



PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE VINAGRE DE SERIGUELA (*Spondias purpurea*)

Production and characterization of a red mombin (*Spondias purpurea*) vinegar

Weslei Domingos da Silva¹, Daiane Meneguzzi², Mário Antônio Alves da Cunha³

RESUMO

O vinagre é um produto milenar oriundo da oxidação acética de vinhos obtidos de diferentes frutas, vegetais, grãos ou mel. Este trabalho teve como objetivo a produção de um vinagre de seriguela (*Spondias purpurea* L.), uma fruta tropical bastante perecível e ainda pouco explorada comercialmente. A fruta foi caracterizada quanto a composição proximal, pH, acidez, fenólicos totais e potencial antioxidante. Fermentação alcoólica foi conduzida em balde fermentador com airlock, sendo obtido um vinho contendo 42,7 g/L de etanol com eficiência (η) de processo de 57% após 120 h. A fermentação acética foi conduzida em barril fermentador de madeira Grápia (processo de Orleans) e bactérias ácido acéticas selvagens isoladas de vinagre não pasteurizado foram empregadas como inóculo. Um conteúdo de ácido acético de 4,01 g/100 mL foi encontrado no vinagre obtido, apresentou elevado poder redutor do íon férrico (928,8 mM FeSO₄/mL), bem como apreciável capacidade de captura do radical livre DPPH (86,9 μ mol TE/100 mL). A produção de vinagre de seriguela poderia ser uma opção de melhor aproveitamento da fruta e agregação de valor a pequenas propriedades produtoras.

PALAVRAS-CHAVE: Composto fenólicos; Fermentado alcoólico; Oxidação acética; Processo de Orleans; Vinho.

ABSTRACT

Vinegar is an ancient product from the acetic oxidation of wines obtained from different fruits, vegetables, grains, or honey. This work aimed to produce vinegar made from red mombin (*Spondias purpurea* L.), a very perishable tropical fruit that is still little explored commercially. The fruit was characterized according to its proximal composition, pH, acidity, total phenolics, and antioxidant potential. Alcoholic fermentation was carried out in a fermenter bucket with an airlock, obtaining a wine containing 42.7 g/L of ethanol with a process efficiency (η) of 83.7% after 96 h. Acetic fermentation was conducted in a Grapia barrel (Orleans process), and indigenous acetic acid bacteria isolated from unpasteurized vinegar were used as an inoculum. Acetic acid content of 4.01 g/100 mL was found in the vinegar obtained, had a high ferric-ion reducing antioxidant capacity (928,8mM FeSO₄/mL), as well as appreciable DPPH free radical capture ability (86,9 μ mol TE/100 mL). The production of red mombin vinegar could be an option for better use of the fruit and adding value to small producing properties.

KEYWORDS: Acetic oxidation; Alcoholic fermented; Orleans Process, Phenolic compounds; Wine.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de extensão continental que possui variados biomas e detém uma flora e microbiota extremamente variada. Cerca de 46.975 espécies de plantas, algas e fungos já foram catalogadas no país (BFG, 2021).

A seriguela (*Spondias purpurea*) é uma das frutas tropicais da família *Anacardiaceae* existentes no Brasil. Sua árvore caducifólia pode atingir até 6 metros de altura e produz

¹ Aluno do curso de graduação em Química Bacharelado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: wesleisilva@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 3720706349472024.

² Aluna do curso de graduação em Química Bacharelado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: Meneguzzi@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 0324247966748905

³ Docente no Curso de Química, DAQUI. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: mcunha@utfpr.edu.br ID Lattes: 3151576713472624.



frutos tipo drupa, os quais comumente apresentam formato alongado com 3,6 a 4,4 cm de comprimento, coloração avermelhada, textura lisa, e tem polpa doce-acidulada e succulenta (KINUPP; LORENZI, 2021). É uma fruta sazonal, altamente perecível que apresenta qualidades nutricionais como elevado conteúdo de vitamina C, fibras e minerais, além de apresentar diferentes compostos fitoquímicos (UCHÔA et al., 2020; NERIS; LOSS; GUEDES, 2017).

O vinagre é produzido através da oxidação acética de vinhos originados de várias fontes, incluindo frutas, grãos, mel, vegetais combinados ou até mesmo soluções hidroalcoólicas enriquecidas com ingredientes vegetais, extratos vegetais aromatizados, aromas naturais e condimentos, de acordo com as diretrizes do regulamento técnico que estabelece os padrões de identificação e qualidade (RIZZON, 2006).

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA FRUTA

As frutas foram obtidas na cidade de Matelândia, Paraná (25° 14' 11" S, 53° 58' 46" W). Foram colhidas ao atingir o ponto de maturação adequada, lavadas, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio e despulpadas. A polpa foi homogeneizada em liquidificador, acondicionada em frasco de vidro e congelada até seu uso. O pH, acidez e a composição proximal da polpa foi determinada seguindo protocolos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi avaliado em refratômetro manual.

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu (SINGLETON *et al.*, 1999). Os métodos ABTS (BUDAK; GUZEL-SEYDIM, 2010), DPPH (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995) e FRAP (RUFINO *et al.*, 20) foram empregados para avaliar o potencial antioxidante das amostras de polpa e vinagre.

FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA

O mosto contendo uma proporção (m/m) de 70% de polpa e 30% de água foi chaptalizado com sacarose à 18 °Brix e suplementado com mistura de sais minerais (Enovit®, Pascal Biotech, France). Como inóculo (0,5 g/L) foi empregada cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* f. r. *bayanus* (Fermol Perlage, AEB Biochemistry Latin American, Brazil). A fermentação alcoólica foi conduzida em balde fermentador com airlock a 28°C, sendo conduzidas medidas de sólidos solúveis a cada 24 horas e observado o desprendimento de gás carbônico (bolhas). O rendimento ($Y_{P/S}$) da fermentação alcoólica foi determinado pela relação entre a produção de etanol e o consumo de substrato. A produtividade volumétrica (Q_P) em etanol foi determinada pela relação entre a produção de etanol e o tempo de fermentação. A eficiência do processo foi obtida pela relação entre o rendimento em etanol obtido experimentalmente e o rendimento teórico da fermentação alcoólica (0,511 g/g) (FONSECA *et al.*, 2018).

OXIDAÇÃO ACÉTICA



Vinagre colonial de uvas vermelhas (*Vitis labrusca*) não pasteurizado (vinagre forte) foi adquirido em feira local na cidade de Pato Branco, Paraná (26°14'1,8''S, 52°40'44''W). Para o isolamento das bactérias ácido acéticas foi transferido um volume de 10 mL de vinagre forte para meio GY (90 mL: glicose 100 g/L, extrato de levedura 10 g/L) em frasco Erlenmeyer de 250 mL e cultivado em incubador orbital (shaker) a 25°C por 24h e 150 rpm de agitação. Natamicina (100 mg/L) foi empregada para inibição do crescimento de leveduras. Após a multiplicação das bactérias acéticas, foi inoculado 100 mL da cultura acética em 900mL do vinho de seriguela e a fermentação acética foi conduzida em barril de madeira Grápia (processo lento). Todo o processo de oxidação acética ocorreu com temperatura controlada em incubadora a 25°C. Amostras foram coletadas ao longo da fermentação e avaliada a acidez titulável e pH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fruta empregada na produção do vinho apresentou um índice de maturação (Sólidos Solúveis Totais/Acidez Titulável total) de 30,0 e baixos conteúdos de proteína, lipídeos e resíduo mineral (Tabela 1). Por outro lado, elevado conteúdo de umidade (82,2 g/100g) e atividade de água de 0,92 foi encontrado. A fruta também demonstrou ser rica em fibras e sólidos solúveis totais (°Brix).

Tabela 1 – Caracterização da fruta

Parâmetros físico-químicos	Valores	Parâmetros físico-químicos	Valores
Umidade (g/100g)	82,2 ± 0,22	Lipídios (g/100g)	0,37 ± 0,01
Atividade de água	0,92 ± 0,01	Resíduo mineral (g/100g)	0,85 ± 0,06
pH	3,48 ± 0,056	Fibra detergente ácida (g/100g)	3,09 ± 0,12
Acidez (g ácido cítrico/100g)	0,50 ± 0,02	Fibra detergente neutra (g/100g)	5,49 ± 0,10
Proteína (g/100g)	0,745 ± 0,08	Sólidos solúveis (°Brix)	15,0 ± 0,10

Fonte: Autoria própria, 2023

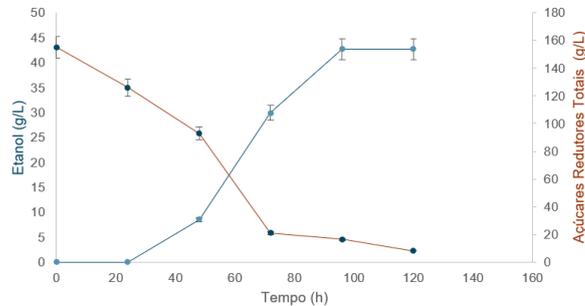
A fruta apresentou elevados conteúdos de compostos fenólicos (Tabela 2) 1710 ± 0,25 mg GAE/100 g, e elevado potencial antioxidante contra os radicais ABTS (2351 ± 65 mM TE/g) e DPPH (44,5 ± 3,2 µM TE/g). Similarmente ao observado com os radicais DPPH e ABTS, o potencial antioxidante de redução do íon férrico também foi elevado (2491 mM FeSO₄/g).

Como pode ser observado na Figura 1, a levedura utilizada na fermentação alcoólica da seriguela demonstrou capacidade fermentativa e relativa tolerância ao álcool com acúmulo de etanol de 42,7 g/L (5,41% v/v) após 96 h. O substrato foi efetivamente assimilado até 120 h de cultivo quando foi verificado um consumo de 94,5%. Entretanto a partir de 96 h não foi verificado mais acúmulo de etanol. O rendimento da fermentação alcoólica (Tabela 2) foi de 0,29 (g/g), o que corresponde a uma eficiência de 57% e uma produtividade volumétrica em etanol 0,35 g/Lh. Fonseca *et al* (2018) empregando a mesma levedura obtiveram maiores valores de produção (62,6 g/L) e eficiência de 84% na produção de vinho de mirtilo, o que indica que a seriguela de alguma forma diminui a



atividade fermentativa da levedura, levando a menor produção de etanol, embora tenha ocorrido boa assimilação do substrato.

Figura 1 - Gráfico de acompanhamento da fermentação alcoólica



Fonte: Autoria própria, 2023.

Os parâmetros cinéticos observados na fermentação alcoólica estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros cinéticos em 120 h de fermentação alcoólica

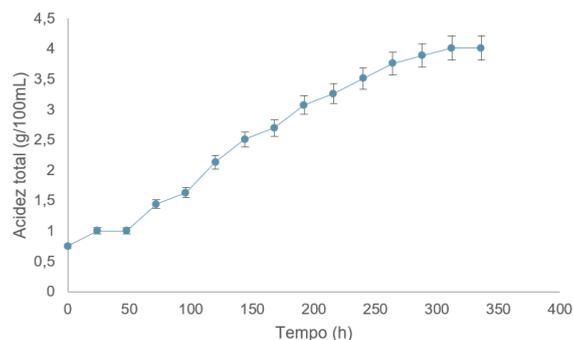
Parâmetro	Valores
Produção de etanol (P_x)	42,2 (g/L)
Rendimento (Y_{PS})	0,29(g/g)
Produtividade Volumétrica (Q_P)	0,355 (g/L.h)
Eficiência (η)	57%

Fonte: Autoria própria, 2023.

Na Figura 2 está mostrado a produção de ácido acético ao longo da fermentação acética. As bactérias ácido acéticas isoladas do vinagre colonial demonstraram capacidade de oxidação do etanol presente no vinho. No entanto, o tempo de acetificação foi bastante longo, sendo necessário 13 dias (312 h) para que a concentração de ácido acético atingisse 4,01%. De acordo com a legislação brasileira, os vinagres de frutas devem ter acidez volátil mínima de 4,0 g/100 mL.

O vinagre apresentou uma densidade de $1,031 \text{ g/cm}^3 \pm 0,01$ e elevada atividade antioxidante. Em relação a capacidade de eliminação do radical DPPH e poder redutor férrico foram verificados valores de $86,9 \pm 0,43 \text{ } \mu\text{mol TE/100 mL}$ e $928,8 \pm 4,43 \text{ mmol FeSO}_4/\text{mL}$, respectivamente.

Figura 2 - Gráfico de Acompanhamento da Oxidação Acética



Fonte: Autoria própria, 2023.



CONCLUSÃO

Os processos de fermentação alcoólica e acética da seriguela se mostraram tecnicamente viáveis, sendo observado resultados promissores tanto em relação a produção do vinho de seriguela, como do vinagre. O vinagre obtido mostrou ser rico em compostos fenólicos totais e apresentou apreciável atividade antioxidante. O aproveitamento da seriguela na produção de vinagre poderia ser uma estratégia para agregação de valor em pequenas propriedades rurais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BFG. The Brazil Flora Group. 2021. **Coleção Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2021.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidante activity, **Food Science and Technology**, França, v. 28, n. 01, p. 25-30, Jun. 1995.

BUDAK, H. N. GUZEL-SEYDIM, Z. B. **Antioxidant activity and phenolic content of wine vinegars produced by two diferente techniques**. Journal Science Food Agriculture, New York, n.90 v. 12, p.2021-2026, jun. 2010.

RIZZON. A. L.; **Sistema de Produção de Vinagre**; Embrapa uva e vinho; sistemas de produção, 13. Versão eletrônica, 2006.

FONSECA, M. S.; SANTOS. Q. A. V.; DEKKER. H. F. R.; BARBOSA-DEKKER. M. A.; CUNHA. A. A. M.; et al. **Blueberry and honey vinegar: successive batch production, antioxidant potential and antimicrobial ability**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 21, n. 0, 25 out. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para Análises de Alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

KINUPP F. V.; LORENZI, H. J. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil : guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum De Estudos Da Flora Ltda, 2014.



NERIS, T. S.; LOSS, R. A.; GUEDES, S. F. **Caracterização físico-química da seriguela (Spondias purpurea L.) coletadas no município de Barra do Bugres/MT em diferentes estágios de maturação.** Natural Resources, v. 7, n. 1, p. 9–18, 25 set. 2017.

Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** UNICAMP – 4. Ed. rev. e ampl.; Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161p.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D.; **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de redução do Ferro – FRAP,** EMBRAPA, Comunicado Técnico, Fortaleza, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D.; **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS⁺.** Embrapa, Comunicado Técnico, Fortaleza, 2007.

SINGLETON V. L.; ROSSI J.A.; **Colorimetry of total phenolics with phosphomolyb dicphosphotungstic acid reagentes.** Am Journal Enology And Viniculture. V.16, n. 3 p. 144-158. 1965.

SINGLETON V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R.M. **Analysis of total phenols and Other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent.** Methods of Enzymology, Revista de Nutrição, San Diego, v. 299, n. 15, p. 152-178, 1999.

UCHÔA, V. T.; OLIVEIRA, J. F.; RAMOS, M. A. B.; OLIVEIRA, R. K. S.; BRITO, T. M. V.; OLIVEIRA, A. R.; MORAES B. C.; **Avaliação biométrica e análise da vitamina C em frutas exóticas comercializadas em supermercados e mercados de Teresina – PI.** Agrarian, v. 13, n. 50, p. 577–592, 23 nov. 2020.

XAVIER, D. et al. Production and characterization of physalis vinegar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 2, n. 1, p. 27, 1 out. 2011.

WOOTON-BEARD, P. C.; MORAN, A.; RYAN, L.; Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after *in vitro* digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu methods. **Food Research Internacional**, v. 44, n. 1, p. 217-224. 2011.