

## Ajuste de pH na produção de fermentado alcoólico de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)

### pH adjustment in the production of alcoholic fermented tamarind (*Tamarindus indica* L.)

Ingridy Duarte Costa<sup>1</sup>; Shirlene Kelly Santos Carmo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Bacharela em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, e-mail: ingridy.duarte14@outlook.com; <sup>2</sup> Engenheira Química, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, e-mail: shirlene@ufersa.edu.br. \*Autor correspondente

#### NOTA

Recebido: 11-04-2023  
 Aprovado: 12-09-2023

#### Palavras-chave:

Bebidas alcoólicas  
 Fermentação em batelada  
 Agroindustrial

#### RESUMO

O tamarindo é rico nutricionalmente e apresenta aspectos sensoriais atrativos para o desenvolvimento de novos produtos, como a exemplo, as bebidas alcoólicas. No entanto, este fruto *in natura* apresenta baixos valores de pH, que pode vir a comprometer o desenvolvimento eficaz do microrganismo fermentativo para este tipo de produto. Nesse sentido, esse trabalho teve por objetivo elaborar dois tipos de fermentados, F<sub>A</sub> (sem ajuste de pH), e o F<sub>B</sub> (com ajuste do pH), e analisar o produto quanto as suas características físico-químicas. A fermentação ocorreu em reatores bateladas com desenvolvimento anaeróbico mantidos sob controle de temperatura a 18°C, durante 15 dias, utilizando para isto o emprego do microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*. Ao comparar os fermentados produzidos, F<sub>A</sub> e F<sub>B</sub>, observou-se que ambos resultaram em teores alcoólicos próximos, 5,2% e 5,0%, respectivamente, encontrando-se assim, dentro dos padrões previstos em legislação, de onde se pode concluir que, a levedura utilizada apresenta eficácia na sua atividade fermentativa mesmo quando exposta ao estresse ácido do meio.

#### ABSTRACT

Tamarind is nutritionally rich and presents attractive sensory aspects for the development of new products, such as alcoholic beverages. However, this fresh fruit has low pH values, which may compromise the effective development of the fermentative microorganism for this type of product. In this sense, this work aimed to develop two types of fermented, F<sub>A</sub> (without pH adjustment), and F<sub>B</sub> (with pH adjustment), and analyze the product regarding its physical-chemical characteristics. Fermentation took place in batch reactors with anaerobic development maintained under temperature control at 18°C for 15 days, using the microorganism *Saccharomyces cerevisiae*. When comparing the fermented products produced, F<sub>A</sub> and F<sub>B</sub>, it was observed that both resulted in close alcoholic contents, 5.2%, and 5.0%, respectively, thus meeting the standards set out in legislation, from which it can be concluded that the yeast used is effective in its fermentative activity even when exposed to the acidic stress of the environment.

#### Key words:

Alcoholic beverages  
 Batch fermentation  
 Agroindustrial

## INTRODUÇÃO

No mundo, cerca de um terço de toda a produção de alimentos se transforma em resíduo alimentar, dos quais 45% são referentes a frutas e legumes. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de produtos agrícolas, com uma produção estimada de 260 milhões de toneladas de alimentos por ano (CEDES, 2018). No entanto, as perdas em toda a cadeia produtiva para frutas alcançam, em média, 30% (SOUZA et al., 2021). Estes desperdícios, em parte, são devido a maior perecibilidade, quando comparadas a outros alimentos.

O fruto do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é caracterizado por um sabor ácido único e exótico devido à combinação de altos níveis de ácido tartárico e açúcares, sendo comumente consumido em forma de polpa. Possui ainda,

uma excelente qualidade nutricional com alto níveis de carboidratos, proteínas e elementos minerais (FERREIRA et al., 2019). Lim et al. (2013) relatam que a polpa de tamarindo apresenta propriedades antioxidantes e de combate ao colesterol, uma vez que foram detectados expressivos teores de compostos fenólicos.

Tendo em vista que o fruto tamarindo ainda é pouco explorado como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos alimentícios em escala industrial (FERREIRA et al., 2019). A utilização do tamarindo é vista como potencial de mercado por apresentar excelentes propriedades nutricionais e sua facilidade de cultivo (MAIA, 2014; SILVA et al., 2020).

Em face do exposto, a produção de bebidas alcoólicas a partir de fontes de carboidratos fermentáveis surge como uma alternativa para aproveitamento de diversos frutos. Além de

uvas, outras frutas têm sido utilizadas para a produção de fermentados tropicais e subtropicais como o de abacaxi, manga, melão, cacau, caqui, banana, jabuticaba, entre outros (DIAS et al., 2017). A exemplo, destaca-se o tamarindo que é muito disseminado na região nordeste do Brasil (SANTOS et al., 2019).

O processo para a obtenção dessas bebidas, ocorre em função com atuação de microrganismos fermentativos, dos quais, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Saccharomycetaceae) é a mais empregada. Este microrganismo se destaca por apresentar um metabólico capaz de se desenvolver tanto em condições anaeróbicas quanto aeróbicas, além de apresentar tolerância ao estresse osmótico, às altas concentrações de ácidos e etanol, a não produção de substâncias nocivas (FONSECA et al., 2020).

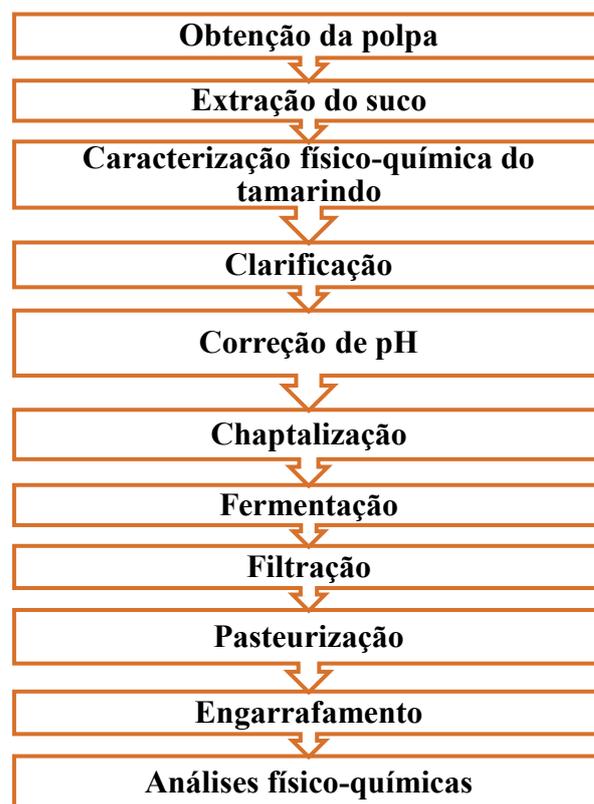
Durante a fermentação, os principais produtos formados são o etanol ( $C_2H_6O$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ). No entanto, para o desenvolvimento eficiente das leveduras, o meio deverá apresentar condições adequadas. O pH é um dos fatores que afetam o processo fermentativo, sendo importante no controle da contaminação por bactérias, além de afetar o crescimento das leveduras, as taxas de fermentação e a formação de subprodutos.

De acordo com o estudo realizado por Liu et al. (2015), um pH em torno de 4,5 proporciona a maior produção de etanol a partir da ação do microrganismo *S. cerevisiae*. Além disso, foi observado que, o pH inicial baixo facilita o crescimento das leveduras, porém para valores inferiores a 2,5, pode inibir esse crescimento, resultando em uma taxa de fermentação menor. Breisha (2010), afirma que, o pH abaixo de 3,5 levou à redução da viabilidade e do vigor da levedura, bem como ao menor rendimento de etanol. Segundo Wong e Sanggari (2014), os valores ideais de pH para o crescimento da levedura podem variar de 4,0 a 6,0, dependendo de suas cepas. Walker e Stewart (2016), apresentam em relação aos requisitos de temperatura e pH para fermentações alcoólicas, que as leveduras prosperam em ambientes quentes e ácidos, com a maioria das cepas de *S. cerevisiae* crescendo bem entre 20 e 30 °C e pH 4,5 e 6,5.

Os fermentados de frutas devem seguir os padrões de identidade e qualidade regidos pela Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, regulamentadas pelo Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009 (BRASIL, 2009). A partir do exposto, o objetivo deste trabalho foi elaborar dois tipos de fermentados  $F_A$  (sem correção de pH), e o  $F_B$  (com ajuste do pH) a base de tamarindo, e analisar o produto quanto as características físico-químicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A matéria prima deste trabalho, o tamarindo maduro, foi adquirido na feira local do município de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte. Para o estudo, foram produzidos dois tipos de fermentados alcoólicos:  $F_A$  - fermentado de tamarindo sem ajuste de pH,  $F_B$  - fermentado de tamarindo com ajuste de pH. O processo experimental foi conduzido no Laboratório de Química do Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). As etapas do processo de produção de fermentados estão indicadas conforme fluxograma (Figura 1).



**Figura 1.** Etapas do processo de produção de fermentados de tamarindo no Laboratório de Química do Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte

A polpa da tamarindo foi submetida a análises físico-químicas para quantificação do pH, por meio de um pHmetro; e sólidos solúveis totais (°Brix), por refratometria (Marca Atago; Modelo Pocket Refractometer PAL-1); conforme metodologia de Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A análise do °Brix é uma medida de fundamental importância, pois quantifica os sólidos totais, incluindo os açúcares inicialmente presentes no mosto, indicando assim, a necessidade ou não da etapa de chaptalização, a qual estabelece a quantidade de açúcares a serem adicionados como forma de estabelecer um mosto em condições adequadas para elaborar um fermentado dentro dos padrões exigidos por legislação.

Para extrair o suco, a polpa obtida passou por um processo de despolpamento manual com auxílio de um liquidificador e uma peneira domésticos. Cerca de 528 g da polpa foram triturados juntamente com água, sendo utilizada a proporção de 1:6.

Após a extração e preparo do suco de tamarindo com a adição de água, foi realizada a clarificação, que consiste na retirada da pectina contida no mosto, pela adição de uma solução de gelatina 10% (comercial, incolor e inodora) como clarificante adicionado numa proporção de 3g/litro de suco e mantendo-se em geladeira por 24 horas. Posterior a esta etapa, com a utilização de uma peneira fez-se a separação das partes aglutinadas pela ação da gelatina e assim, obteve-se o suco livre da pectina. Essa substância presente em um processo fermentativo, pode dar origem ao metanol, que em níveis elevados, torna a bebida imprópria ao consumo.

Na sequência, após analisar por meio do refratômetro, o °Brix do mosto, realizou-se a chaptalização para correção do mosto, o qual consistiu na adição de 116 gramas de sacarose (açúcar comercial) para cada litro de suco. Essa adição tem

como propósito promover a correção da deficiência do teor de sólidos solúveis totais para atingir o teor alcoólico dentro dos padrões exigidos por legislação para esse tipo de bebida. A etapa de ajuste do pH para o F<sub>B</sub>, ocorreu pela adição do Carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) na proporção de 8,0 g/100ml do suco.

O processo fermentativo ocorreu de forma anaeróbica em reator de polipropileno em batelada, por meio da ação do microrganismo *S. cerevisiae*, e se desenvolveu em um refrigerador com controle de temperatura na faixa de 18 °C.

Com o intuito de obter um fermentado alcoólico dentro dos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 2009) quanto ao seu grau alcoólico, foi necessário a realização da etapa de chaptalização, que consistiu na adição de açúcar ao mosto, sendo este um procedimento padrão na elaboração de fermentado alcoólico de frutas. Posteriormente, foi adicionada a levedura *S. cerevisiae* (Levedura Blastosel Horizon), na proporção 15g/L, a qual passou por um procedimento de ativação inicialmente, de forma a preparar a sua estrutura celular para o processo fermentativo, assim como, para a multiplicação inicial de células. A mistura foi deixada em repouso por 15 minutos, e quando obteve uma consistência de creme, foi inoculada ao mosto, dando início ao processo de fermentação.

A fermentação estendeu-se por um período de 15 dias, através de um sistema anaeróbio. Foi possível determinar o fim da fermentação através do monitoramento do °Brix, onde foi avaliada a cada 24 horas de processo, e finalizada após o teor de sólidos solúveis (°Brix) atingir a estabilidade. Ao término da fermentação, os fermentados FA e FB, foram filtrados com o auxílio de um sistema de filtração a vácuo, e posteriormente, envasados em garrafas de vidro próprias para vinhos, previamente limpas e sanitizadas. As bebidas envasadas passaram por um processo de pasteurização, em banho-maria, a 65°C durante 30 minutos e posterior resfriamento em recipiente contendo água fria.

Os fermentados produzidos foram avaliados em triplicata quanto ao teor de sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez titulável, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e teor alcoólico. Por meio do °Brix, e utilizando tabelas de equivalência da densidade em relação a °Brix, foi possível obter os valores da gravidade específica inicial (OG) e final (FG), e assim, calcular, de acordo com a equação 1, o teor alcoólico por volume (%ABV) obtido para os fermentados F<sub>A</sub> e F<sub>B</sub>.

$$\%ABV = 131,25 \times (OG - FG) \quad (1)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a caracterização físico-química da polpa de tamarindo *in natura* na pesquisa podem ser observados na Tabela 1, onde observa-se que, o tamarindo apresenta um pH de baixo valor, que condiz com o apresentado em Hamacek et al. (2013), correspondente a 2,95; e com o valor de 2,5 apresentado por Maia et al. (2021). Em relação ao °Brix, o valor também se encontra próximo ao valor de 8,4 °Brix apresentado por Muzaffar e Kumar (2015), ao 7,25 °Brix encontrado por Lima et al. (2015) e ao 7,7 °Brix verificado por Santos et al. (2016).

**Tabela 1.** °Brix e pH do fruto de tamarindo *in natura* do município de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte

Análise	Valores
Sólidos solúveis (°Brix)	7,6 ± 0,34
pH	2,65 ± 0,19

Na Tabela 2, apresenta a caracterização físico-química dos mostos, os quais encontram-se preparados, após a etapa de chaptalização, para a adição dos microrganismos e início a fermentação dos tratamentos F<sub>A</sub> e F<sub>B</sub>, onde nota-se que ambos os mostos apresentam um *start* inicial semelhante em relação a quantidade de sólidos solúveis disponíveis à conversão em etanol (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização físico-química dos mostos de tamarindo

Análise	Mosto FA	Mosto FB
Sólidos solúveis (°Brix)	19,9 ± 0,32	19,1 ± 0,21
pH	2,80 ± 0,06	4,1 ± 0,17

Como pôde ser observado na Tabela 2, o pH para o mosto F<sub>B</sub> foi ajustado, apresentando dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento eficaz do microrganismo fermentativo. Em relação aos valores de °Brix, ambos iniciaram o processo com valores equivalentes, com o objetivo de observar, em especial, exclusivamente a influência do pH sobre o processo fermentativo.

Na Tabela 3, são observados os resultados das análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e teor alcoólico obtidos nos dois fermentados, onde é possível observar que o fermentado FA, tenha sido desenvolvido em um ambiente de estresse ácido, provocado pela condição de baixo pH, os resultados mostraram que ambos os fermentados se apresentaram próximos em relação a todos os parâmetros físico-químicos avaliados. Em comparação, os resultados de sólidos solúveis totais (SST) foram semelhantes aos obtidos por Maldonado et al. (2021).

**Tabela 3.** Caracterização físico-química dos fermentados da polpa de tamarindo

Análise	Fermentado F <sub>A</sub>	Fermentado F <sub>B</sub>
Sólidos solúveis (°Brix)	10,9 ± 0,03	10,3 ± 0,02
pH	2,6 ± 0,14	2,5 ± 0,023
Acidez (g/100mL)	1,71 ± 0,06	1,45 ± 0,16
Teor alcoólico (%)	5,2 ± 0,05	5,0 ± 0,08

O trabalho desenvolvido por Pajaro-Escobar et al. (2018), mostra que mesmo em condições de estresse ácido, trabalhando com o pH do tamarindo igual a 2,5, conseguiu produzir um fermentado com um percentual alcoólico de 8,9% apresentando-se dentro da faixa estabelecida para este tipo de bebida, conforme Art 45 do decreto N° 6.871, de 4 de junho de 2009 (BRASIL, 2009). Diógenes e Carmo (2021), abordado o desempenho da levedura *S. cerevisiae*, na obtenção de fermentados alcoólicos de frutas tropicais a partir de mostos com baixos valores de pH (2,0; 2,3 3,8) mostraram a obtenção de fermentados alcoólicos dentro dos padrões e com boa

aceitabilidade, resultando em teores alcoólicos, respectivamente, 9,6%; 6,7% e 11,50%. Concluindo assim, que mesmo em um ambiente de estresse ácido, os fermentados preservaram as características dos frutos utilizados como matéria-prima, e resultaram em um rendimento alcoólico dentro dos padrões exigidos por legislação.

Com os dados de sólidos solúveis inicial e final, convertidos em OG e FG, respectivamente, foram calculados os teores alcoólicos para os fermentados  $F_A$  e  $F_B$ , 5,2 e 5,0 (%v/v), respectivamente, conforme apresentado na Tabela 3, onde se mantiveram dentro dos valores previstos em legislação para esse tipo de bebida (BRASIL, 2009).

Os resultados obtidos na produção dos fermentados demonstram uma alternativa para valorização do fruto na geração de novos produtos, constituindo-se, principalmente na região Nordeste, numa alternativa para minimizar o desperdício do fruto e agregando valor à cultura. Portanto, mesmo em um ambiente de estresse ácido, como tratado neste trabalho, o ajuste do pH no mosto fermentativo não ocasionou diferenças significativas nas propriedades físico-químicas que caracterizam o fermentado. Na prática, além de evitar adição de produtos químicos que podem alterar a identidade sensorial do fruto estudado, promove uma economia de recursos, já que o ajuste do pH exige a adição de produtos químicos ou outros insumos, que apresenta custos associados. Em relação ao aspecto visual dos produtos elaborados, o fermentado  $F_A$  obteve uma aparência translúcida, já o  $F_B$ , apresentou-se mais opaco, o que pode indicar a presença de taninos mais evidentes.

O meio ácido apresenta ainda outras vantagens, pois torna-se menos sujeito a contaminação bacteriana, resultando em um maior rendimento alcoólico (LIMA et al., 2001). Em vista disso, pode-se observar através desse estudo que, propostas de fermentados alcoólicos à base de tamarindo, se apresentam como uma nova oportunidade de produto. Estudos futuros devem ser realizados para avaliar as características sensoriais e de aceitação do fermentado de tamarindo, a fim de confirmar a potencialidade de seu uso na elaboração de bebida alcoólica fermentada.

## CONCLUSÕES

Os fermentados de tamarindo apresentaram teor alcoólico aceitável dentro dos parâmetros legais para este tipo de bebida, sendo possível verificar que a levedura *S. cerevisiae* apresenta-se eficaz mesmo em condições de estresse ácido no processo fermentativo.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido e ao Grupo de Pesquisa em Processos e Análises Químicas por disponibilizar os meios necessários para este estudo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 6.871 de 04 de Junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, 2009.

BREISHA, G. Z. Production of 16% ethanol from 35% sucrose. *Biomass Bioenerg*, 34(8):1243–9, 2010. [10.1016/j.biombioe.2010.03.017](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.03.017).

CEDES – Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Perdas e desperdício de alimentos – estratégias para redução. Série de cadernos de trabalhos e debates 3. Brasília, DF, p. 260, 2018.

DIAS, D. R.; DUARTE, W. F.; SCHWAN, R. F. Chapter 5 - Methods of Evaluation of Fruit Wines, *Science and Technology of Fruit Wine Production*, 2017, p. 227-252.

DIÓGENES, B. C.; CARMO, S. K. S. Desempenho de *saccharomyces cerevisiae* ao estresse ácido no processo de fermentação alcoólica. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10: e232101018716, 2021. [10.33448/rsd-v10i10.18716](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18716).

FERREIRA, K. C.; CALIARI, M.; BENTO, J. A. C.; FIDELES, M. C.; SOARES JÚNIOR, M. S. Physical-chemical characterization and technological and thermal properties of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from the cerrado of goiás, Brazil. *Journal of Food Science and Technology*, 11(3): 94-101, 2019. [10.34302/crpfjst/2019.11.3.9](https://doi.org/10.34302/crpfjst/2019.11.3.9)

FONSECA, A. A. O.; de LIMA, J. G. F.; da SILVA, S. M. P. C.; de CARVALHO COSTA, M. A. P.; de SOUZA HANSEN, D.; BARBOSA, G. V. V.; JESUS, R. S. Produção, caracterização e avaliação sensorial de fermentado alcoólico de manga (*Mangifera indica* L.) variedade “Carlota”. *Brazilian Journal of Development*, 6 (7): 46176-46192, 2020. [10.34117/bjdv6n7-301](https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-301).

HAMACEK, F.; SANTOS, P.; CARDOSO, L.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. Composição nutricional do tamarindo (*Tamarindus indica* L.) do Cerrado de Minas Gerais, Brasil. *Frutas*, 68 (5), 381-395, 2013. [10.1051/frutas/2013083](https://doi.org/10.1051/frutas/2013083).

IAL, Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LIM, C. Y.; JUNIT, S. M.; ABDULLA, M. A.; AZIZ, A. A. In vivo biochemical and gene expression. Analyses of the antioxidante activities and hypocholesterolaemic properties of tamarindus indica fruit pulp extract. *Plos One*, California, 8(7): e70058, 2013. [10.1371/journal.pone.0070058](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070058).

LIMA, T. L. S.; CAVALCANTE, C. L.; SOUSA, D. G.; SILVA, P. H. A.; ANDRADE SOBRINHO, L. G. Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 10(2): 49-55, 2015. [10.18378/rvads.v10i2.3378](https://doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3378).

MAIA, J. D.; TRAVÁLIA, B. M.; ANDRADE, T. A. de; SILVA, G. K. da C.; ANDRADE, J. K. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. de; MOREIRA, J. de J. da S. Desenvolvimento, avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de geleia de tamarindo. *Revista GEINTEC*, 4(1): 632-641, 2014. [10.7198/S2237-0722201400010017](https://doi.org/10.7198/S2237-0722201400010017)

MAIA, J. L.; WURLITZER, N. J.; LIMA, J. R.; BORGES, M. F.; MAIA, M. O.; DAMIÃO, B. S.; OLIVEIRA, L. S. Qualidade e estabilidade de suco de tamarindo na estocagem.

- Braz. J. Food Technol. 24(e2020027): 1-9, 2021. [10.1590/1981-6723.02720](https://doi.org/10.1590/1981-6723.02720).
- MALDONADO, R. R.; OLIVEIRA, D. S. DE, ALVES, V. D.; OLIVEIRA, E. A.; KAMIMURA, E. S. Application of tamarind pulp for wine production. Journal of Biotechnology and Biodiversity, 9(2):163-169, 2021. [10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n2.maldonado](https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n2.maldonado).
- MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Effect of process parameters on extraction of pulp from tamarind fruit. In: MISHRA, G. C. Conceptual frame work & innovations in agroecology and food sciences. New Delhi: Krishi Sanskriti Publications, p. 65-67, 2015. Disponível em: <[https://krishisanskriti.org/vol\\_image/11Sep201509092417.pdf](https://krishisanskriti.org/vol_image/11Sep201509092417.pdf)>. Acesso em: 15 maio, 2023.
- LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. Biotecnologia Industrial: Processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo – SP, Editora Blucher, 3, p. 593, 2001.
- LIU X.; JIA, B.; SUN, X.; AI, J.; WANG, L.; WANG, C.; ZHAO, F.; ZHAN, J.; HUANG, W. Efeito do pH inicial nas características de crescimento e propriedades de fermentação de *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Food Science. 80(4):800-808, 2015. [10.1111/1750-3841.12813](https://doi.org/10.1111/1750-3841.12813).
- PAJARO-ESCOBAR, H. A.; BENEDETTI, J.; GARCIA-ZAPATEIRO, L. A. Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de un Vino de Frutas a base de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.). La Serena, 29(5): 123-130, 2006. [10.4067/S0718-07642018000500123](https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500123)
- SANTOS, B.; ALVES, É. S.; MARQUES, F. M. C.; MEDEIROS, M. A. C. de; RAMALHO, M. A. da S.; LEITE, M. F. M. da S.; SIMÕES, M. M.; SOUZA, O. F. de; LIMA, R. F. de; MEDEIROS, T. K. F. de; ANJOS, R. M. dos; BRITO JÚNIOR, L. de; GUÊNES, G. M. T.; SOUSA, A. P. de; OLIVEIRA FILHO, A. A. de. Phytochemical analysis and evaluation of the photoprotective activity of the aqueous extract of *Tamarindus indica* L. (Tamarindo). Research, Society and Development, 10(9): e25810917985, 2021. [10.33448/rsd-v10i9.17985](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17985).
- SANTOS, E. A. S.; SANTOS, J. M.; SANTOS, T. S.; CORREA, S. J. P.; REIS, M. F. T. Desenvolvimento e caracterização da bebida alcoólica fermentada de tamarindo (*Tamarindus indica*). Hig. Alimente, 33(288/289): 3370-3374, 2019.
- SANTOS, E. H. F.; FIGUEIREDO NETO, A.; DONZELI, V. P. Aspectos físico-químicos e microbiológicos de polpas de frutas comercializadas em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). Brazilian Journal of Food and Nutrition. 19(1):1-9, 2016. [10.1590/1981-6723.8915](https://doi.org/10.1590/1981-6723.8915).
- SILVA, M. S.; CASTRO, R. S.; CAVALCANTI, C. J. R.; AZEVEDO, L. C. Produtos do tamarindo (*Tamarindus indica* L.) no sertão pernambucano: uma experiência de extensão tecnológica. Revista Semiárido De Visu, 8 (1):105-116, 2020. [10.31416/rsdv.v8i1.74](https://doi.org/10.31416/rsdv.v8i1.74).
- SOUZA, C. H. M.; FILHO, E. P. C.; QUEIROZ, H. M.; VIEIRA, J.; PINTO, M. M. Perdas e Desperdício de Alimentos. In: Insper, 2021.
- WALKER, G. M.; STEWART, G. G. *Saccharomyces cerevisiae* in the Production of Fermented Beverages. Beverages 2(4): 30, 2016. [10.3390/beverages2040030](https://doi.org/10.3390/beverages2040030).
- WONG, Y. C.; SANGGARI, V. Bioethanol production from sugarcane bagasse using fermentation process. Orient J Chem. 30(2):507-13, 2014. [10.13005/ojc/300214](https://doi.org/10.13005/ojc/300214).