INFLUÊNCIA DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE AÇÚCARES MASCAVO E CRISTAL EM BEBIDA KEFIRADA

Jhennifer Capichoni Zampilli[1], Mateus Ribeiro Barreto[1], Rafaela Ferreira Goulart[1], Wallaf Costa Vimercati[2], Kamilla Ferreira Chaves[1], Luciano José Quintão Teixeira[1].

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Engenharia de Alimentos, Alto Universitário, s/n, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, jhennifer.zampilli@edu.ufes.br, mateus68barreto@gmail.com, rafaelaferreiragou@gmail.com, kamila.chaves@ufes.br, luqteixeira@yahoo.com.br.
[2]Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição/Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367, Boa Esperança - 78060-900- Cuiabá, MT, Brasil, wallafcosta@hotmail.com.

Resumo
O tipo de açúcar pode influenciar o desenvolvimento dos grãos e as características da bebida fermentada por kefir de água. Este estudo avaliou diferentes proporções de açúcar mascavo e cristal em kefir de água saborizado com morango, buscando avaliar o ganho de biomassa e alterações na cor e no pH. Foram avaliadas cinco proporções de açúcar, mantendo a concentração total em 8,5% (0, 25, 50, 75 e 100% de açúcar mascavo). O ganho de biomassa foi determinado após a primeira fermentação, enquanto o pH e a cor foram avaliados ao final da segunda fermentação. O aumento da proporção de açúcar mascavo favoreceu o ganho de biomassa e elevou o pH, além de promover alterações na tonalidade da bebida, observadas tanto na análise colorimétrica quanto visualmente. A partir de 50% de açúcar mascavo, o ganho de biomassa foi superior a 90%. As diferentes proporções de açúcares influenciaram o desenvolvimento dos grãos e as características da bebida.
Palavras-chave: biomassa. morango. colorimetria. kefir de água.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde - Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Introdução

A demanda por bebidas funcionais tem crescido globalmente em decorrência do aumento do interesse por hábitos alimentares mais saudáveis (Khushboo; Karnwal; Malik, 2023). Nesse contexto, o kefir de água tem se destacado, pois contém microrganismos capazes de contribuir para o equilíbrio da microbiota intestinal. O consumo regular dessa bebida está associado a diversos efeitos benéficos à saúde, como o controle dos níveis de colesterol e glicemia, além de potenciais efeitos anti-hipertensivos e anti-inflamatórios (Tavares *et al*., 2021; Patel *et al*., 2022). Além disso, o kefir de água tem sido utilizado no desenvolvimento de bebidas funcionais fermentadas associadas a frutas, como o morango, visando melhorar as características sensoriais e enriquecer o produto com compostos bioativos, como fenólicos e antocianinas (Araújo; Macedo; Teixeira, 2023).

O kefir de água é preparado a partir da fermentação de uma solução composta por água e açúcar, inoculada com grãos de kefir (Almeida *et al*., 2024). Nesse processo, o tipo de açúcar utilizado influencia os parâmetros da fermentação, como a duração do processo, o crescimento e a multiplicação dos grãos, além das características sensoriais da bebida, como cor e sabor (Lima *et al*., 2024; Tavares *et al*., 2023). Entre os diferentes tipos de açúcar, o mascavo destaca-se como o mais utilizado na produção de kefir de água (Cufaoglu; Erdinc, 2023).

O uso de açúcar mascavo tem sido associado ao maior crescimento da biomassa dos grãos ao final da fermentação, possivelmente devido à presença de minerais e outros compostos não sacarídicos que favorecem o metabolismo dos microrganismos presentes nos grãos (Tavares *et al*., 2023; Cufaoglu; Erdinc, 2023). A utilização desse tipo de açúcar pode resultar em escurecimento dos grãos e, consequentemente, do meio fermentativo, o que pode influenciar a coloração da bebida (Cufaoglu; Erdinc, 2023). Em contrapartida, o açúcar cristal apresenta maior grau de refino e menor concentração

de minerais e nutrientes, características que podem limitar o desenvolvimento dos grãos de kefir (Lima *et al*., 2024).

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes proporções de açúcares mascavo e cristal no kefir de água saborizado com morango, buscando identificar a influência dessas condições no ganho de biomassa e nas propriedades de pH e cor.

Metodologia

Os grãos de kefir de água foram adquiridos da empresa Biobrewlab de Itabirito - MG, Brasil. Os grãos foram ativados por sete dias antes do experimento, com inoculação de 5% (m/v) de grão em solução aquosa contendo 8,5% (m/v) de açúcar, em recipiente aberto e incubado em incubadora tipo BOD a 25 °C. Os morangos foram higienizados em solução clorada (200 ppm/15 min), triturados com água filtrada (1:1 m/v), e corrigido o teor de sólidos solúveis para 8,5 °Brix com adição de açúcar. Posteriormente, o suco foi pasteurizado a 90 °C por 1 minuto e resfriado em banho de gelo (Xu *et al*., 2023)

O experimento foi conduzido com cinco tratamentos, estabelecidos a partir da substituição gradual do açúcar mascavo por açúcar cristal, mantendo-se a concentração total de açúcares em 8,5% (m/v). As formulações foram compostas por: 100% de açúcar mascavo, 75% de açúcar mascavo e 25% de açúcar cristal, 50% de açúcar mascavo e 50% de açúcar cristal, 25% de açúcar mascavo e 75% de açúcar cristal, e 100% de açúcar cristal.

A primeira e a segunda fermentação foram conduzidas conforme metodologia descrita por Wichello *et al*. (2025), com modificações. Na primeira fermentação, foram inoculados 5% (m/v) de grãos de kefir nas soluções contendo as proporções de açúcar mascavo e cristal, submetidos à primeira fermentação em incubadora tipo BOD a 25 °C durante 24 horas. Ao término dessa etapa, a bebida foi filtrada por cinco minutos para separação dos grãos de kefir, sendo o filtrado adicionado de 30% de suco de morango. Em seguida, os tratamentos foram submetidos à segunda fermentação em incubadora tipo BOD a 4 °C durante 24 horas. Ao final desse período, foram realizadas as determinações de pH e cor das bebidas fermentadas.

O pH foi medido por leitura direta em pHmetro digital previamente calibrado (Tecnal, TEC-5, Piracicaba, Brasil), conforme metodologia da AOAC (2000). A cor foi determinada em colorímetro (CM-5, Konica Minolta Sensing Inc., Japão) para obtenção dos parâmetros de luminosidade (L*), a* e b*, com calibração prévia do equipamento (Vimercati *et al*., 2020). A partir desses valores, foram calculados o croma (C*) e o ângulo de matiz (h°).

O ganho de biomassa dos grãos de kefir foi expresso em porcentagem, conforme Almeida *et al.* (2024).

Os resultados de pH e cor, determinados ao final da segunda fermentação, e de ganho de biomassa dos grãos de kefir, determinado após a primeira fermentação, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de análise de regressão polinomial, ao nível de significância de 5%. As análises foram realizadas utilizando o software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

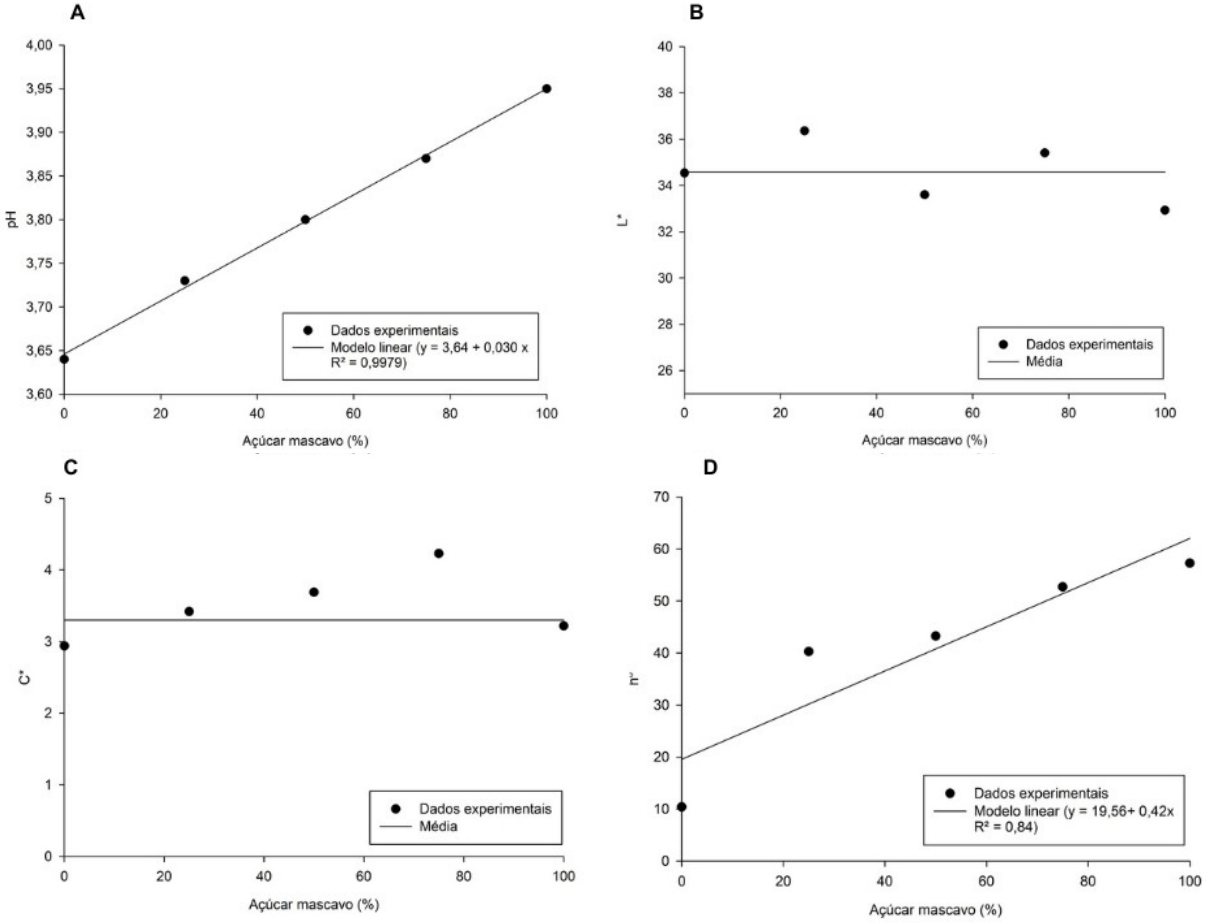
Resultados

Os resultados de pH e dos parâmetros instrumentais de cor do kefir de água saborizado com morango elaborado com diferentes proporções de açúcares mascavo e cristal encontram-se apresentados na Figura 1.

Os valores de pH aumentaram de forma linear com o aumento da proporção de açúcar mascavo (Figura 1A). O melhor ajuste entre os modelos de regressão testados foi o linear ($R^2 = 0,9979$), descrito pela equação $y = 3,64 + 0,0030x$. O pH variou de 3,64 (formulação com 100% de açúcar cristal) a 3,95 (formulação com 100% de açúcar mascavo).

Apesar da luminosidade (L*) ter sido influenciada concentração de açúcar ($p<0,05$), nenhum dos modelos de regressão avaliados ajustou-se adequadamente aos dados (Figura 1B). Por isso, o parâmetro foi representado pela média geral de 34,57. Comportamento semelhante ocorreu para o croma (C*), em que houve efeito significativo ($p<0,05$), mas os modelos de regressão não apresentaram ajuste adequado (Figura 1C), de modo que os resultados foram representados pela média geral de 3,30.

Figura 1 - Efeito das diferentes proporções de açúcar mascavo sobre o pH (A), luminosidade (L*) (B), croma (C*) (C) e ângulo de matiz (h°) (D) do kefir de água saborizado com morango



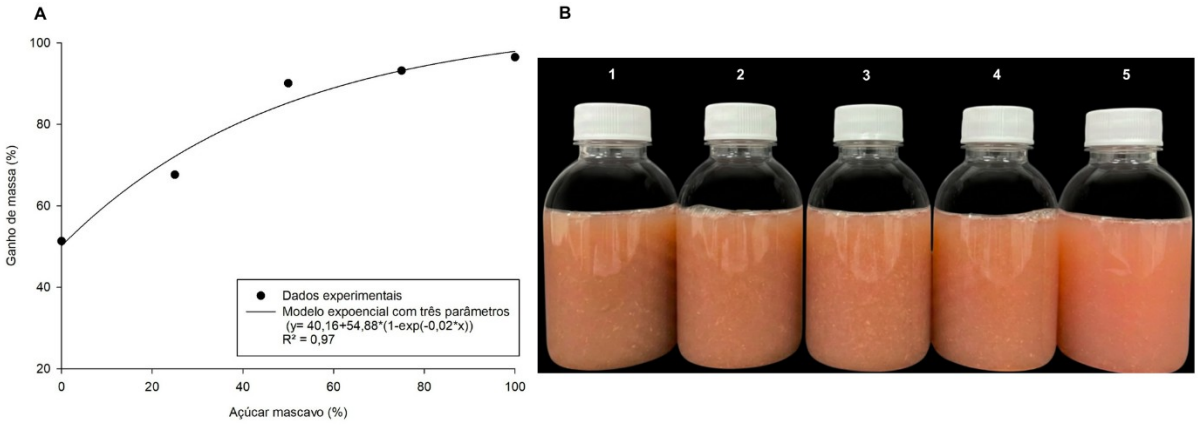
Fonte: elaborado pela própria autora.

O ângulo de matiz (h°) também aumentou linearmente ($p<0,05$) com a proporção de açúcar mascavo (Figura 1D). O modelo linear apresentou o melhor ajuste ($R^2 = 0,84$), descrito pela equação y = 19,56 + 0,42x. Os valores de h° variaram de 10,42 (100% açúcar cristal) a 57,28 (100% açúcar mascavo).

O ganho de biomassa dos grãos de kefir após a primeira fermentação e o aspecto visual das bebidas após a segunda fermentação, elaboradas com diferentes proporções de açúcares mascavo e cristal, são apresentados na Figura 2.

O ganho de biomassa aumentou com a proporção de açúcar mascavo, apresentando melhor ajuste pelo modelo exponencial com três parâmetros ($R^2 = 0,97$). Os valores variaram de 51,32%, na formulação com 100% de açúcar cristal, a 96,48%, na formulação com 100% de açúcar mascavo. A partir de 50% de açúcar mascavo, os ganhos de biomassa foram de 90,07%, 93,16% e 96,48% para as formulações com 50%, 75% e 100% de açúcar mascavo, respectivamente (Figura 2A). Em relação ao aspecto visual, as formulações com maior proporção de açúcar mascavo encontraram-se mais distantes do valor do vermelho puro (0°/360°), enquanto aquelas com maior proporção de açúcar cristal apresentaram coloração mais próxima ao vermelho puro (Figura 2B).

Figura 2 - Ganho de biomassa dos grãos de kefir após a primeira fermentação (A) e aspecto visual do kefir de água saborizado com morango após a segunda fermentação (B), elaborado com diferentes proporções de açúcares mascavo e cristal.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Legenda (B): 1 = 100% açúcar mascavo; 2 = 75% açúcar mascavo + 25% açúcar cristal; 3 = 50% açúcar mascavo + 50% açúcar cristal; 4 = 25% açúcar mascavo + 75% açúcar cristal; 5 = 100% açúcar cristal.

Discussão

O aumento linear do pH (Figura 1A) com o aumento da proporção de açúcar mascavo pode estar relacionado à maior concentração de minerais e nutrientes presentes nesse açúcar, uma vez que a composição do substrato influencia a fermentação, alterando os valores de pH da bebida fermentada (Güzel-Seydim *et al*., 2023). Lima *et al*. (2024) também verificaram maiores valores de pH em bebidas fermentadas elaboradas com açúcar mascavo em comparação às produzidas com açúcar refinado. Esse comportamento está associado à composição do açúcar mascavo, pois apresenta maior teor de minerais e nutrientes devido ao menor grau de processamento.

O parâmetro L* representa o grau de luminosidade ou escurecimento da amostra, sendo que valores mais elevados indicam amostras mais claras e valores menores, amostras mais escuras (Konica Minolta, s.d.). Embora tenha sido observado efeito significativo para L* (Figura 1B), nenhum dos modelos avaliados descreveu adequadamente o comportamento dos dados, com valores variando de 32,93 (100% de açúcar mascavo) a 36,36 (25% de açúcar mascavo e 75% de açúcar cristal).

Assim como observado para o L*, o croma (C*) (Figura 1C) também não apresentou comportamento que pudesse ser descrito pelos modelos avaliados, com valores variando de 2,69 (50% de açúcar mascavo e 50% de açúcar cristal) a 4,23 (75% de açúcar mascavo e 25% de açúcar cristal).

O aumento linear do ângulo de matiz (h°) (Figura 1D) com o aumento da proporção de açúcar mascavo indica alteração na tonalidade da bebida, passando de uma coloração mais avermelhada para tons progressivamente mais amarronzados, possivelmente em decorrência da coloração característica do açúcar mascavo, atribuída ao seu menor grau de refino. Comportamento semelhante foi observado por Asikin *et al*. (2025), que avaliaram açúcares processados produzidos com diferentes proporções de açúcar bruto e açúcar não centrifugado, sendo verificado que o aumento da proporção do açúcar menos refinado promoveu alterações na coloração dos produtos, resultando em tonalidades progressivamente mais escuras. Os autores atribuíram esse comportamento à maior concentração de compostos fenólicos e de produtos da reação de Maillard presentes nos açúcares menos refinados, os quais contribuem para modificar a coloração do produto final.

O aumento da proporção de açúcar mascavo favoreceu o ganho de biomassa dos grãos de kefir (Figura 2A), sendo observado que, a partir de 50% desse açúcar, o desenvolvimento dos grãos já se mostrou favorável. Esse comportamento pode estar relacionado à composição do açúcar mascavo, que, devido ao menor grau de processamento, apresenta maior disponibilidade de minerais e nutrientes em comparação ao açúcar refinado, os quais podem favorecer o desenvolvimento dos microrganismos presentes nos grãos de kefir (Lima *et al*., 2024).

Visualmente, as bebidas apresentaram diferenças na tonalidade de acordo com a proporção de açúcar utilizada, sendo observada coloração mais escura e amarronzada nas formulações com maior proporção de açúcar mascavo (Figura 2B). Esse comportamento está de acordo com os resultados obtidos pela análise colorimétrica, que indicaram aumento do ângulo de matiz (h°) com o aumento da proporção de açúcar mascavo, evidenciando a mudança de tonalidade observada nas bebidas. Essa alteração pode estar relacionada à coloração característica do açúcar mascavo, decorrente da retenção

de compostos presentes no açúcar devido ao menor grau de processamento, que contribuem para sua coloração mais escura (Asikin *et al*., 2014).

Conclusão

As diferentes proporções de açúcares mascavo e açúcar cristal influenciaram o desenvolvimento dos grãos e as características do kefir de água saborizada com morango. O aumento da proporção de açúcar mascavo favoreceu o ganho de biomassa dos grãos e elevou o pH da bebida, além de promover alterações na tonalidade, resultando em coloração progressivamente mais amarronzada. Pesquisas futuras devem ser realizadas avaliando as contagens de microrganismos com potencial probiótico, além das propriedades sensoriais e de outras propriedades físico-químicas para determinar a melhor proporção entre os açúcares.

Referências

ALMEIDA, K. V. *et al.* Powdered water kefir: effect of spray drying and lyophilization on physical, physicochemical, and microbiological properties. **Food Chemistry Advances**, v. 5, p. 100759, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100759. Acesso em: 07 ago. 2026.

ARAÚJO, C. S.; MACEDO, L. L.; TEIXEIRA, L. J. Q. Use of mid-infrared spectroscopy to predict the content of bioactive compounds of a new non-dairy beverage fermented with water kefir. **LWT - Food Science and Technology**, v. 176, p. 114514, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114514. Acesso em: 07 ago. 2026.

ASIKIN, Y. *et al.* Changes in the physicochemical characteristics, including flavour components and Maillard reaction products, of non-centrifugal cane brown sugar during storage. **Food Chemistry**, v. 149, p. 170-177, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.089. Acesso em: 07 ago. 2026.

ASIKIN, Y. *et al.* The effect of raw sugar addition on flavor and retronasal olfaction profiles of processed brown sugar. **Foods**, v. 14, p. 1480, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods14091480. Acesso em: 07 ago. 2026.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 17. ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists, 2000.

CUFAOGLU, G.; ERDINC, A. N. Comparative analyses of milk and water kefir: fermentation temperature, physicochemical properties, sensory qualities, and metagenomic composition. **Food Bioscience**, v. 55, p. 103079, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103079. Acesso em: 12 mar. 2026.

GÜZEL-SEYDIM, Z. B.; ŞATIR, G.; GÖKIRMAKLI, Ç. Use of mandarin and persimmon fruits in water kefir fermentation. **Food Science & Nutrition**, v. 11, p. 5890–5897, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1002/fsn3.3561. Acesso em: 07 ago. 2026.

KHUSHBOO; KARNWAL, A.; MALIK, T. Characterization and selection of probiotic lactic acid bacteria from different dietary sources for development of functional foods. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, p. 1170725, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1170725. Acesso em: 07 ago. 2026.

KONICA MINOLTA SENSING. **Espectrofotômetro CM-5.** [S. l.]: Konica Minolta Sensing, [s. d.]. Disponível em: https://sensing.konicaminolta.us/br/products/espectrofotometro-cm-5/. Acesso em: 27 ago. 2026.

LIMA, A. L. B. C. *et al*. Different sources of sucrose in water kefir fermentation. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 27, e2024012, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-6723.01224. Acesso em: 07 ago. 2026.

PATEL, S. H. *et al.* A temporal view of the water kefir microbiota and flavour attributes. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 80, p. 103084, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103084. Acesso em: 07 ago. 2026.

TAVARES, P. P. L. G. *et al.* Chemical, microbiological and sensory viability of low-calorie, dairy-free kefir beverages from tropical mixed fruit juices. **CyTA – Journal of Food**, v. 19, n. 1, p. 457–464, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1906753. Acesso em: 07 ago. 2026.

TAVARES, P. P. L. G. *et al.* Non-conventional sucrose-based substrates: development of non-dairy kefir beverages with probiotic potential. **Fermentation**, v. 9, n. 384, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fermentation9040384. Acesso em: 07 ago. 2026.

VIMERCATI, W. C. *et al.* Physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of newly developed coffee flavored kefir. **LWT – Food Science and Technology**, v. 123, p. 109069, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109069. Acesso em: 07 ago. 2026.

WICHELLO, S. P. *et al.* Development, characterization, and stability of flavored water kefir: impact of fermentation and storage. **Fermentation**, v. 11, n. 513, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fermentation11090513. Acesso em: 07 ago. 2026.

XU, B. *et al.* Multi-frequency power thermosonication treatments of clear strawberry juice: impact on color, bioactive compounds, flavor volatiles, microbial and polyphenol oxidase inactivation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 84, p. 103295, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103295. Acesso em: 07 ago. 2026.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001 e Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes nº 12/2024; Termos de outorga 420/2025). Os autores gostariam de expressar sua gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).