



## IMPACTO DAS TÉCNICAS DE MACERAÇÃO PRÉ-FERMENTATIVA SOBRE A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE FERMENTADOS ALCOÓLICOS E ACÉTICOS DE JABUTICABA (*Plinia trunciflora*)

B. R. S. M. Wanderley<sup>1</sup>, N. D. Lima<sup>1</sup>, R. D. M. C. Amboni<sup>1</sup>, A. C. M. S. Aquino<sup>2</sup>, C. B. Fritzen-Freire<sup>1</sup>

1-Programa de Pós-graduação em Ciência dos alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina – CEP: 88034-000 – Florianópolis – SC – Brasil, e-mail: ([brunarafaelwanderley@gmail.com](mailto:brunarafaelwanderley@gmail.com); [nataliaduartelima@gmail.com](mailto:nataliaduartelima@gmail.com); [renata.amboni@ufsc.br](mailto:renata.amboni@ufsc.br); [carlise.freire@ufsc.br](mailto:carlise.freire@ufsc.br))

2- Departamento de Tecnologia de alimentos – Instituto Federal de Santa Catarina – CEP: 88625-000 – Urupema – SC – Brasil, Telefone: +55 (49) 3236-3100 – e-mail: ([ana.carolina@ifsc.edu.br](mailto:ana.carolina@ifsc.edu.br))

**RESUMO** – Este estudo investigou o impacto das técnicas de maceração pré-fermentativa na atividade antioxidante dos fermentados alcoólicos e acéticos de jabuticaba (*Plinia trunciflora*). As bagas foram submetidas a três tratamentos: sem maceração (controle), maceração a frio ( $4 \pm 1$  °C por 48 horas) e maceração a quente ( $50 \pm 2$  °C até 16 °Brix). A capacidade antioxidante *in vitro* foi avaliada pelos métodos ABTS+ e FRAP. Os resultados indicaram que o método ABTS+ apresentou maior sensibilidade para essa matriz, com valores consistentemente superiores aos do FRAP. A maceração a quente mostrou-se mais eficaz na extração de compostos presentes nas cascas, resultando em atividade antioxidante até duas vezes maior do que a obtida com maceração a frio, especialmente no método ABTS+. Esses achados destacam o potencial da jabuticaba como matéria-prima para o desenvolvimento de bebidas fermentadas, promovendo o aproveitamento da biodiversidade brasileira.

**ABSTRACT** – This study investigated the impact of pre-fermentative maceration techniques on the antioxidant activity of alcoholic and acetic fermenteds of jabuticaba (*Plinia trunciflora*). The berries were subjected to three treatments: without maceration (control), cold maceration ( $4 \pm 1$  °C for 48 hours), and thermal maceration ( $50 \pm 2$  °C until 16 °Brix). The *in vitro* antioxidant capacity was evaluated using the ABTS+ and FRAP methods. The results indicated that the ABTS+ method demonstrated greater sensitivity for this matrix, with consistently higher values than FRAP.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

Thermal maceration was more effective in extracting compounds from the skins, resulting in antioxidant activity up to twice as high as that achieved with cold maceration, particularly in the ABTS+ method. These findings highlight the potential of jabuticaba as a raw material for the development of fermented beverages, promoting the utilization of Brazilian biodiversity.

PALAVRAS-CHAVE: fermentação; fruta nativa; vinagre.

KEYWORDS: fermentation; native fruit; vinegar.

## 1. INTRODUÇÃO

Técnicas de maceração pré-fermentativas são amplamente utilizadas na produção de fermentados alcoólicos e acéticos, especialmente a partir de uvas, por promoverem maior extração de compostos fenólicos das cascas e sementes, influenciando as características bioativas e sensoriais das bebidas (Prezioso et al., 2024). As principais abordagens pré-fermentativas são a maceração a frio, realizada em baixas temperaturas (4–8 °C) por até 10 dias (Aleixandre-Tudo; Du Toit, 2018), e a termovinificação, que aquece o líquido e as partes sólidas a 50–70 °C por 10–30 minutos, otimizando a solubilidade dos compostos fenólicos (Setford et al., 2017). Assim, a realização da maceração pré-fermentativa destaca-se como uma técnica promissora para a produção de fermentados com características distintas, não apenas provenientes da uva, mas também de outras frutas.

A jabuticaba (*Plinia trunciflora*), fruta nativa brasileira com características semelhantes às uvas, possui alto teor de compostos fenólicos, especialmente nas cascas e sementes (Inada et al., 2021). Recentemente, Pagliarini et al. (2023) observaram que amostras de vinagre de jabuticaba fermentadas com cascas apresentaram maiores concentrações de compostos fenólicos do que aquelas fermentadas sem cascas. Isso ressalta a importância de explorar o uso das cascas na produção de fermentados de jabuticaba e investigar técnicas que maximizem a transferência de fitoquímicos das cascas para o produto final.

Diante deste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da aplicação das técnicas de maceração pré-fermentativa na atividade antioxidante *in vitro* dos fermentados alcoólicos e acéticos de jabuticaba.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção dos frutos



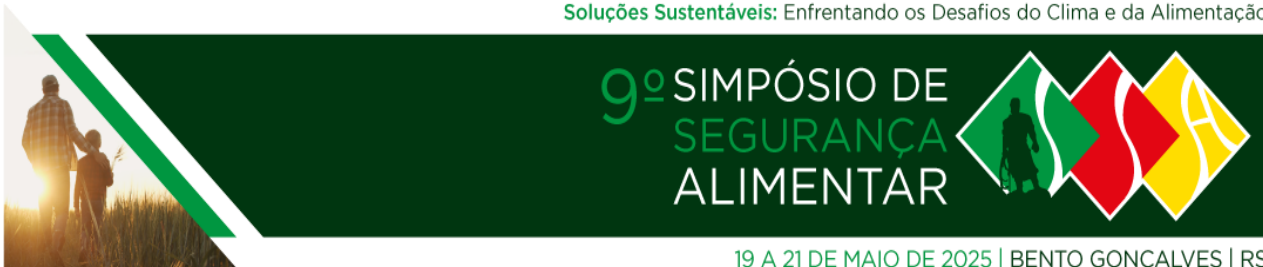
Os frutos de jabuticaba (*Plinia trunciflora*) foram coletados em janeiro de 2023 no município de Florianópolis (Santa Catarina, Brasil) (27°36'26,1"S 48°30'52,6"W). Os frutos foram higienizados com hipoclorito de sódio (100 mg/L), embalados a vácuo (TM-150, TecMq, São Paulo, Brasil) e armazenados a -18 °C.

## 2.2. Fermentação alcoólica e acética

A fermentação alcoólica seguiu o protocolo proposto por Jiang, Lu e Liu (2020), com adaptações. Primeiramente, as bagas de jabuticaba foram esmagadas e 0,1% de Viscozyme L foi adicionada a temperatura ambiente (27 °C) por uma hora. Em seguida, realizou-se a inativação enzimática a 92 °C por 120 segundos (Hornedo-Ortega et al., 2017), seguido de resfriamento em banho de gelo. Após este procedimento, metabissulfito de potássio (50 mg/L) foi adicionado. As bagas esmagadas foram divididas em três lotes, e cada um foi submetido a um dos seguintes tratamentos pré-fermentativos: o primeiro tratamento, considerado controle, consistiu na retirada das cascas através da filtração do mosto sem maceração pré-fermentativa; o segundo tratamento foi a maceração a frio ( $4 \pm 1$  °C) por 48 horas (Chen et al., 2023); e o terceiro tratamento foi a maceração a quente, onde o mosto foi aquecido ( $50 \pm 2$  °C) até atingir um teor de sólidos solúveis de 16 °Brix (Lukić et al., 2017). Após as etapas de maceração, as cascas foram removidas por meio de filtração dos mostos. A cultura comercial de *Saccharomyces bayanus* foi adicionada na proporção de 1 g/L em todos os mostos. O processo fermentativo foi conduzido sem a presença das cascas, sendo realizado em duplicata em fermentadores de vidro com capacidade para 250 mL em uma incubadora BOD (TE-371, Tecnal, Piracicaba, Brasil) a 22 °C. Após a conclusão da fermentação alcoólica, os fermentados alcoólicos foram submetidos a centrifugação 1968 g por 10 minutos (Hermle Z 200 A, Wehingen, Alemanha) e, posteriormente, filtrados.

A produção dos fermentados acéticos de jabuticaba seguiu a metodologia proposta por Siqueira et al. (2021). Inicialmente, 8 mL de cada fermentado alcoólico de jabuticaba foram adicionados a um béquer contendo 24 mL de vinagre não pasteurizado, buscando facilitar a adaptação das bactérias do ácido acético presentes na mãe do vinagre. O processo de oxidação foi conduzido em duplicata, compreendendo cinco ciclos de adição de vinho (proporção 1:3 v/v), a uma temperatura ambiente de 25 °C, em condições aeróbicas. Ao término da fermentação, os fermentados acéticos foram submetidos à centrifugação a 1968 g por 10 minutos (Hermle Z 200 A, Wehingen, Alemanha) e filtrados a vácuo.

## 2.3. Capacidade antioxidante *in vitro*



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

A capacidade antioxidante *in vitro* dos fermentados alcoólicos e acéticos foi avaliada pelos métodos ABTS<sup>+</sup> (Ré et al., 1999) e FRAP (Benzie; Strain, 1996). As leituras de absorbância foram realizadas no espectrofotômetro UV-VIS (modelo U-1800, Hitachi, Japão), e os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  de equivalente de Trolox por mL de amostra.

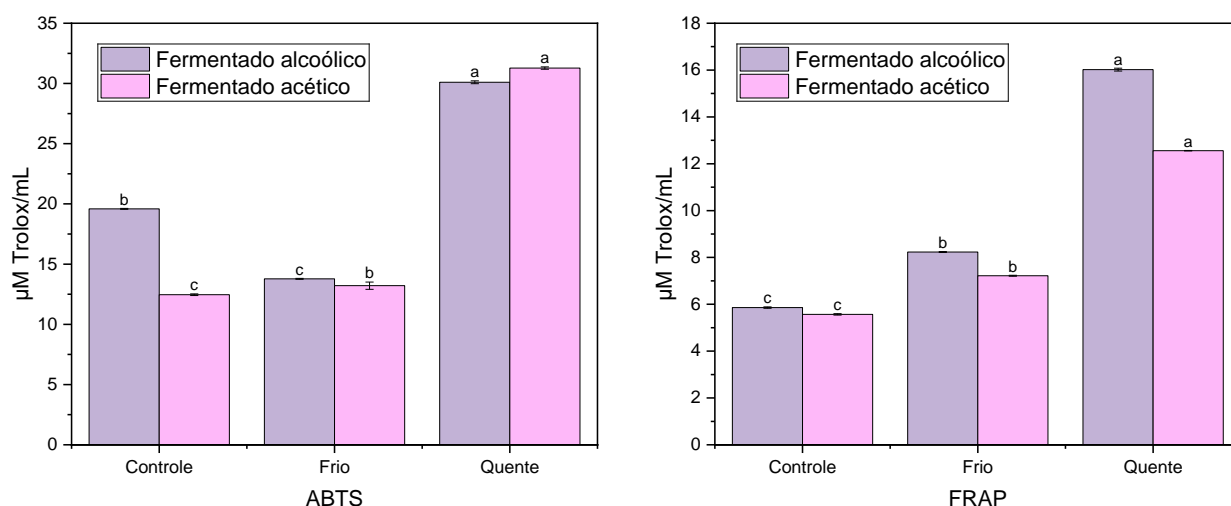
## 2.4. Análise estatística

Os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para identificar as diferenças significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre as amostras, sendo estas diferenças avaliadas através do teste tukey.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade antioxidante presente em bebidas fermentadas deriva tanto da qualidade da matéria-prima quanto dos tratamentos pré-fermentativos, além do próprio processo de fermentação (Tian et al., 2022). A capacidade antioxidante *in vitro* das amostras de fermentados alcoólicos e acéticos de jabuticaba está apresentado na Figura 1.

**Figura 1** – Capacidade antioxidante *in vitro* das amostras de fermentados alcoólicos e acéticos de jabuticaba, obtidas por diferentes tratamentos pré-fermentativos.



Os resultados são expressos como média  $\pm$  desvio padrão. <sup>a-c</sup> Diferentes letras minúsculas entre as barras indicam diferença significativa entre as amostras avaliadas para o mesmo método de capacidade antioxidante ( $p \leq 0.05$ ).

Os resultados dos ensaios de capacidade antioxidante demonstraram que o método ABTS<sup>+</sup> apresentou valores consistentemente superiores em comparação ao FRAP, indicando maior



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

sensibilidade do ABTS+ para essa matriz específica. A aplicação de dois métodos distintos para avaliar a atividade antioxidante *in vitro* proporciona uma visão mais ampla sobre os diferentes mecanismos de ação dos compostos fenólicos. A maceração a quente demonstrou um efeito positivo significativo no aumento da atividade antioxidante dos fermentados alcoólicos e acéticos de jabuticaba, especialmente no ensaio ABTS+, onde as amostras exibiram valores aproximadamente duas vezes maiores em relação às amostras submetidas à maceração a frio.

#### 4. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou a influência das técnicas de maceração pré-fermentativa na atividade antioxidante dos fermentados alcoólicos e acéticos de jabuticaba. Os resultados demonstraram que a maceração a quente é uma abordagem eficiente para maximizar a extração de compostos fenólicos, resultando em uma atividade antioxidante significativamente maior, especialmente no método ABTS+, em comparação à maceração a frio. Além disso, ressaltam o potencial da jabuticaba como matéria-prima para o desenvolvimento de bebidas fermentadas com elevada capacidade antioxidante, contribuindo para o aproveitamento de frutas nativas brasileiras.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, n. 140616/2021-7), à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Código de Financiamento 001) e à FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - 2021TR000353) pelo apoio à pesquisa.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXANDRE-TUDO, J. L.; DU TOIT, W. Cold maceration application in red wine production and its effects on phenolic compounds: A review. **LWT**, v.95, p-200-208, 2018.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70–76, 1996.

CHEN, X.; LIU, S.; YUAN, J.; ZHU, Y.; YUAN, C.; REN, Y. Application of different pre-fermentation techniques in winemaking using Guankou table grape (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*). **Food Bioscience**, v. 51, p. 102272, fev. 2023.

HORNEDO-ORTEGA, R.; ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, M. A.; CERESO, A. B.; GARCIA-GARCIA I.; TRANCOSO, A. M.; GARCIA-PARRILA, M.C Influence of Fermentation Process on the Anthocyanin Composition of Wine and Vinegar Elaborated from Strawberry. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 2, p. 364–372, 1 fev. 2017.



INADA, K. O. P.; LEITE, I. B.; MARTINS, A. B. N.; FIALHO, E.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. Jaboticaba berry: A comprehensive review on its polyphenol composition, health effects, metabolism, and the development of food products. **Food Research International**, v. 147, n. February, 2021.

JIANG, X.; LU, Y.; LIU, S. Q. Effects of Different Yeasts on Physicochemical and Oenological Properties of Red Dragon Fruit Wine Fermented with *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulaspota delbrueckii* and *Lachancea thermotolerans*. **Microorganisms**, v. 8, n. 3, p. 315, 25 fev. 2020.

LUKIĆ, I.; BUDIC-LETO, I.; BUBOLA, M.; DAMIJANIC, K.; STAVAR, M. Pre-fermentative cold maceration, saignée, and various thermal treatments as options for modulating volatile aroma and phenol profiles of red wine. **Food Chemistry**, v. 224, p. 251–261, jun. 2017.

PAGLIARINI, C. L.; PAGLIARINI, M. A.; SANTOS, V. A. F. O.; STEFFENS, C. A.; HOFF, R. B.; DOGNINI, J.; CRESTANI, I.; DACOREGGIO, M. V.; BAGATINI, L.; KEMPKA, A. P. Vinegars from fruits of *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O.Berg and *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg: Phytochemical, volatile, and sensory profiles, antioxidant activity, and chemical characteristics. **JSFA reports**, v. 3, n. 9, p. 429–440, ago. 2023.

PREZIOSO, I.; FIOSCHI, G.; RUSTIONI, L.; MASCELLANI, M.; NATRELLA, G.; VENERITO, P.; GAMBACORTA, G.; PARADISO, V. M. Influence of prolonged maceration on phenolic compounds, volatile profile and sensory properties of wines from Minutolo and Verdeca, two Apulian white grape varieties. **Lwt**, v. 192, n. December 2023, p. 115698, 2024.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1 maio 1999.

SETFORD, P. C.; JEFFERY, D. W.; GRBIN, P. R.; MUHLACK, R. A. Factors affecting extraction and evolution of phenolic compounds during red wine maceration and the role of process modelling. **Trends in Food Science and Technology**, v. 69, n. part A, p. 106-117, 2017.

SIQUEIRA, A. E. B.; SILVA, E. P.; SANTIAGO, E. S.; TEIXEIRA, É. T. L. B.; MESQUITA, J. A.; CRISTO, P. F. R. F.; ÁVILA, M. C.; NASCIMENTO, E.; SPINOSA, W. A. Elaboration of mangaba vinegar by semi-solid fermentation combined with enzymatic activity: chemical characterization and sensory. **Ciência rural**, v. 51, n. 10, p. e20200638, 2021.

TIAN, Y.; XIA, T.; QIANG, X.; ZHAO, Y.; LI, S.; WANG, Y.; ZHENG, Y.; YU, J.; WANG, J.; WANG, M. Nutrition, Bioactive Components, and Hepatoprotective Activity of Fruit Vinegar Produced from Ningxia Wolfberry. **Molecules**, v. 27, n. 14, p. 4422, 11 jul. 2022.