

APROVEITAMENTO DO BAGAÇO DE MALTE NA PRODUÇÃO DE PÃO

Marcelly Miranda Rodrigues, Ingrid Carvalho Moreira, Geanderson Leonardo de Lima Pereira, Tarcísio Lima Filho.

Universidade Federal do Espírito Santo/Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Alto Universitário - 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, marcellymiranda980@gmail.com, ingrid.carvalho1902@gmail.com, geandersonllima@gmail.com, tarcisio.lima@ufes.br.

Resumo

A farinha do bagaço de malte é derivada do principal subproduto da indústria cervejeira e, embora tradicionalmente utilizada na fabricação de rações, apresenta potencial de reaproveitamento em alimentos, devido ao seu elevado teor de fibras. Este estudo teve como objetivo aplicar a farinha do bagaço de malte como substituto parcial da farinha de trigo em pães e avaliar os efeitos tecnológicos dessa substituição. As formulações foram analisadas quanto à textura, volume específico, teor de umidade e cor. Os resultados mostraram que a substituição de 20% da farinha de trigo por farinha do bagaço de malte não alterou significativamente o volume específico, a umidade e a maioria dos parâmetros de textura das amostras. Entretanto, foram observadas diferenças evidentes na cor dos pães, atribuídas à tonalidade naturalmente mais escura da farinha do bagaço de malte. Assim, a utilização desse ingrediente mostrou-se promissora, sem comprometer as características tecnológicas dos pães, além de agregar valor a um resíduo da indústria cervejeira e contribuir para a sustentabilidade do setor.

Palavras-chave: Panificação. Subproduto de cervejaria. Economia circular.

Área do Conhecimento: Ciências da saúde – Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Introdução

A indústria cervejeira é uma das mais importantes do setor de bebidas, destacando-se por sua relevância socioeconômica em nível mundial. A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida globalmente e ocupa o terceiro lugar no consumo total de bebidas, atrás apenas da água e do chá (Habschied et al., 2020). No processamento de cervejas são geradas grandes quantidades de resíduos. O bagaço de malte é o subproduto mais abundante, resultante da etapa de mosturação, representando cerca de 85% de todos os resíduos sólidos, consistindo principalmente de cascas de cevadas maltadas (Costa et al., 2020).

O bagaço de malte possui elevado valor nutricional, devido à sua composição rica em fibras, proteínas e minerais (Mussatto; Dragone; Roberto, 2006). Seu destino tem sido voltado à alimentação animal ou ao descarte inadequado (Jacometti et al., 2015). Nesse sentido, o aproveitamento de subprodutos agroindustriais tem despertado crescente interesse, uma vez que esses materiais podem representar fontes de baixo custo, com alta disponibilidade e elevado valor nutricional, contribuindo para a sustentabilidade e a valorização de resíduos industriais (Nasir et al., 2023).

Entre as possibilidades de reaproveitamento, está a incorporação do bagaço de malte em alimentos panificados, como bolos, biscoitos e pães; produtos amplamente consumidos. A substituição parcial da farinha de trigo por farinha do bagaço de malte possibilita a reformulação desses alimentos, agregando maior valor a eles, além de promover potenciais benefícios nutricionais e funcionais ao consumidor (Tombini et al., 2024). Além disso, o bagaço de malte pode ser utilizado para melhorar a cor e a textura dos pães, auxiliando na melhora da qualidade sensorial do produto. Entretanto, altos níveis de substituição da farinha tradicional por farinha do bagaço de malte podem afetar as propriedades tecnológicas do produto reformulado, como o volume, textura, cor e estabilidade da massa (Wirkijowska et al., 2020).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da aplicação da farinha do bagaço de malte nos aspectos tecnológicos de cor, textura, volume específico e umidade de uma formulação de pão.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Metodologia

As análises foram realizadas no Laboratório de Operações Unitárias e Laboratório de Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEAL) da UFES, campus Alegre.

As etapas de produção e a formulação dos pães foram definidas a partir de testes preliminares. O preparo seguiu as boas práticas de fabricação.

Os ingredientes utilizados estão descritos na Tabela 1. A formulação das diferentes amostras de pães foi a mesma, variando apenas os teores de farinha de trigo e farinha do bagaço de malte.

Tabela 1 - Formulações dos pães.

Ingredientes	CT ¹ (g)	PBM(20%) ² (g)
Farinha de trigo	75	60
Farinha do bagaço de malte	-	15
Óleo de soja	5,33	5,33
Açúcar	4,05	4,05
Leite em pó	4,05	4,05
Melhorador	1,35	1,35
Fermento biológico	0,98	0,98
Sal	2,03	2,03
Vinagre	2,03	2,03
Água	45	45

CT¹: Amostra controle; PBM(20%)²: Amostra com substituição parcial de farinha de trigo por 20% de farinha do bagaço de malte.

Fonte: autores (2025).

Para a elaboração dos pães, inicialmente os ingredientes secos foram pesados e misturados em bacia de aço inox. Após esse processo, os ingredientes líquidos foram pesados e adicionados ao recipiente contendo os secos. A mistura foi então homogeneizada em batedeira planetária, equipada com gancho para massas pesadas, por 15 minutos, até a obtenção de uma massa homogênea e macia. Em seguida, as massas foram acondicionadas em formas previamente untadas, e foram levadas para estufa à 40°C, permanecendo por uma hora e meia, para o processo de fermentação. Após a fermentação, as massas foram assadas em forno elétrico com circulação de ar, a 180 °C por 30 minutos. Após a cocção, os pães resfriaram em temperatura ambiente por 2 horas, e em seguida as análises foram realizadas.

Cada formulação foi analisada quanto ao teor de umidade (IAL, 2008), perfil de textura (Costa, 2022), volume específico (Soares et al., 2006) e determinação de cor (Carvalho et al., 2023).

As análises foram realizadas em três repetições. O volume específico foi conduzido em três repetições e em triplicata. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com nível de significância de 5%.

Resultados

A Tabelas 2, Tabela 3 e Tabela 4 apresentam os resultados obtidos nas análises de volume específico e umidade, perfil de textura e determinação de cor, respectivamente, realizadas na amostra controle (100% de farinha de trigo) e amostra com 20% de substituição de farinha de trigo por farinha do bagaço de malte.

Os valores de volume específico e umidade das formulações de pão estão apresentados na Tabela 2.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 2 - Variáveis respostas volume específico e umidade das diferentes formulações de pão (média desvio $\pm$ padrão).

Amostras	Volume específico (cm ³ /g)	Umidade (%)
CT ¹	1,32 $\pm$ 0,02 ^a	22,86 $\pm$ 2,69 ^a
PBM(20%) ²	1,33 $\pm$ 0,14 ^a	21,40 $\pm$ 1,73 ^a

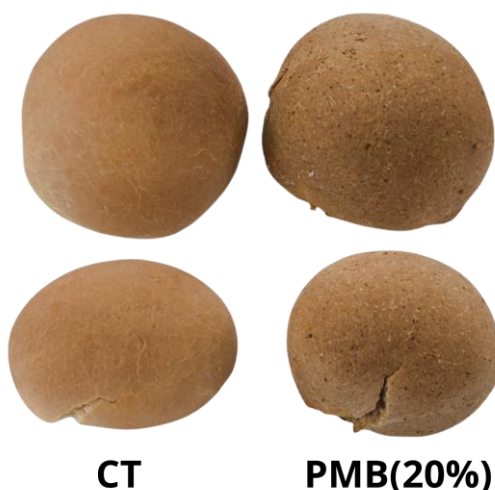
CT¹: Amostra controle; PBM(20%)²: Amostra com substituição parcial de farinha de trigo por 20% de farinha do bagaço de malte.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pela ANOVA.

Fonte: autores (2025).

A Figura 1 apresenta a aparência visual das formulações de pães.

Figura 1 - Formulações dos pães.



CT

PMB(20%)

CT: Amostra controle; PBM(20%): Amostra com substituição parcial de farinha de trigo por 20% de farinha do bagaço de malte.

Fonte: autores (2025).

A Tabela 3 apresenta os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade, relacionados à textura das amostras.

Tabela 3 - Variáveis respostas textura instrumental das diferentes formulações de pão (média desvio $\pm$ padrão).

Amostras	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade (mm)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (mj)
CT ¹	24,67 $\pm$ 4,47 ^a	0,68 $\pm$ 0,05 ^a	6,50 $\pm$ 0,11 ^a	16,54 $\pm$ 1,78 ^a	107,70 $\pm$ 13,16 ^a
PMB(20%) ²	30,09 $\pm$ 10,74 ^a	0,61 $\pm$ 0,03 ^a	5,94 $\pm$ 0,11 ^b	18,29 $\pm$ 5,87 ^a	108,27 $\pm$ 32,62 ^a

CT¹: Amostra controle; PBM(20%)²: Amostra com substituição parcial de farinha de trigo por 20% de farinha do bagaço de malte.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pela ANOVA.

Fonte: autores (2025).

As coordenadas de cor (L*, a*, b*, C*, h° e ΔE) obtidas para as formulações dos pães estão descritas na Tabela 4.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 4 - Variáveis respostas cor instrumental das diferentes formulações de pão (média desvio $\pm$ padrão).

Amostras	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE
CT ¹	76,54 $\pm$ 2,79 ^a	3,15 $\pm$ 0,97 ^a	19,04 $\pm$ 0,44 ^a	19,31 $\pm$ 0,58 ^a	80,66 $\pm$ 2,64 ^a	-
PMB(20%) ²	62,11 $\pm$ 1,25 ^b	5,08 $\pm$ 0,34 ^b	16,02 $\pm$ 0,13 ^b	16,80 $\pm$ 0,19 ^b	72,42 $\pm$ 1,07 ^b	14,92 $\pm$ 3,06

CT¹: Amostra controle; PMB(20%)²: Amostra com substituição parcial de farinha de trigo por 20% de farinha do bagaço de malte.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pela ANOVA.

Fonte: autores (2025).

Discussão

Analisando a Tabela 2, observa-se que não houve diferença significativa entre os volumes específicos e os teores de umidade das amostras de pão. O glúten é a proteína responsável por formar a rede glutâmica que sustenta e retém o ar expandido durante o processo fermentativo, contribuindo para o aumento do volume da massa e, consequentemente, para uma textura mais macia no produto final (Hernández-Figueroa et al., 2024). Assim, a substituição de 20% da farinha de trigo por farinha do bagaço de malte não afetou esse parâmetro.

A umidade do pão é um atributo diretamente associado à estabilidade do produto e influencia a aceitação sensorial, pois está relacionada à percepção de frescor e maciez em produtos panificados (Dorigon et al. 2024). Neste estudo, a umidade foi preservada mesmo com a substituição de 20% da farinha de trigo. Esses resultados são satisfatórios, indicando que a adição de farinha do bagaço de malte ao nível de 20% não comprometeu tais características. Teixeira et al. (2018) relataram teor de umidade de 30,89% em formulação de pão com adição de 20% de farinha do bagaço de malte. Comparando com o presente estudo, os valores observados foram inferiores aos encontrados pelos autores, provavelmente em razão de diferenças nas formulações e etapas de processamento.

Com relação ao perfil de textura (Tabela 3), a substituição afetou apenas o parâmetro de elasticidade, sendo o pão com bagaço de malte menos elástico (5,94 $\pm$ 0,11 mm) que o controle (6,50 $\pm$ 0,11 mm). A elasticidade corresponde à capacidade de um material deformado retornar à sua condição inicial após a remoção da força aplicada (Szczeniak, 2002). A redução observada pode estar associada ao teor de fibras da farinha do bagaço de malte. Essas fibras possuem a característica de reter água, diminuindo a disponibilidade para hidratação das proteínas do glúten, responsáveis pela formação da rede glutâmica, o que compromete a integridade da rede e resulta em uma massa menos extensível e com menor elasticidade (Nawrocka et al., 2017).

Na Tabela 4, são apresentados os parâmetros de cor das amostras de pão. Todos diferiram significativamente, confirmando que a substituição de 20% da farinha de trigo por farinha do bagaço de malte alterou a coloração dos pães. De modo geral, a amostra com farinha de bagaço de malte apresentou redução em todos os parâmetros avaliados.

A amostra 20% PMB apresentou-se mais escura (L* = 62,11 $\pm$ 1,25), efeito esperado devido à cor natural da farinha de bagaço de malte, que contém pigmentos e enzimas que favorecem reações de escurecimento durante o processamento, intensificando a tonalidade do pão (Soares e Botelho, 2025). Resultados semelhantes foram encontrados por Figueiredo et al. (2020), que avaliaram a substituição parcial da farinha de trigo por farinha do bagaço de malte em pão francês. No presente estudo também foi observado o aumento da intensidade de tons avermelhados (a*) e redução da tonalidade amarela (b*) na amostra 20% PMB, em comparação ao controle. O croma (C*) indicou coloração menos acentuada (C* = 16,80 $\pm$ 0,19), sugerindo menor saturação da cor. Já o ângulo de matiz (h°) apontou para tons mais escuros, resultado coerente com a coloração natural da farinha de bagaço de malte. Por fim, a diferença total de cor (ΔE =14,92) evidenciou diferenças de cor do pão reformulado em relação à cor do pão controle. O pão elaborado com 20% de bagaço de malte apresentou tonalidade mais escura, característica que pode ser explorada de forma estratégica no marketing, pois confere ao produto um aspecto semelhante ao de pães integrais, geralmente associados a opções mais saudáveis (Figueiredo et al., 2020).

Conclusão

A substituição de 20% da farinha de trigo por farinha de bagaço de malte na formulação de pães mostrou-se uma alternativa eficaz, uma vez que não afetou de forma significativa a maioria dos parâmetros tecnológicos, em comparação à amostra controle. Embora tenham sido observadas maiores diferenças nos parâmetros de cor, esse resultado já era esperado em função da coloração naturalmente mais escura da farinha de bagaço de malte.

Assim, a utilização desse ingrediente é uma estratégia promissora para o enriquecimento nutricional de produtos panificados e, ao mesmo tempo, possibilita o aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira, favorecendo a sustentabilidade do processo produtivo e a consolidação de práticas alinhadas à economia circular.

Referências

- CARVALHO, M. O.; GEIRINHAS, H.; DUARTE, S.; GRAÇA, C.; DE SOUSA, I. Impact of red flour beetle infestations in wheat flour and their effects on dough and bread physical, chemical, and color properties. **Journal of Stored Products Research**, v. 102, p. 102095, 1 maio 2023. <https://doi.org/10.1016/J.JSPR.2023.102095>.
- COSTA, B.; COELHO, C.; SOUZA, C.; DUARTE, G.; PINTO, M.; SILVA, V.; et al. Study of the drying kinetics of the malt bagasse in a pneumatic transporter. **Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly**, v. 26, n. 4, p. 369–376, 2020. DOI: 10.2298/CICEQ190827014C.
- COSTA, M. S. **Influência de alfa amilases fúngicas na textura de pão de forma**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Bambuí, Bambuí-MG, 2022.
- DORIGON, C. P.; COLET, R.; FERNANDES, I. A.; FELTES, G.; RIGO, E.; STEFFENS, J.; STEFFENS, C.; VALDUGA, E. Innovative valorization of malt bagasse: transforming brewing by-product into nutrient-rich whole bread. **Scientia Plena**, v. 20, n. 4, p. 1-10, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2024.041501>.
- FIGUEIREDO, M. J.; VILELA, A. F.; ATAIDE, C. R.; FEITOSA DE FIGUEIRÊDO, R. M.; GRISI, C. V. B.; VIANA, A. D.; VIEIRA, E. A. Development and characterization of roll bread with partial replacement of wheat flour by malt bagasse. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e70291110468, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10468.
- HABSCHIED, K.; ŽIVKOVIĆ, A.; KRSTANOVIĆ, V.; MASTANJEVIĆ, K. Functional beer—A review on possibilities. **Beverages**, v. 6, n. 3, p. 51, 2020. DOI: 10.3390/beverages603005.
- HERNÁNDEZ-FIGUEROA, Ricardo H.; MANI-LÓPEZ, Emma; LÓPEZ-MALO, Aurelio. *Baked products enriched with grain and seeds sprouts*. **Food and Humanity**, v. 3, n. 1, p. 100426, out. 2024. DOI: 10.1016/j.foohum.2024.100426
- IAL. **Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1a ed. São Paulo, 2008.
- JACOMETTI, G. A.; MELLO, L. R. P. F.; NASCIMENTO, P. H. A.; SUEIRO, A. C.; YAMASHITA, F.; MALI, S. The physicochemical properties of fibrous residues from the agro industry. **LWT - Food Science and Technology**, 62(1), 138–143, 2015. DOI:10.1016/j.lwt.2015.01.044

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 1, p. 1–14, 2006. DOI: 10.1016/J.JCS.2005.06.001.

NASIR, G.; ZAIDI, S.; SIDDIQUI, A.; SIROHI, R. Caracterização de subprodutos do processamento de ervilhas para possíveis aplicações na indústria alimentícia. **Journal of Food Science and Technology**, v. 60, p. 1782–1792, 2023. DOI: 10.1007/s13197-023-05718-y.

NAWROCKA, Agnieszka; KREKORA, Magdalena; NIEWIADOMSKI, Zbigniew; MIŚ, Antoni. *Dehydration of gluten matrix as a result of dietary fibre addition – A study on model flour with application of FT-IR spectroscopy*. **Journal of Cereal Science**, v. 74, p. 86–94, 2017. DOI: 10.1016/j.jcs.2017.02.001.

SOARES JÚNIOR, M. S.; DE OLIVEIRA, W. M.; CALIARI, M.; VERA, R. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 221-248, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5380/cep.v24i1.5275>.

SOARES, Willian Miguel; BOTELHO, Bruno Gonçalves. *Determination of benzof[a]pyrene in barley malt using constant wavelength synchronous fluorescence*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 143, p. 107611, 2025. DOI: 10.1016/j.jfca.2025.107611.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, n. 4, p. 215-225, 2002.

TEIXEIRA, A. M.; SÉKULA, N.; MULLER, B. ; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M. Physicochemical and sensory evaluation of bread with different proportions of brewer's spent barley grain flour as fiber supply. **Ambiência Guarapuava (PR)** v.14, n.3, p. 439 – 448. Dez. DOI:10.5935/ambiencia.2018.03.01

TOMBINI, C.; DACOREGGIO, M. V.; KEMPKA, A. P.; FELTES, M. M. C.; DE MELLO, J. M. M.; DALCANTON, F. High-dietary fibers cereal bars containing malt bagasse by-product from the brewing industry. **Journal of Food Science and Technology**, v. 61, n. 7, p. 1326–1333, 2024. DOI: 10.1007/S13197-023-05902-0/FIGURES/2.

WIRKIJOWSKA, A.; ZARZYCKI, P.; SOBOTA, A.; NAWROCKA, A.; BLICHARZ-KANIA, A.; ANDREJKO, D. The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. **LWT-Food Science and Technology**, 118, 108860, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108860.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UFES por toda a infraestrutura disponibilizada para realização da pesquisa.