), não foi possível produzir etanol e xilitol a partir da fermentação com a linhagem *S. cerevisiae.*, mesmo com a tentativa de precipitação do oxalato na forma de oxalato de sódio, possivelmente ainda existem outros fatores limitantes à atuação das leveduras, tendo em vista que o hidrolisado usado para a fermentação estava com baixa concentração de inibidores e em condições ótimas para a fermentação. As implicações negativas do uso de ácidos fracos, como o ácido oxálico, devem ser reavaliadas, principalmente quando sua aplicação envolver alguma rota fermentativa.

## Referências Bibliográficas

MASSARDI, M. M.; MASSINI, R. M. M.; SILVA, D. DE J. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE MALTE E AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL PARA OBTENÇÃO DE PRODUTOS DE VALOR AGREGADO. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 1, p. 0083–0091, 06 ago. 2024.

MUSSATTO, S.I. 2014. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. **J. Sci. Food Agric.**, 94: 1264-1275. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6486>

SLUITER, A. et al. **Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP) (Revised August 2012)**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<[http://www.nrel.gov/biomass/analytical\\_procedures.html](http://www.nrel.gov/biomass/analytical_procedures.html)>.

SCHMIDT, A. R. **Pré-tratamento de bagaço de malte cervejeiro com ácido oxálico para solubilização de hemicelulose e obtenção de xilitol e compostos orgânicos voláteis.** 2023. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2023. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/7609>. Acesso em: 09 de ago de 2024.

RODRIGUES, C. et al. Materiais lignocelulósicos como matéria-prima para a obtenção de biomoléculas de valor comercial. **Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria.** São Paulo: Blucher, v. 4, p. 283-314., 2017.

PETRIN, T. H. C. **Engenharia metabólica de *Saccharomyces cerevisiae*: assimilação de xilose e evolução adaptativa em linhagens industriais visando a produção de etanol.** 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-23032023-083239/pt-br.php>. Acesso em: 10 de ago de 2024.

**Palavras-chave:** Valoração de resíduos; hidrólise ácida; xilose; xilitol; etanol.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES 2023 - 0521

**Financiamento:** CNPq.