

Farinha de bagaço de malte com micélio de *Pleurotus albidus*: a biotransformação como estratégia para a valorização do resíduo cervejeiro

Gabriela Simon Rohling | gabriela.sr2008@aluno.ifsc.edu.br¹
Khaua Winicius Gomes Souza | khaua.ws09@aluno.ifsc.edu.br²
Fernanda Sawitzki Stadler | fernanda.s2009@aluno.ifsc.edu.br³
Gabriela Bonamigo Dinon | gabriela.d25@aluno.ifsc.edu.br⁴
Giulia Luiza Rodrigues da Silva | giulia.ls@aluno.ifsc.edu.br⁵
Fernanda Stoffel | fernanda.stoffel@ifsc.edu.br⁶

Editais 03/2025/PROPPi e 19/2025/IFSC-SMO
Trabalho de Pesquisa

DT 2 - Meio Ambiente, Agroindústrias, Territórios e Sustentabilidade Socioambiental

Resumo:

Bagaço de malte (BM) é o principal resíduo da indústria cervejeira. Seu principal destino é a alimentação animal. Devido à sua composição nutricional, o BM vem sendo estudado para uso na alimentação humana. Este trabalho teve como objetivo obter e caracterizar uma farinha de BM com micélio de *P. albidus*. BM foi cultivado em estado sólido com *P. albidus*, a 25°C, até a completa colonização do meio. Após, o conteúdo foi seco, transformado em farinha e caracterizado por análises físico-químicas e atividade antioxidante. Os resultados demonstram um incremento de 62% no teor de proteína, em comparação com a farinha de BM sem micélio (controle), além de maior atividade antioxidante. Conclui-se que farinha obtida possui potencial para utilização como ingrediente para alimentos, sendo uma estratégia para valorização do BM pela biotransformação mediante o cultivo com micélio.

Palavras-chave: bagaço de malte; biotransformação; proteínas; atividade antioxidante; sustentabilidade.

Introdução

Bagaço de malte (BM) representa 85% dos resíduos gerados em cervejarias. Geralmente, BM é destinado para a alimentação animal, mas é também uma excelente matéria-prima para o cultivo de fungos.

^{1,2,3,4,5} Estudante do curso técnico integrado em alimentos do IFSC – Câmpus São Miguel do Oeste.

⁶ Servidor professor EBTT - área de alimentos do IFSC – Câmpus São Miguel do Oeste.

Fungos comestíveis podem ser utilizados na biotransformação de bagaços agroindustriais, promovendo a valorização destes por incremento nutricional, especialmente de proteínas, e de compostos bioativos.

Espécies do gênero *Pleurotus* são comestíveis e popularmente conhecidos como cogumelo ostra ou *Shimeji*. A espécie *Pleurotus albidus* é encontrada na Mata Atlântica, mas ainda é pouco estudada e não é cultivada comercialmente.

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo obter uma farinha de bagaço de malte colonizada por micélio de *P. albidus*, como estratégia para valorização do resíduo cervejeiro por meio do processo de biotransformação. A farinha obtida foi analisada quanto as características físico-químicas e de atividade antioxidante, contribuindo para a formação técnica e científica de estudantes do IFSC-SMO.

Fundamentação teórica

A produção de cerveja gera uma grande quantidade de resíduos, sendo o principal deles o bagaço de malte (BM). Estima-se que, para cada 100 litros de cerveja produzidos, são gerados cerca de 20 kg de bagaço úmido. Desta forma, é importante estudar novas destinações para esse resíduo, evitando impactos ambientais. Em sua composição química, BM possui fibras alimentares, proteínas, minerais e pequenas quantidades de lipídios. Apesar disso, seu uso na alimentação humana ainda é limitado, sendo mais comum sua destinação para alimentação animal (Lynch *et al.*, 2016).

Diante desse cenário, a valorização de resíduos agroindustriais tem se tornado cada vez mais importante. Uma das formas de agregar valor ao bagaço de malte é transformá-lo em novos produtos ou ingredientes com melhores características nutricionais. Uma alternativa promissora para isso é a biotransformação, que consiste na utilização de microrganismos para modificar a composição de um material. No caso do BM, pode-se utilizar fungos para promover essas transformações. Um dos processos mais utilizados é o cultivo em estado sólido, na qual o fungo cresce diretamente sobre o material sólido (Stoffel *et al.*, 2021).

Entre os fungos comestíveis, o gênero *Pleurotus* é bastante conhecido e popular na alimentação (*Shimeji*). Eles apresentam capacidade de crescer em diferentes tipos de

matérias-primas, produzindo enzimas que degradam materiais complexos, como as fibras presentes no BM. A espécie *Pleurotus albidus* é encontrada no Brasil, especialmente na Mata Atlântica, mas ainda é pouco estudada e utilizada. Por isso, seu uso em processos de biotransformação representa uma oportunidade de inovação, podendo gerar novos produtos e aplicações. Além disso, a biotransformação pode aumentar a quantidade de compostos bioativos, que são substâncias que trazem benefícios à saúde (Gambato *et al.*, 2016).

Atualmente, há uma grande busca por ingredientes alimentares que aliem saudabilidade e sustentabilidade. Nesse contexto, o aproveitamento do BM por meio da biotransformação com *P. albidus* representa uma estratégia interessante para reduzir resíduos e desenvolver novos ingredientes com maior valor nutricional.

Procedimentos metodológicos

O bagaço de malte (BM) foi cedido por uma cervejaria local (Descanso – SC), oriundo de cerveja estilo Pilsen. O micro-organismo utilizado foi a estirpe selvagem *Pleurotus albidus* 88F (Figura 1) (micoteca do Laboratório de Enzimas e Biomassas, UCS-RS). Para constituição do inóculo, transferiu-se 1 cm² de micélio para placas de Petri, contendo meio PDA estéril (Merck®, Alemanha), incubadas à 24 ± 1°C, até completa colonização do meio (15 dias). O projeto está cadastrado no SISGEN sob nº A710A74.

Figura 1. Basidioma *Pleurotus albidus* 88F (esquerda) e micélio em placas (direita)



Fonte: Próprio autor - arquivo pessoal.

O cultivo em estado sólido e a obtenção da farinha foram realizados de acordo com Stoffel *et al.* (2021). O meio de cultivo contou com 180 g de BM, colocados em frascos de

vidro, autoclavados à 121 atm por 1 h. Após resfriamento, cada frasco foi inoculado com $\frac{1}{4}$ de placa com micélio fúngico e incubados à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, até a completa colonização do meio. Amostra de BM sem inóculo foi mantida para controle.

Depois de colonizados, o material foi seco em estufa com circulação de ar à 50°C , por 24 h, moído em moinho de facas tipo Willey (1750 rpm, Solab) e peneirado (10 *mesh* - tamanho de partícula $< 2,0$ mm) para obtenção de uma farinha de bagaço de malte com micélio de *P. albidus*, que foi armazenada sacos de polietileno, ao abrigo da luz, à 5°C até a realização das análises. A amostra de BM controle foi submetida ao mesmo procedimento para obtenção da farinha controle.

As amostras foram analisadas quanto as características físico-químicas de umidade (por gravimetria em estufa à 105°C até massa constante), teor de cinzas (incineração em mufla à 550°C por 5 h) e de proteínas (micro Kjeldahl) (IAL, 2008).

A atividade antioxidante total foi determinada pelos métodos de redução do ferro (FRAP) (Rufino *et al.*, 2006) e método molibdênio (Prieto *et al.*, 1999) a partir de extratos obtidos das farinhas (1 g de cada amostra em 10 mL de álcool 70%, 1 h, sob agitação, seguidos de filtração). Os resultados foram expressos em μmol de Trolox equivalente por 100 g de amostra ($\mu\text{mol TEAC.100g}^{-1}$).

Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos por estudantes do terceiro ano do curso técnico integrado em alimentos do IFSC – SMO como parte das atividades de do projeto integrador, supervisionados pela orientadora. As análises foram conduzidas em triplicata e os resultados expressos como média e desvio padrão, submetidos a análise de variância (ANOVA), com pós teste de Tukey, nível de significância de 5%.

Resultados e discussões

Na tabela 1, estão os resultados das análises de características físico-químicas de amostras de farinhas.

Tabela 1 – Características físico-químicas das amostras

Análise	Farinha de bagaço de malte <u>com</u> micélio	Farinha de bagaço de malte <u>sem</u> micélio
Umidade (%)	5,8 ± 0,5 ^a	4,8 ± 0,4 ^b
Cinzas (%)	4,2 ± 0,0 ^a	3,1 ± 0,0 ^b
Proteínas (%)	23,6 ± 0,5 ^a	16,3 ± 0,4 ^b

^{a, b} Letras iguais na mesma linha significam que não houve diferença significativa para o parâmetro analisado.

Fonte: elaborada pelo autor a partir de resultados analíticos.

Observa-se que as amostras de farinha de BM com micélio de *P. albidus* possuem maior teor de umidade do que a amostra controle, mas que ambos os teores de umidade estão de acordo com a legislação, pois farinha podem ter até 15% de umidade (BRASIL, 2022).

Foi observado aumento significativo no teor de cinzas e de proteínas da farinha com micélio em comparação com a controle, representando incrementos de 35% e 61%, respectivamente. Este resultado é superior ao reportado por Stoffel *et al.* (2021), que determinou aumento de 42% no teor proteico de bagaço de malte colonizado por *P. albidus*.

Maior valor de atividade antioxidante (Tabela 2) foi determinada na amostra de farinha de BM com micélio de *P. albidus*, em ambas as análises.

Tabela 2 – Atividade antioxidante (μM TEAC.100 g⁻¹)

Ensaio	Farinha de bagaço de malte <u>com</u> micélio	Farinha de bagaço de malte <u>sem</u> micélio (controle)
Método molibdênio	8755 ± 4 ^a	8301 ± 0 ^b
Método FRAP	423 ± 8 ^a	104 ± 11 ^b

^{a, b} Letras iguais na mesma linha significam que não houve diferença significativa para o parâmetro analisado.

Fonte: elaborada pelo autor a partir de resultados analíticos.

Estes resultados sugerem que o bioprocessamento com *P. albidus* realça a atividade biológica de compostos bioativos presentes no bagaço de malte.

Considerações finais

Neste trabalho, farinha de BM com micélio de *P. albidus* foi obtida e caracterizada conforme os objetivos propostos. A farinha obtida pelo bioprocessamento possui teor de umidade



que atende à legislação vigente, maior teor de cinzas e de proteína e maior atividade antioxidante do que a farinha controle. A farinha desenvolvida apresenta potencial para aplicação em alimentos, como ingrediente de fonte alternativa de proteína.

Este trabalho é parte do projeto integrador desenvolvido por estudantes do curso técnico integrado em alimentos, contribuindo para a formação profissional por meio da vivência e da aplicação de conhecimentos construídos no curso na busca por soluções para a problemática de resíduos sólidos gerados em cervejarias.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao fomento recebido pelos editais: PROPPI nº 03/2025 e Edital IFSC-SMO nº 19/2025.

Referências

BRASIL. Resolução-RDC nº711, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. **Diário Oficial na União**: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022.

GAMBATO, Gabriela. et al. Evaluation of productivity and antioxidant profile of solid-state cultivated macrofungi *Pleurotus albidus* and *Pycnoporus sanguineus*. **Bioresource Technology**, Caxias do Sul, ano 2016, p. 46-51, 4 fev. 2016.

LYNCH, Kieran. et al. **Brewers' spent grain**: A review with an emphasis on food and health. Review article: Institute of Brewing & Distilling, Wiley Online Library, ano 2016, v. 122, p. 553-568, 17 jul. 2016.

PRIETO, P., PINEDA, M., AGUILAR, M Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. **Analytical Biochemistry**, San Alberto Magno, ano 1999, v. 269, p. 337–341, 10 nov. 1998.

RUFINO, Maria. et al. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. Comunicado técnico 125, Fortaleza, ano 2006, dezembro de 2006.

STOFFEL, Fernanda. et al. Production of edible mycoprotein using agroindustrial waste: Influence on nutritional, chemical and biological properties. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Caxias do Sul, ano 2019, v. 58, p. 102227, 7 set. 2019.