



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
BACHARELADO EM GASTRONOMIA

PANAIT ABU NIDAL ALVES DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* (L.) Skeels)

Recife-PE

Agosto 2025

PANAIT ABU NIDAL ALVES DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* (L.) Skeels)

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Gastronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciana Leite de A. Lima Arruda

Co-orientação: MSc. Gabriell Moura da Rocha Bastos

Recife-PE

Agosto 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Lorena Teles – CRB-4 1774

S237d Santos, Panait Abu Nidal Alves dos.
Desenvolvimento de melomel de jambolão
(*Syzygium cumini* (L.) Skeels) / Panait Abu Nidal
Alves dos Santos. – Recife, 2025.
43 f.

Orientador(a): Luciana Leite de A. Lima Arruda.
Co-orientador(a): Gabriell Moura da Rocha
Bastos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Gastronomia, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Hidromel. 2. Frutas tropicais. 3. Fermentação.
4. Antocianinas 5. Jambolão. I. Arruda, Luciana
Leite de A. Lima, orient. II. Bastos, Gabriell Moura
da Rocha, coorient. III. Título

CDD 641.013

PANAIT ABU NIDAL ALVES DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* (L.) Skeels)

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Bacharelado em Gastronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

Data: 11 de agosto de 2025.

Banca Examinadora

Prof^a Dr^a Luciana Leite de Andrade Lima Arruda (Orientadora)

Prof. Dr. Bruno Celso Vilela Correia (Membro Interno)

Prof. Dr. Leonardo Pereira de Siqueira (Membro Interno)

Recife-PE

Agosto2025

RESUMO

O hidromel é uma das bebidas mais antigas que se tem registro, porém no Brasil possui um mercado consumidor pequeno quando comparado a outros tipos de bebidas fermentadas, como vinho ou cerveja. O melomel é uma variação obtida a partir da fermentação de mosto composto por mel de abelhas e polpa ou suco de frutas. O jambolão (*Syzygium cumini* (L.) skeels) é uma planta rica em nutrientes e compostos bioativos, sendo a polpa e casca ricas em antocianinas, substâncias responsáveis pela coloração roxa. Este trabalho tem como objetivos desenvolver melomel de jambolão e avaliar a influência da adição da polpa antes e depois da fermentação nos parâmetros físico-químicos, cromáticos e no conteúdo de antocianinas do produto final. Foi produzido mosto com mel, fermentado com *Saccharomyces bayanus*, e a adição de polpa de jambolão (20% m/v) nas etapas pré e pós-fermentativa. Foram analisados os parâmetros cromáticos e físico-químicos (pH, acidez e sólidos solúveis totais) e a concentração de antocianinas totais. Os resultados mostraram que a adição pré-fermentativa do jambolão resultou em maior intensidade de cor (IC = 10,34) e teor de antocianinas (298,89 mg de malvidina/L), com tonalidade vermelha predominante (56,49%). Já a adição pós-fermentativa do jambolão gerou um melomel menos avermelhado (54,21%) e com menor concentração de antocianinas (236,16 mg/L). Conclui-se que o jambolão é uma matéria-prima com boas perspectivas para a produção de melomel, particularmente quando adicionado antes da fermentação, realçando a cor da bebida. Este estudo contribui para a valorização de frutas nacionais e o desenvolvimento de produtos fermentados inovadores, com apelo visual e nutricional.

Palavras-chave: Hidromel, Frutas, Fermentação, Antocianinas, Jambolão.

ABSTRACT

Mead is one of the oldest recorded beverages, but in Brazil, it has a small consumer market compared to other types of fermented beverages, such as wine or beer. Melomel is a variation obtained from the fermentation of must composed of honey and fruit pulp or juice. Jambolan (*Syzygium cumini* (L.) skeels) is a plant rich in nutrients and bioactive compounds, with its pulp and rind rich in anthocyanins, the substances responsible for its purple color. This study aims to develop jambolan melomel and evaluate the influence of adding pulp before and after fermentation on the physicochemical and color parameters, as well as the anthocyanin content of the final product. Must was produced with honey, fermented with *Saccharomyces bayanus*, and jambolan pulp (20% w/v) was added in the pre- and post-fermentation stages. The chromatic and physicochemical parameters (pH, acidity, and total soluble solids) and the concentration of total anthocyanins were analyzed. The results showed that the pre-fermentation addition of jambolan resulted in greater color intensity (CI = 10.34) and anthocyanin content (298.89 mg malvidin/L), with a predominant red hue (56.49%). The post-fermentation addition of jambolan produced a less reddish melomel (54.21%) and a lower anthocyanin concentration (236.16 mg/L). It is concluded that jambolan is a raw material with good prospects for melomel production, particularly when added before fermentation, enhancing the color of the beverage. This study contributes to the appreciation of national fruits and the development of innovative fermented products with visual and nutritional appeal.

Keywords: Mead, Fruits, Fermentation, Anthocyanins, jamelão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem do jambolão: 1) árvore, 2) frutos maduros, 3) folhas e 4) tronco.	14
Figura 2. Cátion <i>flavylium</i> . R1 e R2 = –H, –OH ou –OCH ₃ , R3 = –glicosil ou –H, R4 = –OH ou –glicosil.....	16
Figura 3. Representação das estruturas das antocianinas presentes no jambolão.....	17
Figura 4 Modificações estruturais das antocianinas em meio aquoso e em diferentes faixas de pH.	18
Figura 5: Esquema geral da produção do hidromel.....	22
Figura 6: Análises de pH (A), total de sólidos solúveis (B) e acidez total titulável (C) do controle e meloméis produzidos	28
Figura 7: Imagem da coloração do extrato hidroalcoólico do mel calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).....	31
Figura 8: Imagem da coloração do extrato hidroalcoólico de jambolão calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).....	32
Figura 9: Imagem da coloração do Melomel Controle calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025)	32
Figura 10: Imagem da coloração do Melomel pré-fermentativo calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).....	33
Figura 11: Imagem da coloração do Melomel pré-fermentativo calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas, ANT e parâmetros cromáticos do extrato hidroalcoólico de jambolão e do mel.....	27
Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas, ANT e parâmetros cromáticos dos meloméis produzidos	30

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	10
2 - PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE	13
2.1 Problema de pesquisa.	13
2.2 Hipótese	13
3 – OBJETIVOS	13
3.1 Objetivos Gerais	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4 - REVISÃO DA LITERATURA	14
4.1 – <i>Syzyum cumini (L.) skeels</i>	14
4.2 – Antocianinas	15
4.2.1 – Estrutura e características gerais	15
4.2.2 – Antocianinas do jambolão.....	16
4.2.3 - Estabilidade das antocianinas	17
4.3 – Hidromel	19
4.3.1 - Melomel.....	22
5 – MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1 Obtenção e Processamento do jambolão	24
5.2 Produção experimental de melomel	24
5.3 Caracterização físico-química do mel, jambolão e melomel	25
5.4 Antocianinas totais do mel, jambolão e melomel	26
5.5 Parâmetros cromáticos do mel, jambolão e melomel	26
5.6 Análise estatística.	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
7. CONCLUSÕES	35
8. REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

Jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels), mais conhecida ameixa-preta ou jamelão é uma espécie pertencente à família *Myrtaceae*, originária da Ásia tropical, mas apesar de sua procedência asiática, a planta apresenta ampla adaptação ao clima tropical brasileiro (AKTER et al., 2019; EMAM & EL-NASHAR, 2022). Seus frutos são ricos em compostos fenólicos, destacando-se as antocianinas, pigmentos antioxidantes concentrados principalmente na casca, os frutos são verdes quando imaturos e adquirem coloração roxo-escura na maturação, com sabor agridoce, sendo utilizados na produção de bebidas (sucos, fermentados) e derivados (geleias) (SERAGLIO et al., 2018).

Embora o jambolão apresente potencial nutracêutico e bioativo, ainda não há mercado para a sua comercialização no Brasil, carecendo de processos tecnológicos que viabilizem sua aplicação como ingrediente alimentar (SAHU et al., 2023). Pesquisas recentes evidenciam uma composição química complexa, que inclui ácidos fenólicos, flavanóis, taninos, hidrolisáveis e condensados, e antocianinas (LESTARIO et al., 2017; PANGHAL et al., 2019; FREITAS et al., 2021). Tais compostos estão associados a propriedades funcionais diversificadas, como ação antioxidante, antimicrobiana, antiglicêmica, anticarcinogênica e antiviral, além de efeitos antimutagênicos (FREITAS-SÁ et al., 2018; PAUL & DAS, 2018).

As antocianinas compreendem um grupo de pigmentos naturais baseados em 17 estruturas básicas, responsáveis por uma ampla gama de cores que variam do vermelho ao azul, sendo predominantemente encontradas em flores e frutas (FREITAS-SÁ et al., 2018; GAIBOR et al., 2022). Recentemente, houve um crescente interesse científico por esses compostos, impulsionado pelos benefícios à saúde associados à sua atividade antioxidante (CARVALHO et al., 2020; MACHADO et al., 2022). Contudo, sua estabilidade é influenciada por fatores químicos e ambientais, como pH, temperatura, presença de íons metálicos, oxigênio, atividade enzimática e exposição à luz, o que pode limitar sua aplicação em produtos alimentícios (MAHDAVI et al., 2016).

O potencial bioativo dos compostos fenólicos, incluindo suas propriedades nutracêuticas, tem despertado o interesse tanto da comunidade científica quanto da indústria alimentícia, posicionando o jambolão como uma matéria-prima promissora para o desenvolvimento de novos produtos (SAHU et al., 2023).

Além das propriedades funcionais, a cor é um atributo crítico na avaliação

sensorial de alimentos, sendo o fator mais determinante para a aceitação do consumidor. Uma aparência visual desfavorável pode reduzir significativamente a aceitação e o valor comercial do produto, pois os consumidores associam a cor à segurança, qualidade e eficiência do processamento (GAIBOR et al., 2022).

O hidromel é considerado uma das bebidas fermentadas mais antigas conhecidas pela humanidade, tendo seu registro histórico datado de 7.000 a.C. na China, onde seu consumo em cerimônias rituais foi encontrado em vestígios arqueológicos (GUPTA & SHARMA, 2009). Essa bebida é produzida através da fermentação de um mosto composto por mel, água e leveduras, o hidromel tradicional apresenta teor alcoólico entre 8% e 18%, dependendo dos parâmetros de produção e do perfil de açúcares do mel usado (FREITAS et al., 2017).

Essa bebida fermentada ainda ocupa, no Brasil, uma posição marginal no mercado de bebidas alcoólicas mesmo com uma grande variedade em sua flora apícola e da tradição no consumo de mel, representando menos de 0,5% do consumo nacional quando comparado a vinhos e cervejas (FERRAZ, 2015). Esta baixa procura no mercado pode ser atribuída a alguns fatores, como a falta de padronização nos processos produtivos, poucas variedades comerciais e a falta de conhecimento por parte dos consumidores (MILESKI, 2016). Neste contexto os meloméis, variação do hidromel adicionado de fruta ou suco de fruta, surgem como uma alternativa promissora para aumentar a oferta e atrair novos consumidores, juntando a tradição do hidromel com sabores contemporâneos (PEROTE et al., 2024).

O desenvolvimento de meloméis apresenta desafios técnicos específicos, particularmente no que diz respeito à estabilização de compostos bioativos durante o processo fermentativo. A adição de frutas ao mosto altera significativamente sua composição química, afetando parâmetros como pH, acidez e teor de sólidos solúveis, o que por sua vez influencia a atividade das leveduras e a qualidade final do produto (IGLESIAS et al., 2014).

Dessa forma o jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) se apresenta como matéria-prima com bom potencial para a produção de meloméis diferenciados. No entanto, o comportamento das antocianinas do jambolão durante a fermentação alcoólica continua pouco estudado, especialmente em saber qual o momento ideal para adicionar a fruta ao mosto. Frente ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver

um melomel de jambolão e avaliar o impacto da adição da fruta em diferentes etapas do processo.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE

2.1 Problema de pesquisa

Em qual etapa, antes ou depois da fermentação, a aplicação do jambolão no mosto do melomel vai realçar melhor a cor do produto final?

2.2 Hipótese

A adição de jambolão na etapa pré fermentativa proporcionará melhor alteração de parâmetros cromáticos no melomel produzido.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver melomel de jambolão como forma de obtenção de um novo produto com características cromáticas diferenciadas.

3.2 Objetivos Específicos

- Investigar os efeitos da adição de jambolão nas etapas pré e pós-fermentativo com relação ao teor de antocianinas.
- Identificar a melhor etapa de adição de jambolão, na elaboração do melomel, com relação aos parâmetros cromáticos.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 *Syzyium cumini* (L.) *skeels*

Syzygium cumini (L.) Skeels (Figura 1), é uma espécie arbórea perene pertencente à família Myrtaceae, originária da Índia e pode atingir até 20 metros de altura (SANTIAGO et al., 2016). A espécie apresenta boa adaptação nas regiões tropicais e subtropicais da América (BALIGA et al., 2011) sendo conhecida popularmente por vários nomes como jambolão, ameixa-preta, amora-preta-indiana ou jamelão (AYYANAR & SUBASH-BABU, 2012).

Figura 1: Imagem do jambolão: 1) árvore, 2) frutos maduros, 3) folhas e 4) tronco.



Fonte: CHHIKARA et al., 2018.

Os frutos do jambolão são consumidos em regiões tropicais como a Índia e a América do Sul, tanto por seu valor nutricional quanto pela presença de compostos bioativos em todas as partes da planta (XU et al., 2019). Historicamente, o jambolão vem sendo utilizado na medicina popular devido às suas diversas propriedades farmacológicas, incluindo atividades antitumoral, antioxidante, antibacteriana e antifúngica, além disso, a espécie é empregada no tratamento de diversas condições, como

diabetes *mellitus*, constipação e disenteria, asma e bronquite, doenças bucais, queimaduras e descamação na pele e ulcerações venéreas (SILVA e SÁ & SABAA-SRUR, 2012;). Em termos morfológicos essa espécie possui fruto pequenos e ovóides, tipo baga, apresentando semente, polpa succulenta e casca de coloração roxa escura, quando maduros, atribuída à presença de antocianinas tornando-as em uma fonte de corante natural (FARIA et al., 2011; SANTIAGO et al., 2016).

Com o objetivo de incorporar à dieta regular e ressaltar a qualidade sensorial das preparações diversas partes da planta, incluindo sementes, cascas, folhas e frutos, são processadas na forma de extratos, xaropes, chás e infusões e bebidas alcoólicas (SILVA E SÁ & SABAA-SRUR, 2012). Apesar dessas qualidades, observa-se que não há um hábito de consumo nem comercialização expressiva do jambolão pela população, desperdiçando a maior parte da safra (SANTIAGO et al., 2016; SABINO et al., 2021).

4.2 – Antocianinas

4.2.1 – Estrutura e características gerais

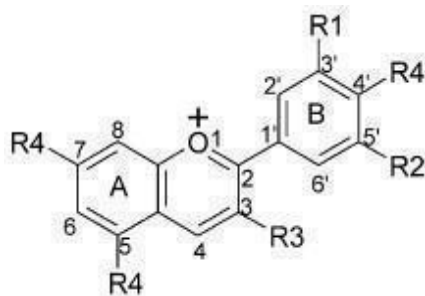
As antocianinas (ACs) são compostos fenólicos e conferem as colorações vermelha, azul e roxa nos vegetais (BRITO et al., 2007). Na indústria de alimentos, são amplamente utilizadas como pigmentos, agentes modificadores de sabor, na produção de comprimidos, cápsulas, xaropes e suplementos, além de atuarem como conservantes naturais, protegendo matérias primas alimentícias contra danos ambientais no momento do acondicionamento e transporte (CHAUDHARY & MUKHOPADHYAY, 2013; BELWAL et al., 2020; SABINO et al., 2021).

Com relação às suas propriedades químicas as ACs são classificadas como polifenóis glicosilados, solúveis em água, pertencentes à classe dos flavonoides, sendo importante ressaltar que estas moléculas realizam funções cruciais na proteção das plantas contra estresses bióticos e abióticos, especialmente devido às suas propriedades antioxidantes (POURCEL et al., 2010; LIU et al., 2018; RAMAN et al., 2020).

A estrutura química básica das antocianinas é formada por um esqueleto de 15 carbonos (C6-C3-C6) formando dois anéis aromáticos (A e B) conectados por três átomos de carbono em um anel heterocíclico oxigenado, conhecido como cátion *flavylium*. A diversidade entre as diferentes ACs são consequência do grau e localização da

hidroxilação e metoxilação, do número, posição e tipo de açúcares ligados à molécula, bem como da qualidade e quantidade de ácidos aromáticos ou alifáticos conjugados aos açúcares (KONG et al., 2003; PRIOR & WU, 2006). A Figura 2 apresenta detalhadamente esta estrutura molecular básica.

Figura 2. Cátion *flavylium*. R1 e R2 = -H, -OH ou -OCH₃, R3 = -glicosil ou -H, R4 = -OH ou -glicosil.



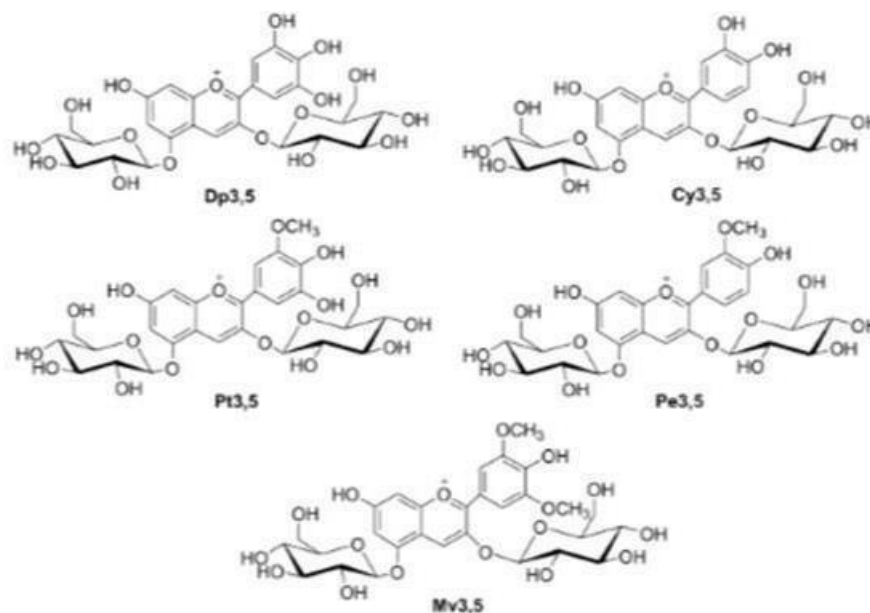
Fonte: KONG et al., 2003.

Economicamente as antocianinas se mostram como um mercado em expansão, com valor estimado em USD 305 milhões em 2018 e taxa de crescimento anual de 4,5%, projeção feita para o período 2020-2025 (Global Anthocyanin Market Report, 2021-2026). Este crescimento tem ganhado impulso pelo aumento da demanda que ingredientes naturais substituam os sintéticos, especialmente na indústria de alimentos e bebidas, que possuem a fração mais significativa deste mercado (BELWAL et al., 2020).

4.2.2 Antocianinas do jambolão

Estudos identificaram a presença de cinco antocianinas distintas no jambolão: malvidina, petunidina, delphinidina, cianidina e peonidina, nas formas mono e diglicosídeos como pode ser visto na Figura 3, estes compostos são responsáveis pela coloração roxa intensa característica dos frutos maduros e colaboram para o sabor peculiar da fruta (SHARMA et al., 2016; DAMETTO et al., 2017; LI et al., 2009; SABINO et al., 2021).

Figura 3. Representação das estruturas das antocianinas presentes no jambolão.



Fonte: SHARMA et al., 2016.

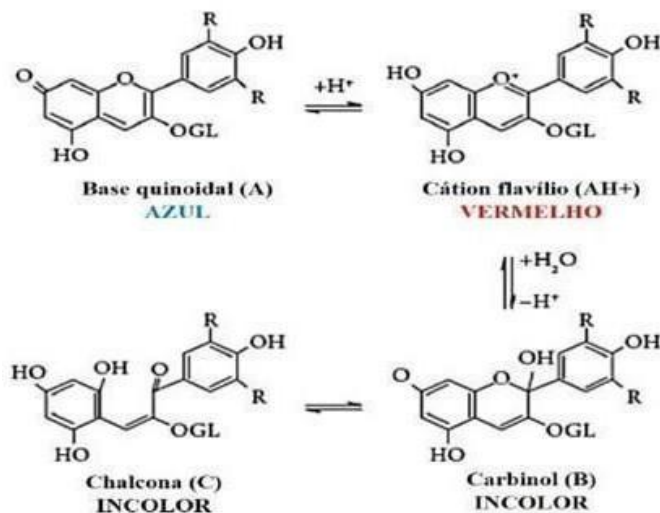
4.2.3 - Estabilidade das antocianinas

As antocianinas têm sua estabilidade influenciada por fatores físicos, químicos e ambientais, dentre eles o pH, temperatura, exposição à luz (UV/visível), processos de copigmentação, presença de oxigênio, ácido ascórbico, umidade relativa, açúcares, dióxido de enxofre ou sulfitos, atividade enzimática e íons metálicos (SHARMA et al., 2016). A conformação do anel B e as localizações das hidroxilações ou metilações, possui papel crucial na estabilidade desses compostos em solução (SABINO, 2019). Pode ser observado que a quantidade de glicosilação está diretamente relacionada com a maior estabilidade molecular, no entanto o tipo de açúcar presente também exerce significativa influência neste aspecto (SCHWARTZ et al., 2010).

Levando em consideração à natureza iônica das antocianinas, o pH do meio é um dos fatores mais relevantes para a sua estabilidade, em meio aquoso essas moléculas podem existir em quatro formas químicas distintas: o cátion flavílio (AH⁺) de coloração vermelha, a base quinoidal azul, a pseudobase carbinol incolor e a chalcona incolor (SCHWARTZ et al., 2010). As transformações entre estas espécies acontecem através de reações de protonação, isomerização e tautomerização, cujo equilíbrio é deslocado pelas

condições de pH do meio. O mecanismo geral dessas transformações está representado na Figura 4.

Figura 4 Modificações estruturais das antocianinas em meio aquoso e em diferentes faixas de pH.



Fonte: SABINO, 2019.

O comportamento das antocianinas em função do pH apresenta características marcantes. Em meio fortemente ácido ($\text{pH} \leq 2,5$), a forma predominante é o cátion flavílio (AH⁺), que confere a coloração vermelha característica, já em pH alcalino (> 7), às antocianinas sofrem degradação acelerada, resultando em uma coloração azul-esverdeada (SILVA et al., 2016).

Quanto à estabilidade térmica, as antocianinas com maior grau de hidroxilação apresentam menor estabilidade térmica quando comparadas às suas contrapartes metiladas, glicosiladas ou aciladas (SCHWARTZ et al., 2010). A atuação da temperatura sobre as antocianinas se apresenta através de processos de degradação tanto em meios sólidos quanto em solução, sendo visualmente identificável pela formação de compostos complexos com coloração castanho-marrom (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009).

A decomposição fotoquímica acontece principalmente na etapa de armazenamento de produtos que contêm antocianinas, como sucos de frutas e bebidas fermentadas, sendo este efeito amplamente documentado na literatura (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; SCHWARTZ et al., 2010). A copigmentação, que constitui a polimerização entre antocianinas ou entre estas e outras estruturas orgânicas, podendo tanto acelerar quanto retardar a degradação, dependendo das condições específicas do sistema (SCHWARTZ et al., 2010).

Devido a grande quantidade de insaturações das antocianinas, as mesmas se tornam sensíveis à ação do oxigênio molecular (O_2), dessa forma o ácido ascórbico - natural ou adicionado - pode catalisar a decomposição dessas estruturas, seguido da formação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) como subproduto (IACOBUCCI & SWEENEY, 1983; FURTADO et al., 1993). Importante destacar que a exposição à luz somado a presença de oxigênio aceleram a decomposição através de reações foto-oxidativas e ambos os mecanismos ocorrem independente do pH do meio (SCHWARTZ et al., 2010).

4.3 – Hidromel

O hidromel é conhecido como uma das bebidas fermentadas mais antigas da humanidade, possivelmente antecessora da cerveja e anterior ao vinho em sua origem histórica e seu consumo era difundido em sociedades primitivas, porém, com o avanço das civilizações e o desenvolvimento de técnicas agrícolas, a bebida foi gradualmente substituída por outras matrizes fermentadas, como o vinho (PEREIRA, 2008; QUEIROZ et al., 2014).

Os registros arqueológicos mais antigos de sua produção remontam ao período Neolítico (7.000 a.C.), com a descoberta no norte da China de artefatos cerâmicos contendo resíduos de mel, arroz e frutas silvestres, onde análises químicas desses recipientes identificaram a presença de compostos orgânicos característicos de processos fermentativos, particularmente ésteres e álcoois complexos, que corroboram a produção intencional de bebidas alcoólicas à base de mel (GUPTA & SHARMA, 2009).

O hidromel constitui uma bebida alcoólica fermentada obtida através da fermentação de mostos à base de mel, água e cultivos de leveduras e apresenta uma ampla variação em seu teor alcoólico entre 8 e 18%, sendo esse valor determinado principalmente pela cultura de leveduras selecionada e parâmetros de produção empregados (FREITAS et al., 2017).

O autor Mileski (2016) afirma que a qualidade organoléptica e microbiológica do produto final está diretamente relacionada a quatro fatores críticos, a qualidade e origem botânica do mel, a formulação e balanceamento do mosto, a seleção e desempenho das linhagens leveduras e o controle dos parâmetros fermentativos. O autor ainda estabelece quatro categorias principais de hidromel: seco com açúcar residual menor que 4%; doce

com açúcar residual maior que 4%; licoroso, fortificado com aguardente vínica; e espumoso com carbonatação natural ou injetada.

Dentre as matérias-primas para a produção do hidromel o mel é o principal substrato e é definido como um produto natural de consistência viscosa, elaborado por *Apis mellifera* a partir do néctar das flores e de outras partes não florais, esse processo envolve coleta, transformação enzimática e armazenamento em favos, constituindo um alimento funcional tanto para as abelhas quanto para consumo humano (ALVES *et al.*, 2005; OKANEKU, 2020). Sua composição química complexa inclui predominantemente carboidratos redutores (frutose e glicose, 70-80%), dissacarídeos (sacarose e maltose, 5-10%), além de componentes minoritários como enzimas (invertase, glicose oxidase), ácidos orgânicos, aminoácidos livres, compostos fenólicos e minerais, além de ser um alimento com propriedades antimicrobianas e alta digestibilidade, atributos que influenciam diretamente as características sensoriais e o perfil fermentativo do hidromel (SANTOS, 2002).

A água é o componente majoritário do mosto representando entre 70% e 85% do volume total, deve atender rigorosamente aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira, e conforme a Instrução Normativa nº 34/2012 do MAPA, a água para produção de bebidas fermentadas deve apresentar características físico-químicas e microbiológicas compatíveis com o padrão de consumo humano, sendo essencial sua pureza organoléptica e equilíbrio mineral adequado para não interferir no processo fermentativo (BRASIL, 2012).

No contexto dos aditivos alimentares, a Portaria SVS/MS nº 540/1997 define esses compostos como substâncias intencionalmente adicionadas para modificação de características tecnológicas ou sensoriais, sem função nutricional, na hidromelaria em particular, os agentes conservantes assumem particular importância, especialmente sulfitos (na forma de bissulfito ou metabissulfito de sódio/potássio), que atuam como inibidores de microbiota contaminante e antioxidantes durante o engarrafamento, a concentração ideal desses aditivos deve equilibrar eficácia antimicrobiana com a preservação das características sensoriais da bebida (GUPTA & SHARMA, 2009).

O hidromel é tradicionalmente produzido por métodos artesanais baseados em receitas empíricas, resultando em variações processuais. No entanto, sua produção segue uma sequência operacional comum (Figura 5), cuja qualidade final depende de fatores

como, características das matérias-primas, cepas microbianas presentes no mel, seleção do agente fermentador e uso de aditivos (GUPTA & SHARMA, 2009).

O mosto de hidromel apresenta tipicamente pH ácido (3,7 – 4,0), influenciado pelos ácidos orgânicos naturalmente presentes no mel, esse valor depende ainda da variedade botânica do mel, da linhagem de levedura selecionada, da composição nutricional do meio e do pH extracelular (NAVRATIL, STURDIK & GEMEINER, 2001). As proporções de diluição mel:água mais utilizadas são 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3, sendo esta última a mais frequente (SROKA & TUSZYŃSKI, 2007).

Devido à alta concentração de açúcares redutores no mel, a fermentação é um processo prolongado, variando de meses a anos, sua eficiência é determinada por fatores como perfil do mel, estirpe leveduriforme, disponibilidade de nutrientes e pH do meio (NAVRATIL, STURDIK & GEMEINER, 2001). O hidromel demanda tipicamente 3 meses para completar essa etapa e a temperatura é crítica, com faixas ótimas entre 20–30°C para *Saccharomyces cerevisiae*, garantindo máxima atividade fermentativa (BRUNELLI, 2015).

A pasteurização do mosto visa reduzir a carga microbiana inicial, minimizando contaminações competitivas durante a fermentação (IGLESIAS et al., 2014). Após essa etapa é realizada a descuba feita entre 7 e 10 dias após a fermentação, essa etapa separa o líquido fermentado das borras, seguida pela transferência do mosto para outro recipiente através de sifonagem, enquanto os sólidos são removidos mecanicamente (EMBRAPA, 2006).

O hidromel é armazenado a 10° – 12°C por 1 a 6 meses em recipientes hermeticamente fechados, permitindo a precipitação de leveduras residuais, eliminação de *off-flavors* e desenvolvimento de aromas (GUPTA & SHARMA, 2009). Após a maturação, o líquido é novamente separado dos sedimentos por trasfega, assegurando limpidez (BRUNELLI, 2015). O envelhecimento em tonéis de carvalho confere características sensoriais superiores às observadas em armazenamento em vidro, com maior complexidade aromática e equilíbrio gustativo (RIVALDI et al., 2009).

Em virtude de sua extensão territorial, diversidade florística e variabilidade climática, o Brasil apresenta condições ambientais excepcionais para a produção de hidroméis com perfis sensoriais diferenciados e com tipicidade regional. Considerando essa vantagem comparativa permite a elaboração de bebidas com características únicas,

influenciadas pelas distintas origens botânicas do mel (floral, silvestre ou monofloral), que conferem variações em aroma, cor e perfil de açúcares (FERRAZ, 2015).

Figura 5: Esquema geral da produção do hidromel.



Fonte: (SANTOS & SANTOS, 2023)

4.3.1 - Melomel

O hidromel possui muitas variações dentre essas destaca-se o melomel, caracterizada pela adição de sucos ou polpas de frutas durante o processo fermentativo, com o objetivo de conferir sabores frutados intensos (SANTOS & SANTOS, 2023; PEROTE et al., 2024). Além desta formulação básica, o mosto, como é chamada essa mistura, pode ser adicionado de ervas e/ou frutas, gerando bebidas fermentadas das mais variadas cores e sabores (PEROTE et al., 2024). No cenário regulatório brasileiro, embora o hidromel tradicional possua normativas específicas (Instrução Normativa MAPA nº 34/2012), observa-se uma lacuna legislativa quanto aos padrões de identidade e qualidade para o melomel (OSTO & LEITÃO, 2018).

Do ponto de vista composicional, o melomel apresenta maior complexidade química comparado ao hidromel convencional, uma vez que seus compostos voláteis e não-voláteis derivam não apenas do mel, mas também das matrizes frutais empregadas - sejam mono espécies ou *blends* (SANTOS & SANTOS, 2023).

Uma fruta com potencial para elaboração de melomel destaca-se o jambolão (*Syzygium cumini* L. *skeeks*), espécie da família Myrtaceae que apresenta sabor agridoce

e coloração intensa e composição fitoquímica rica em antocianinas, flavonoides e taninos, os quais são relacionados com a proteção de algumas patologias, além de agregar cor ao produto produzido realçando suas características sensoriais (OSTO & LEITÃO, 2018; TAVARES *et al.*, 2020).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no LAGEA (Laboratório de Análises Gastronômicas e Experimentação de Alimentos) do DTR/UFRPE.

5.1 Obtenção e Processamento do jambolão

Os frutos do jambolão foram coletados na praia de Gaibu, localizada na cidade do Cabo de Santo Agostinho, região metropolitana de Pernambuco (Latitude: 8° 17' 15" S, Longitude: 35° 2' 7" O). Após a coleta dos frutos foi feita uma seleção, de acordo com a integridade física da fruta. Em seguida foram lavadas, sanitizadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio (2,5% v/v) por 15 minutos, enxaguadas com água potável e realizada a retirada manual da semente.

A polpa e a casca do jambolão foram transferidas para sacos de polipropileno, congelados e armazenados até o uso. O descongelamento da polpa e casca do jambolão foi realizado sob temperatura de refrigeração (5°C) com 24h de antecedência de sua utilização na elaboração do melomel.

5.2 Produção experimental de melomel

Foi elaborado o mosto com mel proveniente do município de Tamandaré/PE (8° 45' 36" S, 35° 06' 18" O), município do litoral sul Pernambucano, adquirido com os apicultores da Associação de Produtores de Abelhas Melíferas (APAMEL – Tamandaré). A levedura utilizada foi a *Saccharomyces bayanus*, produto *Premier Blanc* da marca *Red Star*®. Foram utilizados reatores de vidro (250mL), com tubulações de silicone para retirada de alíquotas para análise e saída de gás. Nas duas aberturas, foram colocadas seringas estéreis: uma com êmbolo, para a retirada de amostras para análise, e outra sem êmbolo, contendo algodão estéril para regular a passagem de gases.

O mosto foi produzido utilizando 169,079 g de mel e 1,3 L de água mineral para atingir 20° Brix. O experimento de elaboração do melomel foi conduzido em duplicata de, sendo dividido em controle (C), sem adição de jambolão, adição de jambolão pré-fermentativa (PRÉ) e adição de jambolão pós-fermentativa (PÓS), etapa de maturação.. A fermentação foi realizada com 200 mL de mostos e quantidade de levedura especificada pelo fabricante. Para os meloméis foi adicionado 40 g (20% m/v) de polpa de jambolão

ao mosto, nas etapas pré e pós-fermentativa. As fermentações foram conduzidas $22^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo retiradas alíquotas a cada 48 h para avaliação dos parâmetros fermentativos pH, acidez e sólidos solúveis totais (SST). Ao final da fermentação o melomel foi filtrado e seguiu a etapa de maturação a $2^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 5 dias, sendo adicionado polpa de jambolão no experimento pós-fermentativo, logo após a filtração (SANTOS & SANTOS, 2023, com alterações).

Ao final da fermentação, o melomel foi filtrado e acondicionado em tubos de polipropileno tipo Falcon® a $-18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises cromáticas e do teor de antocianinas.

5.3 Caracterização físico-química do mel, jambolão e melomel

Os meloméis foram analisados sem extração. A polpa de jambolão e mel foram extraídos com solução hidroalcoólica (60%v/v) acidificada com ácido cítrico a 1% (m/v), sob agitação por 10 min a temperatura ambiente. O extrato filtrado apresentou volume final de 25 mL.

Os sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH foram determinados diretamente nos extratos de jambolão e mel, e meloméis por meio de refratômetro de bancada, titulação ácido-base e de medidor digital de pH (Mylabor MY140®), respectivamente (AOAC, 2006).

A densidade foi determinada por meio da Equação 1.

$$dens = \frac{(SST \times 4) + 1000}{1000} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde, *dens*: densidade; SST: teor de sólidos solúveis totais.

O teor alcoólico, em volume, foi calculado em função da diferença de densidade do mosto antes e depois da fermentação pela Equação 2.

$$\% \text{ de álcool} = 131,25 \times (dens_i - dens_f) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: *dens_i*: densidade inicial; *dens_f*: densidade final.

5.4 Antocianinas totais do mel, jambolão e melomel

A concentração de antocianinas totais foi determinada pelo método do pH diferencial a 520 nm, conforme OIV (2014). Os resultados foram calculados por meio da Equação 3 e expressos em miligrama de malvidina 3-glicosídeo por litro (mg de malvidina L⁻¹).

$$\text{ANT (mg.L}^{-1}\text{)} = 388 \times (\text{A}_{\text{ácido}} - \text{A}_{\text{tampão}}) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde, A: absorvância; ANT: antocianinas monoméricas totais.

5.5 Parâmetros cromáticos do mel, jambolão e melomel

Os parâmetros cromáticos espectrofotométricos foram determinados pela intensidade da cor (IC), com o somatório das absorvâncias a 420, 520 e 620 nm, e a tonalidade (T) expressa pela razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nm (CAILLÉ et al., 2010). Foram calculados índices colorimétricos: %amarelo, %vermelho e %azul, considerando os comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm, respectivamente, em relação à intensidade da cor (MONAGAS et al., 2006).

A análise colorimétrica, sistema CIELab, foi usada para determinar os parâmetros de cor luminosidade (L*), componente vermelho ao verde (a*) e componente amarelo ao azul (b*). A intensidade da cor ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$), tonalidade cromática ($H^* = \arctg(b^*/a^*)$) e a matiz (Hue) foram calculadas (CAILLÉ et al., 2010; MONAGAS et al., 2006). Os resultados obtidos serão inseridos no software Nix Sensor Ltd (2025) para comparação de resultados.

5.6 Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados e apresentados como valores médios e desvios-padrão de dados obtidos em duplicata. Foi realizada análise de variância (ANOVA) e o teste de comparações de médias (teste Tukey) ao nível de 5% de significância.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta dos resultados de caracterização do jambolão e do mel, a partir dos extratos hidroalcoólicos, demonstrando a potencialidade de transferência de cor do jambolão para o melomel, decorrente do teor de antocianinas, e o teor de sólidos solúveis totais do mel, majoritariamente glicose e frutose – açúcares fermentescíveis.

Tabela 1: Análises físico-químicas, teor de antocianinas e parâmetros cromáticos do extrato hidroalcoólico de jambolão e do mel.

Análises	Jambolão (casca e polpa)	Mel
pH	4,07 ±0,06	3,93 ±0,06
SST (°BRIX)	17,93 ±0,11	32,0 ±0,0
Acidez (g de Ác. Tartárico/100mL)	2,71 ±0,03	3,15 ±0,00
ANT (mg de malvidina/L)	546,17 ±1,12	7,76 ±0,00
Ângulo Hue	92,30 ±0,99	110,53 ±0,66
Intensidade da cor (C*)	77,84 ±0,86	79,88 ±0,39
Intensidade da cor (IC)	19,95 ±0,01	19,67 ±0,02
Tonalidade (T)	0,42 ±0,00	3,66 ±0,01
% Amarelo	28,22 ±0,01	72,52 ±0,06
% Vermelho	66,57 ±0,01	19,82 ±0,02
% Azul	5,21 ±0,00	7,66 ±0,04

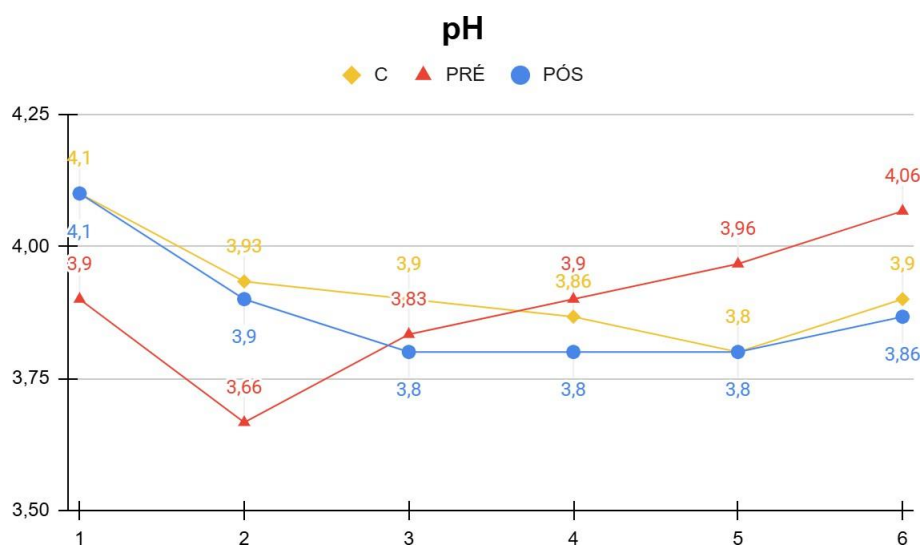
Resultados próximos ao extrato de jambolão foram encontrados em (OSTO & LEITÃO, 2018) que caracterizou o jambolão *in natura* encontrando valores de 3,47 para o pH e 12 °Brix para os SST.

O processo fermentativo foi acompanhado pelo pH, teor de sólidos solúveis e acidez total titulável (Figura 6), sendo possível observar a evolução do processo fermentativo com finalização dia 12. Vale destacar que a adição do jambolão antes do processo fermentativo alterou o pH e a acidez do sistema, contudo não apresentou tanta influência na quantidade de SST. Em Osto & Leitão (2018) tem-se a produção de melomel

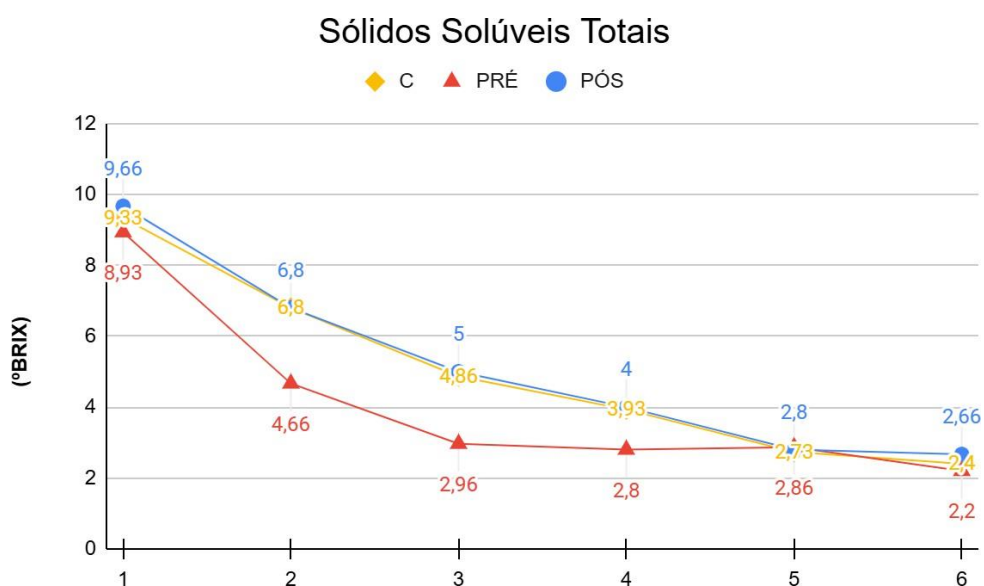
de jambolão a partir de 3 diferentes proporções da fruta aplicando, 10%, 15% e 20% ao fermentado, e apresentavam uma faixa de pH entre 3,7 e 3,83, valores de pH foram próximos aos apresentados no presente estudo. Contudo o conteúdo de SST ficou abaixo e a acidez bem acima dos valores apresentados por Osto & Leitão (2018), 8,08 - 9,16 °BRIX e 0,37 - 0,44 g/100mL, respectivamente.

Figura 6: Análises de pH (A), total de sólidos solúveis (B) e acidez total titulável (C) do controle e meloméis produzidos.

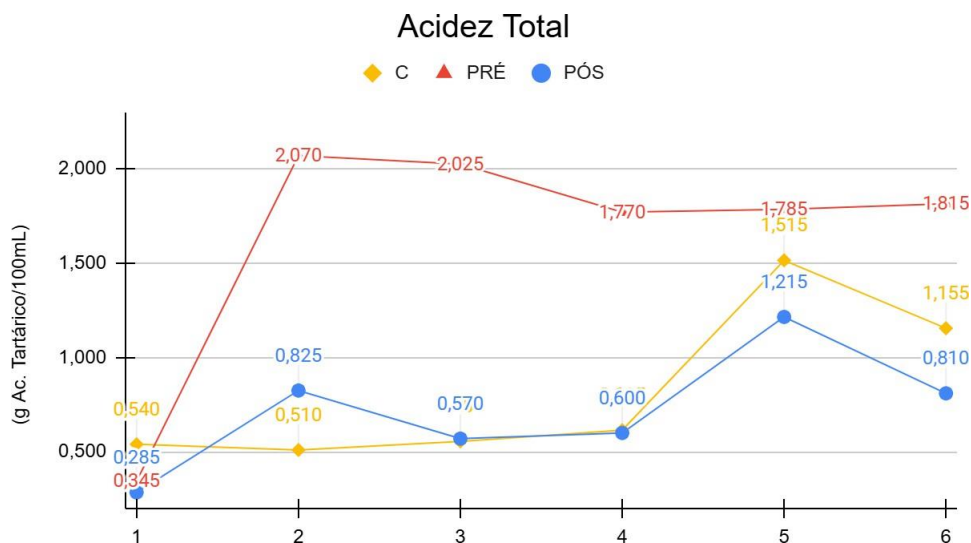
(A)



(B)



(C)



Os valores de pH dos mostos produzidos no presente estudo encontram-se próximos dos valores encontrados em (PINHEIRO & HORNES, 2021) com suas amostras de mosto de jambolão feito com polpa esmagada e outra extraída à vapor 3,86 e 3,58, respectivamente.

Em (PINHEIRO & HORNES, 2021) os valores iniciais de sólidos solúveis totais para suas amostras de mosto de jambolão feito por polpa esmagada (8°BRIX) e outra extraída à vapor (11°BRIX), estão próximos aos encontrados no presente estudo. Os valores de acidez total, no entanto, foram menores em ambos casos em relação aos do presente estudo apresentando 0,42g de ácido tartárico por 100 mL para o mosto produzido com a polpa esmagada e 0,46g de ácido tartárico/100 mL para o mosto produzido com a extração à vapor. A acidez total titulável, permaneceu estável no melomel adicionado de jambolão (1,85 - 2,07 g ác. tartárico/100mL), valores superiores aos do controle (0,51 - 1,15 g ác. tartárico/100mL), destacando a importância da fruta como fonte de ácidos orgânicos naturais.

Os valores de densidade (Tabela 2) apresentaram comportamento típico de fermentação alcoólica, com decréscimo progressivo durante o processo de fermentação, o que indica que os açúcares estavam sendo convertidos em álcool, finalizando próximos a 1,00. O teor alcoólico dos meloméis produzidos encontra-se um pouco abaixo do valor mínimo apresentado na Constituição Brasileira para hidromel (4%), e dos autores consultados (BRASIL, 2012; OSTO & LEITÃO, 2018; PINHEIRO & HORNES, 2021).

Tabela 2: Análises físico-químicas, ANT e parâmetros cromáticos do controle e meloméis produzidos.

Análises	Controle	PRÉ	PÓS
Densidade (g/mL)	1,0096 ±0,0000 ^a	1,0088 ±0,0000 ^a	1,0106 ±0,0000 ^a
Teor Alcoólico (% v/v, a 20° C)	3,640 ±0,061 ^b	3,535 ±0,061 ^b	3,675 ±0,278 ^a
ANT (mg de malvidina/L)	0,65 ±0,22 ^c	298,89 ±4,59 ^a	236,16 ±9,86 ^b
Ângulo Hue	104,30 ±0,81 ^a	85,58 ±1,25 ^b	78,073 ±1,79 ^b
Intensidade da cor (C*)	53,37 ±1,74 ^b	60,93 ±1,97 ^a	49,92 ±2,76 ^b
Intensidade da cor (IC)	4,87 ±0,02 ^c	10,34 ±0,33 ^a	8,97 ±0,04 ^b
Tonalidade (T)	4,658 ±0,059 ^a	0,677 ±0,008 ^b	0,761 ±0,01 ^b
% Amarelo	79,001 ±0,276 ^a	38,231 ±0,370 ^b	41,285 ±0,317 ^b
% Vermelho	16,963 ±0,155 ^b	56,490 ±0,158 ^a	54,219 ±0,328 ^a
% Azul	4,036 ±0,124 ^b	5,248 ±0,217 ^a	4,496 ±0,054 ^b

PRÉ: adição de jambolão na etapa pré-fermentativa; PÓS: adição de jambolão após a fermentação.

As análises de antocianinas no melomel de jambolão mostraram diferenças significativas entre as amostras de acordo com o momento em que a fruta foi adicionada. O extrato de jambolão revelou alto teor de antocianinas totais 546,17 mg de malvidina/L (Tabela 1), em acordo com estudos anteriores que mostram esta espécie como boa matéria prima para obtenção destes pigmentos (FARIA et al., 2011; SABINO et al., 2021). Contudo, a concentração reduziu-se para 298,89 mg/L no melomel com adição pré-fermentativa e 236,16 mg/L no pós-fermentativo, sinalizando perdas durante o processamento.

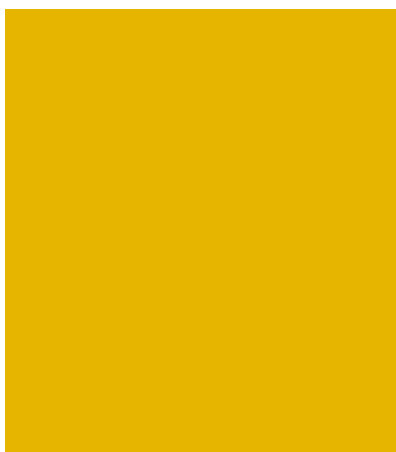
Alguns fatores podem ter exercido influência na estabilidade das antocianinas como o pH do sistema, pois SCHWARTZ et al. (2010) fala que a forma mais estável das antocianinas em pH <3 é o cátion *flavylium*, contudo, o pH ácido do mosto (3,93-4,07) e a atividade metabólica das leveduras podem ter causado alterações no pH durante a fermentação, favorecendo o equilíbrio para formas menos estáveis como a base quinoidal

ou chalcona. A temperatura de fermentação (22°C) empregada é ideal para as leveduras, mas pode ter ocasionado a degradação térmica das antocianinas, especialmente as menos metiladas como a delphinidina e a cianidina, presentes no jambolão (SHARMA et al., 2016).

A adição da fruta antes da fermentação revelou uma maior preservação das antocianinas, indicando que subprodutos da fermentação como o etanol podem ter atuado como solventes auxiliares e a polpa da fruta presente durante o processo fermentativo pode ter favorecido a extração gradual das mesmas.

Os parâmetros cromáticos refletem as características visuais do produto, sendo um dos primeiros atributos sensoriais que atrai o consumidor. Os valores encontrados para os parâmetros cromáticos dos meloméis demonstraram diferenças marcantes entre os tratamentos (Tabela 2), evidenciando como o momento de adição do jambolão teve influência na cor final. O extrato hidroalcoólico do mel apresentou alta luminosidade ($L=76,33$) e alta intensidade da cor ($IC=19,67$), possuindo a cor amarela com maior expressão (72,51%) em relação às demais analisadas resultando em uma coloração amarelo escuro, como visto na Figura 7.

Figura 7: Imagem da coloração do extrato hidroalcoólico do mel calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).



Fonte: Autor.

O extrato hidroalcoólico de jambolão possui uma proporção de 66,57% de vermelho para 28,21% de amarelo, alta intensidade da cor ($IC=19,67$), luminosidade de $L=49,66$ resultando numa coloração que se aproxima do magenta visto na Figura 8.

Figura 8: Imagem da coloração do extrato hidroalcoólico de jambolão calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).



Fonte: Autor.

Com relação ao melomel controle deste estudo pode destacar a alta luminosidade ($L=89,66$) e baixa intensidade de cor ($IC=4,87$) e de coloração majoritária amarela 79,00%, revelando amarelo palha (Figura 9).

Figura 9: Imagem da coloração do Melomel Controle calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).



Fonte: Autor.

As colorações dos meloméis de jambolão apresentaram coloração próxima, contudo o de adição pré-fermentativa possui uma maior proporção do vermelho (56,49%) em relação o amarelo (38,23%) em comparação ao pós-fermentativo (54,21 e 41,28 para o vermelho e o amarelo, respectivamente), enquanto o pós fermentação apresentou maior luminosidade ($L=60,0$) e intensidade da cor menor ($IC=8,97$) que o melomel pré-fermentativo ($L=57,33$ e $IC=10,34$) evidenciando que o momento da adição do jambolão teve influência significativa na coloração final do melomel. Dessa forma o melomel pré-fermentativo possui coloração final um vermelho mais intenso (Figura 10), enquanto que o melomel pós-fermentativo apresentou uma coloração mais alaranjada (Figura 11).

Figura 10: Imagem da coloração do Melomel pré-fermentativo calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).



Fonte: Autor.

Figura 11: Imagem da coloração do Melomel pré-fermentativo calculado pelo software Nix Sensor Ltda (2025).



Fonte: Autor.

Houve também variações na luminosidade (L), onde o melomel controle, sem adição de jambolão, foi o mais claro ($L=89,66$), sendo seguido pelo melomel pós-fermentativo ($L^*=60,00$) e o pré-fermentativo ($L^*=57,33$), demonstrando a ação do jambolão como corante natural.

Ao comparar o extrato de jambolão puro (66,57% vermelho) com os meloméis produzidos, vê-se que em ambos os tratamentos há modificações na cor, o extrato puro apresentou cor magenta (Figura 7), enquanto os meloméis evoluíram para cores mais avermelhadas, indicando que o processo fermentativo não apenas extraiu os pigmentos, mas também modificou seu perfil através de reações químicas. É importante ressaltar

também que a adição do mel de coloração amarelada também teve influência na alteração da cor dos meloméis produzidos.

O pH do sistema durante a fermentação (pH 3,7 - 4,0) manteve as antocianinas predominantemente na forma de cátion *flavylium* (vermelho), especialmente no tratamento pré-fermentativo, onde o contato prolongado com o meio ácido pode ter favorecido a estabilidade das antocianinas. Já no tratamento pós-fermentativo, o menor tempo de exposição ao meio menos ácido resultou em cores menos intensas.

A observação minuciosa dos parâmetros cromáticos validou a hipótese inicial sobre a adição do jambolão na produção do melomel realçar as características visuais do produto, ressaltando o jambolão como matéria-prima relevante para a produção de bebidas fermentadas com alta atratividade visual e propriedades funcionais.

7. CONCLUSÕES

O estudo realizado mostra o jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) como uma matéria-prima viável e promissora como ingrediente para a produção de melomel, destacando-se por seu potencial de realce da cor da bebida. A adição da polpa de jambolão antes da fermentação resultou em um produto com coloração vermelha mais intensa (56,49% de tonalidade vermelha) e maior concentração de antocianinas (298,89 mg/L) em comparação à adição pós-fermentativa (236,16 mg/L) indicando que essa pode ser a etapa mais indicado para se obter um produto com mais antocianinas resultando em uma coloração mais viva.

Este trabalho contribui para o avanço tecnológico na área de bebidas fermentadas, propondo um melomel inovador que combina a tradição da hidromelaria e valorização de frutas nacionais. Futuros estudos podem explorar a otimização dos parâmetros de produção, testando diferentes proporções de jambolão ou combinações com outras frutas para ampliar a paleta de cores e sabores; a estabilidade das antocianinas, avaliando as condições de envase o efeito do armazenamento para a preservação da cor; além de análises de aceitação sensorial realizando testes com consumidores para validar o potencial comercial do melomel de jambolão.

Por fim, a pesquisa mostrou que o jambolão pode ser um novo ingrediente para a indústria de bebidas, agregando valor nutricional e visual ao melomel, além de incentivar a utilização de recursos subutilizados da biodiversidade brasileira.

BRUNELLI, L. T. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel. **Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista**, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2015.

CAILLÉ, S.; SAMSON, A.; WIRTH, J.; DIÉVAL, J.-B. ; VIDAL, S.; CHEYNIER, V.. Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and post bottling. **Analytica Chimica Acta**, 660, 35-42, 2010.

CARVALHO, C., PAGANI, A., TELES, A., SANTOS, J., PACHECO, T., JUNIOR, R. C., & POZZA, M. Jamelao capsules containing bioactive compounds and its application in yoghurt. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 19, p. 47-56, 2020.

CASTAÑEDA-OVANDO, A. et al. Chemical studies of anthocyanins : A review. **Food Chemistry**. v. 113, p. 859–871, 2009.

CHAUDHARY, B. & MUKHOPADHYAY, K. Solvent optimization for anthocyanin extraction from *Syzygium cumini* L. *Skeels* using response surface methodology. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, p. 363-371, 2013.

CHHIKARA, N.; KAUR, R.; JAGLAN, S.; SHARMA, P.; GAT, Y.; PANGHAL, A. Bioactive compounds and pharmacological and food applications of *Syzygium cumini* - a review. **Food & Function**, v. 9, p. 6096-6115, 2018.

DAMETTO, A. C.; AGUSTONI, D.; MOREIRA, T. F.; PLAZA, C. V.; PRIETO, A. M.; SILVA, T. G.A.; SOUZA, F. O.; BORALLE, N.; SORBO, J. M.; SILVA, D. H.s. Chemical composition and in vitro chemoprevention assessment of *Eugenia jambolana* Lam. (*Myrtaceae*) fruits and leaves. **Journal of Functional Foods**, v. 36, p. 490-502, 2017.

EMAM, A. O. & EL-NASHAR, H. A. Technological and nutritional aspects of incorporating jamun (*Syzygium cumini* (L.) *skeels*) fruit extract into yoghurt. **Journal of Food Research**, v. 11, p. 1-28, 2022.

EMBRAPA. Sistema de produção de vinho tinto, 2006.

FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1571-1578, 2011.

8. REFERÊNCIAS

AKTER, S., ISLAM, M. N., SUZAUDDULA, M., RABBY, M. G., BISWAS, M., & MAHMUDUL, M. Development of Jelly, Ice-cream, Yogurt, Squash and Drink from Black Jamun. **Environmental and Biological Research**, v. 1, p. 54-60, 2019.

ALVES R. M. O.; CARVALHO C. A. L.; SOUZA B. A.; SODRE G. S.; MARCHINI L. C. Physico-chemical characteristics of honey samples of stingless bee *Melipona mandacaia* Smith (*Hymenoptera: apidae*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.644-650, 2005.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16a ed., volume II, 2006.

AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, p. 240-246, 2012.

BALIGA, M. S.; BHAT, H. P.; BALIGA, B. R. V.; WILSON, R.; PALATTY, P. L. Phytochemistry, traditional uses and pharmacology of *Eugenia jambolana* Lam. (black plum): A review. **Food Research International**, v. 44, p. 1776-1789, 2011.

BELWAL, T.; SING, G.; JEANDET, P.; PANDEY, A.; GIRI, L.; RAMOLA, S.; BHATT, I. D.; VENSKUTONIS, P. R.; GEORGIEV, M. I.; CLÉMENT, C.; LUO, Z. Anthocyanins, multi-functional natural products of industrial relevance: Recent biotechnological advances. **Biotechnology Advances**, v. 43, n. 107600, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

BRITO, E. S. de; ARAÚJO, M. C. P. de; ALVES, R. E.; CARKEET, C.; CLEVIDENCE, B. A.; NOVOTNY, J. A. Anthocyanins Present in Selected Tropical Fruits: acerola, jambolão, jussara, and guajiru. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 9389-9394, 2007.

FERRAZ, F. O. Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico-químicas e sensoriais de hidromel. **Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo**. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Industrial, 2015.

FREITAS, A. G.; LIMA, T. S.; DOURADO, J. A.; SOUZA, R. M. de. Hidromel: uma opção de renda para o apicultor. **Higiene Alimentar**, v. 31, p. 36-40, 2017.

FREITAS, B. F. D., MAGALHÃES, G. L., JÚNIOR, M. S. S., & CALIARI, M. Produção de corante natural extraído de jambolão (*Syzygium cumini*). **Research, Society and Development**, v. 10, p. e27410212600-e27410212600, 2021.

FREITAS-SÁ, D. D. G. C.; SOUZA, R. C. de; ARAUJO, M. C. P. de; BORGUINI, R. G.; MATTOS, L. D. S. de; PACHECO, S.; & GODOY, R. L. de O. Effect of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg) and jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) peel powders as colorants on color-flavor congruence and acceptability of yogurts. **LWT**, v. 96, p. 215-221, 2018.

FURTADO, P., FIGUEIREDO, P., CHAVES DAS NEVES, H., PINA, F. Photochemical and thermal degradation of anthocyanidins. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 75, p. 113-118, 1993.

GAIBOR, F. M., RODRÍGUEZ, D., GARCÍA, M. A., PERAZA, C. M., VIDAL, D., NOGUEIRA, A., & CASARIEGO, A. Development of a food colorant from *Syzygium cumini* L.(*Skeels*) by spray drying. **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, p. 4045-4055, 2022.

Global Anthocyanin Market Report - growth, trends, covid-19 impact and forecasts (2021. 2026). Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/anthocyanin-market>. Acessado em: 25/07/2025.

GUPTA, J. K. & SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: a review. **Natural Product Radiance**, v. 8, p. 345-355, 2009.

IACOBUCCI, G. A., SWEENEY, J. G. The chemistry of anthocyanins, anthocyanidins and related flavylum salts. **Tetrahedron** v. 39, p. 3005-3038. 1983.

IGLESIAS, A; PASCOAL, A; CHOUPINA, A. B.; CARVALHO, C.A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L.M. Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. **Molecules Basel**, v.19, p.12577-12590, 2014.

KONG, J. -M.; CHIA, L. -S.; GOH, N. -K.; CHIA, T. -F.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 64, p. 923-933, 2003.

LESTARIO, L. N.; HOWARD, L. R.; BROWNMILLER, C.; STEBBINS, N. B.; LIYANAGE, R.; LAY, J. O. Changes in polyphenolics during maturation of Java plum (*Syzygium cumini Lam.*). **Food Research International**, v. 100, p. 385-391, 2017.

LI, L.; ZHANG, Y. J.; SEERAM, N. P. Structure of anthocyanins from *Eugenia jambolana* fruit. **Natural Product Communications**, v. 4, p. 217-219, 2009.

LIU, Y.; TIKUNOV, Y.; SCHOUTEN, R. E.; MARCELIS, L. F. M.; VISSER, R. G. F.; BOVY, A. Anthocyanin biosynthesis and degradation mechanisms in *Solanaceous* vegetables: a review. **Frontiers in Chemistry**, v. 6, p. 1-52, 2018.

MACHADO, M. H., da ROSA ALMEIDA, A., MACIEL, M. V. D. O. B., VITORINO, V. B., BAZZO, G. C., da ROSA, C. G., SGANZERLA, W. G., MENDES, C. & BARRETO, P. L. M. Microencapsulation by spray drying of red cabbage anthocyanin-rich extract for the production of a natural food colorant. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 39, p. 102287, 2022.

MAHDAVI, S. A., JAFARI, S. M., ASSADPOUR, E., & GHORBANI, M. Storage stability of encapsulated barberry's anthocyanin and its application in jelly formulation. **Journal of food engineering**, v. 181, p. 59-66, 2016.

MILESKI, J. P. F. Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces*. **Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2016.

MONAGAS, M.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P.J.; GOMÉZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Time course of the colour of young red wines from *Vitis vinifera L.* during ageing in bottle. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 41, p. 892-899, 2006.

NAVRATIL, M.; STURDIK, E.; GEMEINER, P. Batch and continuous mead production with pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. **Biotechnology Letters**, v.12, p.977-982, 2001.

NIX SENSOR LTD. **Need a quick and free color converter?** Disponível em: <https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN (OIV). **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts**. Paris. 2014. 368 p.

OKANEKU, B. M.; SOUZA A. Q. L.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, T.C.; CARDOSO, D.N.P.; SANTOS W.G. Análise Físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). **Brazilian Journal of Development**. V6(4), p. 18607-18620, 2020.

OSTO, S. S. M. D. & LEITÃO, A. M. **Melomel de jambolão: elaboração e caracterização**, 2018.

PANGHAL, A.; KAUR, R.; JANGHU, S.; SHARMA, P.; SHARMA, P.; CHHIKARA, N. Nutritional, phytochemical, functional and sensorial attributes of *Syzygium cumini* L. pulp incorporated pasta. **Food Chemistry**, v. 289, p. 723-728, 2019.

PAUL, I. D. & DAS, M. Microwave-convective hot airdried jamun (*Syzygium cumini* L.) pulp powder: Optimization of drying aids. **Journal of Food Process Engineering**, v. 42, p. e13166, 2019.

PEREIRA, A. P. R.. Caracterização de mel com vista à produção de hidromel. **Tese (Doutorado) - Instituto Politécnico de Bragança (Portugal)**, 2008.

PEROTE, B. G. O.; DIRANE, I. R.; ROLIM, C. S. dos S.; ROLIM, L. do N.; SANTOS, J. P.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, S. D. de ; SANTOS, W. G. dos. Desenvolvimento e caracterização do melomel de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*.). **Gaia Scientia**, v. 17, p. 48–62 2024.

PINHEIRO, P. N.; HORNES, M. O. Caracterização físico-química e sensorial de fermentado de jambolão (*Syzygium cumini*) produzido a partir do mosto da maceração da polpa e por extração a vapor. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 15, p. 3608-3625, 2021.

POURCEL, L.; IRANI, N. G.; LU, Y.; RIEDL, K.; SCHWARTZ, S.; GROTEWOLD, E. The formation of Anthocyanic Vacuolar Inclusions in *Arabidopsis thaliana* and implications for the sequestration of anthocyanin pigments. **Molecular Plant**, v.3, p. 78-90, 2010.

PRIOR, R. L.; WU, X. Anthocyanins: Structural characteristics that result in unique metabolic patterns and biological activities. **Free Radical Research**, v. 40, p 1014–1028, 2006.

QUEIROZ, J. C. F.; RAMOS, D. de F.; ALVES, A. S. S.; RODRIGUES, J. S. L.; SOUZA, J. W. de L. Produção de hidromel de forma artesanal e avaliação dos parâmetros durante o processo fermentativo. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 3, p. 321-328, 2014.

RAMAN, R. K., SANTHALAKSHMY, S., BOSCO, S. J. D., & GANGULY, S. Phytochemical properties of spray dried jamun juice powder as affected by encapsulating agents. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, p. 599-602, 2020.

RIVALDI, J. D.; SILVA, M. M.; COELHO, T. C.; OLIVEIRA, C. T.; MANCILHA, I. M. Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por *Saccharomyces cerevisiae* IZ 888. **Brazilian Journal of Food Technology**, VII BMCFB, p. 58-63, 2009.

ROMUALDO, G. R.; SOUZA, I. P. de; SOUZA, L. V. de; PRATA, G. B.; FRAGA-SILVA, T. F. de C.; SARTORI, A.; BORGUINI, R. G.; SANTIAGO, M. C. P. de A.; FERNANDES, A. A. H.; COGLIATI, B. Beneficial effects of anthocyanin-rich peels of *Myrtaceae* fruits on chemically-induced liver fibrosis and carcinogenesis in mice. **Food Research International**, v. 139, n. 109964, 2021.

SABINO, L. B. de S. **Antocianinas presentes nos frutos do jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels): estudo de extração e aplicação em sistemas de liberação controlada**. 2019. 125 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SABINO, L. B. de S., FILHO, E. G. A., FERNANDES, F. A. N., BRITO, E. S. de, & JUNIOR, I. J. da S. Optimization of pressurized liquid extraction and ultrasound methods

for recovery of anthocyanins present in jambolan fruit (*Syzygium cumini* L.). **Food and Bioproducts Processing**, v. 127, p. 77-89, 2021.

SAHU, I., MOHAPATRA, M., PANDA, M. K., NAYAK, R., PAL, U. S., RAYAGURU, K., & DASH, S. K. Foam mat drying of Indian blackberry (*Syzygium cuminii* L.) fruit pulp: Optimization of process parameters and its powder characteristics. **Research Square**, 2022.

SANTIAGO, M. C. P. A.; GOUVÊA, A. C. M. S.; PEIXOTO, F. M.; BORGUINI, R. G.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S.; NASCIMENTO, L. S. M.; NOGUEIRA, R. I. Characterization of jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit peel powder for use as natural colorant. **Fruits**, v. 71, p. 3-8, 2016.

SANTOS, A. S. A vida de uma abelha solitária. Jan 2002. **Disponível em:** <http://www.abelhas.noradar.com/artigos.htm>. **Acesso em: 07 maio 2025.**

SANTOS, S. S.; SANTOS, W. G. Fabricação de Melomel Saborizado com Taperebá (*Spondias mombin* L.). **Revista Perspectiva**, v. 47, p. 83-92, 2023.

SCHWARTZ, S. J.; VON ELBE, J. H.; GIUSTI, M. M. Corantes. In: FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARK, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 445-495, 2010.

Secretaria de Vigilância Sanitária; Ministério da Saúde (SVS/MS). **Portaria n° 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprova o Regulamento Técnico: aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Poder Executivo, 28 out. 1997.

SERAGLIO, S. K. T., SCHULZ, M., NEHRING, P., BETTA, F. D., VALESE, A. C., DAGUER, H., GONZAGA, L. V. FETT, R. & COSTA, A. C. O. Nutritional and bioactive potential of *Myrtaceae* fruits during ripening. **Food chemistry**, v. 239, p. 649-656, 2018.

SHARMA, R. J.; GUPTA, R. C.; SINGH, S.; BANSAL, A. K.; SINGH, I. P. Stability of anthocyanins- and anthocyanidins-enriched extracts, and formulations of fruit pulp of *Eugenia jambolana* ('jamun'). **Food Chemistry**, v. 190, p. 808-817, 2016.

SILVA e SÁ, A. P. C. da, & SABAA-SRUR, A. U. O. Chemical and Physical Aspects of the Edible Fractions and Seeds of Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels). **The Natural Products Journal**, v. 2, p. 123-128, 2012.

SILVA, V. O.; FREITAS, A. A.; MAÇANITA, A. L.; QUINA, F. H. Chemistry and photochemistry of natural plant pigments : the anthocyanins. **Journal of Physical Organic Chemistry**, v. 29, p. 594-599, 2016.

SROKA, P. & TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1250–1257, 2007.

TAVARES, I. M. de C.; SUMERE, B. R.; GÓMEZ-ALONSO, S.; GOMES, E.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ I.; DA-SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S. Storage stability of the phenolic compounds, color and antioxidant activity of jambolan juice powder obtained by foam mat drying. **Food Research International**, v. 128, n. 108750, 2020.

XU, J.; LIU, T.; LI, Y.; LIU, W.; DING, Z.; MA, H.; SEERAM, N. P.; MU, Y.; HUANG, X.; LI, L. Jamun (*Eugenia jambolana* Lam.) Fruit Extract Prevents Obesity by Modulating the Gut Microbiome in High-Fat-Diet-Fed Mice. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 63, n. 1801307, 2019.