

Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada mista utilizando suco de caju e maçã

Development of a mixed fermented alcoholic beverage using cashew and apple juice.

Engenharia de Alimentos

Luísa Lasso Raposo (luisalassoraposo@gmail.com)

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA).

Gabriella Aparecida de Souza Rodrigues (rgabriellarx@gmail.com)

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA).

Débora Vitória Pereira Mesquita Gomes

(deboravitoriagomes225@gmail.com)

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA).

Mateus Guilherme dos Santos (mateusgds41@gmail.com)

Graduado em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA).

Leo Kunigk (pro14737@cefsa.edu.br)

Doutor em Ciências dos Alimentos pela Universidade de São Paulo (USP) e professor da Faculdade Engenheiro Salvador Arena e da Universidade São Judas Tadeu (USJT).

FTT Journal of Engineering and Business

• SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP JUN. 2025

• ISSN 2525-8729

Submissão: 13 dez. 2025 Aceitação: 22 mai. 2026

Sistema de avaliação: às cegas dupla (double blind review)

FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA, p. 60 – p. 83

FTT JOURNAL
of Engineering and Business



Resumo

O aproveitamento do pedúnculo do caju na elaboração de bebidas fermentadas representa uma alternativa para agregar valor a uma matéria-prima regional ainda subutilizada. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar uma bebida alcoólica fermentada mista elaborada com sucos clarificados de caju e maçã. Foram testadas formulações com diferentes proporções dos sucos, concentrações de *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* e quantidades de sacarose, incluindo ensaios com adição de suco de laranja. O processo fermentativo foi acompanhado pela determinação dos sólidos solúveis, e a formulação selecionada foi submetida a análises físico-químicas e à estimativa dos custos de produção. A formulação composta por 35% de suco de caju e 65% de suco de maçã, com 1,75 g/L de levedura e 43,60 g de sacarose, apresentou redução dos sólidos solúveis de 14,0 para 3,8 °Brix após quatro dias de fermentação e graduação alcoólica de 10,2% v/v. Os resultados de acidez total, acidez fixa, acidez volátil e extrato seco reduzido atenderam aos limites estabelecidos pela legislação brasileira. A estimativa de custos indicou valor elevado em escala piloto, com possibilidade de redução mediante ampliação da produção e aquisição de insumos em maior volume. Concluiu-se que a formulação apresentou viabilidade técnica e potencial para o aproveitamento do pedúnculo do caju, embora sejam necessários estudos sensoriais, de estabilidade e de viabilidade econômica em escala industrial.

Palavras-chave: *Saccharomyces cerevisiae*. Frutas. Mosto. Valorização de matérias-primas. Aproveitamento.

Abstract

The use of cashew apple peduncles in the production of fermented beverages represents an alternative for adding value to a regional raw material that remains underutilized. This study aimed to develop and evaluate a mixed fermented alcoholic beverage produced from clarified cashew apple and apple juices. Formulations with different juice proportions, concentrations of *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*, and amounts of sucrose were tested, including trials with the addition of orange juice. The fermentation process was monitored by measuring soluble solids, and the selected formulation was subjected to physicochemical analyses and production cost estimation. The formulation containing 35% cashew apple juice and 65% apple juice, with 1.75 g/L of yeast and 43.60 g of sucrose, showed a reduction in soluble solids from 14.0 to 3.8 °Brix after four days of fermentation and an alcohol content of 10.2% v/v. The results for total acidity, fixed acidity, volatile acidity, and reduced dry extract complied with the limits established by Brazilian legislation. The cost estimate indicated a high production cost at pilot scale, with the possibility of reduction through increased production scale and bulk purchasing of raw materials. It was concluded that the selected formulation was technically feasible and showed potential for the utilization of cashew apple peduncles, although further sensory, stability, and industrial-scale economic feasibility studies are required.

1

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*. Fruit. Must. Raw material valorization. Resource utilization.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta nativa do Brasil, cuja produção se concentra principalmente na região Nordeste, responsável por aproximadamente 95% do total nacional, com destaque para o estado do Ceará (Embrapa, 2022). Em 2024, a produção de caju apresentou crescimento de 29,7% em relação ao ano anterior (Conab, 2024). Apesar de sua relevância econômica, o aproveitamento do fruto ainda ocorre de maneira desigual: enquanto a castanha possui elevado valor comercial, o pedúnculo, parte carnosa popularmente reconhecida como fruto, permanece subutilizado, o que contribui para perdas ao longo da cadeia produtiva (Santos et al., 2022).

A necessidade de ampliar o uso do pedúnculo tem estimulado iniciativas voltadas à diversificação de produtos derivados do caju. Nesse contexto, o Projeto de Lei nº 3.484, apresentado à Câmara dos Deputados em 2024, propõe a criação da Política Nacional de Incentivo à Cajucultura, com medidas destinadas à redução das perdas, ao aumento da produtividade e à diversificação dos produtos obtidos dessa cultura (Brasil, 2024). Entre as possibilidades de agregação de valor, destaca-se sua utilização na elaboração de bebidas.

A maçã (*Malus domestica* Borkh.) também apresenta potencial para esse tipo de aplicação. Embora seja amplamente comercializada para consumo *in natura*, frutos que não atendem aos padrões visuais exigidos pelo mercado podem ser destinados ao processamento industrial. Seu sabor suave e adocicado favorece o emprego em bebidas formuladas com outras matérias-primas, pois contribui para o teor de açúcares sem encobrir o perfil sensorial da fruta predominante (Magalhães et al., 2023).

A combinação de caju e maçã pode, portanto, constituir uma alternativa para o desenvolvimento de bebidas alcoólicas fermentadas mistas. Conforme o Decreto nº 6.871/2009, esse produto é obtido pela mistura de fermentados e/ou sucos de frutas, podendo conter açúcares e aditivos, e deve apresentar graduação alcoólica entre 4% e 14% em volume (Brasil, 2009). Seus padrões de identidade e qualidade são estabelecidos pela Instrução Normativa nº 35/2010 (Brasil, 2010). Além do respaldo regulatório, o segmento apresenta perspectivas de expansão, com crescimento observado na produção e nas vendas de categorias como sidras e espumantes (Euromonitor, 2024).

Nesse processo, a composição de açúcares das frutas exerce papel importante, uma vez que esses compostos atuam como substratos para as leveduras durante a fermentação alcoólica. O caju apresenta, em média, 4,67% de frutose em sua composição de açúcares totais (Côrtes et al., 2016), enquanto a maçã pode conter até 10,49%, correspondendo a uma parcela significativa dos principais açúcares presentes na fruta, como sacarose, glicose e frutose (Paganini et al., 2004). Dessa forma, a maior concentração de

açúcares naturais da maçã pode complementar a composição do suco de caju e reduzir parcialmente a necessidade de adição de sacarose ao mosto.

Diante desse cenário, a produção de uma bebida alcoólica fermentada mista de caju e maçã representa uma possibilidade de valorização do pedúnculo do caju, associada ao uso tecnológico da maçã e à diversificação de produtos fermentados. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar uma bebida alcoólica fermentada mista elaborada com sucos clarificados de caju e maçã. Foram avaliadas diferentes proporções entre as frutas, concentrações de inóculo, quantidades de sacarose, características físico-químicas e o efeito da adição de suco de laranja sobre o processo fermentativo.

Metodologia

As etapas experimentais incluíram caracterização do suco de laranja, extração das pectinas utilizando um método ácido adaptado de protocolos consolidados na literatura, determinação dos rendimentos de extração e secagem, análise de umidade, produção de géis pécticos para avaliação de textura por meio de Análise de Perfil de Textura (TPA) e elaboração de geleias para análise sensorial por teste de comparação múltipla. Todas as análises foram realizadas nos laboratórios da Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA), empregando metodologias baseadas, majoritariamente, nas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), além de referências complementares pertinentes. A seguir, são descritos os procedimentos metodológicos adotados em cada etapa do trabalho.

Matérias-primas

Para o desenvolvimento da bebida alcoólica fermentada foram utilizadas as seguintes matérias primas: caju *in natura*, suco de maçã clarificado, levedura *Saccharomyces cerevisiae* (var. *Bayanus*), sacarose e metabissulfito de potássio.

O suco de caju clarificado foi obtido a partir dos cajus *in natura* e seguindo as instruções descritas por Paiva (2010). No seu processo foram utilizados 15 pseudofrutos, cajus descastanhados, os quais foram obtidos em comércio local do município de Santo André - SP com diferentes graus de maturação. Os cajus passaram por um processo de limpeza e sanitização com hipoclorito de sódio 1% durante 30 minutos, seguido de trituração em um multiprocessador de alimentos da marca Philco (PMP1600P), sendo utilizados os frutos integralmente. Para a remoção de parte da casca e fibras maiores realizou-se filtração em peneira doméstica.

O suco obtido foi clarificado utilizando-se gelatina em pó incolor sem sabor da marca Dr. Oetker, pelo método descrito por Medeiros (2022). A gelatina ficou em contato com o suco obtido por 2 horas, para que ocorresse o processo de decantação; posteriormente, foi realizada uma filtração com papel filtro da marca Brigitta 103, obtendo-se assim 1,5 L de suco de caju clarificado. O acondicionamento do suco foi realizado em garrafas plásticas e mantido em refrigeração em temperatura de 5°C.

O suco de maçã integral clarificado da marca OQ foi adquirido no comércio local, com o intuito de garantir a padronização da matéria-prima. O açúcar refinado utilizado para a chaptalização das formulações foi da marca Guarani. A levedura escolhida para a fermentação foi a *Saccharomyces cerevisiae* (var. *bayanus*) da marca Maurivin PDM, sendo específica para a fabricação de vinhos e bebidas fermentadas. O metabissulfito de potássio da marca Neon, em uma dosagem de 8 g/hL, foi utilizado para inibir o crescimento de bactérias acéticas no meio. Tanto a levedura quanto o metabissulfito foram disponibilizados pelo CEFSa.

Elaboração do mosto e da concentração de levedura

Foram avaliadas quatro formulações, elaboradas com diferentes proporções dos sucos de caju, maçã e laranja, concentrações de inóculo e quantidades de sacarose adicionada. O objetivo foi analisar a influência dessas combinações sobre o processo fermentativo.

Cada ensaio foi preparado separadamente e submetido ao mesmo processo de fermentação com duração de 4 dias, sendo realizados em kitassatos de 500 mL, acoplados a mangueiras conectadas a um béquer contendo água e etanol para a saída de gases formados durante a fermentação, e

vedados com rolhas de borracha e algodão hidrofílico, inibindo o contato com o meio externo e a entrada de contaminantes, visando garantir a comparabilidade dos resultados.

Para cessar o processo fermentativo, foi adicionado metabissulfito de potássio e, em seguida, as formulações foram resfriadas a 1°C e mantidas nessas condições durante 3 dias, a fim de propiciar a sedimentação das leveduras e fermentações secundárias como a malolática.

Após esse período de decantação, foi realizado o processo de trasfega dos fermentados alcoólicos para a retenção da biomassa de leveduras. De acordo com os resultados obtidos dos ensaios citados, foi definida a formulação padrão para posterior condução das análises finais.

Chaptalização

A chaptalização é um processo que consiste na adição de açúcar ao mosto com o objetivo de fornecer substrato adequado para a levedura durante a fermentação, resultando na produção de etanol e dióxido de carbono (Rizzon *et al*, 1994). De acordo com a legislação brasileira, um fermentado misto de frutas deve apresentar um teor alcoólico entre 4% e 14% (Brasil, 2010). Para alcançar um teor alcoólico final de 12% (equivalente a 12° GL), considerou-se que, para cada 1°GL de álcool, são necessários 17 gramas de açúcar para 1 litro do mosto (Guerra *et al*, 2021). Com base nessa relação, foi calculada a quantidade total de açúcar necessária para cada ensaio. Em seguida, subtraiu-se o teor de açúcar já presente no mosto, estimado a partir dos valores de sólidos solúveis. A quantidade de açúcar a ser adicionada em cada ensaio foi então determinada, e os respectivos valores estão apresentados na Tabela 1. Esse processo foi dividido inicialmente nos primeiros ensaios em duas etapas, sendo incorporada ½ da quantidade total da sacarose, e posteriormente, nos ensaios seguintes, em três etapas, sendo adicionado 1/3 da quantidade total nos primeiros dias.

Preparo e adaptação da levedura

A preparação da levedura seguiu as instruções de rotulagem do produto utilizado. A levedura empregada no processo de fermentação foi a *Saccharomyces cerevisiae* (var. *bayanus*), da marca Maurivin, inicialmente na concentração de 0,35 g/L, conforme a faixa recomendada pelo fabricante; após certa dificuldade na fermentação, foi identificada a necessidade de aumentar a quantidade de levedura, com duas formulações propostas: uma de 1,75 g/L e outra de 3,5 g/L. Antes da inoculação, a levedura foi hidratada em estufa da marca Logen a 35°C por 15 minutos. Em seguida, foi preparado

um pé de cuba correspondente a 5% do volume total do mosto, onde a levedura permaneceu por 30 minutos para sua ambientação antes da inoculação no mosto principal.

Sulfitagem

A sulfitagem é um processo que auxilia a inibição do crescimento bacteriano, evitando a competição com as leveduras durante a fermentação (Silva *et al* 2017). Para esse fim, foi utilizado metabissulfito de potássio da marca Neon na concentração de 8 g/hL. O metabissulfito de potássio foi adicionado ao mosto após a chaptalização, e a levedura foi inoculada 2 horas após a adição do conservante. (Rizzon *et al.*, 1994).

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas possibilitam a caracterização da matéria-prima e do produto para verificação dos parâmetros de identidade e qualidade de bebidas alcoólicas fermentadas a fim de garantir o cumprimento da legislação vigente. Todas as análises foram realizadas em triplicata com o intuito de garantir um resultado mais preciso e exato, embasando-se nas metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A seguir o Quadro 1 apresenta as análises realizadas e a metodologia aplicada.

Quadro 1 – Relação das análises físico-químicas realizadas e respectivas metodologias

Análises físico-químicas	Metodologia
Determinação de pH	017/IV
Sólidos solúveis totais (SST)	315/IV
Densidade	011/IV
Graduação alcóolica	233/IV
Acidez total	235/IV
Acidez fixa	236/IV
Acidez volátil	237/IV
Extrato seco reduzido	242/IV

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Análise microbiológica

Observou-se que a formulação com maior percentual de suco de caju clarificado em sua composição apresentou menor fermentação que as demais, levando à avaliação do seu possível efeito inibitório. Para a realização da análise, utilizou-se a metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2022).

Foram separadas 3 soluções, sendo elas: suco de caju, álcool etílico 70% e água destilada, sendo essas duas últimas destinadas ao controle do experimento. Os discos de papel filtro foram embebidos nas soluções por 20 minutos e, em seguida, colocados na superfície das placas de petri inoculadas com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (var. *bayanus*) em meio ágar PDA (Potato Dextrose Agar) da marca Becton, Dickinson and Company, ideal para o crescimento de bolores e leveduras. As placas foram devidamente armazenadas em câmara de incubação controlada (BOD – Famem 347 CD), durante o período de 24 a 48 horas, a uma temperatura de 27°C.

Análise de custo

Para a análise dos custos de produção da bebida alcoólica fermentada mista de caju e maçã, utilizou-se como referência o estudo de Brandão *et al.* (2018), que avaliou os custos envolvidos na produção anual de uma bebida fermentada de umbu-cajá. Esse trabalho serviu como base para a estimativa de alguns custos utilizados neste projeto, proporcionando parâmetros comparativos e permitindo a adaptação dos valores conforme as especificidades da formulação proposta.

Resultados e discussões

Análises das matérias-primas

Foram realizadas as seguintes análises nas matérias-primas, sendo elas: sólidos solúveis (°Brix) e densidade, a fim de verificar se os parâmetros que influenciam o processo fermentativo estavam de acordo com a literatura.

De acordo com Paiva (2010), os valores típicos para o suco de caju clarificado para sólidos solúveis e densidade relativa são respectivamente: 10 °Brix e 1,040 g/cm³. Em outro estudo, Côrtes *et al.* (2009) encontrou 12,2 de sólidos solúveis (°Brix), sendo que quando comparado com o resultado

obtido na Tabela 1, está próximo da literatura. A diferença encontrada pode ser explicada pelo grau de maturação dos frutos que influenciam os sólidos solúveis e consequentemente a densidade, levando-se em conta que o suco de caju clarificado foi obtido em escala laboratorial. Outro fator que pode ter corroborado para esse resultado é a sazonalidade do fruto, que, de acordo com a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, os melhores meses para o desenvolvimento e colheita do caju são setembro e outubro, e o presente estudo ocorreu durante o primeiro semestre de 2025.

De acordo com as análises iniciais descritas na Tabela 1, é possível justificar a utilização do suco de maçã clarificado no processo fermentativo devido à concentração de sólidos solúveis ser maior do que a encontrada no suco de caju clarificado (Paganini, 2004).

Definição da formulação padrão

A Tabela 1 apresenta os parâmetros físico-químicos iniciais dos mostos utilizados nos diferentes ensaios realizados para o desenvolvimento da bebida alcoólica fermentada mista.

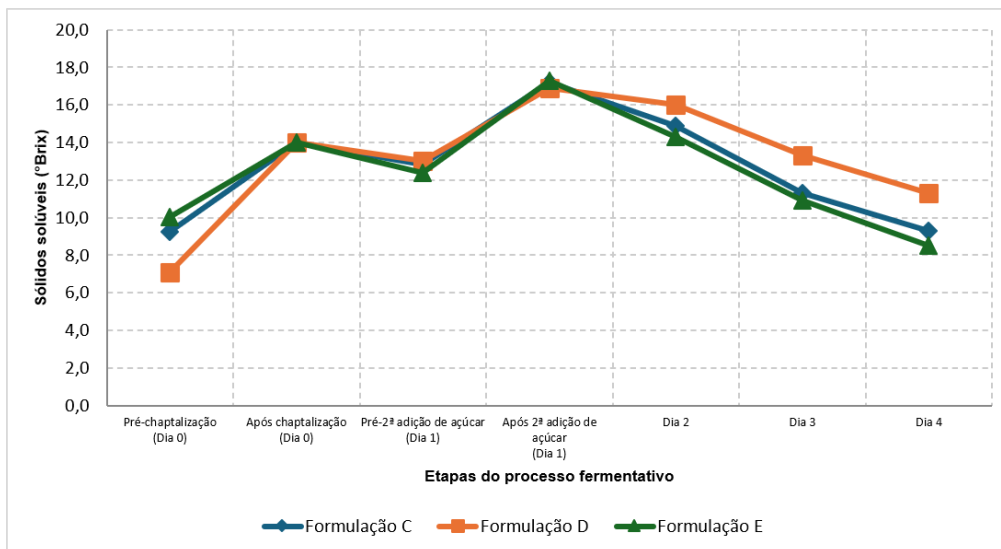
Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos dos mostos obtidos em cada um dos ensaios realizados.

Ensaio	Vol. suco de caju (mL)	Vol. suco de maçã (mL)	Vol. suco de laranja (mL)	Proporção (%)	Sólidos solúveis iniciais do mosto (°Brix)	Densidade mosto* (g/cm ³)	Quant. de levedura (g/L)	Quant. de sacarose adicionada (g)
A	450	-	-	100	9,37±0,26	1035,0	-	-
B	-	450	-	100	11,10±0,08	1040,0	-	-
C	225	225	-	50:50	9,27±0,05	1050,0	0,35	48,00
D	292,5	157,5	-	65:35	7,10±0,08	1040,0	0,35	58,57
E	157,5	292,5	-	35:65	10,03±0,05	1050,0	0,35	44,41
F	135	270	45	30:60:10	11,00±0,00	1050,0	0,35	39,82
G	157,5	292,5	-	35:65	10,60±0,14	1050,0	5,00	41,72
H	135	270	45	30:60:10	10,77±0,05	1050,0	1,75	40,91
I	135	270	45	30:60:10	11,00±0,00	1050,0	3,50	39,82
J	157,5	292,5	-	35:65	10,20±0,75	1050,0	1,75	43,60
K	157,5	292,5	-	35:65	10,20±0,75	1050,0	3,50	43,60

*Não foram realizadas triplicatas
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A partir da avaliação dos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) ao longo do processo fermentativo das formulações C, D e E, foram observadas variações distintas no comportamento de consumo de açúcares, que são apresentadas no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Variação dos sólidos solúveis durante a fermentação



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O Gráfico 2 apresenta os valores de sólidos solúveis durante a fermentação dos ensaios C, D e E, com adição de 50% de açúcar em dois dias distintos (0º dia e 1º dia de fermentação), totalizando 100% de adição. O parâmetro de sólidos solúveis foi monitorado ao longo de quatro dias de fermentação e reflete a concentração de açúcares solúveis presentes no mosto.

Para parametrizar as três formulações, ficou definido que todas deveriam partir do mesmo valor de sólidos solúveis, sendo ajustadas para 14,0 °Brix por meio da adição de sacarose. Garantiu-se igualdade nas condições iniciais das amostras C, D e E, permitindo uma comparação mais precisa do decaimento de açúcares durante os dias analisados.

Conforme os dias foram avançando, houve uma redução progressiva nos valores de °Brix, após a adição de 100% da sacarose da chaptalização. Apesar das amostras não apresentarem características bem acentuadas de bebida fermentada, foi possível observar pequenas evidências de que o processo fermentativo estava ocorrendo como a formação de bolhas e o início de um odor alcoólico. Por exemplo, o ensaio C iniciou-se com 14,0 °Brix no dia zero, passou para 17,2 °Brix no primeiro dia de fermentação, após ser adicionada a outra parte do açúcar (50%) e caiu novamente

para 14,9 °Brix no segundo dia, chegando a 11,3 °Brix no terceiro dia e a 9,3 °Brix no quarto dia. Esse comportamento foi semelhante nos ensaios D e E.

No ensaio D, o teor de sólidos solúveis passou de 14,0 (0º dia) para 11,0 (4º dia), enquanto no ensaio E a redução foi ainda mais expressiva, indo de 14,0 (0º dia) para 8,5 °Brix ao final do processo.

Conforme discutido por Betite (2011), glicose e frutose (açúcares redutores) são rapidamente assimiladas pela *Saccharomyces*, uma vez que essas moléculas são preferidas frente a outros açúcares presentes no meio. Essa diferença na taxa de utilização resulta em uma variação no consumo desses 2 monossacarídeos ao longo do processo fermentativo, justificando a escolha por uma formulação que favoreça essa preferência metabólica.

Dentre as três formulações, os estudos prosseguiram com o ensaio E, que apresentava maior percentual de suco de maçã, o qual, segundo Wosiacki *et al.* (2007), tem $11,51 \pm 1,19$ g/100 mL de açúcares redutores em comparação ao valor de Côrtes *et al.* (2009) do caju com 7,54 g/100 mL. Além disso, essa amostra, em comparação com as demais, apresentou coloração mais intensa e maior liberação de CO₂ na forma de bolhas, sugerindo uma maior atividade metabólica dos microrganismos fermentativos. O odor típico da fermentação alcoólica também foi mais pronunciado, reforçando sua identidade sensorial como uma bebida em estágio de fermentação. No entanto, apesar desses indicadores, o processo fermentativo ainda não foi considerado plenamente eficiente, o que levou o grupo a investigar estratégias para sua otimização.

Nesse contexto, foi realizado o teste de difusão em disco com o objetivo de avaliar se o caju exercia alguma ação inibitória sobre o crescimento das leveduras. As figuras 1 e 2 apresentam os resultados obtidos na análise considerando 24 e 48 horas de incubação em estufa; conforme análise, foi possível observar que não houve formação de halos de inibição no item C, sendo esse disco embebido apenas com suco de caju clarificado, da mesma forma que com H₂O, sendo o controle embebido com água destilada. Foi observado halo de inibição apenas no disco embebido com álcool etílico 70%. Diante desses resultados, descartou-se a hipótese de que compostos antimicrobianos presentes no suco de caju clarificado estivessem inibindo o desenvolvimento do inóculo durante o processo fermentativo.

Montenegro (2012) menciona que a gelatina utilizada na clarificação do suco de caju atua na remoção parcial dos taninos presentes no pseudofruto, compostos com propriedades antimicrobianas e antifúngicas por sua capacidade de precipitar proteínas. No entanto, segundo Couri et al. (2002), essa remoção não é total, sendo observada uma redução de 39% nos taninos totais e de 50% nos taninos hidrolisáveis. Embora a análise de difusão em disco não tenha indicado inibição da levedura pelo suco clarificado, é possível que a menor concentração de taninos tenha contribuído para a morosidade do processo fermentativo. Isso sugere que, mesmo não exercendo ação antimicrobiana direta contra a levedura, os taninos podem desempenhar um papel indireto na eficiência da fermentação, possivelmente por influenciarem o equilíbrio microbiológico ou a estabilidade do meio.

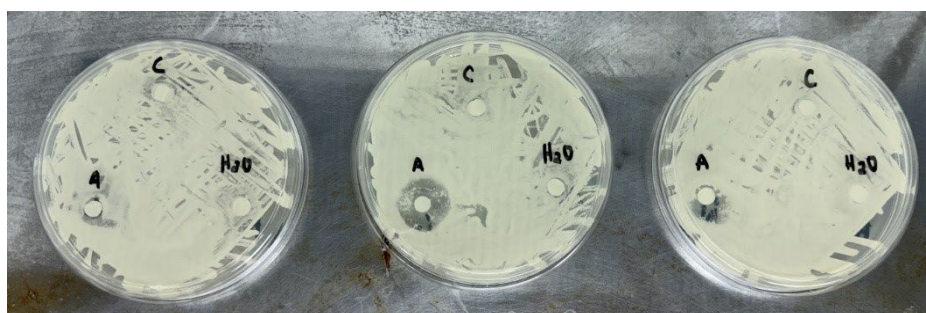
Figura 1 – Resultado da análise de difusão em disco após 24 horas de incubação em estufa.



Legenda: C – Suco de caju clarificado, A - Álcool etílico 70%, H₂O - Água destilada

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Figura 2 - Resultado da análise de difusão em disco após 48 horas de incubação em estufa.



Legenda: C – Suco de caju, A - Álcool etílico 70%, H₂O – Água destilada

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Diante dos desafios observados durante as etapas iniciais de fermentação da bebida, os alunos optaram por adotar uma estratégia de ajuste no ensaio E, a fim de favorecer o desempenho do processo fermentativo. Como alternativa, foi considerada a inclusão de uma terceira fruta à composição original — à base de caju e maçã — de forma a enriquecer o mosto sem comprometer a proposta central do projeto. A escolha da terceira fruta teve como objetivo identificar uma

variedade com histórico positivo em fermentações, conforme evidenciado por trabalhos acadêmicos. Estudos como o de Nucci *et al.* (2024) demonstraram que o fermentado de laranja apresenta características físico-químicas em conformidade com a legislação, sendo uma alternativa viável para a indústria de bebidas.

Diante disso, foi desenvolvido o ensaio F contendo 60% de maçã, 30% de caju e 10% de laranja, com o objetivo de avaliar o comportamento do processo fermentativo nessa combinação. O mosto com a nova formulação apresentou teor inicial de sólidos solúveis de 11 °Brix, que posteriormente passou pela etapa de chaptalização, realizada em duas etapas sucessivas. Após quatro dias de fermentação, observou-se uma redução para 8,0 °Brix, indicando consumo de açúcares pelas leveduras. Observou-se leve formação de bolhas e leve aroma alcoólico, além do aroma típico da laranja, devido aos compostos voláteis remanescentes do suco (Machado, 2010). No entanto, em comparação com os ensaios C, D e E, a adição de 10% não resultou em fermentação efetiva, uma vez que o odor alcoólico esteve pouco perceptível e a queda de sólidos solúveis não foi muito significativa.

Segundo Góes-Favoni *et al.* (2018), a fermentação alcoólica é dividida em três fases. A primeira, denominada fase preliminar, tem início com a adição do substrato às células. Nessa etapa, ocorre intensa multiplicação celular, sendo o açúcar utilizado como fonte de energia para esse crescimento. Esse comportamento foi semelhante ao observado nos ensaios C, D, E, e F, que apresentaram sinais característicos dessa fase inicial: queda nos sólidos solúveis e baixa produção de etanol e CO₂. Ainda conforme Góes-Favoni *et al.* (2018), uma das estratégias para reduzir a duração da fase preliminar e avançar mais rapidamente para as fases seguintes, nas quais há maior liberação de CO₂ e produção de etanol, é o aumento da concentração de leveduras. Com base nisso, levantou-se a hipótese de aplicar essa abordagem nas próximas amostras.

Foi elaborada uma estratégia similar ao processo desenvolvido por Medeiros (2022), que utilizou uma solução glicosilada atuando como pé de cuba da fermentação (levedura + solução de glicose), com o intuito de ambientar e estabilizar o microrganismo, favorecendo posteriormente o processo fermentativo. Esta escolha está diretamente relacionada aos resultados evidenciados por Berthels *et al.* (2004), em que foi possível observar a preferência do consumo de glicose pela levedura durante a fermentação utilizando diversas cepas de *S. cerevisiae* incluindo a *var. Bayanus*.

Diante destes aspectos, deu-se sequência ao teste partindo de uma solução de glicose 10%, a fim de verificar o desenvolvimento do inóculo baseado em sua concentração. Seguiu-se adicionando a quantidade de levedura prescrita pelo fabricante (0,35 g/L), deixando-a inicialmente em estufa na temperatura ótima do microrganismo (cerca de 35°C), decorrente de sua sensibilidade em faixas de temperatura superiores mencionadas por Góes-Favoni *et al* (2018). Após seis horas, a solução foi transferida para a temperatura ambiente por um período médio de 48 horas. A partir deste período, observou-se que o desenvolvimento da levedura apresentou resultados indesejáveis, havendo poucos indicativos de multiplicação celular e/ou características de fermentação, fazendo com que a hipótese levantada por Góes-Favoni *et al*. (2018) pudesse ser validada. Desta forma, concluiu-se que a quantidade de levedura não foi suficiente para corroborar o processo fermentativo, fazendo com que o estudo pudesse ser prolongado visando identificar a concentração adequada deste inóculo.

Com base nos resultados do teste de glicose, foi elaborada uma nova amostra com o objetivo de avaliar se o aumento na concentração de leveduras poderia acelerar o processo fermentativo. Como referência, foi considerado o estudo de Paula *et al*. (2012), que utilizou polpa comercial de umbu e inoculou 20 g de levedura por litro de mosto. Nesse experimento, observou-se uma redução significativa dos sólidos solúveis de 10 °Brix para 3,4 °Brix em apenas 30 horas, com teor alcoólico final de 5,9%, demonstrando que altas concentrações de inóculo podem, de fato, acelerar a fermentação.

Inspirado nesse resultado, desenvolveu-se o ensaio G, utilizando-se 5 g/L de levedura. Após a primeira etapa da chaptalização, o mosto apresentava 13,1 °Brix, que foi reduzido para 2,6 °Brix ao final de quatro dias de fermentação. O odor alcoólico estava evidente, mas veio acompanhado de um cheiro desagradável, associado ao aroma característico das leveduras. Esse efeito se deve ao aumento da biomassa, o que é comum durante o processo fermentativo (Silva, 2022). Através dos ensaios de fermentação realizados a partir do delineamento de diversas formulações, os resultados apresentados nos ensaios H, I, J e K possibilitaram selecionar a formulação padrão com o intuito de dar continuidade ao estudo da bebida.

Os ensaios I e K contendo 10x a concentração de levedura inicial (3,5 g/L) apresentaram-se, a partir das percepções do grupo, com um aroma residual característico, além da presença de sabor indesejado decorrente da laranja e do álcool. Estes aspectos podem ser explicados a partir dos

estudos de Bier (2016), em que a presença de terpenos como o limoneno, componente presente devido à migração de óleo essencial proveniente da casca no momento da extração do suco de laranja, pode ser metabolizado pelo microrganismo, gerando características *off flavor* ao produto, conforme observado. No caso do ensaio K, foi perceptível uma maior presença de álcool, prejudicando consequentemente o perfil sensorial do fermentado como um todo. A partir disso, foi decidido não prosseguir com estas formulações.

No caso dos ensaios H e J contendo 5x (1,75 g/L) a concentração de levedura inicial, a formulação com somente caju e maçã apresentou um conjunto de características desejáveis principalmente relacionadas ao sabor e odor. A formulação com laranja, neste caso, apresentou aroma indesejado menos significativo em comparação à observada na concentração 10x maior do inóculo, porém ainda perceptível, fazendo com que ela fosse desconsiderada pela equipe.

Desta forma, realizando um panorama geral dos aspectos levados em consideração durante o processo de seleção dos ensaios, optou-se por dar prosseguimento ao ensaio J, representado pela figura 3, com o intuito de avaliar mais a fundo suas características.

Figura 3 – Fermentado alcoólico misto de caju e maçã clarificados (ensaio J).



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O ensaio J apresentou um valor inicial de sólidos solúveis de 10,2 °Brix. Após a adição de 33% da quantidade de sacarose calculada para a chaptalização, os sólidos solúveis aumentaram para 14 °Brix. Durante os quatro dias seguintes, foram realizadas mais duas adições de 33% da sacarose prevista. Ao final desse período, o valor de sólidos solúveis foi reduzido para 3,8 °Brix, indicando que houve o consumo dos açúcares pelas leveduras durante o processo fermentativo.

A legislação não estabelece um limite específico de sólidos solúveis para bebidas fermentadas; no entanto, os valores do fermentado de caju obtidos por Torres *et al.* (2006), com 3,6 °Brix após dois dias de fermentação, foram semelhantes, embora ligeiramente superiores aos observados na amostra do grupo. Essa diferença pode estar relacionada à maior concentração de levedura utilizada por Torres *et al.* (2006), que foi de 20 g/L, o que pode ter acelerado o consumo dos açúcares durante o processo fermentativo.

De acordo com Medeiros (2022), o pH das bebidas alcoólicas está relacionado com a composição de substâncias que liberam íons H⁺, ou seja, substâncias ácidas. De acordo com Dias *et al.* (2003), valores ideais de pH para fermentados de frutas podem variar de 2,8 a 4,2, dependendo do mosto em questão. O pH inicial do mosto pré-fermentação para a formulação definida como padrão foi de 4,10; após 4 dias de fermentação, o pH final era de 3,68. Medeiros (2022), em seu estudo de fermentado alcoólico de caju, encontrou os seguintes valores: 3,97±0,02 para o tratamento A, e 3,73±0,02 para o tratamento B. Para Nogueira *et al.*, (2006), os valores encontrados para fermentados alcoólicos de maçã foram de 3,37 a 4,10, e para Hornes *et al.*, (2021), em seu estudo de diferentes fermentados de frutas, para maçã, laranja e manga, têm-se os seguintes resultados respectivamente: 3,64, 3,32 e 3,53. Conforme os resultados observados na literatura, o valor encontrado na formulação de 3,68 foi considerado satisfatório, tendo em vista que a legislação brasileira não estabelece uma faixa para o parâmetro de pH.

Análises do produto final

A bebida fermentada alcoólica mista, segundo Brasil (2010), deve apresentar sua composição química dentro dos limites estabelecidos na regulamentação, garantindo que o produto atenda às normas de qualidade e segurança previstas pela legislação. Dessa forma, a Tabela 3 expõe os resultados das análises físico-químicas do fermentado, assim como os padrões de identidade e qualidade exigidos pela Instrução Normativa nº 35, de 18 de novembro de 2010.

Tabela 3 – Dados analíticos da bebida fermentada alcoólica de caju e maçã

Componentes	Bebida Fermentada Alcoólica	IN nº 35/2010	
		Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica em % v/v a 20°C	10,2	4	14
Acidez total, em mEq/l	60,3	50	130
Acidez fixa, em mEq/l	56,7	30	-
Acidez volátil, em mEq/l	4,7	-	20
Extrato seco reduzido, em g/l	52,7	7	-

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Segundo Medeiros (2022), o álcool é considerado o produto mais relevante no processo fermentativo, pois altera a fixação de aromas e viscosidade nas bebidas. O teor alcoólico encontrado na formulação padrão foi de 10,2% (v/v) e está de acordo com o indicado pela legislação brasileira, que estabelece uma faixa de 4 a 14% (v/v) a 20°C para bebidas alcoólicas fermentadas mistas. Esse resultado corrobora o resultado encontrado por Segtowick et al., (2013) e Hornes et al., (2021), sendo de 10,28% (v/v) para o fermentado de suco de acerola, que verificaram(constataram) 8,0; 10,0; 13,0 e 11,5% (v/v) para os fermentados de maçã, amora, morango e caju, respectivamente.

Os valores obtidos da acidez total, volátil e fixa mostraram ser compatíveis com os parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 35/2010. A acidez total variou entre 60,0 e 61,0 mEq/L, estando acima do limite mínimo exigido pela legislação, que é de 50 mEq/L. Nos resultados avaliados na bebida fermentada de caju desenvolvida por Medeiros (2022), a acidez total apresentou um valor de 63 mEq/L, semelhante ao encontrado neste trabalho. Segundo Torres et al. (2006), as baixas concentrações de acidez total em fermentados de caju geram um produto com características mais macias, estruturadas e aroma mais complexo.

Quanto à acidez volátil, os valores observados foram de 5,0 e 4,0 meq/L, estando bem abaixo do limite máximo permitido de 20 meq/L (Brasil, 2010). Esses resultados indicam que o processo fermentativo ocorreu de forma adequada, sem indícios de contaminação por microrganismos indesejáveis, como o gênero *Acetobacter*, frequentemente associado à produção de ácido acético em níveis elevados. A partir disso, o processo caracteriza-se pela adequada higiene e por ser um

produto sensorialmente adequado ao paladar apresentando baixa probabilidade de sofrer uma transformação acética (Tôrres, 2010).

De acordo com Duarte et al. (2018), a acidez fixa representa a soma dos ácidos málico, tartárico, cítrico, láctico, succínico e ácidos inorgânicos, sendo calculada pela diferença entre a acidez total e a volátil. O fermentado misto de caju com maçã apresentou valores de 55 e 57 meq/L, sendo que na literatura foram encontrados valores similares para um fermentado de banana Nanica, com 53,53 meq/L (Duarte et al., 2018) e vinho de goiaba branca, 55,39 meq/L (Batista et al., 2019). Seguindo a legislação de fermentados de frutas, a acidez fixa está conforme com o mínimo de 30 meq/L permitido (Brasil, 2010).

Segundo Asquieri et al. (2008), o extrato seco reduzido pode ser considerado uma característica físico-química relacionada ao corpo de bebidas alcoólicas fermentadas como o vinho, por exemplo. Com relação à formulação padrão, o valor obtido foi de 52,7 g/L, estando em conformidade com o limite mínimo instituído pela legislação vigente. Em comparação com outras literaturas, foram encontrados valores de 24,34 g/L para a bebida fermentada de acerola Segtowitz et al., (2013), diferindo-se da formulação proposta, bem como um valor de 59,83 g/L encontrado no fermentado alcoólico de melão (Bessa et al., 2018), sendo bem similar ao observado no estudo. As variações comumente vistas no extrato seco reduzido podem ser explicadas a partir dos estudos de Bessa et al. (2018), em que a matéria-prima, assim como o processo fermentativo propriamente dito, podem resultar na instauração de compostos como pigmentos, minerais e açúcares residuais oriundos da fermentação ao meio, interferindo diretamente no valor final.

Análise de custo

Com base no estudo de Brandão et al. (2018), foi estimado um volume mensal de 2.800 L de mosto, considerando-se um rendimento de 60%, o que resultaria em aproximadamente 1.680 L de bebida fermentada, envasada em garrafas de 1 L. Essa estimativa seguiu os parâmetros estabelecidos por Brandão et al. (2018), permitindo a adoção de seus dados como referência para a identificação e contabilização dos custos. Os valores referentes aos insumos e matérias-primas utilizados na preparação do mosto correspondem aos gastos reais realizados pela equipe, conforme apresentado na Tabela 4. Já os custos com mão de obra foram estimados com base em pesquisas de mercado, também detalhadas na Tabela 5.

Para os cálculos referentes aos custos com energia e água durante a produção do fermentado alcoólico de caju e maçã, foram adotados os valores descritos por Brandão *et al.* (2018), que totalizam R\$ 4.700,00.

Tabela 4 - Custo de insumos e matérias-primas relacionados à produção mensal de bebida alcóolica fermentada de caju e maçã

Item	Quant.	Unidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Caju médio	13.700	un	3,67	50.279,00
Suco de maçã clarificado	1.820	L	28,00	50.960,00
Gelatina	1,38	kg	78,90	108,88
Sacarose	309	kg	4,81	1.486,87
Levedura (<i>Saccharomyces</i>)	4,90	kg	305,00	1.494,50
Metabissulfito de potássio	0,22	kg	420,00	92,40
Garrafas	1.680	un	4,16	6.985,99
Rolha	1.680	un	0,45	755,83
			Total	112.163,48

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Tabela 5 - Custo de mão de obra relacionada a produção mensal de bebida alcóolica fermentada de caju e maçã

Item	Quant.	Salário (R\$)	Encargos (R\$)	Custo mensal (R\$)
Engenheiro	1	5.500,00	1.805,10	7.305,10
Analista de Qualidade	2	3.200,00	1.050,24	8.500,48
Assistente Administrativo	1	2.100,00	689,22	2.789,22
			Total	18.594,80

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tabela 6 - Custo de insumos e matérias-primas relacionados à produção mensal de bebida alcóolica fermentada de caju e maçã

Custo total (mês)	R\$	135.458,28
Custo unidade	R\$	82,09
Lucro	R\$	16,41
Total	R\$	98,50

Fonte: elaborada pelos autores (2025).

Conforme mostrado na Tabela 6, o custo final estimado para a bebida fermentada desenvolvida neste projeto foi estimado em R\$ 98,50/L. Para fins comparativos, observou-se que, em 2025, o espumante de caju da marca Alquimista da Caatinga, com 750 mL, era comercializado por R\$ 189,00, enquanto a sidra de maçã da marca Cereser, com 660 mL, apresentou preço médio de R\$ 27,54. É importante considerar que os custos estimados refletem a escala piloto do projeto. As matérias-primas e os insumos foram adquiridos em pequena escala, como no caso dos cajus comprados em feiras locais de Santo André, o que naturalmente elevou o custo unitário. Em uma futura produção em escala industrial, com a aquisição de volumes maiores e negociação direta com fornecedores, os custos tendem a ser significativamente reduzidos.

Segundo a Embrapa (2022), a cultura do caju apresenta um baixo nível de aproveitamento do pedúnculo, com índices de desperdício que variam entre 80% e 90%. Assim, uma alternativa viável para reduzir os custos de produção seria o estabelecimento de parcerias com agricultores que atualmente descartam o pedúnculo do caju, promovendo o aproveitamento de um subproduto agrícola abundante e subutilizado.

Considerações finais

O trabalho demonstrou a viabilidade técnica da produção de uma bebida alcoólica fermentada mista elaborada com sucos clarificados de caju e maçã. A formulação selecionada apresentou graduação alcoólica de 10,2% v/v e parâmetros físico-químicos em conformidade com a legislação vigente. A adequação da proporção entre os sucos, da concentração de levedura e da quantidade de sacarose favoreceu o desenvolvimento do processo fermentativo.

A estimativa de custos indicou um valor elevado para o produto, principalmente em razão da produção em escala piloto e da aquisição de matérias-primas em pequenas quantidades. Entretanto, esse custo poderá ser reduzido em uma eventual produção industrial. Assim, a bebida desenvolvida apresentou potencial de aproveitamento do pedúnculo do caju, matéria-prima ainda subutilizada. Para estudos futuros, recomenda-se a realização de análises sensoriais, testes de estabilidade e uma avaliação econômica mais detalhada em escala industrial.

Referências

- ASQUIERI, Eduardo Ramirez *et al.* Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 28, n. 4, p. 881-887, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612008000400018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/Gqh8Fn68jhwCWQLK9NKtzLM/?format=html>. Acesso em: 24 mai. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Maçã**. 2025. Disponível em: <https://www.abpm.org.br/>. Acesso em: 05 mai. 2025.
- BATISTA, Ângela Maria *et al.* Desenvolvimento do fermentado alcoólico do fruto goiaba branca (*Psidium guajava*) cv. Kumagai – Myrtaceae. **Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], p. 121-132, 9 out. 2019. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.00019091013>. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/inovacao-em-ciencia-e-tecnologia-de-alimentos>. Acesso em: 13 mar. 2025.
- BERTHELS, Nele *et al.* Discrepancy in glucose and fructose utilisation during fermentation by wine yeast strains. **Fems Yeast Research**, [S.L.], v. 4, n. 7, p. 683-689, maio 2004. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1016/j.femsyr.2004.02.005>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15093771/>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- BESSA, Mizaél Augusto Diógenes *et al.* Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 21, n. 8, 14 nov. 2018. Desconhecida. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.21717>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/pgy6MHpGGHQmLPBjngyXmrJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 07 abr. 2025.
- BETITE, Vivia Cristina. **Comportamento fermentativo de linhagens industriais de *Saccharomyces cerevisiae* em mosto com diferentes concentrações de sacarose e fontes estruturalmente complexas de nitrogênio**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/bf9182b7-8f3e-4809-ae1d-14be7d10f3e5>. Acesso em: 24 mai. 2025.
- BIER, Mário César Jucoski. **Biotransformação de limoneno: produção de compostos de aromas e fragrâncias, caracterização e investigação de suas propriedades bioativas**. 2016. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/1884/56939?mode=full>. Acesso em: 31 maio 2025.
- BRANDÃO, Taís Silva de Oliveira *et al.* Economic and financial feasibility study for the implementation of a micro industry producing umbu-caja (*Spondias bahiensis*) fermented alcoholic beverage. **Custos e Agronegócio online**, v. 14, n. 3, p. 81–95, jul./set. 2018. Disponível em: <https://www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 25/05/2025.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 35, de 16 de novembro de 2010**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Agropecuária, [2010]. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/?id=77850#:~:text=Norma%20Federal%20%20Publicado%20no%20DO%20em%2017,por%20mistura%2C%20comercializadas%20em%20todo%20o%20territ%C3%B3rio%20nacional>. Acesso em: 07 mar. 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Agropecuária, [2009]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2009/Decreto/D6871.htm#:~:text=DECRET O%20N%C2%BA%206.871%2C%20DE%204%20DE%20JUNHO%20DE,inspe%C3%A7%C3%A3o%2C%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20a%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o

C3%A3o%20de%20bebidas. Acesso em: 07 mar. 2025.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 3.484, de 9 de setembro de 2024**. Institui a Política Nacional de Incentivo à Cajucultura de Qualidade e dá outras providências. Espírito Santo, ES: Câmara dos Deputados, [2024]. Disponível em:

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2474053&filenome=PL%203484/2024. Acesso em: 07 mar. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise Mensal Castanha de Caju**. Brasília, DF: CONAB, 2024. Disponível em:

https://www.conab.gov.br/agricultorafamiliar/paanet/entregas/item/download/56091_0b170db3acbc2a3323c5f645f0dfd7a5. Acesso em: 07 mar. 2025.

CÔRTEZ, Simone de Lima *et al.* **Teor de açúcares em oito diferentes tipos de frutas**: teor de açúcares em oito diferentes tipos de frutas. 2016. 1 f. Curso de Química Tecnológica, 56º Congresso Brasileiro de Química, Belém (Pará), 2016. Disponível em:

<https://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/9/9416-22944.html>. Acesso em: 10 mar. 2025.

COURI, Sonia. *et al.* Comparação entre os tratamentos com tanase e com gelatina para clarificação do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 4154, 30 jun. 2002. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v20i1.1134>. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/415921>. Acesso em: 31 mar. 2025.

DIAS, Disney Ribeiro. *et al.* Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 342-350, dez. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612003000300008>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/sm6CTWrTDDcsh77kVVgbPTS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 abr. 2025.

DUARTE, Lucimar Gomes Oliveira *et al.* Desenvolvimento e análises físico-químicas do fermentado alcoólico da polpa de banana nanica

(*musa spp.*). **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000132, 18/09/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/desenvolvimento-eanalises-fisico-quimicas-do-fermentado-alcoolico-da-polpa-de-banana-nanica> . Acesso em: 11 mai. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Caju**. 2022. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/caju#navegue-pelaarvore>. Acesso em: 07 mar. 2025.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Alcoholic Drinks: Euromonitor from trade sources/national statistics** [S.L.]: Euromonitor International, 2024. Disponível em:

<https://www.euromonitor.com/solutions/passport>. Acesso em: 15 out. 2024.

GÓES-FAVONI, Silvana Pedroso de *et al.* Fermentação alcoólica na produção de etanol e os fatores determinantes do rendimento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 285-296, 23 maio 2018. Editoriais Iberoamericanos. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.004.0023>. Disponível em:

<https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2018.004.0023>. Acesso em: 09 abr. 2025

GUERRA, Celito Crivellaro *et al.* **Uva para Processamento**: Processo de elaboração. 2021. Disponível em:<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/cultivos/uva-para-processamento/pos-producao/processamento-da-uva/aspectosagroindustriais/vinho/processo-de-elaboracao>. Acesso em: 25 mai. 2025.

HORNES, Marcio *et al.* Estudo comparativo entre fermentados de diferentes frutas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 108-112, 21 maio 2021. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas. <http://dx.doi.org/10.18378/rebagro.v12i2.8979>. Disponível em:

https://www.academia.edu/95192418/Estudo_comparativo_entre_fermentados_de_diferentes_rutas. Acesso em: 20 abr. 2025

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. 1000 p. Disponível em: <http://repositorio.asces.edu.br/handle/123456789/2001>. Acesso em: 12 fev. 2025.

MACHADO, Talita Vieira *et al.* **Avaliação sensorial e físico-química do suco de laranja proveniente das etapas do processamento do Suco concentrado e congelado**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/294073d6-59c2-4baa-bd3c>. Acesso em: 24 mai. 2025.

MAGALHÃES, Roberto Fumian Simas de *et al.* Análises físico-químicas e de rotulagem de marcas comerciais brasileiras de néctar de frutas com adição de suco de maçã para adoçar. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 327-345, 8 jun. 2023. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i6.41632>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/41632>. Acesso em: 04 mar. 2025.

MEDEIROS, Alberto Augusto Bezerra de. **Elaboração de bebida fermentada de caju (*Anacardium Occidentale* L.) como alternativa para a redução dos desperdício do pseudofruto na região nordeste do Brasil**. 2022. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de PósGraduação em Tecnologias de Bebidas Alcolólicas, Instituto Federal Santa Catarina, Urupema, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2703>. Acesso em: 12 mai. 2025.

MONTENEGRO, Manuela Almeida. **Efeito do extrato do bagaço do pedúculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) contra *Streptococcus mutans***. 2012. 71 f. Dissertação. (MESTRADO EM BIOTECNOLOGIA) - Campus de Sobral, Universidade Federal do Ceará, Sobral, 2012. Diponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/26138>. Acesso em: 12 mai. 2025

NOGUEIRA, Alessandro *et al.* **Características físico-químicas e sensoriais de suco de maçã clarificado e fermentado**. Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, p. 16-23, 23 dez. 2006. Desconhecida. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/exatas/article/view/870>. Acesso em: 15 mai. 2025

NUCCI, Nathalia Alves Ramalho *et al.* Caracterização do fermentado de laranja e cinética do processo fermentativo. **Journal Unoeste**, [S. L.], v. 16, n. 1, p. 1-10, 23 out. 2024. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/4901/3713>. Acesso em: 25 mai. 2025.

OLIVEIRA, Gabriela Toniatti *et al.* **Influência da utilização da borra de café na produção de aguardente composta**. 2022. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, São Bernardo do Campo, 2022. Disponível em: <https://cefsa.bnweb.org/bnportal/em/pt-BR/search/62937?exp=Influ%C3%Aancia%20da%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20da%20borra%20de%20caf%C3%A9%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20aguardente%20composta>. Acesso em: 5 nov. 2024

PAGANINI, Cícero *et al.* Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físico-químicas (dados da safra 2001/2002). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 1336-1343, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/jvZ6xDM5GyDXvBkPn6pcpqd/?lang=pt>. Acesso em: 24 mai. 2025

PAIVA, Francisco Fábio de Assis. **Processamento do Pedúnculo de Caju: suco de caju clarificado**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 32 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/881622/1/DO10004.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2025.

PAULA, Breno de *et al.* Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1688-1693, set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/VDfXRjSKwQRhv6yjQdtF4Vf/>. Acesso em: 05 mai. 2025.

PEREIRA, Danilo Aparecido *et al.* Fatores que afetam a fermentação alcoólica. **Revista Ciência e Tecnologia**, Jaboticabal, v. 12, n. 1, p. 44-55, 17 dez. 2020. Desconhecida. Disponível em: <https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/citec/article/view/113/72>. Acesso em: 24 mai. 2025.

RIZZON, Luiz Antenor *et al.* **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 1994. 36 p. (Embrapa-CNPUV. Documentos, 12). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/538473/1/CNPUVDOC.1294.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2025.

SANTOS, Ana Thaís Vasconcelos *et al.* A fartura do desperdício. **Equatorial – Revista do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social**, [S.L.], v. 9, n. 16, p. 1-12, 20 jan. 2022. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. <http://dx.doi.org/10.21680/2446-5674.2022v9n16id24881>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/359146069_A_fartura_do_desperdicio_The_planty_of_waste_La_abundancia_de_desechos_ENSAIO_VISUAL. Acesso em: 04 mar. 2025.

SEGTOEWICK, Edilene Cléa dos Santos *et al.* Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 147-154, 14 jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232013005000015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/9WMZJV8Zjdbb45jbCxRDfsx/>. Acesso em: 27 mai. 2025.

SILVA, Jonas Luiz Almada da *et al.* Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Holos**, [S.L.], v. 2, p. 108-121, 29 ago. 2017. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2017.4506>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/4506>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SILVA, Rebeca de Almeida. **Bioprocessos**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2022. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 08 mar. 2025.

TÔRRES, Adamastor Rodrigues. **Determinação da acidez total de vinhos tintos empregando titulações baseadas em imagens digitais**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7168>. Acesso em: 10 mar. 2025.

TORRES, Alberto B. Neto *et al.* Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, [S.L.], v. 29, n. 3, p. 489-492, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422006000300015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/bgr4CG5ZKC6JmKF7bL85dNB/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

WOSIACKI, Gilvan *et al.* Composição de açúcares em sucos de maçãs despectinizados. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 28, n. 4, p. 645, 30 ago. 2007. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2007v28n4p645>. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2894/2452>. Acesso em: 20 mai. 2025.