

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE UM FERMENTADO ALCOÓLICO DE MAMÃO (*Carica papaya* L.) DURANTE O ARMAZENAMENTO

Preparation and Physicochemical Characterization of an Alcoholic Fermented Papaya (*Carica papaya* L.) Product During Storage

Preparación y Caracterización Fisicoquímica de un Producto de Papaya (*Carica papaya* L.) Fermentado Alcohólicamente Durante el Almacenamiento

Jade Oliveira Ramos Souza¹
Antônio Augusto Oliveira Fonseca²
André Dias de Azevedo Neto³
Artur Silva de Andrade⁴
Sarah dos Santos Valentim⁵

RESUMO

O processamento de bebidas fermentadas a partir de frutas tropicais destaca-se como alternativa promissora para o aproveitamento de excedentes de safra e agregação de valor. O mamão (*Carica papaya* L.), por apresentar elevado valor nutricional e benefícios à saúde, possui potencial para a elaboração de fermentados alcoólicos, os quais sofrem modificações em sua composição química durante o armazenamento. Este trabalho teve como objetivo elaborar, caracterizar físico-quimicamente e avaliar sensorialmente um fermentado alcoólico à base da polpa de mamão 'Havaí' durante 120 dias de envelhecimento. Foram avaliados dois tratamentos: T1 = 1:1 (polpa:água) e T2 = 1/3 de polpa e 2/3 de água, ambos submetidos à fermentação alcoólica com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* US-05, seguida das etapas de decantação, clarificação, trasfega, filtração, engarrafamento e armazenamento. Mensalmente, realizaram-se análises de pH, acidez total, volátil e fixa, sólidos solúveis totais, teor alcoólico, extrato seco total e reduzido, açúcares totais e redutores, além da avaliação instrumental da cor (L^* , a^* , b^*). Também foi conduzida análise sensorial e de intenção de compra. Observou-se variação significativa entre as formulações para a acidez total titulável, acidez fixa e extrato seco total. Os parâmetros da cor apresentaram variação significativa durante o armazenamento, com redução da luminosidade (L^*) e aumento do ΔE^* . Ambas as formulações apresentaram boa aceitação sensorial, sendo T2 a mais bem avaliada pelos provadores. Os resultados obtidos demonstram que o mamão pode ser utilizado como matéria-prima para obtenção de fermentado alcoólico, como forma de agregar valor ao fruto, reduzir perdas pós-colheita e diversificar o mercado de bebidas fermentadas.

Palavras-chave: agregação de valor, análise físico-química, bebidas fermentadas, envelhecimento, frutas tropicais, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

The processing of fermented beverages from tropical fruits stands out as a promising alternative for utilizing surplus harvest and adding value. Papaya (*Carica papaya* L.), due to its high nutritional value and health benefits, has potential for the production of alcoholic fermented beverages, which undergo changes in their chemical composition during storage. This study aimed to produce, physicochemically characterize, and sensorially evaluate an alcoholic fermented beverage based on 'Havaí' papaya pulp over 120 days of aging. Two treatments were evaluated: T1 = 1:1 (pulp:water) and T2 = 1/3 pulp and 2/3 water, both subjected to alcoholic fermentation with the yeast *Saccharomyces cerevisiae* US-05, followed by

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - Bahia.
E-mail: jade.ramos@aluno.ufrb.edu.br

² Doutor em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - Bahia.
E-mail: aaugusto@ufrb.edu.br

³ Doutor em Bioquímica, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - Bahia.
E-mail: andre@ufrb.edu.br

⁴ Graduado em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - Bahia.
E-mail: artur.silva.andrade@gmail.com

⁵ Mestre em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - Bahia.
E-mail: savalentim1@hotmail.com

decantation, clarification, racking, filtration, bottling, and storage. Monthly analyses included pH, total, volatile and fixed acidity, total soluble solids, alcohol content, total and reduced dry extract, total and reducing sugars, as well as instrumental color evaluation (L^* , a^* , b^*). Sensory analysis and purchase intention assessment were also conducted. A significant variation between formulations was observed for total titratable acidity, fixed acidity, and total dry extract. Color parameters showed significant changes during storage, with a reduction in lightness (L^*) and an increase in ΔE^* . Both formulations demonstrated good sensory acceptance, with T2 receiving the highest evaluation from the panelists. The results indicate that papaya can be used as a raw material for the production of alcoholic fermented beverages as a way to add value to the fruit, reduce post-harvest losses, and diversify the fermented beverage market.

Keywords: aging, fermented beverages, physicochemical analysis, *Saccharomyces cerevisiae*, tropical fruits, value addition.

RESUMEN

El procesamiento de bebidas fermentadas a partir de frutas tropicales se destaca como una alternativa prometedora para el aprovechamiento de excedentes de cultivos y la agregación de valor. La papaya (*Carica papaya* L.), debido a su alto valor nutricional y beneficios para la salud, tiene potencial para la producción de bebidas alcohólicas fermentadas, las cuales experimentan cambios en su composición química durante el almacenamiento. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar, caracterizar fisicoquímicamente y evaluar sensorialmente una bebida alcohólica fermentada a base de pulpa de papaya 'Hawaii' durante 120 días de envejecimiento. Se evaluaron dos tratamientos: T1 = 1:1 (pulpa:agua) y T2 = 1/3 pulpa y 2/3 agua, ambos sometidos a fermentación alcohólica con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* US-05, seguido de los pasos de decantación, clarificación, trasiego, filtración, embotellado y almacenamiento. Se realizaron análisis mensuales de pH, acidez total, volátil y fija, sólidos solubles totales, contenido de alcohol, extracto seco total y reducido, azúcares totales y reductores, así como evaluación instrumental del color (L^* , a^* , b^*). También se realizó análisis sensorial e intención de compra. Se observó una variación significativa entre las formulaciones para la acidez total titulable, la acidez fija y el extracto seco total. Los parámetros de color mostraron una variación significativa durante el almacenamiento, con una reducción de la luminosidad (L^*) y un aumento de ΔE^* . Ambas formulaciones mostraron una buena aceptación sensorial, siendo T2 la mejor evaluada por los catadores. Los resultados obtenidos demuestran que la papaya puede utilizarse como materia prima para la obtención de bebidas alcohólicas fermentadas, como una forma de agregar valor a la fruta, reducir las pérdidas poscosecha y diversificar el mercado de bebidas fermentadas.

Palabras clave: análisis fisicoquímico, bebidas fermentadas, envejecimiento, frutas tropicales, *Saccharomyces cerevisiae*, valor añadido.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade agrícola de grande relevância no mundo, com o Brasil ocupando o terceiro lugar no ranking mundial de produção de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia (Brasil, 2024). O mamão (*Carica papaya* L.) é cultivado em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Kiin-Kabari *et al.*, 2019), e se destaca na agricultura brasileira, tanto no mercado interno quanto nas exportações. Em 2024, o país produziu cerca de 1,1 milhão de toneladas da fruta, sendo a Bahia o maior produtor (IBGE, 2024).

O mamão apresenta elevado teor de vitaminas A, B1, B2 e C, além de minerais como potássio, magnésio, boro, ferro, cálcio, fósforo e cobre, contendo em sua composição 10-13% de açúcar, sendo eles glicose, frutose e sacarose (Prasad; Paul, 2021). Esses nutrientes contribuem para a saúde cardiovascular e previnem doenças como infartos, derrames e câncer de cólon (Dnyaneshwar; Shirsath, 2023). Além de conter papaína, que pode ser extraída e seca para auxiliar nos distúrbios gastrointestinais (Oliveira; Vieira, 2023).

Por apresentar elevado valor nutricional e benefícios para a saúde, o mamão sofre uma forte exigência do mercado consumidor quanto aos padrões de qualidade visual que desfavorecem frutos em boas condições de consumo, mas que não atendem a tais expectativas. Além disso, essa cultura é suscetível a perdas significativas, seja por infecções fúngicas, como *Fusarium* spp., ou por danos físicos ocorridos no campo, no transporte ou no armazenamento (Freire Júnior; Soares, 2018). Estima-se que, em países em desenvolvimento, as perdas pós-colheita variem entre 46 e 50% (Prasad; Paul, 2021).

Estudos relatam que os resíduos da indústria de processamento de frutas têm uma ampla diversidade de aplicações devido ao seu alto valor nutricional e funcional, permitindo um aproveitamento integral, agregação de valor ao fruto e aos produtos, além de aumentar a renda do produtor e reduzir os problemas associados à poluição ambiental (Ferreira *et al.*, 2024; Yuan *et al.*, 2024), com a

implementação de estratégias de industrialização, que visam minimizar essas perdas e promover um comércio mais sustentável da fruta (Braga, 2020) a exemplo dos fermentados alcoólicos.

A produção de fermentados alcoólicos vem crescendo no mercado por ser uma alternativa para contornar as perdas e agregar valor às frutas. Trata-se de um processo bioquímico eficiente e de baixo custo, no qual microrganismos fermentadores, em especial leveduras, convertem açúcares e outros substratos em energia (Barbosa *et al.*, 2022), e nesse processo, elas conseguem neutralizar a deterioração, inibindo a proliferação de bactérias nocivas, mas também realçar o sabor e preservar o valor nutricional das frutas. As cepas usadas para fermentação de frutas incluem *Saccharomyces cerevisiae*, *não-Saccharomyces*, *Lactobacillus* e *Acetobacter* (Yuan *et al.*, 2024).

A vinificação exemplifica o avanço da biotecnologia, que transformou uma prática artesanal em um processo que se utiliza fundamentos científicos (Dias *et al.*, 2007). Além da uva, outros frutos também já vêm sendo explorados, como o kiwi (Zhang *et al.*, 2022), o maracujá-do-mato (Ferreira *et al.*, 2020), a manga (Fonseca *et al.*, 2020), o melão (Bessa *et al.*, 2018) e o umbu (Paula *et al.*, 2012).

Após a produção, o vinho é imediatamente armazenado em garrafas de vidro escuro ou barril, em ambiente com ausência de luz direta e temperaturas adequadas para manter por um tempo maior a sua estabilidade. Entretanto, comumente o vinho sofre alterações durante o período de armazenamento, o qual é influenciado por fatores como temperatura, iluminação, posição das garrafas, presença de oxigênio e tempo de estocagem. Além disso, o período de envelhecimento necessário para desenvolver suas características sensoriais na garrafa ou no barril depende do potencial de cada vinho. Substâncias instáveis participam de muitas reações durante o envelhecimento, especialmente oxidação, polimerização e copigmentação, responsáveis pela cor, amargor e adstringência do vinho (Oliveira *et al.*, 2024).

Diante da necessidade de aproveitar o excedente da safra e agregar valor à cultura do mamão, o presente trabalho teve como objetivo elaborar, caracterizar físico-quimicamente um fermentado alcoólico à base da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) da variedade 'Havai' durante 120 dias de envelhecimento e avaliar sensorialmente no final do armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos e no Laboratório de Química D1 da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas - BA. As amostras dos frutos de mamão Havai foram adquiridas em supermercados locais, no município de Cruz das Almas - BA, localizado entre 12° 23' e 13° 24' de latitude sul e 38° 38' e 40° 10' de longitude oeste, o que lhe confere características de clima tropical. No recebimento dos frutos, os mesmos foram selecionados, descartando aqueles que apresentaram injúrias ou podridão, e padronizando-os quanto ao estágio de maturação (maduro). Em seguida, foram lavados com água clorada (50 ppm) e descascados com faca de aço inoxidável, separando-se a polpa das sementes, que foi processada em liquidificador para homogeneização. Para elaboração das bebidas fermentadas, foram utilizados dois tratamentos: T1= 1:1 polpa e água; T2= 2/3 de água + 1/3 de polpa.

Após o processamento, as polpas foram pesadas e homogeneizadas com água mineral. Para conferir o teor alcoólico desejado de 10% (v/v), foi calculada a quantidade de açúcar (sacarose) a ser adicionada através do balanço de massa, conforme a equação: $M_p \times ^\circ\text{Brix}_p + M_a \times ^\circ\text{Brix}_a = M_{\text{produto}} \times ^\circ\text{Brix}_{\text{produto}}$. Onde: $^\circ\text{Brix}$ = Teor de sólidos solúveis da polpa, açúcar, água e vinho, respectivamente; M = massa da polpa, açúcar, água e néctar, respectivamente (Figueira *et al.*, 2011), para obtenção de um mosto com 21% de sólidos solúveis. A mistura formada por água mineral, polpa de mamão e açúcar, com um volume total de 12 litros para cada tratamento, foi transferida para baldes de polietileno previamente higienizados com álcool 70%, com capacidade de 20 litros. Logo após, foram acrescentados 11,5 g de levedura US-05, 400 ml de água mineral e 0,02% de nutriente Enovit para melhorar o desempenho das leveduras. Finalmente, o fermentador foi lacrado para evitar a entrada de oxigênio. Na tampa foi colocada uma mangueira imersa em um recipiente contendo água, para permitir a saída dos gases produzidos durante o processo fermentativo. A partir desse momento, os fermentadores foram colocados em temperatura ambiente ($28,0 \pm 3,0$ °C), dando início

ao processo fermentativo, que foi acompanhado diariamente até sua estabilização. A atividade da levedura foi acompanhada pela frequência das bolhas de gás carbônico que escapavam pela mangueira, bem como pelas análises físico-químicas realizadas diariamente de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis (°Brix), teor alcoólico e açúcares totais.

Depois de dez dias, foi concluída a fermentação, constatada pela estabilização dos sólidos solúveis (°Brix). Em seguida, foi adicionado 1,0 g de betonita (Turmendi *et al.*, 2010) com o objetivo de promover a decantação do material em suspensão, tornando o fermentado mais límpido. O processo durou 48 horas em B.O.D. a 20°C e, logo após foi realizada a trasfega. A bebida foi transferida para um balde higienizado contendo na parte superior um funil coberto com algodão, para eliminar os possíveis fragmentos remanescentes do fermentador. Para manter a inocuidade, o mesmo foi envasado e pasteurizado (65 °C por 30 min) (Fonseca *et al.*, 2020).

2.1 ANÁLISES DA ESTABILIDADE

Para as análises de estabilidade físico-química, as amostras foram colhidas mensalmente em triplicata, seguindo as normas da Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012 (Brasil, 2012), que estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas. Durante 120 dias de armazenamento, a temperatura ambiente ($28 \pm 3^\circ\text{C}$), foram retirados mensalmente, 150 mL das amostras dos tratamentos T1 e T2 para a determinação de: pH, acidez total titulável, volátil e fixa, sólidos solúveis (°Brix), extrato seco total e reduzido, açúcar total, açúcar redutor, conforme as normas analíticas estabelecidas pelo IAL (2008) e teor alcoólico (TA) por ebulliometria (OIV, 1990).

2.2 ANÁLISE COLORIMÉTRICA

A cor instrumental foi determinada utilizando um colorímetro Minolta CR-400, baseado no sistema CIELAB (OIV, 2006). Antes de iniciar as análises, foi necessário calibrar o equipamento utilizando uma placa de fundo branco e o iluminante D-65. As cores foram expressas em L^* , a^* e b^* , onde L^* varia de zero (preto) a 100 (branco); a^* varia de -80 até zero (verde) e de zero até 100 (vermelho); e b^* varia de -100 até zero (azul) e do zero a +70 (amarelo). A diferença total de cor foi calculada utilizando a equação: $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$. A classificação da variação de cor seguiu Cserhalmi *et al.* (2006): 0–0,5 (não perceptível), 0,5–1,5 (ligeiramente perceptível), 1,5–3,0 (perceptível), 3,0–6,0 (bem visível) e > 6,0 (extremamente visível). O cálculo foi feito comparando os atributos de cor das amostras ao longo do armazenamento, em que o tempo zero (0) representa o fermentado mais jovem e o tempo de 120 dias o fermentado mais velho.

2.3 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada no final do armazenamento, com a participação de 70 provadores não treinados, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 48 anos, formados por discentes, técnicos administrativos e docentes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. As avaliações foram realizadas em cabines individuais, à temperatura ambiente, nos horários entre as 10-12 horas e as 14-17 horas, sob luz branca.

As amostras dos tratamentos T1 e T2 foram servidas em copos plásticos brancos descartáveis, identificados por números de três dígitos, dispostos aleatoriamente. Os atributos cor, sabor, aroma, textura e impressão global foram avaliados utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, com extremidades “desgostei muitíssimo” (1) e “gostei muitíssimo” (9). A intenção de compra foi medida por escala estruturada de 5 pontos (1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria) (Stone; Sidel, 1993). O índice de aceitação foi calculado segundo Otto, Serbai e Novello (2014), que estabelece a equação: $IA (\%) = (A/B) \times 100$. Onde: $IA (\%)$ = índice de aceitabilidade; A = média obtida para o produto; B = nota máxima atribuída.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos resultados, os dados foram avaliados utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), dos quais foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Scott- Knott a 5%, utilizando o programa estatístico R (versão 4.4.1). Por fim, para determinar o efeito da correlação entre os parâmetros físico-químicos e colorimétricos, foi utilizado o teste de Spearman (Souza, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH

Ao longo do armazenamento, observou-se que os valores de pH para o fermentado com 50% de polpa de mamão (P1) não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), mantendo-se entre 3,11 e 3,15. Por outro lado, o fermentado com 30% de polpa (P2) apresentou variação significativa entre os 30 e 60 dias de armazenamento, com valores de pH variando de 3,40 para 3,20 (Tabela 1). A diminuição do valor de pH pode provavelmente estar associada à formação de ácido acético, uma vez que o pH estava abaixo de 4 (Lin *et al.*, 2012), e a presença oriunda de microorganismos oriundas da fermentação.

Com base nos critérios de Soares *et al.* (1992), ambas as formulações podem ser classificadas como bebidas muito ácidas, uma vez que alimentos com $pH > 4,5$ são considerados pouco ácidos, entre 4,5 e 4,0 são classificados como ácidos e aqueles com $pH < 4,0$ como muito ácidos. Além disso, valores de pH entre 3 e 4, especialmente quando próximos ao limite inferior, aumentam a resistência à contaminação bacteriana (Aquarone *et al.*, 2001). Baixos valores de pH também podem conferir frescor às bebidas, o que tende a ser desejável para produtos fermentados (Asquieri *et al.*, 2004).

Os valores de pH obtidos neste estudo foram similares ou ligeiramente inferiores aos encontrados por Kiin-Kabari *et al.* (2019) para fermentado de mamão (3,40), Silva *et al.* (2011) para fermentado de manga variedade Rosa (3,40), Fonseca *et al.* (2020) para manga da variedade Carlota (3,49), Ferreira *et al.* (2020) para fermentado de maracujá-do-mato (3,55) e Santos *et al.* (2020) para bebida alcoólica de goiaba (3,50). A variabilidade do pH entre os diferentes tipos de fermentados pode estar relacionada à composição química específica de cada matéria-prima, em especial ao tipo e à força dos ácidos orgânicos presentes nas frutas, além de outros fatores como a espécie e linhagem das leveduras utilizadas no processo fermentativo (Dantas; Silva, 2017), tempo de fermentação, temperatura e condições de armazenamento.

Tempo de Armazenamento (dias)											
Determinações											
	0	30	60	90	120						
P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
pH		3.12a	3.31b	3.15a	3.40b	3.13a	3.20a	3.11a	3.17a	3.14a	3.20a
ATT (meq.L ⁻¹)		68.63a	59.60b	70.20a	61.17b	69.50a	63.40b	71.30a	60.80b	67.90a	58.60b
AV (meq.L ⁻¹)		3.60a	5.10a	4.00a	4.20a	3.90a	3.90a	4.07a	4.60a	3.80a	4.00a
AF (meq.L ⁻¹)		65.17a	54.50b	66.20a	56.93b	65.60a	59.50b	67.23a	56.07b	64.10a	54.60b
SST (°Brix)		6.00a	6.20a	6.30a	5.90a	6.10a	6.00a	6.07a	6.00a	6.07a	6.30a
TA (% v/v)		8.20a	8.30a	8.00a	7.90a	8.13a	8.00a	8.00a	8.20a	8.40a	8.10a
EST (g.L ⁻¹)		18.90a	14.27b	18.10a	13.80b	19.10a	13.90b	18.60a	14.00b	19.37a	14.30b
ESR (g.L ⁻¹)		14.70a	10.37a	14.30a	9.70a	14.83a	9.60a	14.30a	10.20a	15.27a	10.10a
AT (g.L ⁻¹)		4.20a	3.90a	4.40a	4.10a	4.27a	4.30a	4.30a	3.80a	4.10a	4.20a

¹ Médias seguidas da mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% ($p \leq 0,05$); pH = Potencial hidrogeniônico; ATT = Acidez total titulável; AV = Acidez volátil; AF = Acidez fixa; SST = Sólidos Solúveis Totais; TA = Teor alcoólico; EST = Extrato seco total; ESR = Extrato seco reduzido; AT = Açúcares totais; AR = Açúcar redutor.

Fonte: Autores (2026)

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros físico-químicos de um fermentado de mamão com diferentes proporções de polpa (P1 = 50% polpa de mamão; P2 = 30% polpa de mamão) durante 120 dias de armazenamento.

3.2 ACIDEZ TOTAL, VOLÁTIL E FIXA

A acidez total titulável (ATT) apresentou diferença significativa entre as duas formulações ao longo do armazenamento. No fermentado com 50% de polpa (P1), observou-se o aumento da acidez de 68,63 para 70,20 meq.L⁻¹ nos primeiros 60 dias, seguido por nova elevação aos 90 dias (71,30 meq.L⁻¹), evidenciando dois períodos de incremento, ainda que não contínuos. Já o fermentado com 30% de polpa (P2) apresentou tendência de redução da acidez entre 60 e 120 dias, com os valores diminuindo de 63,40 para 58,60 meq.L⁻¹.

As diferenças entre as formulações podem ser explicadas pelas reações de esterificação e hidrólise de ésteres durante o armazenamento. Os ésteres estão entre os principais compostos voláteis de sabor presentes em vinhos e bebidas fermentadas, sendo formados durante a fermentação alcoólica, na fermentação malolática e no processo de envelhecimento em garrafa (Sun *et al.*, 2022), conferindo notas florais e frutadas à bebida. No entanto, durante o envelhecimento em garrafa, esses ésteres podem sofrer hidrólise, regenerando o ácido e o álcool correspondentes, especialmente em condições de baixo pH e alta temperatura, resultando em um aumento da acidez e diminuição do pH, diminuindo a qualidade sensorial da bebida (Pati *et al.*, 2020).

Os valores de acidez total encontrados neste estudo estão em conformidade com a legislação brasileira, que estabelece valores entre 55 e 130 meq.L⁻¹ para bebidas fermentadas de frutas (Brasil, 2008). Os menores valores observados em P2 podem ser explicados por fatores como a diluição dos ácidos presentes na polpa de mamão durante a diluição da mesma no preparo do mosto e uma baixa formação de ácidos voláteis durante a fermentação (Dantas; Silva, 2017). Valores semelhantes foram reportados por Pinto *et al.* (2014) para fermentado de ameixa (61,3 meq.L⁻¹), enquanto Oliveira *et al.* (2011) observaram valores inferiores para fermentados de cagaita, utilizando células livres e imobilizadas de *Saccharomyces cerevisiae* UFLA CAT-1 (44,93 e 47,78 meq.L⁻¹, respectivamente). A contribuição de cada tipo de ácido para a acidez total depende da sua força e do grau de dissociação, bem como o grau que cada ácido apresenta de se combinar para formar sais (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

Quanto à acidez volátil, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações. Os valores variaram de 3,60 a 4,07 meq.L⁻¹ em P1 e de 3,90 a 5,10 meq.L⁻¹ em P2, estando ambos dentro do limite máximo de 20 meq.L⁻¹ estabelecido pela legislação brasileira (Brasil, 2012). Os baixos valores observados neste estudo indicam uma vinificação adequada e boa estabilidade microbiológica. A acidez volátil, composta principalmente por ácido acético, é um subproduto natural da fermentação alcoólica e pode desempenhar um papel importante no aroma do produto final, contudo, concentrações elevadas podem ser prejudiciais à qualidade sensorial (Carvalho, 2020). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira *et al.* (2020), que encontraram valores entre 3,0 meq.L⁻¹ e 3,8 meq.L⁻¹ em fermentados alcoólicos de maracujá-do-mato, por Segtowick *et al.* (2013), que verificaram acidez volátil de 4,45 meq.L⁻¹ em fermentados secos de polpa e suco de acerola, e por Bessa *et al.* (2018), que apresentaram valores de 4,59 em fermentado alcoólico de melão.

A acidez fixa foi determinada por cálculo, com base na diferença entre a acidez total e a volátil. Os valores encontrados para a acidez fixa apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as formulações, estando compreendidos entre 64,10 e 67,23 meq.L⁻¹ para a formulação com 50 % de polpa (P1), e entre 54,50 e 59,50 meq.L⁻¹ para a formulação com 30 % de polpa (P2). A acidez fixa quantificada foi inferior à relatada por Asquieri *et al.* (2004, 2008), que observaram valores de 99,00 meq.L⁻¹ e 94,00 meq.L⁻¹ para o vinho de jabuticaba e fermentado alcoólico de jaca, respectivamente, e superior ao descrito por Paula *et al.* (2012) para fermentado alcoólico de umbu (42,80 meq.L⁻¹). Essa acidez é composta predominantemente pelos ácidos orgânicos, tartárico, cítrico, málico, láctico, succínico, cáprico, oxálico e fumárico, os quais são responsáveis pelo controle do pH da bebida (Soleas *et al.*, 1997).

3.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

Os valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) ao longo do período de armazenamento para as formulações, variando entre 6,00 e 6,30 °Brix para P1 e entre 5,90 a 6,30 °Brix para P2. Teores de Sólidos Solúveis são importantes para a indústria, pois proporcionam maior rendimento na elaboração de produtos (Ramos *et al.*, 2010). Valores inferiores foram reportados por Pinto *et al.* (2014) para fermentado de ameixa (4,9 °Brix) e por Oliveira *et al.* (2011) para fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (3,0 °Brix).

3.4 TEOR ALCOÓLICO

O principal produto da fermentação alcoólica é o etanol, que representa cerca de 95% dos álcoois presentes em vinhos, enquanto outros como metanol, isobutanol e isoamílico aparecem em proporções bem menores, cerca de 0,5% (Moretto, 1988; Aquarone *et al.*, 2001), sendo o etanol um dos responsáveis pela estabilidade microbiológica das bebidas fermentadas.

No presente estudo, o teor alcoólico (TA) não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$) ao longo dos 120 dias de armazenamento para ambas as formulações. Os valores variaram entre 8,00 a 8,40% em P1, e entre 7,90% a 8,30% em P2, permanecendo dentro da faixa permitida pela legislação brasileira para bebidas fermentadas, que estabelece limites entre 4% e 14% de teor alcoólico (Brasil, 2012).

O teor alcoólico está diretamente relacionado à quantidade de açúcares disponíveis no mosto: concentrações mais elevadas de açúcar inicial aumentam a disponibilidade de substrato para conversão pelas leveduras, enquanto maiores teores residuais de açúcar não fermentado resultam em menor produção de álcool (Arruda *et al.*, 2007).

Os resultados obtidos neste trabalho são consistentes com os encontrados na literatura. Kiin-Kabari *et al.* (2019) relataram teor alcoólico de 8,0% em vinho não armazenado de mamão amarelo, semelhante ao verificado neste estudo. Michael (2000), destaca que um bom vinho de mesa apresenta entre 8 e 14% de teor alcoólico. Valores superiores foram observados por Oliveira *et al.* (2012), com 12,3%, e por Gurak e Bortolini (2010), com 10,0%, em vinhos não armazenados elaborados, respectivamente, a partir de calda de abacaxi e de laranja.

3.5 EXTRATO SECO TOTAL E REDUZIDO

Os teores de extrato seco total (EST) variaram entre 18,10 e 19,37 g.L⁻¹ para a formulação P1, e entre 13,80 e 14,30 g.L⁻¹ para a formulação P2, com diferenças significativas entre as formulações, ainda que não tenham ocorrido variações significativas ao longo do tempo de armazenamento dentro de cada formulação. O extrato seco representa a totalidade das substâncias restantes depois do processo de evaporação ou destilação, como os hidratos de carbono, glicerina, ácidos não voláteis, combinações nitrogenadas, substâncias tânicas, álcoois superiores e minerais (Arruda *et al.*, 2007). Valores similares foram encontrados por Dantas e Silva (2017) no fermentado de umbu, 22,49 g.L⁻¹, e por Pinto *et al.* (2014), no fermentado de banana prata, 23,13 g.L⁻¹. O teor de extrato determina o corpo do vinho e que bebidas com menos de 20 g.L⁻¹ de extrato são consideradas leves (Hashizume, 2001). Portanto, embora as formulações apresentem diferenças significativas entre si quanto ao teor de extrato seco, ambas se enquadram na categoria de bebidas leves, o que pode influenciar positivamente na aceitação sensorial do produto.

No que se refere ao parâmetro extrato seco reduzido (ESR), que corresponde ao extrato seco total descontado dos açúcares residuais superiores a 1 g.L⁻¹ (Manfroi *et al.*, 2006), não apresentaram diferença significativa, e oscilaram entre 14,30 e 15,27 g.L⁻¹ para P1 e entre 9,60 e 10,37 g.L⁻¹ para P2, não apresentando diferença significativa ao longo do armazenamento. Esses valores estão acima do limite mínimo de 7,00 g.L⁻¹ exigido Portaria N° 64/2008 (Brasil, 2008), atendendo, portanto, à exigência legal. Paula *et al.* (2012) trabalhando com fermentado de umbu, obtiveram um valor de extrato seco reduzido de 23,50 g.L⁻¹, enquanto Oliveira *et al.* (2015) obtiveram 18,75 g.L⁻¹ para

fermentado de umbu-cajá. De acordo com De Oliveira *et al.*, (2011), o extrato seco reduzido tende aumentar conforme se adiciona açúcar ao mosto durante a fermentação e está relacionado ao “corpo” e à estrutura da bebida (Melo, 2024).

3.6 AÇÚCAR TOTAL E REDUTOR

Quanto aos açúcares, os teores de açúcares totais (AT), expressos em glicose, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações, com valores oscilando de 4,10 a 4,40 g.L⁻¹ para a formulação P1 e de 3,80 a 4,30 g.L⁻¹ para a P2. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Pinto *et al.* (2014), que observaram 3,03 g.L⁻¹ em fermentado de ameixa. De acordo com os resultados é possível designar o vinho como meio seco, já que os valores estão superiores a 4,0 g e inferiores a 25 g de glicose por litro (Brasil, 2014).

Para os açúcares redutores (AR), que representam a glicose e frutose não convertidas em etanol após a hidrólise de sacarose, observou-se variação significativa ao longo do armazenamento, com diferenças entre as formulações em diversos períodos. A formulação P1 apresentou teores mais elevados, oscilando de 2,77 a 3,10 g.L⁻¹, sem diferença significativa entre os tempos de armazenamento. Já a formulação P2 apresentou os menores valores de AR, com destaque para os tempos 60 dias (2,00 g.L⁻¹) e 120 dias (1,90 g.L⁻¹), os quais diferem estatisticamente dos demais. Essa diferença pode ser atribuída ao menor aporte inicial de açúcares da formulação P2 e ao maior consumo desses compostos pelas leveduras durante o processo fermentativo, o que indica um bom desempenho fermentativo das leveduras na metabolização da sacarose no mosto (Dantas; Silva, 2017).

A diminuição ocorrida durante o período de armazenamento pode estar associada à hidrólise da sacarose em pH ácido e à subsequente ação de microrganismos que utilizam esses açúcares em seus processos metabólicos (Ferreira *et al.*, 2020). Os teores residuais de açúcar observados neste estudo são semelhantes aos relatados por Barbosa *et al.*, (2022) para fermentado alcoólico de manga (1,24 ± 0,04 g.L⁻¹) e por Dantas e Silva (2017) para fermentado de umbu (1,07 g.L⁻¹).

3.7 ANÁLISES DE COR

Os parâmetros de cor dos fermentados de mamão apresentaram variações ao longo do armazenamento, com diferenças significativas entre as formulações em diferentes tempos (Tabela 2). Para o parâmetro L*, que representa a luminosidade, a formulação P1 apresentou redução gradual, de 60,33 para 57,74, sem diferença significativa entre os tempos, enquanto a formulação P2 apresentou valores entre 62,93 e 58,18, com diferença significativa a partir de 60 dias, que resultou no escurecimento da bebida em ambas as formulações, uma vez que menores valores de L* correspondem a uma coloração menos clara (Souza *et al.*, 2024). A redução nos valores de L* pode estar atribuída à degradação oxidativa de pigmentos naturais, como os carotenoides, bem como à oxidação de compostos fenólicos durante o armazenamento. Além disso, o aumento das atividades das enzimas como polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER), ao longo do armazenamento, pode estar associado a reações oxidativas e de biodegradação (Valderrama *et al.*, 2001).

Em relação ao parâmetro a*, que expressa a variação entre os tons de vermelho e verde, a formulação P1 apresentou valores

entre -2,01 a -2,71, com diferença significativa ao longo do armazenamento, o que indica a intensificação do tom esverdeado nas formulações. Já a formulação P2 não apresentou diferença significativa, com valores compreendidos entre -2,09 e -2,25. Em frutos, o β-caroteno pode estar associado a clorofilas ou xantofilas, formando complexos clorofila-carotenoide, que absorvem luz na faixa do espectro de luz laranja a vermelha e dão origem à coloração verde, roxa ou azul (Wieruszewski, 2002).

Para o parâmetro b*, que representa a variação entre os tons de amarelo e azul, observou-se uma redução dos valores ao longo do armazenamento. Na formulação P1, os valores variaram de 6,61 para 6,01 sem diferença significativa, enquanto na formulação P2 houve uma redução significativa, de

6,13 no tempo inicial pra 5,42 aos 120 dias. Essa diminuição reflete a degradação de carotenoides, principalmente o β -caroteno e o licopeno (Cross, 1987), responsável pela coloração amarela do mamão. Devido à sua cadeia de polieno rica em elétrons, esses pigmentos são altamente suscetíveis à degradação por fatores como luz, calor, oxigênio e pH ácido (Xiao *et al.*, 2016). A variação total de cor (ΔE^*), calculada em relação ao tempo inicial, apresentou aumento progressivo em ambas as formulações ao longo do armazenamento. Na formulação P1, os valores variaram de 1,11 aos 30 dias para 2,69 aos 120 dias, o que caracteriza uma alteração de cor perceptível. Para a formulação P2, os valores aumentaram de 1,08 para 4,82 no mesmo período, correspondendo a uma alteração de cor bem visível. De acordo com Cserhalmi, *et al.* (2006), variações de ΔE^* entre 0–0,5 são não perceptíveis; 0,5–1,5, ligeiramente perceptíveis; 1,5–3,0, perceptíveis; 3,0–6,0, bem visíveis; e acima de 6,0, ótimas, evidenciando que a formulação P2 apresentou maior diferença de cor durante o armazenamento.

Parâmetros		Tempo de Armazenamento (dias)											
		30		60		90		120					
P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
L*		60.33a	62.93a	59.25a	62.25a	58.85a	60.05b	58.67a	59.41b	57.74a	58.18b		
a*		-2.01a	-2.25a	-2.25b	-2.23a	-2.53c	-2.12a	-2.71c	-2.23a	-2.51c	-2.09a		
b*		6.61a	6.13a	6.37a	5.27b	6.15a	5.34b	6.02a	5.40b	6.01a	5.42b		
ΔE^*		-----	-----	1.11	1.08	1.82	2.96	2.23	3.57	2.62	4.82		

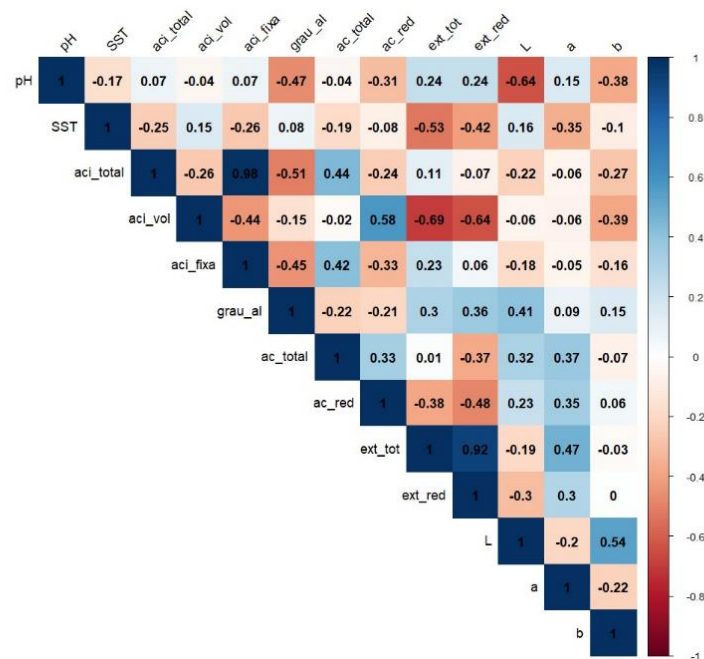
Médias seguidas por letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% ($p \leq 0,05$). ΔE : diferença total de cor entre os tempos; L: luminosidade; a*: componente vermelho-verde; b*: componente amarelo-azul.

Fonte: Autores (2026)

Tabela 2. Variação média dos parâmetros de cor (L*, a*, b* e ΔE^*) do fermentados de mamão com diferentes proporções de polpa (P1 = 50% polpa de mamão; P2 = 30% polpa de mamão) durante 120 dias de armazenamento.

3.8 CORRELAÇÃO

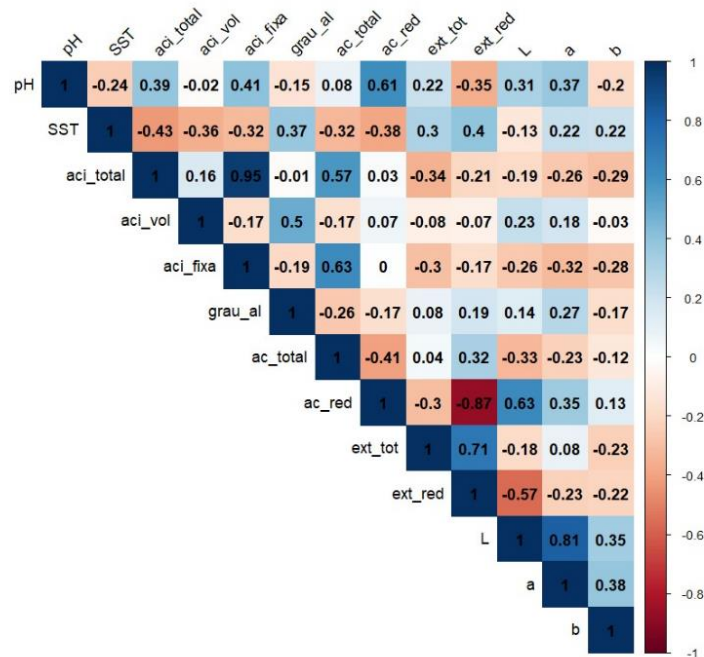
A análise de correlação revelou associações significativas entre alguns parâmetros físico-químicos dos vinhos fermentados de mamão com 50% de polpa (Figura 1). A acidez total apresentou forte correlação positiva com a acidez fixa ($r = 0,98$), o que revela que a maior parte da acidez do produto é proveniente de ácidos não voláteis, como os ácidos tartárico, málico e cítrico, os quais determinam a acidez fixa, contribuindo para a acidez total. Comportamento semelhante foi observado entre o extrato seco total e o extrato seco reduzido ($r = 0,92$). O extrato seco reduzido corresponde ao extrato seco total subtraído dos açúcares residuais superiores a 1 g.L⁻¹, o que resulta em um valor que fornece uma visão mais precisa da qualidade do vinho, eliminando a influência do açúcar residual (Manfro *et al.*, 2006; OIV, 2022).



Fonte: Autores (2026)

Figura 1. Mapa de correlação entre os parâmetros físico-químicos e de cor dos vinhos fermentados de mamão com 50% de polpa (P1).

Para a formulação com 30% de polpa (P2), também foi observada uma forte correlação positiva entre a acidez total e a acidez fixa ($r = 0,95$), o que sugere que a acidez total foi influenciada pelos ácidos não voláteis presentes na bebida (Figura 2). Por outro lado, verificou-se correlação negativa elevada entre açúcares redutores e extrato seco reduzido ($r = -0,87$), o que era esperado, já que o ESR é calculado a partir do desconto dos açúcares residuais.



Fonte: Autores (2026)

Figura 2. Mapa de correlação entre os parâmetros físico-químicos e de cor dos vinhos fermentados de mamão com 30% de polpa (P2).

3.9 ANÁLISE SENSORIAL

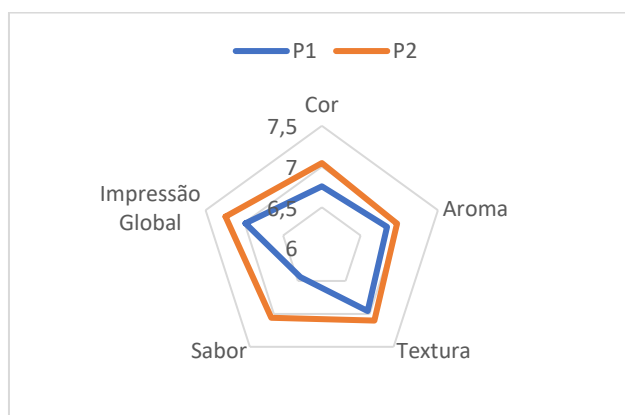
De acordo com a avaliação sensorial, o fermentado de mamão apresentou boa aceitabilidade, com médias entre 6,44 e 7,24 para os atributos avaliados (Figura 3). Valores superiores a 6 na escala hedônica indicam aceitação considerável, enquanto valores superiores a 7 demonstram boa aceitação sensorial (Ferrari *et al.*, 2013). A formulação P2 apresentou desempenho superior em relação à P1 em todos os atributos, com destaque para o sabor (7,05) e a impressão global (7,24). Segtowitz *et al.* (2013) ao avaliarem fermentados secos de acerola, observaram notas entre 4,88 e 5,14 para sabor e entre 5,64 e 5,94 para impressão global, resultados inferiores aos obtidos no presente estudo.

Os atributos cor e textura também receberam boas avaliações, com médias de 6,76 e 6,96 para P1 e de 7,04 e 7,10 para P2, respectivamente. Esses resultados sugerem que a aparência e a sensação em boca exerceram influência positiva na decisão dos provadores. Ressalte-se que a cor constitui o primeiro parâmetro avaliado pelo consumidor e pode ser decisiva no processo de compra (Almeida *et al.*, 2020). A maior aceitação da P2 possivelmente está associada à presença de menor quantidade de resíduos sólidos, resultando em um fermentado mais leve, com melhor equilíbrio entre corpo e frescor. Esse comportamento é coerente com a tendência de consumidores que demonstram preferência por bebidas mais suaves e refrescantes, especialmente quando elaboradas a partir de frutas tropicais.

O aroma apresentou boa aceitação, com médias próximas entre as formulações, reforçando a importância desse atributo para a atratividade sensorial de bebidas fermentadas, pois antes de consumir qualquer produto, o consumidor percebe o aroma devido aos compostos voláteis presentes, o que pode comprometer a aceitação do produto (Almeida *et al.*, 2020).

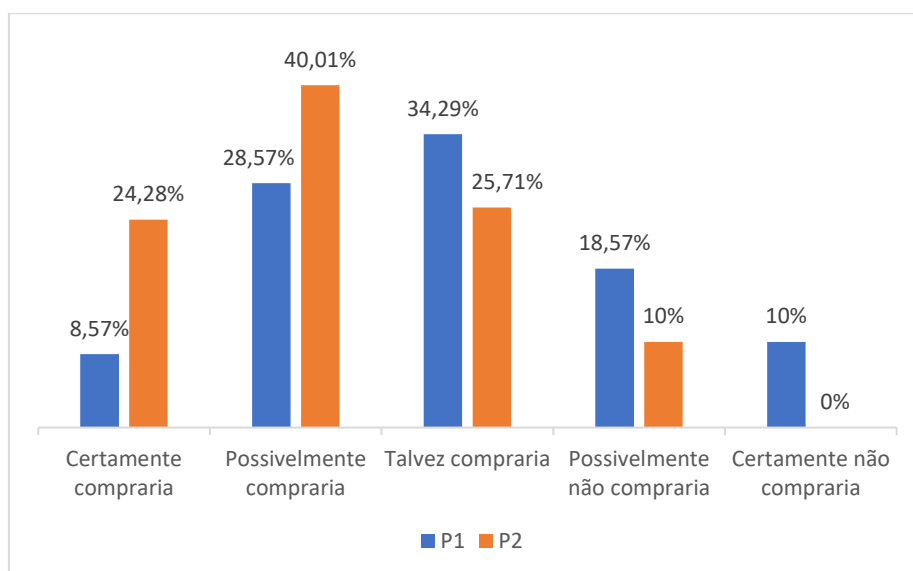
No que se refere ao índice de aceitabilidade (IA), os valores variaram entre 71,56 e 77,67% para P1 e entre 77,44 e 80,44 % para P2, valores superiores ao limite de 70% proposto por Dutcosky (2011) para que um produto seja considerado sensorialmente aceito. Resultados semelhantes foram reportados por Asquiere *et al.* (2008) em fermentado de jaca (78%), enquanto Gurak e Bortolini (2010) obtiveram índices inferiores, variando de 53,3% a 63,4%, em fermentado alcoólico de laranja Pêra.

No tocante à intenção de compra (Figura 4), ambas as formulações receberam notas médias entre 3 (“talvez comprasse”) e 4 (“possivelmente compraria”), o que demonstra boa perspectiva de aceitação comercial. Observou-se que 34,29% dos provadores atribuíram nota 3 à formulação P1, enquanto 40,01% atribuíram nota 4 à P2. Resultados próximos foram encontrados por Oliveira *et al.* (2012), que verificaram que 50% dos avaliadores atribuíram notas correspondentes à opção “provavelmente compraria o produto”, ao analisarem fermentado alcoólico de calda residual da desidratação osmótica de abacaxi.



Fonte: Autores (2026)

Figura 3. Gráfico com valores médios da análise sensorial de um fermentado de mamão com diferentes proporções de polpa (P1 = 50% polpa de mamão; P2 = 30% polpa de mamão) durante 120 dias de armazenamento.



Fonte: Autores (2026)

Figura 4. Gráfico com valores médios da intenção de compra de um fermentado de mamão com diferentes proporções de polpa (P1 = 50% polpa de mamão; P2 = 30% polpa de mamão) durante 120 dias de armazenamento.

4 CONCLUSÕES

O fermentado alcoólico de mamão da variedade 'Havaí' apresentou em sua maioria variações significativas em parâmetros físico-químicos e colorimétricos ao longo do armazenamento.

Os parâmetros de cor registraram alterações ao longo do armazenamento, com redução da luminosidade (L^*) e aumento do ΔE^* tornando mais visível a diferença entre as cores durante o armazenamento.

A formulação com 30% de polpa apresentou melhor aceitação sensorial e maior intenção de compra, o que indica maior potencial de inserção no mercado.

O fermentado alcoólico de mamão é uma alternativa viável para agregação de valor à fruta e redução de perdas pós-colheita, impulsionando a criação de novos empregos, com geração de renda e inovação no mercado de bebidas.

REFERÊNCIAS

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia na produção de alimentos**. Vol. 4. Série Biotecnologia Industrial. 1ª ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo-SP, 2001, p 523.

ALMEIDA, F. L. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; ALMEIDA, E. C.; SILVA, L. N.; SANTOS, Y. M. G.; LUNA, L. C. Sensory study of alcoholic beverages mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 23, e2019208, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20819>.

ARRUDA, A. R.; CASIMIRO, A. R. S.; GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P. Caracterização físico química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 377-384, 2007.

ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C.; CANDIDO, M. A.; ASSIS, E. M. Vino de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): Estudio de las características físicoquímicas y sensoriales de los vinos tinto seco y dulce, fabricados com la fruta integral. **Alimentaria**, n. 355, p. 111-122, 2004.

ASQUIERI, E. R.; RABÊLO, A. M. D. S.; SILVA, A. G. D. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 881-887, 2008.

- BARBOSA, C. D.; COSTA, I. M.; SIMIQUELI, G. F. Produção e caracterização de fermentado alcoólico de manga a partir de linhagem de levedura isolada de fermento comercial. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e432111436339, 2022.
- BESSA, M. A. D.; OLIVEIRA, E. N.A.; FEITOSA, B. F.; FEITOSA, R. M.; ALMEIDA, F. L.C.; NETO, J. O. O. Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2017217, 2018.
- BRAGA, H. F. Mamão: aspectos econômicos, biológicos e potencialidades no processamento para obtenção do néctar. 2020. **Encyclopedia Biosfera**, v. 17, n. 31, p. 140, 30 mar. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014. Regulamenta dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 36, p. 1, 21 fev. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova os regulamentos técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê (Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008). **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de abr., 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34 de 29 de novembro de 2012. Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 231, seção 1, p. 3-4, 30 nov. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Setor de fruticultura se destaca nas exportações brasileiras**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/setor-de-fruticultura-se-destaca-nas-exportacoes-brasileiras>. Acesso em: 18 fev. 2025.
- CARVALHO, C. P. P. P. **Desenvolvimento de um fermentado alcoólico de fruta**. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar) – Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2020.
- CROSS, J. **Pigments in fruit** London: Academic, 1987. 303p.
- CSEHALMI, Z.S.; ZASS-KISS, A.; TOTTH MARKUS, M.; LECHNER, N. Estudy of pulsed eletric field treated citrus juice. **Innovative Food Science and Emergind Tecnologies**. v. 7, p. 49-54, 2006.
- DANTAS, C. E. A.; SILVA J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Revista HOLOS**, v. 2, n. 32, p. 108-121, 2017.
- DE OLIVEIRA, L.C.; DE SOUZA, S.O.; MAMEDE, M.E.O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, n. 2, p. 158-67, 2011.
- DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; FREIRE, E. S.; SERÓDIO, R. S. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pulp. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 319–329, 2007.
- DNYANESHWAR, R. A.; SHIRSATH, V. V. A review on medicinal properties of *Carica papaya* Linn. **International Journal of Research Publication and Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1299-1305, jan. 2023.
- DUTCOSKY, D. S. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2011.
- FERRARI, A. S.; BALDONI, N. R.; AZEREDO, E. M. C. Análise sensorial e físico-química de produtos elaborados à base de soro de leite. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 10, n. 1, p. 216-223, 2013.
- FERREIRA, A. L. A.; WANDERLEYA, B. R. S. M.; NUNESA, I. L.; AMBONIA, R. D. M. C.; FRITZEN-FREIREA, C. B. Low-alcohol fruit wines: A bibliometric analysis, technological review, and market perspectives. **Biotechnology Research and Innovation**, v. 8, n. 1, e2024021, 2024.

- FERREIRA, L. G.; FONSECA, A. A. O.; NOVAIS JÚNIOR, M. M.; LIMA, J. G. F.; JESUS, R. S.; HANSEN, D. S.; SILVA, S. M. P. C. Desenvolvimento, avaliação sensorial e da estabilidade físico-química de um fermentado alcoólico de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) durante o armazenamento. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58064-58078, ago. 2020.
- FIGUEIRA, R.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G.; DUCATTI, C.; MISCHAN, M. M. Análise isotópica do carbono em néctares de caju. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 561-569, out./dez. 2011
- FONSECA, A. A. O.; LIMA, J. G. F.; SILVA, S. M. P. C.; COSTA, M. A. P. C.; HANSEN, D. S.; 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**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 46176-46192, jul. 2020.
- FREIRE JÚNIOR, M.; SOARES, A.G. **Diagnóstico e procedimentos para a redução de perdas na cadeia produtiva do mamão**. v.1. Embrapa Agroindústria de Alimentos: Circular Técnica (INFOTECA-E), 2018. 18p.
- GURAK, P. D.; BORTOLINI, F. Produção e aceitabilidade de fermentado de laranja no Alto Uruguai catarinense. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 2; p. 132-140, 2010.
- HASHIZUME, T. Tecnologia do Vinho: **Biotechnologia na produção de alimentos**. In: BORZANI, W.; LIMA, U. A; AQUARONE, E; SCHIMIDELL, W. Biotechnologia Industrial. São Paulo: Editora Edgard Blücher, v.4, p.21-68, 2001.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agropecuária de mamão**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br>. Acesso em: 18 fev. 2025.
- KIIN-KABARI, D. B.; IGBO, Q.; BARBER, L. I. Production and evaluation of table wine using two different varieties of pawpaw (*Carica papaya*). **Journal of Food Science and Engineering**, v. 9, p. 199-209, 2019.
- LIN, Y.; ZHANG, W.; LI, C.; SAKAKIBARA, K.; TANAKA, S.; KONG, H. Factors affecting ethanol fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* BY4742. **Biomass Bioenergy**, 2012, p. 1–7.
- MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. N. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 290–296, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200010>.
- MELO, L. B. **Aplicação de resíduo cervejeiro na produção de vinho: influência nos perfis químico e sensorial**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, Frutal, 2024.
- MICHAEL, P. **Foods of the gods: Part 1—Wine in Ancient Egypt**. 2000. Disponível em: <http://www.touregypt.net/egypt-info/magazine-mag11012000magf2.htm>. Acesso em: 16 de outubro de 2025.
- MORETTO, E. **Vinhos e vinagres: processamento e análises**. Santa Catarina: Editora da UFSC, 1988.
- OGODO, A. C.; UGBOGU, O. C.; UGBOGU, A. E.; EZEONU, C. S. Production of mixed fruit (pawpaw, banana and watermelon) wine using *Saccharomyces cerevisiae* isolated from palm wine. **SpringerPlus**, v. 4, p. 683–689, 2015.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. **Statistical Report on World Vitiviniculture**, 1990.

OIV. **Opinion of the OIV on total dry extract**. International Organisation of Vine and Wine, 2022. Disponível em: <https://www.oiv.int>. Acesso em: 28 set. 2025.

OIV – Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. **Resolução Oeno 1/2006. Compêndio de métodos internacionais de análise — OIV. Método OIV-MA-AS2-11 para a determinação cromática de parâmetros CIELab**. Disponível em: <http://www.oiv.int/public/medias/849/oeno-01-2006-en.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2025.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; SILVA, F. L. H.; FLORENTINO, E. R. Produção de fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 3, p. 269-275, 2011. DOI:» <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v13n3p271-277>.

OLIVEIRA, E. N. A., DANTAS, A. B., FEITOSA, R. M., GOMES, J. P., OLIVEIRA, G. S. & MACHADO, A. S. Elaboração e caracterização de bebida alcoólica fermentada de umbu--cajá. In: **Anais do 19º Encontro Nacional e Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos**. Natal, RN, 2015.

OLIVEIRA, I. V. B. de; VIEIRA, A. C. de M. Propriedades farmacológicas das folhas e sementes do mamão (*Carica papaya* L.) e seus benefícios para a saúde humana. In: **Interdisciplinaridade no campo da saúde: desafios e experiências exitosas**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023.

OLIVEIRA, J. B.; FIALHO, F. B.; LAUREANO, O.; CASTRO, R.; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Impact of aging on the physical-chemical and phenolic stability of tropical red wines from Brazil produced with grapes harvested in the summer season, **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 125, 105794, 2024.

OLIVEIRA, L. A.; LORDELO, F. S.; TAVARES, J. T. Q.; CAZETTA, M. L. Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 702-712, 2012.

OLIVEIRA, M. E. S.; PANTOJA, L.; DUARTE, W. F.; COLLELA, C. F.; VALARELLI, L. T.; SCHWAN, R. F.; DIAS, D. R. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2391–2400, 2011. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.02.028.

OTTO, S. M.; SERBAI, D.; NOVELLO, D. Aceitabilidade sensorial de sopas elaboradas com diferentes sais substitutos de cloreto de sódio. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n.2, p.226-232, 2014.

PATI, S.; CRUPI, P.; SAVASTANO, M. L.; BENUCCI, I.; ESTI, M. Evolution of phenolic and volatile compounds during bottle storage of a white wine without sulfite addition. **J. Sci. Food Agric.**, v. 100, p. 775–784, 2020. DOI: 10.1002/jsfa.10084.

PAULA, B.; CARVALHO FILHO, C. D.; MATTA, V. M.; MENEZES, J. S.; LIMA, P. C.; PINTO, C. O.; CONCEIÇÃO, L. E. M. G. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1688-1693, 2012.

PINTO, L. I. F.; ARAÚJO, M. M. N.; AMARAL N. M.; MELO S. C. P.; ZAMBELLI R. A. e PONTES D. F. **Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada obtida a partir de resíduos agroindustriais**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 20., 2014, Florianópolis. Resumos...Florianópolis: COBEQ, 2014, Florianópolis-SC, p.1-7.

PRASAD, K.; PAUL, J. R. Postharvest losses of papaya and practice for its management. **Food and Scientific Reports**, v. 2, n. 1, p. 1-15, jan. 2020.

- RAMOS, D. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira 'Paluma', submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 659-664, 2010.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of enology, the chemistry of wine, stabilization and treatments**. Paris: Wiley, 2006.
- SEGTOEWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 147–154, 2013. DOI: 10.1590/S1981-67232013005000015.
- SILVA, N.; SILVA, B. A.; SOUZA, J. H. P.; DANTAS, V. V.; REIS, K. B.; SILVA, E. V. C. da. Elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir do suco de manga rosa (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 1, p. 367–378, 2011.
- SANTOS, E. A. da S.; MOREIRA, T. L.; ROSA, R. D. de A.; SOUZA, D. S.; PEREIRA, E. da S.; MÓES, R. S.; REIS, M. F. T. Bebida alcoólica fermentada de goiaba (*Psidium guajava* L.): processamento e caracterização. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 31785–31798, 2020.
- SOARES, A. G.; FREIRE JUNIOR, M.; SIQUEIRA, R. S. **Curso de higiene e sanificação na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1992. 97 p.
- SOLEAS, G. J.; DIAMANDIS, E. P.; GOLDBERG, D. M. Wine as a biological fluid: history, production, and role in disease prevention. **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, v. 11, n. 5, p. 287-313, 1997.
- SOUZA, A. Coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de correlação de spearman: O que medem e em que situações devem ser utilizados. **Correio dos Acorres**, 2019. Disponível em: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5365/1>. Acesso em: set/2025.
- SOUZA, J. O. R.; FONSECA, A. A. O.; FERREIRA, M. A.; PAZ, L. M.; BARRETO, N. S. E. Processamento e estabilidade do néctar misto de jaca e acerola. **Revista DELOS**, Curitiba, v. 17, n. 62, p. 1–23, 2024.
- STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 2 Ed. San Diego: Academic Press, 1993. 338 p.
- SUN, J.; GE, Y.; GU, X.; LI, R.; MA, W.; JIN, G. Identification and characterization of malolactic bacteria isolated from the eastern foothills of Helan Mountain, China. **Foods**, v. 11, p. 2455, 2022. DOI: 10.3390/foods11162455.
- TURMENDI, N.; DURÁN, D.; MARÍN-ARROYO, R. Fining of red wines with gluten or yeast extract protein. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n.2, p.200-207, 2010.
- VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, p.321-325, set./dez. 2001.
- WIERUSZEWSKI, J. B. **Biodisponibilidade, eficiência de retenção e cinética da astaxantina em salmão do Atlântico (*Salmo salar*) influenciadas pela concentração de pigmento e método de administração (apenas cinética)**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Simon Fraser University, Ottawa, Canadá.
- XIAO, J.; CAPANOGLU, E.; JASSBI, A. R.; MIRON, A. Advance on the flavonoids C-glycosides and health benefits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, supl. 1, p. S29–S45, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1067595>.
- YUAN, X.; WANG, T.; SUN, L.; QIAO, Z.; PAN, H.; ZHONG, Y.; ZHUANG, Y. Recent advances of fermented fruits: A review on strains, fermentation strategies, and functional activities, **Food Chemistry: X**, v. 22, p. 101482, 2024.

ZHANG, Y.; QIU, Q.; XU, Y.; ZHU, J.; YUAN, M.; CHEN, M. Fast aging technology of novel kiwifruit wine and dynamic changes of aroma components during storage. **Food Science and Technology**, [S.l.], 2022.

Participação dos autores

Ambos os autores contribuíram igualmente para a elaboração deste artigo.

Disponibilidade de dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Como citar este artigo (APA)

Souza, J. O. R., Fonseca, A. A. O., Azevedo Neto, A. D. de, Andrade, A. S. de, & Valentim, S. dos S. (2026). PREPARATION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF AN ALCOHOLIC FERMENTED PAPAYA PRODUCT DURING STORAGE. *Revista Acadêmica Licencia&Acturas*, 14(1), e384. <https://doi.org/10.55602/rlic.v14i1.384>