

APROVEITAMENTO DO BAGAÇO DE MALTE NA FORMULAÇÃO DE CUPCAKES

Ingrid Carvalho Moreira, Geanderson Leonardo de Lima Pereira, Marcelly Miranda Rodrigues, 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, ingrid.carvalho1902@gmail.com, geandersonlima@gmail.com, marcellymiranda980@gmail.com, tarcisio.lima@ufes.br.

Resumo

O bagaço de malte é o principal subproduto gerado no processo de fabricação de cerveja e apresenta elevado potencial de reaproveitamento na produção de alimentos, em razão de seu valor nutricional. O objetivo foi desenvolver cupcakes com farinha de bagaço de malte. Foram feitas três formulações: controle (100% farinha de trigo), substituição parcial (50%) e substituição total (100%). As amostras foram avaliadas quanto à textura, volume específico, teor de umidade e cor, visando avaliar o impacto da substituição. Os resultados mostraram que a presença do reduziu o volume específico, sem diferenças significativas no teor de umidade. Em relação à textura, as formulações com bagaço apresentaram produtos mais macios, com menor dureza, coesividade e mastigabilidade, mas sem alteração significativa na elasticidade. Quanto à cor, observou-se intensificação do tom marrom, já característico do cacau. Portanto, conclui-se que a utilização da farinha de bagaço de malte em cupcakes é viável, sem prejuízo significativo às características tecnológicas, contribuindo ainda para o aproveitamento de resíduos.

Palavras-chave: economia circular. subproduto de cervejaria. substituição de farinha de trigo.

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

Introdução

Produtos panificados, como pães, biscoitos, pizzas e cupcakes, estão entre os alimentos mais consumidos em todo o mundo, devido às suas qualidades sensoriais, disponibilidade e custo acessível. Na formulação desses produtos, a farinha de trigo é tradicionalmente utilizada, desempenhando um papel importante nas propriedades tecnológicas. No entanto, a farinha de trigo pode ser substituída por farinhas de outros cereais, dentre elas, a farinha de bagaço de malte de cevada (Hernández-Figueroa et al., 2024).

A farinha de bagaço de malte de cevada é um subproduto da indústria cervejeira que atrai interesse em seu uso devido às suas propriedades nutricionais e funcionais, como a presença de fibras, proteínas e compostos bioativos. Assim, sua utilização em substituição parcial ou total à farinha de trigo pode contribuir com o enriquecimento nutricional e tecnológico de produtos assados, além de ser uma alternativa para o aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira (Aslam et al., 2023).

A cevada é rica em fibras - principalmente β -glucano -, vitaminas e minerais. Durante o processo de malteação, ocorrem diversas mudanças físico-químicas nos constituintes do grão, que aumentam seu valor nutritivo (Jukić et al., 2022). Além disso, a cevada possui alto teor de proteínas e açúcares, o que favorece seu uso na panificação (Rêgo e Brito, 2021).

Após o processamento da cerveja, o bagaço de malte normalmente é distribuído para a produção de rações animais (Rêgo e Brito, 2021). Contudo, ao ser processado e virar farinha, esse subproduto pode ser aplicado na indústria de alimentos, agregando valor ao resíduo e contribuindo para a formulação de produtos com maior teor de fibras e melhor desempenho tecnológico (Soares e Botelho, 2025).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da substituição parcial e total da farinha de trigo por farinha de bagaço de malte na formulação de cupcakes, avaliando suas propriedades tecnológicas e físico-químicas.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Metodologia

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

As etapas de produção e a formulação foram determinadas por meio de testes preliminares. O preparo seguiu os procedimentos de boas práticas de fabricação. Para a elaboração dos cupcakes foram utilizados ovos, açúcar, óleo de soja, leite integral, cacau em pó 50%, farinha de trigo e fermento químico.

A formulação das diferentes amostras de cupcakes foi a mesma, variando apenas as concentrações de farinha de trigo e farinha de bagaço de malte (Tabela 1). A amostra controle foi composta exclusivamente por farinha de trigo.

Tabela 1 - Formulações do cupcake.

Ingredientes	CT ¹	PBM ²	TBM ³
Ovo (g)	81	81	81
Açúcar (g)	75	75	75
Óleo de soja (g)	50	50	50
Leite integral (g)	60	60	60
Farinha de trigo (g)	75	37,5	-
Farinha de bagaço de malte (g)	-	37,5	75
Cacau em pó 50% (g)	30	30	30
Fermento químico (g)	7,5	7,5	7,5

TC¹: Amostra controle; PBM²: Amostra com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de bagaço de malte; TBM³: Amostra com substituição total de farinha de trigo por farinha de bagaço de malte.

Fonte: autores (2025).

Para o preparo dos cupcakes, inicialmente os ingredientes foram pesados em balança eletrônica. Os ovos, açúcar, óleo e leite foram homogeneizados em um liquidificador por cinco minutos, até a formação de uma mistura líquida aerada. Ao final do tempo de batimento, a mistura foi transferida para um recipiente.

A farinha de trigo e/ou farinha de malte, o cacau em pó 50% e o fermento químico foram misturados e peneirados sobre a mistura líquida, sendo levemente misturados, com o auxílio de um batedor de claras (*fouet*), até total incorporação e formação de uma massa homogênea. Em seguida, porções de 30 g da massa foram transferidas para formas de cupcakes previamente untadas com desmoldante em spray, e então foram levadas para cocção em forno elétrico a 180 °C por 20 minutos. Dado o tempo de cozimento, os cupcakes foram desenhados e colocados para resfriar em grades com circulação de vento por 1 hora. Em seguida, as análises foram realizadas.

As análises tecnológicas foram realizadas quanto aos parâmetros de perfil de textura, volume específico, teor de umidade e determinação de cor, para as três amostras de cupcake.

Para a análise do perfil de textura, utilizou-se o analisador de textura Brookfield. Na etapa de preparo das amostras, os cupcakes foram cortados em fatias com espessura de 15 mm. As fatias foram posicionadas no centro do equipamento, sendo submetidas à compressão. Utilizou-se a ponta de prova de 25,4 mm de diâmetro (modelo A11/1000). As velocidades de referência foram: velocidade de pré-teste 1 mm/s, velocidade de teste 1 mm/s e velocidade de pós-teste 10 mm/s, com taxa de compressão de 40%, similar ao feito por Silva et al. (2022). Analisou-se os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade.

A cor das amostras foi determinada em espectrofotômetro de bancada (Konica Minolta/modelo CM-5) previamente calibrado, utilizando-se o espaço de cor CIE L*a*b*. A diferença de cor foi calculada pela equação $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]$ conforme metodologia adaptada de Silva et al. (2022).

A análise de umidade seguiu, de forma adaptada, a metodologia de secagem direta em estufa, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). No preparo das amostras, os cupcakes foram esfarelados e pesou-se 5 gramas de cada amostra em cápsulas de alumínio previamente secas e taradas. As amostras foram colocadas em estufa a 105 °C por 24 horas. Após estarem desidratadas, foram

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

mantidas em dessecador contendo sílica gel até atingirem a temperatura ambiente e então foram pesadas novamente. O teor de umidade foi calculado através da Equação 1:

$$Umidade (\%) = \frac{Amostra\ úmida\ (g) - amostra\ seca\ (g)}{amostra\ seca\ (g)} * 100 \quad (1)$$

Na determinação do volume específico (VE) dos cupcakes, utilizou-se o método de deslocamento de sementes de painço, partindo da relação entre a massa das amostras e seu volume (Equação 2).

A análise foi realizada conforme o método apresentado por Soares et al. (2006).

$$VE \left(\frac{cm^3}{g} \right) = \frac{volume\ da\ amostra}{massa\ da\ amostra} \quad (2)$$

As análises tecnológicas foram feitas em três repetições. A análise de volume específico foi realizada em três repetições e em triplicata. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância ($\alpha = 5\%$), em delineamento inteiramente casualizado, com a amostra como fontes de variação. Quando necessário, foi realizada análise de Tukey para comparar as médias entre as amostras.

Resultados

Na Figura 1, são apresentadas as diferentes formulações de cupcakes elaborados. Os resultados para os valores de volume específico e umidade para as diferentes formulações de cupcake estão apresentados na Tabela 2.

Figura 1 - Formulações de cupcakes.



CT: Controle; PMB: Parcial de bagaço de malte; TBM: Total de bagaço de malte.

Fonte: autores (2025).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

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

Amostras	Volume específico (cm ³ /g)	Umidade (%)
CT	4,51 $\pm$ 0,23 ^a	17,44 $\pm$ 1,17 ^a
PBM	3,10 $\pm$ 0,11 ^b	19,68 $\pm$ 1,86 ^a
TBM	3,09 $\pm$ 0,07 ^b	19,01 $\pm$ 1,16 ^a

CT: Controle; PBM: Parcial de bagaço de malte; TBM: Total de bagaço de malte.

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

Fonte: autores (2025).

Na Tabela 3 é possível observar as características de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade das formulações de cupcake.

Tabela 3 - Variáveis respostas textura instrumental para as diferentes formulações de cupcake (média desvio $\pm$ padrão).

Amostras	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade (mm)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (mJ)
CT	8,30 $\pm$ 1,49 ^a	0,76 $\pm$ 0,13 ^a	7,31 $\pm$ 0,61 ^a	6,41 $\pm$ 1,89 ^a	47,60 $\pm$ 17,42 ^a
PBM	4,85 $\pm$ 0,77 ^b	0,62 $\pm$ 0,01 ^{ab}	9,54 $\pm$ 6,41 ^a	3,03 $\pm$ 0,53 ^b	28,13 $\pm$ 17,24 ^{ab}
TBM	5,53 $\pm$ 1,45 ^{ab}	0,46 $\pm$ 0,02 ^b	4,28 $\pm$ 0,20 ^a	2,55 $\pm$ 0,56 ^b	10,93 $\pm$ 2,64 ^b

CT: Controle; PBM: Parcial de bagaço de malte; TBM: Total de bagaço de malte.

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

Fonte: autores (2025).

As coordenadas de cor (L*, a*, b*, C*, h° e ΔE) dos cupcake, estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Variáveis respostas cor para as diferentes formulações de cupcake (média desvio $\pm$ padrão).

Amostras	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE
CT	37,37 $\pm$ 0,31 ^a	2,70 $\pm$ 0,17 ^{ab}	2,89 $\pm$ 0,22 ^a	3,95 $\pm$ 0,28 ^a	46,86 $\pm$ 0,31 ^a	-
PBM	37,67 $\pm$ 0,11 ^a	3,1 $\pm$ 0,07 ^a	3,55 $\pm$ 0,10 ^b	4,72 $\pm$ 0,12 ^b	48,87 $\pm$ 0,21 ^b	0,36 $\pm$ 0,49 ^a
TBM	37,22 $\pm$ 0,11 ^a	2,66 $\pm$ 0,22 ^b	3,06 $\pm$ 0,31 ^{ab}	4,05 $\pm$ 0,37 ^{ab}	48,98 $\pm$ 0,88 ^b	0,86 $\pm$ 0,17 ^a

CT: Controle; PBM: Parcial de bagaço de malte; TBM: Total de bagaço de malte.

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

Fonte: autores (2025).

Discussão

Observou-se que o volume específico da formulação CT foi significativamente maior (4,51 $\pm$ 0,23 cm³/g) quando comparado às formulações contendo bagaço de malte (PBM e TBM), que apresentaram valores semelhantes (3,10 $\pm$ 0,11 e 3,09 $\pm$ 0,07 cm³/g). Esse resultado indica que a incorporação do bagaço de malte reduziu a capacidade de expansão da massa durante o processo (Figura 1). A elevada concentração de fibras, como as encontradas na farinha de bagaço, pode interferir na formação e estabilidade da rede de glúten, dificultando a retenção de gases e, consequentemente, diminuindo o volume específico do produto final (Scheffel, 2019).

Em relação à umidade, não houve diferença significativa entre as formulações, embora os valores tenham variado de 17,44% (CT) a 19,68% (PBM). Esse comportamento pode estar associado à propriedade das fibras de reter e manter água em sua estrutura durante o processo de cocção (Panzarini et al., 2014).

Nos parâmetros texturais, a amostra controle apresentou maior dureza (8,30 $\pm$ 1,49 N), diferindo significativamente da PBM (4,85 $\pm$ 0,77 N), mas não da TBM (5,53 $\pm$ 1,45 N). Essa redução na firmeza

pode estar associada à maior capacidade de absorção de água das fibras presentes na farinha de bagaço de malte, que resulta em uma estrutura mais macia (Panzarini et al., 2014).

A coesividade e mastigabilidade apresentaram valores mais elevados para CT e diminuíram nas formulações com bagaço, sendo que a PBM não diferiu estatisticamente da TBM. A gomosidade foi menor nas formulações com bagaço de malte, indicando produtos com a massa mais íntegra, que é a tendência das moléculas se manterem unidas e que exigem menor esforço durante a mastigação (Fendri et al., 2016). De forma semelhante, em muffins a adição de farinha de bagaço de malte também aumentou a viscosidade da massa e reduziu a dureza, indicando que o alto teor de fibra atua como espessante absorvendo água na massa (Naibaho e Korzeniowska, 2021).

Quanto à elasticidade, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre as formulações, indicando que a substituição pelo bagaço de malte não comprometeu a recuperação estrutural após compressão.

Esses resultados contrastam com o estudo de Aranha et al. (2023), em que o acréscimo do mesmo resíduo em pães de mel reduziu a elasticidade e aumentou a coesividade e a mastigabilidade. Essas diferenças podem estar associadas ao tipo de produto e à formulação, uma vez que os cupcakes possuem uma estrutura mais aerada e maior teor de gordura, o que favorece uma textura mais úmida e leve.

Em relação aos resultados de cor instrumental, a substituição da farinha por bagaço de malte não alterou significativamente a luminosidade (L^*) dos cupcakes (Figura 1). Todos os valores ficaram dentro da faixa caracterizando produtos de coloração escura (0: coloração preta; 100: coloração branca) (Silva et al., 2015). Esse efeito pode estar relacionado também à presença de cacau na formulação, ingrediente que já confere tonalidade naturalmente intensa e que, por isso, pode ter mascarado possíveis variações de cor decorrentes da adição do bagaço de malte.

A substituição parcial intensificou os componentes vermelho (a^*) e amarelo (b^*), resultando em maior croma (C^*), enquanto a substituição total apresentou valores intermediários. O aumento do ângulo Hue (h°) e da diferença total de cor (ΔE) evidencia a contribuição do bagaço de malte para a intensidade da coloração, embora o cacau tenha permanecido como principal responsável pela tonalidade marrom-escura (Figura 1) (Aranha et al., 2023).

Conclusão

A utilização da farinha de bagaço de malte em substituição à farinha de trigo na elaboração de cupcakes apresentou produtos com maior maciez, menor dureza e menor mastigabilidade, mas não alterou a elasticidade e a umidade. Além disso, a adição de cacau em pó foi o responsável pela tonalidade, atenuando as influências da adição do bagaço de malte. Assim, a farinha de bagaço de malte se apresenta como um ingrediente promissor para o enriquecimento nutricional de produtos de panificação e favorecendo o aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira.

Referências

- ARANHA, C. P. M.; SANTOS, A. T.; MACHADO, T. L. C.; MARTELLI, S. M. Elaboração e caracterização de pão de mel adicionado de farinha de bagaço de malte. **Revista Perspectiva**, v. 47, n. 179, p. 71–82, 2023. DOI: 10.31512/persp.v.47.n.179.2023.347.
- ASLAM, J.; HUSSAIN, A.; MUEEN UD-DIN, G.; KAUSAR, T.; SIDDIQUE, T.; KABIR, K.; GORSI, F.I.; HAROON, H.; NISAR, R.; NOREEN, S.; ROCHA, J.M.; OZOGUL, F. Utilization of malted barley flour as replacement of wheat flour to improve technological, rheological, physicochemical, and organoleptic parameters of fortified breads. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, 1230374, 2023. DOI: 10.3389/fsufs.2023.1230374.
- FENDRI, L. B.; CHAARI, F.; MAALOUL, M.; KALLEL, F.; ABDELKAFI, L.; CHAABOUNI, S. E.; GHRIBI-AYDI, D. Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality. **Food Science and Technology**, v. 73, p. 584 – 591, 2016.

HERNÁNDEZ-FIGUEROA, R.; MANI-LÓPEZ, E.; LÓPEZ-MALO, A. Baked products enriched with grain and seeds sprouts. **Food and Humanity**, v. 3, 100426, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100426>.

IAL. **Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1a ed. São Paulo, 2008.

JUKIĆ, M.; NAKOV, G.; KOMLENIC, K.; SUMANOVAC, F.; KOLJDERAJ, A.; LUKINAC, J. Quality assessment of sponge cake with reduced sucrose addition made from composite wheat and barley malt flour. **Ukrainian Food Journal**, v. 11, n. 1, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2022-11-1-8>.

NAIBAH, J.; KORZENIOWSKA, M. Brewers' spent grain in food systems: processing and final products quality as a function of fiber modification treatment. *Journal of Food Science*, v. 86, n. 5, p. 1532-1551, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15714>.

PANZARINI, N. H.; RABBERS, A.; TRINDADE, J. L. F.; MATOS, E. A. S. A.; CANTERI, M. H. G.; BITTENCOURT, J. V. M. Elaboração de bolo de mel enriquecido com fibras do bagaço da indústria cervejeira. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3895/S1981-36862014000100002>.

RÊGO, P. S.; BRITO, J. G. L. Produção e caracterização de farinha de bagaço de malte a partir de resíduo cervejeiro. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 958-963, 2021. DOI: [10.18378/REBAGRO.V12I2.8964](https://doi.org/10.18378/REBAGRO.V12I2.8964).

SCHEFFEL, M. T. **Estudo do processo de secagem de bagaço de malte para produção de farinha e utilização na panificação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, 2019.

SILVA, A. F. V.; LAURINTINO, T. K. S.; CARVALHO, L. D. B.; LIMA, R. D.; RIBEIRO, D. S. Análise de diferentes marcas de farinha de trigo: teor de acidez, cor e cinzas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 5, p. 18-22, 2015.

SILVA, S. J. M.; DE SOUZA, A. R.; RODRIGUES, R. C.; RIBEIRO, M. V. F.; NEVES, N. A. N.; PINTO, N. A. V. D.; SCHMIELE, M. Otimização e caracterização físico-química de bolo tipo muffin adicionado de derivados de café (*Coffea arabica* L.). *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, e. 32011931793, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31793>.

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, W. M.; BOTELHO, B. G. Determination of benzo[a]pyrene in barley malt using constant wavelength synchronous fluorescence. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 143, 107611, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107611>.

Agradecimentos

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