

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO NORTE**

**CARLOS EDUARDO ALVES DANTAS**

**MELOMEL DE UMBU: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA**

**CURRAIS NOVOS-RN  
2022**

CARLOS EDUARDO ALVES DANTAS

## **MELOMEL DE UMBU: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientadora:** Ma. Raquel Macedo Dantas Coelho.

Dantas, Carlos Eduardo Alves.  
D192m Melomel de umbu: produção e caracterização físico-química. /  
Carlos Eduardo Alves Dantas. 2022.  
47 f : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências e  
Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio Grande do Norte. Currais Novos, 2022.  
Orientador (a): Ma. Raquel Macedo Dantas Coelho.

1. Mel – Bebida alcoólica. 2. Hidromel. 3. Spondias tuberosa. I.  
Coelho, Raquel Macedo Dantas. II. Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 663.551.5:638.167

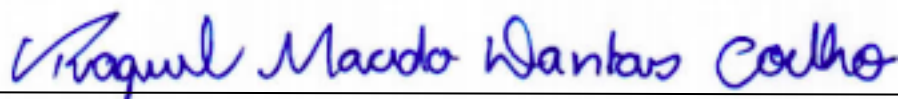
Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária  
Kátia Cristina Dantas da Câmara Silva – CRB-15/496  
Biblioteca Estudante Giulia Medeiros Lopes - IFRN

CARLOS EDUARDO ALVES DANTAS

**MELOMEL DE UMBU: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 05/08/22, pela seguinte Banca Examinadora:



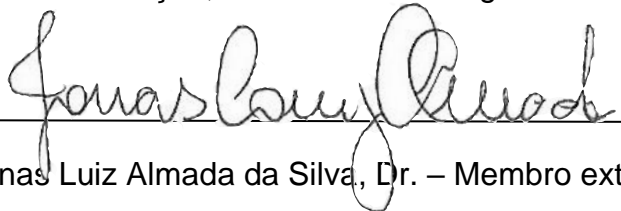
---

Raquel Macedo Dantas Coelho, Ma. - Orientadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



---

Saint Clair Lira Santos, Dr. – Membro Interno  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



---

Jonas Luiz Almada da Silva, Dr. – Membro externo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente, e à minha família e amigos pelo apoio.

À Profa. M.<sup>a</sup> Raquel Macedo Dantas Coelho pela ótima orientação do estudo.

Aos professores participantes da banca examinadora Jonas Luiz Almada da Silva e Saint Clair Lira Santos pelas valiosas considerações.

Aos professores e colegas de curso pelos ensinamentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – *Campus* Currais Novos e à Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* Cuité pelo suporte na execução do experimento.

## RESUMO

O Brasil possui uma grande variedade de frutas nativas, dentre as quais destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa*), que possui um relevante potencial para diversificação de produtos, especialmente bebidas alcoólicas fermentadas como o hidromel. Tradicionalmente produzido a partir da fermentação alcoólica do mel diluído em água, o hidromel comumente é chamado de melomel quando são adicionadas frutas em sua produção. O objetivo deste trabalho foi investigar a produção de meloméis adicionados de polpa de umbu e sua influência sobre as características físico-químicas das bebidas. Foram elaborados mostos de hidromel sem e com adição de polpa de umbu (20% em relação ao volume de mosto), variando-se também a concentração inicial de sólidos solúveis (15 e 25 °Brix). As fermentações foram conduzidas à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) até a constância dos sólidos solúveis, utilizando-se *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 como cultura *starter*, sendo a fermentação acompanhada diariamente. Após o envase, as bebidas foram analisadas quanto aos parâmetros físico-químicos de densidade, teor alcoólico, extrato seco total e reduzido, açúcares totais, cinzas, pH, acidez total, volátil e fixa, dióxido de enxofre total, cloretos totais, compostos fenólicos, atividade antioxidante e cor. O acompanhamento da fermentação evidenciou comportamentos típicos de consumo de substrato, crescimento microbiano e incremento da acidez total, sendo observada ainda variação no comportamento do pH ao longo do processo. Os parâmetros físico-químicos foram influenciados significativamente tanto pela adição de umbu, quanto pela concentração inicial de sólidos solúveis, de modo que a maioria dos parâmetros se mostrou condizente com os padrões exigidos para o hidromel, com exceção de cinzas e acidez. O tratamento sem adição de polpa e concentração inicial de 25 °Brix ao final apresentou maior conformidade dos parâmetros com a legislação. Apesar das poucas inconformidades, a adição de polpa de umbu ao mosto de hidromel mostrou-se promissora, evidenciando a necessidade de se adequar a correção de acidez dos mostos e promover um controle maior de fermentação.

**Palavras-chave:** *Spondias tuberosa*; Hidromel; Mel; Bebida alcoólica mista.

## ABSTRACT

Brazil has a wide variety of native fruits, among which umbu (*Spondias tuberosa*) stands out, which has the potential for product diversification, especially fermented alcoholic beverages such as mead. Traditionally produced from the alcoholic fermentation of honey diluted in water, mead is commonly called melomel when fruits are added in its production. The objective of this work was to investigate the production of melomels added with umbu pulp and its influence on the physicochemical characteristics of the beverages. Mead musts were prepared without and with the addition of umbu pulp (20% in relation to the volume of must), also varying the initial concentration of soluble solids (15 and 25 °Brix). Fermentations were carried out at room temperature ( $25 \pm 2$  °C) until the soluble solids were constant, using *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 as a starter, with the fermentation being monitored daily. After filling, the beverages were analyzed for physical-chemical parameters of density, alcohol content, total and reduced dry extract, total sugars, ash, pH, total, volatile and fixed acidity, total sulfur dioxide, total chlorides, phenolic compounds, antioxidant activity and color. Fermentation monitoring showed typical behavior of substrate consumption, microbial growth and increase in total acidity, as well as variation in pH behavior throughout the process. The physical-chemical parameters were significantly influenced by both the addition of umbu and the initial concentration of soluble solids, so that most parameters were consistent with the standards required for mead, with the exception of ash and acidity. The treatment without the addition of pulp and initial concentration of 25 °Brix at the end showed greater compliance of the parameters with the legislation. Despite the few nonconformities, the addition of umbu pulp to the mead must proved to be promising, evidencing the need to adjust the acidity correction of the musts and promote greater fermentation control.

**Keywords:** *Spondias tuberosa*; Mead; Honey; Mixed alcoholic beverage.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>9</b>
2.1. MEL.....	9
2.2. UMBU .....	10
2.3. HIDROMEL .....	10
2.4. MELOMEL .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. ESCOPO DO ESTUDO .....	15
3.2. OBTENÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS.....	15
3.3. CARACTERIZAÇÃO DO MEL E DA POLPA DE UMBU .....	15
3.4. TRATAMENTOS E PREPARO DO MOSTO .....	15
3.5. INÓCULO .....	16
3.6. FERMENTAÇÃO .....	16
3.7. ETAPAS PÓS-FERMENTAÇÃO .....	17
3.8. ENVASE .....	17
3.9. ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO .....	17
3.10. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS BEBIDAS.....	17
3.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS.....	19
4.2. ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO .....	22
4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS BEBIDAS.....	26
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Produtos à base de mel, tais como o hidromel, têm sido desenvolvidos a fim de manter a apicultura como uma atividade viável, configurando-se como uma boa opção para aumentar o lucro dos apicultores (PEREIRA *et al.*, 2013).

O hidromel é uma bebida muito antiga, produzida basicamente a partir da fermentação alcoólica realizada por leveduras, sobre o mosto de mel diluído em água (PEREIRA *et al.*, 2015). Além da bebida tradicional, outras variantes podem incluir ingredientes tais como ervas, especiarias, frutas, etc. (PIATZ, 2014).

O hidromel ao qual são adicionadas frutas, comumente é denominado de melomel ou ainda hidromel de fruta (SOCHA *et al.*, 2015). No Brasil, apesar de já haver regulamentação para o hidromel tradicional (produzido com água, mel e levedura), ainda não há uma legislação específica que estabeleça padrões de identidade e qualidade para o melomel. Contudo, têm-se observado nos últimos anos um crescente interesse nessa bebida, especialmente entre produtores artesanais (DANTAS *et al.*, 2019a).

No campo das pesquisas a maioria dos estudos têm sido focados nas diferentes tecnologias de produção do hidromel, enquanto poucos dão destaque ao efeito da adição de frutas sobre sua composição (KAWA-RYGIELSKA *et al.*, 2019). O desenvolvimento de meloméis, bem como a sua caracterização, podem fornecer subsídios para regulamentações futuras de sua produção e padrões qualidade.

Além disso, sabe-se que o Brasil ocupa posição de destaque na produção de frutas, principalmente tropicais (SCHIMIDT; EFRAIM, 2015). Dentre estas, as nativas têm ganhado popularidade no mercado graças as suas características sensoriais (DANTAS *et al.*, 2019b). Contudo, algumas frutas nativas ainda são pouco exploradas industrialmente, gerando-se um excedente de produção que poderia ser direcionado a processos fermentativos, a fim de se obter produtos inovadores.

O umbu (*Spondias tuberosa*) é um exemplo de fruta nativa do Nordeste do Brasil, que apresenta grande potencial para ser utilizado tanto na produção de diversos alimentos quanto de bebidas. Tomando-se como exemplo estas últimas, o umbu tem sido empregado com êxito na produção de bebidas alcoólicas como fermentados de fruta e aguardente (DANTAS; SILVA, 2017; SILVA, 2015) e mais

recentemente, investigou-se também a sua aplicação no processo fermentativo do hidromel (GUTIERREZ, 2019), porém sem uma caracterização mais detalhada desta bebida.

Portanto, vê-se que o umbu possui potencial para também ser utilizado na produção de melomel, originando uma bebida com características diferenciadas e apelo regional. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi investigar a produção de hidroméis com adição de polpa de umbu e sua influência sobre as características físico-químicas das bebidas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. MEL

O mel, segundo a Portaria N° 11 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 11 de novembro de 2000, é definido como o produto alimentício elaborado pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas coletam, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

Este produto natural apresenta importância nutricional, biológica e comercial, sendo produzido tanto por abelhas do gênero *Apis* quanto por abelhas sem ferrão ao redor do mundo (ÁVILA *et al.*, 2018).

Sua composição é muito variável em função de vários fatores, tais como a espécie de abelha que o produz, a fonte floral, a região, o clima, o período de coleta, bem como o processamento e o armazenamento (SANT'ANA *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2020). Em média, o mel é composto de 60-85% de carboidratos, 12-23% de água, além de menores quantidades de ácidos orgânicos, enzimas, proteínas, vitaminas, minerais, compostos fenólicos, entre outros componentes (SERAGLIO *et al.*, 2019).

Do ponto de vista industrial, o mel é reconhecido como sendo um ingrediente versátil, cujo sabor e aroma são capazes de fornecer um sabor diferenciado ao alimento ou bebida no qual é empregado (COSTA *et al.*, 2017).

No que compete a dados de produção, o Brasil foi responsável por um total de 46 mil toneladas de mel em 2019, alcançando um valor de produção de R\$ 493,7 milhões. A região Nordeste, por sua vez, respondeu por 34,3% do montante produzido no país, ficando atrás somente da região Sul (IBGE, 2020a).

### 2.2. UMBU

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) é uma espécie arbórea nativa e endêmica da região semiárida do Brasil, cujo fruto, conhecido popularmente como “umbu”, constitui-se como uma alternativa econômica e recurso de subsistência para comunidades rurais na época de colheita (LIMA; SILVA; OLIVEIRA, 2018; LINS

NETO; PERONI; ALBUQUERQUE, 2010).

O umbu é uma fruta do tipo drupa, com diâmetro de 2 a 4 cm, pesando entre 10 e 20 g, de formato arredondado a ovalado, com a casca correspondendo a 22% da fruta, a polpa a 68% e o caroço a 10%; possuindo superfície lisa com casca de cor amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, mole, succulenta, quase aquosa quando madura e sabor agridoce (LIMA; ARAÚJO; ESPÍNDOLA, 2000).

A variabilidade genética da espécie, a perecibilidade do fruto e a falta de conhecimento e técnicas que favoreçam sua produção e uma maior conservação pós-colheita são desafios a serem transpassados (LIMA; SILVA; OLIVEIRA, 2018).

A combinação de açúcares, acidez e compostos fenólicos presentes no fruto são responsáveis por seu sabor exótico e diferenciado, que o torna muito apreciado, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (LIMA; SILVA; OLIVEIRA, 2018; GOUVÊA *et al.*, 2017; ZERAIK *et al.*, 2016).

O umbu, além de ser consumido em sua forma fresca, é utilizado ainda na produção de sucos, conservas, sorvete, doces, geleias e bebidas (MARQUES; FREITAS, 2020; ZERAIK *et al.*, 2016).

No contexto sociocultural, ambiental e econômico, o umbu tem sido explorado de forma racional pela Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (COOPERCUC), onde famílias de agricultores do sertão baiano se juntaram ao longo dos anos e organizaram a produção e beneficiamento do umbu para comercialização. Atualmente a COOPERCUC trabalha com produtos oriundos do extrativismo das plantas nativas da Caatinga, com destaque para o umbu, produzindo polpa, umbuzada, doces, geleias, e inclusive bebidas alcoólicas como licor, aguardente e cerveja de umbu, que são comercializados nacional e internacionalmente (COOPERCUC, 2022).

Em termos de produção, os dados mais recentes apontam que em todo o Brasil foram produzidas 8.544 toneladas de umbu em 2019, com o Nordeste respondendo por 7.165 toneladas, onde os principais estados produtores foram Bahia, Rio Grande do Norte e Pernambuco (IBGE, 2020b).

### 2.3. HIDROMEL

De acordo com o Decreto N° 6.871, de 4 de julho de 2009, do MAPA, o hidromel é definido como a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% v/v, a 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água

potável (BRASIL, 2009).

Os padrões de identidade e qualidade (PIQs) aos quais o hidromel deve atender são fixados pela Portaria N° 64 de 23 de abril de 2008, do MAPA. Esta norma estabelece que os ingredientes básicos utilizados na produção de hidromel são: o mel de abelhas, os sais nutrientes e a água, sendo vedada a adição de qualquer substância ou ingrediente que altere as características sensoriais naturais do produto (BRASIL, 2008).

Outra norma de interesse é a Instrução Normativa N° 34, de 29 de novembro de 2012, também do MAPA, que complementa os PIQs do hidromel e outras bebidas fermentadas. Esta instrução normativa determina que a água utilizada na produção do hidromel deve ser destinada à padronização dos sólidos solúveis do mosto a ser fermentado e/ou à diminuição do teor alcoólico no produto final, sendo vedada a adição de açúcar, ao mesmo tempo em que o uso de aditivos e coadjuvantes de tecnologia ficam permitidos no processo de produção (BRASIL, 2012).

A IN N° 34/2012 também traz consigo os parâmetros e seus respectivos valores limítrofes aos quais o hidromel deve atender, conforme a Tabela 1.

A produção de hidromel possui várias etapas, mas de maneira geral envolve: a diluição do mel em água em diferentes proporções, a fim de se obter o mosto a ser fermentado, podendo ou não ser adicionados outros ingredientes (como frutas, ervas etc.), a depender do tipo de bebida que se deseje obter; em seguida é feita uma suplementação do mosto com uma combinação de nitrogênio e sais minerais, podendo ainda haver uma correção de acidez; subseqüentemente o mosto é submetido à pasteurização ou à adição de sulfitos; após o tratamento do mosto, as leveduras (geralmente cepas de *Saccharomyces cerevisiae*) são inoculadas e a fermentação é conduzida à temperaturas entre 22 e 25 °C, por tempo variável; após a conclusão da fermentação, a bebida obtida é clarificada por diferentes técnicas, sendo finalmente envelhecida/maturada a fim de se obter uma bebida com melhores características sensoriais (PEREIRA *et al.*, 2017).

**Tabela 1 – Parâmetros e limites aos quais o hidromel deve atender, segundo a IN N° 34 do MAPA, de 29 de novembro de 2012.**

Parâmetro	Limite mínimo	Limite máximo	Classificação
Acidez fixa, em meq/L.	30	----	----
Acidez total, em meq/L.	50	130	----
Acidez volátil, em meq/L.	----	20	----
Anidrido sulfuroso total, em g/L.	----	0,35	----
Cinzas, em g/L	1,5	----	----
Cloretos totais, em g/L.	----	0,5	----
Extrato seco reduzido, em g/L.	7	----	----
Graduação alcoólica, em % v/v a 20 °C.	4	14	----
Teor de açúcar em g/l	----	≤ 3	Seco
	> 3	----	Suave

Fonte: Brasil (2012).

#### 2.4. MELOMEL

Na literatura especializada em hidromel, a bebida cujo processo de produção inclui frutas é denominada de melomel ou hidromel de fruta (KATZ, 2012; MORAES, 2018; PIATZ, 2014; SCHRAMM, 2003). No entanto, considerando as normas supracitadas vigentes no Brasil, não há nenhuma menção direta a melomel. Apesar disso, o Decreto N° 6.871, de 4 de julho de 2009, do MAPA traz consigo a definição de bebida alcoólica mista.

Por definição, a bebida alcoólica mista é aquela que possui graduação alcoólica de 0,5 até 54% v/v, a 20 °C, podendo ser elaborada com: álcool etílico potável de origem agrícola, destilado alcoólico simples de origem agrícola, bebida alcoólica ou mistura de um ou mais produtos citados anteriormente. Além disso, pode ser ainda adicionada de bebida não-alcoólica, de suco de fruta, de fruta macerada, de xarope de fruta, de leite, de ovo, de outra substância de origem vegetal/animal, ou da mistura

de um ou mais produtos citados anteriormente (BRASIL, 2009).

Com base nesta definição, o melomel poderia se enquadrar nesta categoria, uma vez que sua produção envolve a utilização de uma substância de origem animal, no caso o mel, e de suco ou macerado de frutas, que podem ou não ser fermentados em conjunto.

Contudo, salienta-se a necessidade de elaborar novas legislações ou atualizar as vigentes quanto à inclusão do “melomel” como uma categoria específica de bebida, devido às suas particularidades quanto ao uso de matérias-primas de origem animal e vegetal, além de favorecer a consolidação da bebida no mercado.

No Brasil, conforme exemplificado na Tabela 2, algumas marcas já comercializam hidroméis adicionados de frutas, com registro no MAPA, mas que ao invés de utilizarem em seus rótulos a denominação “melomel/hidromel de fruta” trazem a denominação “bebida alcoólica mista”.

**Tabela 2 – Marcas brasileiras que apresentam a denominação “bebida alcoólica mista” nos rótulos de bebidas fermentadas a partir de mel e frutas.**

Marca	Fruta utilizada (junto com o mel)	Nº de registro no MAPA*
Arven Hidroméis	Banana	SP 001119-3.000009
Arven Hidroméis	Maracujá	SP 001119-3.000007
Arven Hidroméis	Morango	SP 001119-3.000006
Norseman Hidromel	Laranja	RS 003418-5.000004
Melvin	Frutas vermelhas	SP 001158-4.000091

**Fonte:** Elaborado pelo autor da obra (2022). \*Informação disponível nos rótulos.

No que diz respeito à adição de frutas, estas geralmente são adicionadas ao mosto antes da fermentação, a fim de se obter produtos com propriedades sensoriais diferenciadas, podendo inclusive modificar suas características antioxidantes (BEDNAREK *et al.*, 2019; GŁÓD *et al.*, 2015). A composição química da bebida dependerá de vários fatores, incluindo o tipo de mel, os tratamentos tecnológicos e os ingredientes adicionados, logo, a constituição do melomel dependerá também da fruta utilizada (AKALIN; BAYRAM; ANLI, 2017).

Nos últimos anos algumas pesquisas envolvendo a fermentação de mostos de mel com adição de frutas para produção de melomel têm sido conduzidas, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3 – Frutas utilizadas em conjunto com o mel na elaboração de mostos destinados à produção hidromel.**

Fruta (nome científico)	Autoria
Abacaxi ( <i>Ananas mill</i> )	Mascarenhas <i>et al.</i> (2017)
Acerola ( <i>Malpighiae marginata</i> )	Amorim <i>et al.</i> (2018)
Açaí ( <i>Euterpe precatoria</i> )	Martinez, Hernandez e Cardona (2021)
Amora-preta ( <i>Rubus fruticosus</i> )	Savić <i>et al.</i> (2021)
Calamansi ( <i>Citrus microcarpa</i> )	Baua (2021)
Cereja cornélica ( <i>Cornus mas</i> )	Adamenko <i>et al.</i> (2021)
Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	Lima <i>et al.</i> (2021)
Groselha negra ( <i>Ribes nigrum</i> )	Chitarrini <i>et al.</i> (2020)
Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> )	Anunciação <i>et al.</i> (2017)
Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )	Gutierrez (2019)
Uva ( <i>Vitis vinifera</i> )	Schwarz <i>et al.</i> (2022)

**Fonte:** Elaborado pelo autor da obra (2022).

À título de exemplo, Amorim *et al.* (2018) investigaram a produção de hidromel com polpa de acerola e reportaram que a adição da fruta no processo favoreceu o crescimento das leveduras e aumentou o consumo de substrato e produção de etanol pelas mesmas. Já Dantas *et al.* (2019a) caracterizaram meloméis elaborados com jabuticaba, seriguela e araçá e constataram que a adição de tais frutas contribuiu positivamente sobre a composição química e atividade antioxidante da bebida. Gutierrez (2019) investigou a fermentação do mosto de hidromel adicionado de polpa de umbu e suplementado com extrato de feijão caupi e verificou que os ingredientes utilizados exerceram resultados positivos sobre o crescimento celular, a produção de



etanol e eficiência da fermentação.

Vê-se, portanto, que o emprego de frutas na produção de hidromel para obtenção de melomel parece ser uma alternativa promissora para o aproveitamento de frutos regionais e também do mel, valorizando estas matérias-primas. Contudo, a investigação sobre a composição química da bebida ainda se faz necessária, sobretudo para verificar sua conformidade com parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ESCOPO DO ESTUDO

O presente estudo trata-se de uma pesquisa de natureza experimental aplicada e abordagem quantitativa. Acerca dos objetivos, a mesma pode ser classificada como explicativa, uma vez que busca avaliar relações de causa e efeito, a partir de dados estatísticos (PEREIRA *et al.*, 2018).

#### 3.2. OBTENÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

O mel utilizado no estudo foi adquirido junto a uma associação de apicultores, localizada no município de Cerro-Corá – RN e produzido por abelhas da espécie *Apis mellifera* L., sendo de florada silvestre e colhido no primeiro semestre de 2021. A polpa de umbu congelada e água mineral utilizadas no processo de produção, foram obtidas no comércio local do município de Cuité – PB. O fermento seco empregado, foi uma levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (EC-1118, Lalvin®), obtida em comércio virtual.

#### 3.3. CARACTERIZAÇÃO DO MEL E DA POLPA DE UMBU

O mel foi analisado em triplicata, no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* Cuité. Foram realizadas as determinações de umidade por refratometria, acidez total e pH por potenciometria, açúcares redutores e sacarose aparente pelo método de Lane-Eynon, cinzas por gravimetria e cor por espectrofotometria, adotando-se as normas descritas por (BRASIL, 1981).

A polpa de umbu, por sua vez, foi analisada em triplicata, também no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* Cuité. Foram determinados o teor de sólidos solúveis por refratometria, o pH e a acidez total por potenciometria, a umidade e as cinzas por gravimetria, os açúcares totais, redutores e não-redutores pelo método de Lane-Eynon, conforme as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

### 3.4. TRATAMENTOS E PREPARO DO MOSTO

As bebidas foram elaboradas conforme os tratamentos dispostos na Tabela 4 e reproduzidos em duplicata.

**Tabela 4 – Tratamentos referentes às bebidas elaboradas.**

<b>Tratamento</b>	<b>Concentração inicial do mosto (em °Brix)</b>	<b>Adição de 20% de polpa de umbu</b>
A	15 °Brix	Não
B	15 °Brix	Sim
C	25 °Brix	Não
D	25 °Brix	Sim

**Fonte:** Elaborado pelo autor da obra (2022).

O mel foi diluído em água mineral em proporção adequada, calculada por balanço de massa, a fim de se alcançar teores de sólidos solúveis de 15 e 25 °Brix, a fim de se obter ao final do processo bebidas secas e suaves, respectivamente. Excetuando-se as formulações A e C, foram adicionados 20% de polpa de umbu em relação ao volume de mosto (Tratamentos B e D). Posteriormente, cada mosto foi suplementado com ativante (fonte de nitrogênio e vitaminas do complexo B) de fermentação (Indupropil®) a uma concentração de 0,4 g/L e submetido à sulfitagem aplicando-se metabissulfito de potássio (Indupropil®) a uma concentração de 0,01 g/L. O pH dos mostos foi corrigido com carbonato de cálcio (Indupropil®) em quantidade suficiente para alcançar pH 4,00.

### 3.5. INÓCULO

A concentração de fermento adotada foi de 0,5 g/L de mosto. Antes de ser adicionado ao mosto, o mesmo foi reidratado em cerca de 30 mL de água, a 30 °C, durante 20 min, sendo então adicionado diretamente ao mosto sob leve agitação.

### 3.6. FERMENTAÇÃO

A fermentação foi realizada em recipientes de polipropileno com capacidade para 3 L, adaptados com *air locks*, à temperatura ambiente ( $25 \pm 3$  °C) até constância de sólidos solúveis e diminuição/parada aparente de desprendimento de CO<sub>2</sub>. Nos primeiros dias de fermentação realizou-se uma aeração cuidadosa no mosto, por meio de agitação vigorosa durante 1 min, a fim de ressuspender as leveduras e fornecer oxigênio às mesmas para sua multiplicação. Cada fermentador foi preenchido com mosto até 2/3 de sua capacidade.

### 3.7. ETAPAS PÓS-FERMENTAÇÃO

Ao final da fermentação, realizou-se a primeira trasfega, transferindo-se o sobrenadante do mosto fermentado para outro recipiente, submetendo-o à refrigeração ( $4 \pm 2$  °C) por 30 dias, sendo, em seguida realizada uma nova trasfega.

Em seguida, com o intuito de clarificar as bebidas, foi aplicada uma solução coloidal de sílica (Biofine Clear®) à uma concentração de 1 mL/L de bebida, sobre a superfície, sob leve agitação, sendo a refrigeração mantida por 15 dias, ao término dos quais a bebida foi trasfegada e envasada.

### 3.8. ENVASE

As bebidas foram envasadas em garrafas de vidro de cor verde, com capacidade para 750 mL, arrolhadas com cortiça. As bebidas foram mantidas sob refrigeração até a realização das análises físico-químicas.

### 3.9. ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO

Ao longo da fermentação, a cada 24 h, foram realizadas determinações de sólidos solúveis, pH e acidez total conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), além da contagem de células de levedura em câmara de Neubauer por microscopia óptica, com auxílio de corante azul de metileno a 0,1% para identificar células viáveis, conforme Michelacci e Oliva (2014).

### 3.10. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS BEBIDAS

As bebidas foram analisadas, em quadruplicata, no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus* Cuité. Foram determinados os seguintes parâmetros: densidade e teor alcoólico por densimetria, acidez total, volátil e fixa por titulometria, extrato seco (total e reduzido) e cinzas por gravimetria, cloretos totais por argentometria, sulfatos pelo método aproximativo de Marty (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008); dióxido de enxofre total por iodometria (EMBRAPA, 2004); açúcares redutores totais pelo método espectrofotométrico da antrona (YEMM; WILLIS, 1954); compostos fenólicos pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme Silva *et al.* (2018); atividade antioxidante mediante porcentagem de inibição do radical DPPH, conforme procedimento descrito por Socha *et al.* (2015) e cor por espectrofotometria (RIZZON, 2010).

### 3.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes às análises do mel e da polpa de umbu foram submetidos à análise estatística descritiva, com resultados expressos como média seguida de desvio-padrão. Os dados relativos à caracterização das bebidas também foram expressos da mesma forma, submetendo-os, adicionalmente, à análise de variância ANOVA e comparação de médias pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa computacional Statistica, versão 7.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

A Tabela 5 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas das matérias-primas utilizadas na elaboração das bebidas.

**Tabela 5 – Resultados das análises físico-químicas das matérias-primas.**

Parâmetro	Amostra	
	Mel	Polpa de umbu
Umidade (%)	17,57 ± 0,61	91,40 ± 0,03
Sólidos solúveis (°Brix)	80,65 ± 0,58	8,93 ± 0,12
Açúcares totais (%)	74,24 ± 1,81	6,50 ± 0,56
Açúcares redutores (%)	72,47 ± 0,52	3,61 ± 0,02
Açúcares não-redutores (%)	1,69 ± 1,40	2,99 ± 0,62
Cinzas (%)	0,12 ± 0,01	0,31 ± 0,01
Acidez total (mEq/L ou % ácido cítrico)	59,59 ± 2,14	1,17 ± 0,04
pH	3,91 ± 0,02	2,91 ± 0,03
Cor	Âmbar	NA*

**Fonte:** Elaborado pelo autor da obra (2022). \*NA = Não analisado.

O teor de umidade verificado no mel de abelha africanizada (Tabela 5) esteve de acordo com o limite máximo de 20% permitido pela legislação brasileira, que determina os padrões de identidade e qualidade aos quais o mel deve atender (BRASIL, 2000), indicando, desta forma, que o mel utilizado no estudo foi colhido corretamente, uma vez que teores de umidade acima do recomendado podem indicar colheita precoce no mel de *A. mellifera*. Com relação à umidade presente na polpa de umbu, o percentual encontrado (Tabela 5) esteve ligeiramente acima das dos 87,45% e 89,47% reportados para a polpa de umbu *in natura* em outros trabalhos (SILVA *et al.*, 2018a; SOUZA *et al.*, 2021). Este resultado elevado justifica a alta perecibilidade do umbu e a necessidade de processá-lo em outros produtos, como bebidas fermentadas, a fim de reduzir suas perdas pós-colheita (LIMA; SILVA; OLIVEIRA, 2018).

O mel apresentou uma média de 80,65 °Brix (Tabela 5) para sólidos solúveis e, apesar de não haver um limite de referência na legislação vigente, este valor é próximo aos resultados encontrados por Okaneku *et al.* (2020) e Marcolin *et al.* (2021), que variaram entre 78 e 80 °Brix para o mel de *A. mellifera*. Este parâmetro indica a proporção de sólidos em solução, como açúcares, ácidos orgânicos e minerais, estando principalmente relacionado aos níveis de açúcares e água nas amostras (BILUCA *et al.*, 2016). Além disso, é importante determiná-lo no mel para fins de cálculos da quantidade de água necessária para corrigir o teor de sólidos inicial de mostos. Por outro lado, a polpa de umbu apresentou um valor de sólidos solúveis de 8,93 °Brix, estando de acordo com o valor mínimo de 8,5 °Brix preconizado pela legislação brasileira para a polpa de umbu (BRASIL, 2018).

A concentração de açúcares totais nas matérias-primas foi bem discrepante entre si, como esperado, uma vez que são matrizes distintas, pois no mel os principais constituintes são os açúcares, enquanto na polpa de umbu a água é o principal constituinte (Tabela 5). Não há exigência de limite para açúcares totais no mel, no entanto, para a polpa de umbu a legislação determina um mínimo de 2,4%, estando, portanto, condizente com o padrão, já que apresentou 6,50% (BRASIL, 2018). Com base nesses resultados, o mel (74,24% de açúcares) é a fonte majoritária de extrato seco para os mostos.

No que compete aos conteúdos de açúcares redutores e não-redutores, o mel apresentou 72,24 e 1,69%, respectivamente, estando em concordância com os valores legais de no mínimo 65% e no máximo 6%, também respectivamente (BRASIL, 2000). No mel os açúcares redutores correspondem à maior parcela do perfil de seus açúcares, sendo a frutose e a glicose os principais representantes, geralmente nessa ordem de proporção; enquanto a sacarose costuma ser majoritária entre os não-redutores (ÁVILA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016; PITA-CALVO; VÁZQUEZ, 2017). Por outro lado, considerando os resultados observados na polpa de umbu, a fração de açúcares não redutores foi ligeiramente maior que a fração de redutores (Tabela 5), não havendo padrão exigido pela legislação, porém estes resultados mostraram-se próximos aos 4,96% (redutores) e 3,56% (não-redutores) observados por Bastos, Martines e Sousa (2016) ao analisarem a polpa de umbu.

Quanto ao conteúdo de cinzas, o mel avaliado apresentou somente 0,12%, concordante com o limite máximo de 0,6% estabelecido pela norma brasileira (BRASIL, 2000). O mel de uma maneira geral apresenta teores muito baixos de cinzas

e, ao considerá-lo como matéria-prima na condução de um processo fermentativo, é importante levar este fato em consideração, a fim de suprir o déficit de minerais por meio da suplementação dos mostos com sais, para que as leveduras assim desempenhem melhor suas funções.

O teor de cinzas na polpa de umbu (0,31%) foi um pouco maior do que o verificado no mel, não sendo exigido pelos padrões de identidade e qualidade na polpa umbu. Contudo, é importante determiná-lo, pois como matéria-prima, a polpa pode contribuir com o aporte de minerais no mosto. Resultados superiores, na ordem de 0,49 e 2,21% foram reportados em outras pesquisas envolvendo a caracterização da polpa de umbu (BASTOS; MARTINEZ; SOUZA, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2019a), de modo que essas diferenças podem estar atreladas à origem geográfica, às condições climáticas, de cultivo e de solo, bem como até mesmo condições das análises.

De acordo com a Tabela 5, acerca da acidez total, ambas as matérias-primas apresentaram resultados um pouco fora do esperado para seus respectivos padrões: máximo de 50 mEq/Kg para o mel e mínimo de 1,4% de ácido cítrico para a polpa de umbu (BRASIL, 2000; BRASIL, 2018). A alta acidez no mel pode ser indicativa de fermentação do produto, contudo seus níveis podem variar também em função do perfil de ácidos orgânicos, época de colheita, origem geográfica e floral do mel (SILVA *et al.*, 2016). Além disso, a produção de hidromel pode ser uma alternativa para a utilização de méis que apresentem algum parâmetro fora do padrão, desde que, obviamente, o mel não tenha sido fraudado. Já o valor de acidez na polpa de umbu, abaixo do padrão, pode ser explicado por um possível uso de umbus em avançado estágio de maturação por parte da indústria, uma vez que a polpa utilizada no estudo era comercial. Campos *et al.* (2018), ao caracterizarem o umbu ao longo do seu desenvolvimento, observaram que a acidez diminui ao longo do tempo, passando de 1,40% no ponto de consumo para 0,88% de ácido cítrico no ponto de senescência.

O pH do mel (3,91) avaliado mostrou-se condizente com a faixa de 3,58 a 4,95 reportada em méis brasileiros de diferentes origens florais (NASCIMENTO *et al.*, 2018), enquanto pH da polpa de umbu (2,91), por sua vez, apresentou-se concordante com o mínimo de 2,4 exigido (BRASIL, 2000). O baixo pH do umbu justifica a necessidade de se corrigir o pH mosto, após adição da polpa, pois esta pode acidificá-lo demasiadamente e dificultar a ação das leveduras.

O parâmetro cor foi avaliado somente na amostra de mel, conforme o método espectrofotométrico (BRASIL, 1989), e o valor médio de sua absorbância a 560 nm

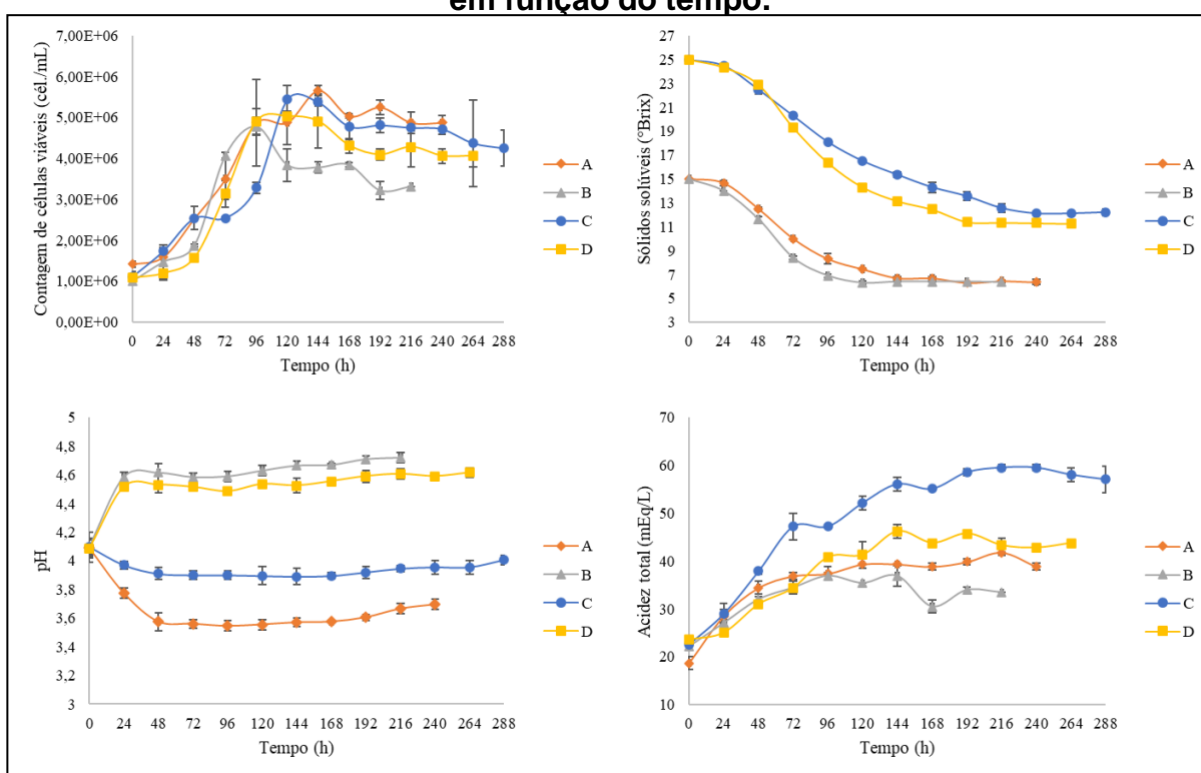


foi de 0,700 (não mostrado na Tabela 5), o qual corresponde à coloração âmbar, não sendo, portanto, de cor clara.

#### 4.2. ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO

A Figura 1 apresenta os gráficos referentes ao comportamento dos sólidos solúveis, da concentração celular, do pH e da acidez ao longo da fermentação das bebidas.

**Figura 1 – Gráficos de contagem de células, sólidos solúveis, pH e acidez total em função do tempo.**



Fonte: Elaborado pelo autor da obra (2022).

Com relação à contagem de células de levedura, de maneira geral, percebeu-se nas primeiras horas de fermentação um aumento moderado da concentração celular, seguido de um crescimento exponencial e finalmente uma redução na contagem. As concentrações iniciais de levedura para cada tratamento foram as seguintes:  $1,42 \times 10^6$  cél./mL em A;  $1,00 \times 10^6$  cél./mL em B;  $1,11 \times 10^6$  cél./mL em C e  $1,08 \times 10^6$  cél./mL em D.

Após 24 h de fermentação, os tratamentos A e D apresentaram um aumento de  $1,84 \times 10^5$  e  $1,13 \times 10^5$  cél./mL, respectivamente, enquanto B e C aumentaram sua concentração celular em  $4,75 \times 10^5$  e  $1,27 \times 10^6$  cél./mL, o que aparentemente indica

que nos dois primeiros tratamentos, as leveduras tiveram um pouco mais de dificuldade em se adaptar às condições do meio em comparação com os demais tratamentos.

Entre 48 e 96 h, notou-se um crescimento exponencial em B e D, cujas concentrações foram de  $1,88$  e  $1,58 \times 10^6$  cél./mL para  $4,78$  e  $4,91 \times 10^6$  cél./mL, respectivamente. Já as fases exponenciais de crescimento em A e C parecem ter ocorrido entre 24 e 96 h no primeiro tratamento, e de 72 a 120 h no segundo, de modo que suas contagens passaram de  $1,60$  a  $4,88 \times 10^6$  cél./mL e de  $2,54$  a  $5,44 \times 10^6$  cél./mL, respectivamente. Estes períodos de crescimento exponencial das leveduras coincidiram com as faixas de maior consumo de sólidos solúveis (Figura 1).

Os mostos sem adição da polpa de umbu apresentaram contagens de células maiores que os tratamentos com adição, especialmente após 144 h, contudo, aqueles que foram adicionados concluíram a fermentação mais rapidamente em relação aos seus controles. Já um estudo envolvendo a produção de hidromel com adição de acerola (*Malpighia marginata* DC), constatou que a adição de sua polpa favoreceu o crescimento celular e consumo de substrato, demonstrando que a substituição parcial do mel pela polpa na formulação do mosto é vantajosa, pois pode reduzir os custos de produção (AMORIM *et al.*, 2018).

Já os picos de crescimento microbiano em A, B, C e D foram, respectivamente:  $5,66 \times 10^6$  cél./mL após 144 h;  $4,78 \times 10^6$  cél./mL após 96 h;  $5,44 \times 10^6$  cél./mL e  $5,03 \times 10^6$  cél./mL, ambos após 120 h. As contagens verificadas no presente estudo são menores que as reportadas em outros experimentos envolvendo hidromel, cujas concentrações de células foram na ordem de  $10^7$  cél./mL (ARAÚJO *et al.*, 2022; SOUSA-DIAS *et al.*, 2021). Posteriormente ao atingir seus respectivos picos, cada mosto apresentou uma queda na concentração de células viáveis devido ao acúmulo de produtos, que começou a inibir o crescimento celular, levando à fase de declínio (LOBATO; BRANDÃO; BARROSO, 2019), finalizando o processo com  $4,88$ ;  $3,31$ ;  $4,25$ ; e  $4,06 \times 10^6$  cél./mL em A, B, C e D, respectivamente.

A concentração de sólidos solúveis, por sua vez, foi acompanhada a fim de se determinar o consumo de substrato durante a fermentação, já que os sólidos solúveis são uma medida aproximada do conteúdo de açúcar na bebida (CHEN *et al.*, 2013). Conforme a Figura 1, os sólidos solúveis diminuíram de forma branda nas primeiras 24 h, sendo consumido no máximo 1 °Brix no tratamento B, enquanto o consumo nos demais tratamentos foi ainda menor no mesmo período. Esta baixa atividade inicial

pode ser explicada pelo fato de que a levedura *starter* requer uma adaptação às condições do meio, tais como pH, substrato, viscosidade, oxigênio dissolvido e acidez (CUÉLLAR; GROSSO, 2016). Comportamento semelhante foi observado na fermentação de melomel de cacau (*Theobroma cacao*), conduzida a 25 °C e partindo-se de 25 °Brix, em que a diminuição dos sólidos solúveis foi pequena nas primeiras 48 h (LIMA *et al.*, 2021). Por outro lado, em hidroméis adicionados de erva mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.), o consumo de sólidos solúveis foi bem acentuado nas primeiras 24 h da fermentação conduzida a 25 °C e partindo-se de 22 °Brix (CAVANHOLI *et al.*, 2021). Essa variedade de comportamento entre um estudo e outro se deve principalmente à composição dos mostos, às cepas empregadas e aos diferentes processos adotados em cada experimento.

A partir das primeiras 24 h de fermentação, o decréscimo dos sólidos solúveis foi bastante acentuado em todos os tratamentos, coincidindo com a fase de crescimento exponencial dos microrganismos (Figura 1). O declínio de sólidos solúveis começa a tender à constância após 120 h na amostra B e 144 h na amostra A, enquanto D e C tendem à estabilização a partir das 192 h e 216 h, respectivamente. O menor tempo de fermentação requerido nos tratamentos B e A em relação aos demais se deve ao fato de terem partido de 15 °Brix, o que favoreceu a escassez de substrato, haja visto que o teor de açúcar residual abaixo de 3 g/L em A e B (Tabela 2) corroboram com esta justificativa. Por outro lado, apesar de C e D terem apresentado quantidades consideráveis de açúcar residual ao fim do processo, acima de 25 g/L (Tabela 6), ainda assim o consumo de açúcar e conseqüentemente os sólidos solúveis estagnaram, devido às condições adversas causadas pelos metabólitos primários e secundários produzidos pelos microrganismos, especialmente o etanol (FENTIE *et al.*, 2022), cuja concentração foi superior a 13% em C e B (Tabela 6).

O final da fermentação foi determinado mediante a constância dos sólidos solúveis (BRUNELLI; IMAIZUMI; VENTURINI FILHO, 2017; DANTAS; SILVA, 2017; LIMA *et al.*, 2021). Os tratamentos B, A, D e C concluíram o processo fermentativo após 216, 240, 264 e 288 h, respectivamente, e apresentaram um teor final de sólidos solúveis de 6,35; 6,35; 11,25 e 12,20 °Brix. Meloméis de umbu fermentados sob diferentes condições de processo foram fermentados durante 240 h (GUTIÉRIZ, 2019, enquanto hidroméis fermentados com distintas cepas de leveduras concluíram suas fermentações após 384 h, com teores de sólidos solúveis em torno de 5 °Brix ao

final do processo (BRUNELLI *et al.*, 2017). No presente estudo, as bebidas cujos mostos foram adicionados de polpa de umbu concluíram a fermentação com 24 h a menos que seus respectivos tratamentos controles. Mostos de hidromel tipo *pyment*, adicionados de suco de uva moscato, também concluíram a fermentação antes do mosto tradicional, em 13 contra 16 dias, respectivamente (SCHWARZ *et al.*, 2022). Ao que parece, a adição de frutas pode tornar o processo fermentativo do hidromel mais rápido.

No tocante ao pH, conforme observa-se na Figura 1, este apresentou um comportamento variável a depender do tratamento, demonstrando entre 24-48h um aumento nos tratamentos B e D, além de uma diminuição nos tratamentos A e C), seguida de certa estabilidade entre 48 e 120 h, e após esse tempo mostrou uma leve tendência a aumentar.

Acerca dos mostos B e D – acrescidos de polpa, estes se comportaram de maneira peculiar, aumentando seus valores de pH, de 4,10 para 4,58 e de 4,08 para 4,51, respectivamente, nas primeiras 24 h, certamente devido à sua correção inicial com carbonato de cálcio. Um aumento gradual do pH (4,00-5,50) foi observado na fermentação de melomel de cacau (LIMA *et al.*, 2021). Antes da correção, a polpa de umbu tornou estes mostos muito ácidos, com pH em torno de 2,80, por isso a quantidade de carbonato de cálcio necessária para neutralizá-los foi maior. O fato de o carbonato de cálcio ter sido adicionado em quantidade suficiente para pH 4, de forma “rápida”, pode ter sido excessiva, e ao longo do tempo a dissolução paulatina dos íons Ca no meio pode ter neutralizado os ácidos em demasia. Além disso, o carbonato de cálcio é um dos sais utilizados na produção de hidromel com o intuito de agir como tamponante (IGLESIAS *et al.*, 2014), e, mesmo que em todos os tratamentos a acidez tenha aumentado ao longo da fermentação (Figura 1), essa capacidade tamponante fez com que o pH se mantivesse relativamente constante até o fim da fermentação.

Já com relação às amostras A e C, estas demonstraram um comportamento típico para o pH, reduzindo seus valores de 4,09 para 3,57 e de 4,17 para 3,91 nas primeiras 48 h, à exemplo de outros estudos envolvendo o acompanhamento do pH em que foi observada uma redução de pH na fermentação de mostos à base de mel (CAVANHOLI *et al.*, 2021 FENTIE *et al.*, 2022). Ao final de cada fermentação, os valores de pH em A, B, C e D foram, respectivamente: 3,70; 4,72; 4,00; e 4,62.

A acidez total, por sua vez, aumentou ao longo da fermentação (Figura 1),

partindo-se de 18,70 até alcançar 38,87 mEq/L em A, de 22,14 até 33,46 mEq/L em B, de 22,63 a 57,07 mEq/L em C, e de 23,62 até 43,79 mEq/L em D ao fim da fermentação. Embora o produto final da fermentação alcoólica seja o etanol, desvios de rota metabólica podem ocorrer, produzindo ácidos orgânicos e por esse motivo, a acidez tende a aumentar, enquanto o pH costuma diminuir (ALMEIDA *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2013).

Ainda a respeito da acidez total, com exceção da amostra C, as demais apresentaram ao final da fermentação, valores abaixo do limite mínimo de 50 mEq/L estabelecido pela legislação, que determina os padrões de identidade e qualidade do hidromel (BRASIL, 2012). Almeida *et al.* (2020), ao estudarem a fermentação do hidromel com a cepa *S. cerevisiae* JP14, reportaram durante a cinética de fermentação, um aumento gradual da acidez até estabilizar entre 40-45 mEq/L estando também abaixo do limite mínimo, o que levou os autores destacarem que uma alta acidez poderia indicar a presença de contaminantes nas bebidas, incluindo bactérias acéticas.

#### 4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS BEBIDAS

Os resultados das análises físico-químicas das bebidas estão dispostos na Tabela 6.

A densidade das amostras diferiu significativamente em função das concentrações iniciais de sólidos solúveis dos mostos, não sendo influenciada pela adição de polpa de umbu, de modo que os menores valores foram observados nos tratamentos A e B (Tabela 6). Esses valores abaixo de 1,0000 g/mL podem ser explicados em função de seus teores alcoólicos próximos a 8% e da baixa concentração de açúcar residual nestes tratamentos. Já os tratamentos C e D, apesar de terem alcançado teores alcoólicos maiores (acima de 13%), sua quantidade de açúcar residual foi cerca de 10 vezes maior que nos tratamentos A e B, fazendo com que sua densidade se mantivesse ligeiramente acima de 1,0000 g/mL mesmo com um teor alcoólico maior (Tabela 6).

**Tabela 6 – Resultados das análises físico-químicas das bebidas.**

Parâmetro	Amostra			
	A	B	C	D
Densidade (g/mL)	0,9980 <sup>b</sup> ± 0,0005	0,9987 <sup>b</sup> ± 0,0006	1,0005 <sup>a</sup> ± 0,0001	1,0003 <sup>a</sup> ± 0,0001
Teor alcoólico (%)	8,27 <sup>b</sup> ± 0,07	8,17 <sup>b</sup> ± 0,08	13,76 <sup>a</sup> ± 0,01	13,80 <sup>a</sup> ± 0,01
Extrato seco total (g/L)	32,83 <sup>c</sup> ± 1,15	33,34 <sup>c</sup> ± 0,17	66,58 <sup>a</sup> ± 2,45	63,04 <sup>b</sup> ± 0,37
Extrato seco reduzido (g/L)	29,92 <sup>c</sup> ± 1,15	31,22 <sup>c</sup> ± 0,24	40,92 <sup>a</sup> ± 2,60	37,38 <sup>b</sup> ± 0,91
Açúcares redutores totais (g/L)	2,91 <sup>b</sup> ± 0,04	2,12 <sup>b</sup> ± 0,07	25,66 <sup>a</sup> ± 0,22	25,66 <sup>a</sup> ± 0,99
Cinzas (g/L)	0,80 <sup>d</sup> ± 0,05	3,10 <sup>b</sup> ± 0,09	1,27 <sup>c</sup> ± 0,04	3,66 <sup>a</sup> ± 0,06
pH	3,66 <sup>d</sup> ± 0,02	4,86 <sup>a</sup> ± 0,02	4,04 <sup>c</sup> ± 0,04	4,61 <sup>b</sup> ± 0,03
Acidez total (mEq/L)	33,31 <sup>c</sup> ± 0,50	22,79 <sup>d</sup> ± 0,96	52,84 <sup>a</sup> ± 0,96	38,82 <sup>b</sup> ± 0,96
Acidez fixa (mEq/L)	29,80 <sup>c</sup> ± 0,50	19,28 <sup>d</sup> ± 0,95	41,07 <sup>a</sup> ± 1,16	33,56 <sup>b</sup> ± 1,00
Acidez volátil (mEq/L)	3,51 <sup>b</sup> ± 0,58	3,51 <sup>b</sup> ± 1,00	11,77 <sup>a</sup> ± 1,7	5,26 <sup>b</sup> ± 1,89
Dióxido de enxofre total (g/L)	0,02 <sup>a</sup> ± 0,00	0,02 <sup>a</sup> ± 0,00	0,02 <sup>a</sup> ± 0,00	0,02 <sup>a</sup> ± 0,00
Cloretos totais (g/L)	0,29 <sup>a</sup> ± 0,00	0,43 <sup>a</sup> ± 0,17	0,43 <sup>a</sup> ± 0,17	0,36 <sup>a</sup> ± 0,14
Compostos fenólicos (mg EAG/L)	140,45 <sup>d</sup> ± 4,35	215,82 <sup>b</sup> ± 3,24	188,82 <sup>c</sup> ± 3,16	227,76 <sup>a</sup> ± 2,40
Atividade antioxidante (% inibição DPPH)	29,91 <sup>a</sup> ± 0,9	34,82 <sup>a</sup> ± 2,30	31,25 <sup>a</sup> ± 1,03	34,38 <sup>a</sup> ± 4,91
Abs 420	1,17 <sup>c</sup> ± 0,15	1,58 <sup>a</sup> ± 0,04	1,42 <sup>ab</sup> ± 0,03	1,34 <sup>bc</sup> ± 0,01
Abs 520	0,28 <sup>b</sup> ± 0,06	0,56 <sup>a</sup> ± 0,02	0,21 <sup>c</sup> ± 0,01	0,23 <sup>bc</sup> ± 0,00
Abs 620	0,12 <sup>b</sup> ± 0,03	0,28 <sup>a</sup> ± 0,04	0,05 <sup>c</sup> ± 0,01	0,07 <sup>bc</sup> ± 0,01
Intensidade de cor	1,56 <sup>b</sup> ± 0,24	2,42 <sup>a</sup> ± 0,9	1,68 <sup>b</sup> ± 0,04	1,63 <sup>b</sup> ± 0,01
Tonalidade	4,23 <sup>c</sup> ± 0,43	2,83 <sup>d</sup> ± 0,03	6,68 <sup>a</sup> ± 0,31	5,80 <sup>b</sup> ± 0,04

Fonte: Elaborado pelo autor da obra (2022). <sup>a-d</sup>Médias seguidas de letras sobrescritas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O teor alcoólico, à exemplo da densidade, apresentou diferenças significativas somente em função da concentração inicial de sólidos nos mostos, com teores um pouco acima de 8% (A e B) e 13% (C e D). Os tratamentos C e D, que partiram de 25 °Brix, tinham mais açúcares disponíveis para as leveduras fermentarem do que A e B, sendo também requerido um maior tempo de fermentação (Figura 1), o que implica numa maior produção de etanol. Considerando a faixa de teor alcoólico exigida pela legislação vigente para o hidromel, que é 4 a 14% de álcool, todas as bebidas apresentaram-se satisfatórias (BRASIL, 2012). O teor alcoólico é importante, pois além de afetar as características sensoriais, confere à bebida estabilidade microbiológica.

Os extratos secos total e reduzido variaram de 32,83 a 66,58 g/L e de 29,42 a 40,92 g/L, respectivamente, com diferenças estatísticas sendo observadas (Tabela 6). Os tratamentos C e D diferem entre si e entre os tratamentos A e B, o que sugere a influência tanto da adição de polpa quanto da concentração inicial de sólidos. Os maiores teores de extrato em C e D estão associados principalmente à alta concentração de açúcares residuais nas bebidas e ao que parece, no mosto D, a substituição de 20% do volume inicial de mosto por polpa de umbu (alta umidade) pode ter promovido uma ligeira redução do extrato da bebida. Sobre o extrato seco reduzido, a legislação determina que o hidromel tenha no mínimo 7 g/L, logo todos os tratamentos cumprem com o referido padrão.

A concentração de açúcares redutores totais nas bebidas foi influenciada apenas pelo teor de sólidos solúveis inicial dos mostos, conforme análise estatística disposta na Tabela 6, sem influência aparente da adição de polpa. As bebidas que partiram de 15 °Brix (A e B) apresentaram níveis de açúcar residual muito baixos em relação àquelas que iniciaram com 25 °Brix (C e D). Este comportamento já era esperado, pois a quantidade de sólidos (principalmente açúcares) em A e B disponível para as leveduras era menor. A legislação estabelece valores de referência para açúcares somente para fins de classificação quanto ao dulçor do hidromel. Sendo assim, os tratamentos A e B podem ser classificados como secos, pois apresentaram teores inferiores a 3 g/L, enquanto C e D podem ser classificados como suaves, pois apresentaram mais que 3 g/L com uma média de 25,66 g/L (BRASIL, 2012).

Já o teor de cinzas apresentou médias de 0,80 a 3,66 g/L, com diferenças estatísticas sendo verificadas entre todos os tratamentos. Nas bebidas B e D, cujos mostos foram adicionados de polpa de umbu, foram observadas as maiores

porcentagem de cinzas, o que pode ser explicado por dois motivos: a polpa de umbu possuir um maior teor de cinzas do que o mel (Tabela 6) e principalmente devido à maior quantidade de carbonato de cálcio necessária para se corrigir o pH do mosto, após a adição da polpa. A respeito do valor de referência preconizado pela legislação, os tratamentos A e C não alcançaram o limite mínimo de 1,50 g/L, possivelmente devido à menor quantidade de carbonato de cálcio requerida para ajustar seu pH (BRASIL, 2012).

A acidez total mostrou diferenças significativas em todos os tratamentos (Tabela 6), variando de 22,79 a 52,84 mEq/L. A acidez é um importante parâmetro que influencia tanto nas características sensoriais quanto na estabilidade microbiológica das bebidas (AKALIN; BAYRAM; ANLI, 2017; LIMA *et al.*, 2021). Apenas o tratamento C manteve-se condizente com o mínimo de 50 mEq/L estabelecido pela legislação brasileira para este parâmetro (BRASIL, 2012), ao passo que as demais amostras apresentaram-se abaixo. Resultados também abaixo de 50 mEq/L são reportados por outros autores ao produzirem hidromel (ALMEIDA *et al.*, 2020; DANTAS *et al.*, 2021), enquanto outros trabalhos reportam resultados concordantes aos valores de referência legal (BRUNELLI; IMAIZUMI; VENTURINI FILHO, 2017; LIMA *et al.*, 2021), de modo que estas variações resultam dos diferentes méis utilizados, leveduras empregadas e processos de produção.

Os tratamentos A, B e D apresentaram níveis de acidez total baixos, o que pode estar atrelada à correção do pH no preparo do mosto. O carbonato de cálcio foi utilizado para esse fim em quantidade suficiente para elevar o pH até 4, porém a dosagem empregada pode ter sido excessiva, especialmente nos tratamentos acrescidos de polpa de umbu. Após a correção e com o passar das primeiras horas, o pH do mosto continuou a aumentar, provavelmente devido à melhor dissolução do carbonato de cálcio e conseqüente neutralização excessiva dos ácidos orgânicos da matéria-prima. Estudos prévios sobre fermentado de umbu e de melão (*Cucumis melo* L.) sugerem correções mais brandas e controladas de pH no mosto, a fim de tornar a acidez total no produto final condizente com o padrão (BESSA *et al.*, 2018; DANTAS; SILVA, 2017).

A acidez volátil variou de 3,51 a 11,79 mEq/L nas bebidas, mas apenas a amostra C diferiu estatisticamente das demais com o maior valor (Tabela 6). A acidez volátil observada na amostra C contribuiu para que a mesma alcançasse uma acidez total maior em relação aos outros tratamentos. Apesar dessa diferença, todas as



bebidas estão de acordo com o máximo de 20 mEq/L estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2012). Este parâmetro está relacionado principalmente à produção de ácido acético, o qual pode afetar drasticamente a qualidade da bebida conferindo-lhe aromas indesejáveis (SAVIĆ *et al.*, 2021), logo, os baixos níveis observados no presente estudo sugerem que as bebidas se apresentaram satisfatórias quanto à acidez volátil.

Em relação à acidez fixa, à exemplo da acidez total, foram observadas diferenças significativas entre todos os tratamentos (Tabela 6). Apenas as amostras C e D estiveram concordantes com os limites estabelecidos pela legislação brasileira, que é de no mínimo 30 mEq/L (BRASIL, 2012), o que pode estar relacionado a uma menor diluição dos mostos em relação às amostras A e B, permitindo que uma maior fração de ácidos orgânicos fixos oriundos das matérias-primas se mantivesse. Além disso, o maior tempo de fermentação requerido para C e D (Figura 1), implica em uma maior produção de ácido, como o succínico que é um dos principais ácidos fixos presentes nas bebidas fermentadas (SROKA; TUSZYNSKI, 2007).

Conforme a Tabela 6, o pH apresentou diferenças significativas entre todos os tratamentos, demonstrando a influência tanto da concentração inicial do mosto, quanto da adição da polpa de umbu. Os tratamentos A (3,66) e C (4,04), sem adição de polpa, apresentaram menores valores de pH quando comparados aos mostos acrescidos de polpa, contrastando com resultados reportados por outros autores ao analisarem hidroméis adicionados de cereja-cornélia (*Cornus mas* L.) e amora (*Rubus fruticosus* L.), nos quais o pH diminuiu em função da adição da fruta, quando comparado aos controles sem adição (ADAMENKO *et al.*, 2018; SAVIĆ *et al.*, 2021). Os maiores valores de pH em B (4,86) e D (4,61), com polpa de umbu, podem ser resultado da maior necessidade de adição de carbonato de cálcio em seus respectivos mostos, justificando o comportamento incomum quando comparado à literatura.

O pH não é um parâmetro exigido pela legislação brasileira, mas é um importante indicador de qualidade no hidromel, pois influencia na cor e no sabor da bebida (SILVA *et al.*, 2018b), além de estar associado à acidez. Os resultados de pH em algumas amostras na presente pesquisa foram semelhantes àqueles verificados em hidroméis tradicionais e hidroméis adicionados de frutas ou ervas (BRUNELLI; IMAIZUMI; VENTURINI FILHO, 2017; CAVANHOLI *et al.*, 2021; KAWA-RYGIELSKA *et al.*, 2019).

Com relação ao conteúdo de cloretos, não foram observadas diferenças

significativas entre os tratamentos (Tabela 6), demonstrando que este parâmetro não foi afetado nem pela concentração inicial de sólidos e nem pela adição de polpa. As médias (0,29 a 0,43 g/L) encontradas foram ligeiramente maiores que as reportadas em hidroméis fermentados com diferentes cepas de levedura, cujas médias foram 0,13 e 0,14 g/L (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2009), contudo ainda assim ficaram abaixo do limite máximo de 0,5 g/L permitido, estando condizentes com a legislação brasileira (BRASIL, 2012). Concentrações elevadas de cloretos na bebida podem conferir um sabor salgado, o que pode causar aversão por parte do consumidor (COLI *et al.*, 2015).

O dióxido de enxofre total também não apresentou diferenças significativas em função dos diferentes tratamentos, de modo que a concentração média foi de 0,02 g/L. Este valor está de acordo com o limite máximo 0,35 g/L estabelecido pela legislação brasileira para o hidromel (BRASIL, 2012). Além disso, é possível inferir que não houve adição excessiva de sulfitos no mosto, os quais são comumente adicionados às bebidas devido a suas propriedades antioxidantes e antissépticas (SANTOS *et al.*, 2012). Os resultados se enquadram também aos valores verificados por outros autores ao analisarem hidroméis elaborados a partir de mel de *Apis* – entre 0,012 e 0,039 g/L de SO<sub>2</sub> (DANTAS *et al.*, 2021; SOUSA-DIAS *et al.*, 2021).

O teor de sulfatos totais, diferentemente dos demais parâmetros, não foi submetido à análise estatística, uma vez que a técnica adotada determina o resultado de forma estimada. Todas as bebidas apresentaram um teor de sulfatos totais inferior à 0,7 g/L (Tabela 6). A legislação vigente não exige tal atributo, mas resultados também abaixo de 0,7 g/L foram relatados em hidroméis fermentados com diferentes estirpes de levedura e em fermentado de umbu (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2009; DANTAS; SILVA, 2017).

Os resultados referentes à concentração de compostos fenólicos totais foram de 140,45 a 227,76 mg EAG/L, com diferenças significativas entre todos os tratamentos (Tabela 6). Tais valores foram semelhantes aos verificados em hidromel tradicional com 107,52-156,30 mg EAG/L e superiores aos de melomel de seriguela (*Spondias purpurea* L.) com 130,82 mg EAG/L (CAVANHOLI *et al.*, 2021; DANTAS *et al.*, 2019). No hidromel, tanto o perfil quanto a concentração desses compostos estão fortemente relacionadas ao mel e aos demais ingredientes (como frutas) utilizados no processo (KAWA-RYGIELSKA *et al.*, 2019b; STAROWICZ; GRANVOGL, 2020).

Ao ser considerado apenas o efeito da concentração inicial de sólidos sobre os

fenólicos, comparando-se A a C e B a D, percebe-se que o conteúdo de compostos fenólicos naqueles que partiram de 25 °Brix (C e D) foi maior no produto final em relação aos seus respectivos controles que partiram de 15 °Brix (A e B). Isto implica em um maior aporte de fenólicos nos primeiros, devido a proporção de mel e/ou polpa em relação à água ser maior que nos últimos.

Já analisando-se a influência da polpa de umbu, percebeu-se que os maiores teores de compostos fenólicos, 215,82 e 227,76 mg EAG/L, foram observados nas bebidas B e D, respectivamente, sugerindo que o umbu contribuiu significativamente para esse aumento em relação aos tratamentos A e C – sem polpa. Conteúdos variáveis de compostos fenólicos, na ordem de 32,70-38,03 mg EAG/100 g e até mesmo 1746 mg EAG/100 g, já foram determinados na polpa umbu (MELO; ANDRADE, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2019b), o que pode caracterizá-la como uma fonte de compostos bioativos durante a produção dos meloméis. Este comportamento corrobora com estudos prévios, nos quais foram observados aumentos significativos no teor de compostos fenólicos de hidroméis adicionados de frutas em relação aos seus controles (ADAMENKO *et al.*, 2018, 2021; SAVIĆ *et al.*, 2021).

As atividades antioxidantes das bebidas elaboradas são mostradas na Tabela 6, expressas como % de inibição do radical DPPH. Os valores apresentados por cada tratamento foram próximos entre si (29,91-34,84%), não sendo evidenciada nenhuma diferença estatística entre as amostras, apesar de B e D terem apresentado porcentagens de inibição ligeiramente maiores que as demais amostras, bem como níveis de compostos fenólicos mais elevados. Sabe-se que os compostos fenólicos exercem forte influência sobre a atividade antioxidante dos alimentos (STAROWICZ; GRANVOGL, 2020), mas aparentemente, nas condições em que este estudo foi conduzido, as distintas concentrações de fenólicos (Tabela 6) não foram determinantes a ponto de diferenciar a atividade antioxidante entre um tratamento e outro.

Contudo, as porcentagens encontradas foram maiores que as reportadas para hidroméis elaborados com mel de *Melipona subnitida* D. e *A. mellifera* (5,32-6,72%), próximas à do melomel de seriguela (26,04%), porém inferiores à de alguns hidroméis poloneses que alcançaram até 81,63% (DANTAS *et al.*, 2021; DANTAS *et al.*, 2019; SOCHA *et al.*, 2015).

Com relação à cor das bebidas, as maiores absorbâncias (1,17-1,58) foram observadas no comprimento de onda de 420 nm, seguidas pelos comprimentos de

520 (0,21-0,56) e 620 nm (0,05-0,28), sendo verificadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 6). No vinho, o comprimento de onda a 420 nm é comumente determinado como uma medida da cor castanho-amarelada, enquanto os comprimentos 520 e 620 correspondem às cores vermelha e azul, respectivamente (MARTÍN-GÓMEZ *et al.*, 2021). Diante disso, percebe-se que a contribuição da cor castanho-amarela nas bebidas foi maior em todas as amostras.

As maiores absorbâncias foram verificadas por B em cada comprimento, sem nenhuma semelhança com qualquer uma das demais amostras, o que pode ter sido influenciado pela menor clarificação alcançada neste tratamento, apesar da aplicação da solução de sílica no processo e da centrifugação prévia no momento da análise espectrofotométrica.

A intensidade de cor, correspondente ao somatório das absorbâncias a 420, 520 e 620 nm, variou de 1,56 a 2,42, de modo que apenas B se sobressaiu estatisticamente em relação aos outros tratamentos, possivelmente devido a esta amostra ter ficado ligeiramente mais turva que as demais (conforme Figura 2), implicando em maiores absorbâncias em cada comprimento de onda. Faixas semelhantes de intensidade de cor foram reportadas em amostras de vinho elaboradas com uvas Maréchal Foch e substituição parcial de açúcar por mel, com valores entre 1,43 e 2,30, sendo constatada a influência do mel sobre a cor da bebida (JASTRZEBSKA, 2022).

**Figura 2 – Aparência das bebidas.**



**Fonte:** Elaborado pelo autor da obra (2022).

Já em comparação a outros estudos, a intensidade de cor na presente pesquisa

foi maior que a reportada em hidroméis tradicionais, os quais, no entanto, consideraram somente o comprimento de onda de 420 nm (amarelo), com valores em torno de 0,17-0,61 (ROLDÁN *et al.*, 2011) e 0,17-0,52 (SCHWARZ *et al.*, 2020), sendo estes parâmetros, nos estudos supracitados, influenciados pela suplementação de pólen no mosto e pelas cepas de levedura, respectivamente. Ademais, o mel utilizado neste estudo apresentava cor âmbar (Tabela 5), o que pode ter impactado sobre as intensidades de cor serem maiores.

Finalmente, acerca da tonalidade (2,83-6,68), expressa pela razão entre as absorbâncias nos comprimentos de 420 e 520 nm, constatou-se resultados acima de 1,00 em todos os tratamentos, o que implica em uma maior influência de compostos castanhos do que vermelhos sobre a cor das bebidas (MARTÍN-GÓMEZ *et al.*, 2021).

## 5. CONCLUSÃO

As matérias-primas utilizadas na produção das bebidas mostraram-se satisfatórias, ainda que a acidez total, tanto no mel quanto na polpa de umbu, tenha se mostrado fora do padrão. No entanto, sua utilização enquanto matéria-prima para a produção de um novo produto não foi inviabilizada.

Ao longo do acompanhamento da fermentação foram observados comportamentos dentro do esperado, como o decaimento dos sólidos solúveis, aumento da concentração celular e acidez total, seguido de um leve declínio e o pH oscilando a depender dos tratamentos.

Acerca dos parâmetros físico-químicos, foram evidenciadas as influências tanto da adição de polpa de umbu, quanto da concentração inicial de sólidos solúveis nos mostos. A maior parte dos parâmetros esteve de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira, exceto cinzas e acidez, porém condizentes com a literatura. Sugere-se adequações quanto à correção de acidez dos mostos e controle de fermentação.

De maneira geral a inclusão de polpa de umbu ao mosto de hidromel mostrou-se promissora, podendo diversificar a disponibilidade de novas bebidas mistas tipo melomel, ao mesmo tempo em que pode se configurar como uma alternativa ao excedente de produção de mel e umbu.

## REFERÊNCIAS

- ADAMENKO, K.; KAWA-RYGIELSKA, J.; KUCHARSKA, A.; PIÓRECKI, N. Characteristics of biologically active compounds in cornelian cherry meads. **Molecules**, v. 23, n. 8, p. 2024, 14 ago. 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/23/8/2024>>. Acesso em: 04 jun. 2022.
- ADAMENKO, K.; KAWA-RYGIELSKA, J.; KUCHARSKA, A. Z.; GŁOWACKI, A.; PIÓRECKI, N. Changes in the antioxidative activity and the content of phenolics and iridoids during fermentation and aging of natural fruit meads. **Biomolecules**, v. 11, n. 8, p. 1113, 28 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2218-273X/11/8/1113>>. Acesso em: 04 jun. 2022.
- AKALIN, H.; BAYRAM, M.; ANLI, R. E. Determination of some individual phenolic compounds and antioxidant capacity of mead produced from different types of honey. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 123, n. 1, p. 167–174, jan. 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jib.396>>. 04 jun. 2022.
- ALMEIDA, E. L. M. de; MOREIRA E SILVA, G.; VASSALLI, I. de A.; SILVA, M. S.; SANTANA, W. C.; SILVA, P. H. A. da; ELLE, M. R. Effects of nitrogen supplementation on *Saccharomyces cerevisiae* JP14 fermentation for mead production. **Food Science and Technology**, v. 40, n. suppl 1, p. 336–343, jun. 2020. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612020000500336&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612020000500336&tlng=en)>. Acesso em: 04 jun. 2022.
- AMORIM, T. S.; LOPES, S. de B.; BISPO, J. A. C.; BONAFE, C. F. S.; DE CARVALHO, G. B. M.; MARTÍNEZ, E. A. Influence of acerola pulp concentration on mead production by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. **LWT**, v. 97, p. 561-569, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643818305929>>. Acesso em: 04 jun. 2022.
- ANUNCIAÇÃO, A. S.; MARTINS, J. A. B.; AMORIM, T. S.; CARVALHO, G. B. M.; MARTINEZ, E. A. Polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) na produção de hidromel. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 441-445, 2017. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5145/4613>>. Acesso em: 04 jun. 2022.
- ARAÚJO, G. S.; RIBEIRO, G. O.; DE SOUZA, S. M. A.; DA SILVA, G. P.; DE CARVALHO, G. B. M.; BISPO, J. A. C.; MARTÍNEZ, E. A. Rice (*Oryza sativa*) bran and soybean (*Glycine max*) meal: unconventional supplements in the mead production. **Food Technology and Biotechnology**, v. 60, n. 1, p. 89–98, 14 mar. 2022. Disponível em: <<http://www.ftb.com.hr/archives/188-volume-60-issue-no-1/1746-rice-oryza-sativa-bran-and-soybean-glycine-max-meal-unconventional-supplements-in-the-mead-production>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

ÁVILA, S.; BEUX, M. R.; RIBANI, R. H.; ZAMBLAZI, R. C. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. **Trends in Food Science and Technology**, v. 81, p. 37–50, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.002>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

BASTOS, J. S.; MARTINEZ, E. A.; SOUZA, S. M. A. de. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) comercial: efeito da concentração. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 1, p. 11–16, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/view/48>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

BAUA, M. A. I. Development and acceptability of mead wine with calamansi fruit flavor. **Plant Science Today**, v. 8, n. 3, p. 451-455, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.14719/pst.2021.8.3.1069>>. 09 jun. 2022.

BEDNAREK, M.; SZWENGIEL, A.; FLÓREZ, A. B.; CZARNECKI, Z.; MAYO, B. Effect of different starter cultures on chemical and microbial parameters of buckwheat honey fermentation. **Food Microbiology**, v. 82, p. 294–302, set. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740002018308141>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

BESSA, M. A. D.; OLIVEIRA, E. N. A. de; FEITOSA, B. F.; FEITOSA, R. M.; ALMEIDA, F. L. C.; OLIVEIRA NETO, J. O. de. Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232018000100502&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100502&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 04 jun. 2022.

BILUCA, F. C.; BRAGHINI, F.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 50, p. 61–69, jul. 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157516300643>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. Brasília: LANARA, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 out. 2000. Seção 1, p. 16.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. Aprova os regulamentos técnicos para a 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 24 abr. 2008. Seção 1, p. 9.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 5 jun. 2009. Seção 1, p. 20.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Complementa os padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 30 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 37, de 1 de outubro de 2018. 2018. Estabelece os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 8 out. 2012. Seção 1, p. 23.

BRUNELLI, L. T.; IMAIZUMI, V. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel produzido a partir de cinco tipos de leveduras alcoólica. **Energia na Agricultura**, v. 32, n. 2, p. 200-208, 27 nov. 2017. Disponível em: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2501>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CAMPOS, C. O.; LOPES, T. V. C.; MONTEIRO, G. C.; LIMA, G. P. P. Caracterização de umbu (*Spondias tuberosa*) durante seu desenvolvimento. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 19, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/813/81357541003/81357541003.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

CAVANHOLI, M. G.; WANDERLEY, B. R. da S. M.; SANTETTI, G. S.; AMBONI, R. D. de M. C.; FRITZEN-FREIRE, C. B. Influência da adição de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em pó nas características físico-químicas e no potencial bioativo de hidroméis. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e25010917821, 25 jul. 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17821>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CHEN, C. H.; WU, Y. L.; LO, D.; WU, M. C. Physicochemical property changes during the fermentation of longan (*Dimocarpus longan*) mead and its aroma composition using multiple yeast inoculations. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 119, n. 4, p. 303–308, 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jib.95>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CHITARRINI, G.; DEBIASI, L.; STUFFER, M.; UEBEREGGER, E.; ZEHETNER, E.; JAEGER, H.; ROBATSCHER, P.; CONTERNO, L. Volatile profile of mead fermenting blossom honey and honeydew honey with or without *Ribes nigrum*. **Molecules**, v. 25, n. 8, p. 1818, abr. 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7221654/>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

COLI, M. S.; RANGEL, A. G. P.; SOUZA, ELIZANGELA SILVA OLIVEIRA, M. F.;

CHIARADIA, A. C. N. Conteúdo de cloretos em vinhos brancos de diferentes países. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 36, n. 4, p. 503–507, 2015. Disponível em: <<https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/16>>. Acesso: 11 jun. 2022.

COOPERCUC. **Nossa história**. 2022. Disponível em: <<https://coopercuc.com.br/nossa-historia/>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

COSTA, R. T. R. do V.; SILVA, J. L. da; NASCIMENTO, A. M. do; SOUTO, M. V. Cinética de produção de bebida mista de mel de abelha e morango. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 90–94, 22 maio 2017. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4707>>. Acesso em 11 jun. 2022.

CUÉLLAR, J. L. T.; GROSSO, G. S. Evaluación del proceso fermentativo en la producción de hidromieles monoflorales colombianas. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**, v. 3, p. 6, 22 dez. 2016. Disponível em: <<http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/377>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; OLIVEIRA, P. M. de L.; LIMA, M. dos S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. da S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, p. 202–214, fev. 2019b. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618315048>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

DANTAS, C. E. A.; ALMEIDA, M. J. de O.; NASCIMENTO, C. P. do; SILVA, E. C. A. S.; LIMA, I. V. S.; SILVA, M. S. Produção e avaliação da composição química e atividade antioxidante de hidroméis adicionados de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 5., 2019b, Campinas. **Anais...** Campinas: Galoá, 2019a. Disponível em: <<https://proceedings.science/enag/enag-2019/papers/producao-e-avaliacao-da-composicao-quimica-e-atividade-antioxidante-de-hidromeis-adicionados-de-frutas>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

DANTAS, C. E. A.; DA SILVA, J. K. B.; DA SILVA, J. L. A.; SILVA, M. S.; PEREIRA, J. O. P. Comparison of commercial yeast strains in production of meads with africanized bee's and stingless bee's honey. **Journal of Culinary Science & Technology**, p. 1–12, 5 set. 2021. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15428052.2021.1972888>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Holos**, v. 2, n. 32, p. 108–121, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2017.4506>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Iniciando um pequeno negócio agroindustrial**: Processamento de uva – Vinho tinto, graspa

e vinagre. Brasília: EMBRAPA, 2004. 158 p.  
 FENTIE, E. G.; JEONG, M.; EMIRE, S. A.; DEMSASH, H. D.; KIM, M. A.; SHIN, J.-H. Fermentation dynamics of spontaneously fermented Ethiopian honey wine, Tej. **LWT**, v. 155, p. 112927, fev. 2022. Disponível em:  
 <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643821020806>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, L. S. Avaliação de diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. **Evidência**, v. 9, n. 1–2, p. 29–42, 2009. Disponível em:  
 <<https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1879#:~:text=Os%20resultados%20mostraram%20que%20as,que%20possivelmente%20favorece%20as%20caracter%3%ADsticas>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

GLÓD, B. K.; WANTUSIAK, P. M.; PISZCZ, P.; LEWCZUK, E.; ZARZYCKI, P. K. Application of micro-TLC to the total antioxidant potential (TAP) measurement. **Food Chemistry**, v. 173, p. 749–754, abr. 2015. Disponível em:  
 <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814614016203>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

GOUVÊA, R. F.; RIBEIRO, L. O.; SOUZA, É. F.; PENHA, E. M.; MATTA, V. M.; FREITAS, S. P. Effect of enzymatic treatment on the rheological behavior and vitamin C content of *Spondias tuberosa* (umbu) pulp. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 7, p. 2176–2180, 24 jun. 2017. Disponível em:  
 <<http://link.springer.com/10.1007/s13197-017-2630-8>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

GUTIERREZ, M. P. **Efeito das concentrações de mosto, de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) e de extrato de feijão caupi (*Vigna unguiculata* Walp) na produção de hidromel por *Saccharomyces bayanus* Premier Blanc**. 2019. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019. Disponível em: <<http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/979>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2019**. 2020a. Disponível em:  
 <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2019\\_v47\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2019_v47_br_informativo.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2021.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS**. 2020b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

IGLESIAS, A.; PASCOAL, A.; CHOUPINA, A. B.; CARVALHO, C. A.; FE??S, X.; ESTEVINHO, L. M. Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. **Molecules**, v. 19, n. 8, p. 12577–12590, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25153872/>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JASTRZEBSKA, A. Determination of home-made wine selected parameters and study of honey addition impact on pro-healthy components content. **European Food Research and Technology**, 4 jan. 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s00217-021-03934-4>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

KATZ, S. E. **The art of fermentation**. 1. ed. White River Junction: Chelsea Green Publishing, 2012. 498 p.

KAWA-RYGIELSKA, J.; ADAMENKO, K.; KUCHARSKA, A. Z.; SZATKOWSKA, K. Fruit and herbal meads – Chemical composition and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 283, p. 19–27, 2019a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.040>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

KAWA-RYGIELSKA, J.; ADAMENKO, K.; KUCHARSKA, A. Z.; SZATKOWSKA, K. Fruit and herbal meads – Chemical composition and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 283, p. 19–27, jun. 2019b. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814619301086>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

LIMA, L. F. F. de S.; ALVES, T. C. L.; SOUZA, A. Q. L. de; SANTOS, W. G. dos. Kinetic analysis of the fermentative process of mead with the addition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pulp. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e54101421685, 24 out. 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21685>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

LIMA, L. F. M.; ARAÚJO, J. E.; ESPÍNDOLA, A. C. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arru. Câm.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 29 p.

LIMA, M. A. C. de; SILVA, S. de M.; OLIVEIRA, V. R. de. Umbu— *Spondias tuberosa*. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. DE O.; BRITO, E. S. DE. **Exotic Fruits**. [s.l.] Elsevier, 2018. p. 427–433. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128031384000575>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

LINS NETO, E. M. de F.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U. P. de. Traditional Knowledge and Management of umbu (*Spondias tuberosa*, *Anacardiaceae*): An endemic species from the Semir-Arid Region of Northeastern Brazil. **Economic Botany**, v. 64, n. 1, p. 11–21, 2010. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/40686809?seq=1>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

LOBATO, A. K. C. L.; BRANDÃO, L. G.; BARROSO, L. H. Estudo cinético da produção de hidromel pelas cepas *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin 71b 1122 e *Saccharomyces bayanus* Red Star Premier Blank. In: VOIGT, C. L. **Impactos das tecnologias na engenharia química 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 56–72. Acesso em: 05 jun. 2022.

MARCOLIN, L. C.; LIMA, L. R.; DE OLIVEIRA ARIAS, J. L.; BERRIO, A. C. B.;

KUPSKI, L.; BARBOSA, S. C.; PRIMEL, E. G. *Meliponinae* and *Apis mellifera* honey in southern Brazil: Physicochemical characterization and determination of pesticides. **Food Chemistry**, v. 363, p. 130175, nov. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881462101181X>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

MARQUES, E. J. N.; DE FREITAS, S. T. Performance of new low-cost handheld NIR spectrometers for nondestructive analysis of umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) quality. **Food Chemistry**, v. 323, p. 126820, set. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814620306828>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MARTÍN-GÓMEZ, J.; GARCÍA-MARTÍNEZ, T.; VARO, M. Á.; MÉRIDA, J.; SERRATOSA, M. P. Phenolic compounds, antioxidant activity and color in the fermentation of mixed blueberry and grape juice with different yeasts. **LWT**, v. 146, p. 111661, jul. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643821008148>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

MARTINEZ, A. M.; HERNANDEZ, M. S.; CARDONA, J. E. Use of amazon fruits in the preparation of alcoholic beverages. **International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients**, v. 8, n. 7, p. 1-4, 2021. Disponível em: <<https://ijpni.org/Article/ijpni-194>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MASCARENHAS, A. M. O.; AMORIM, T. S.; ANUNCIAÇÃO, A. S.; ALBINATI, F. L.; MARTINEZ, E. A. Produção de hidromel: efeito da concentração de polpa de abacaxi (*Ananas mill*). **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 436-440, 2017. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5137/4612>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MELO, E. de A.; ANDRADE, R. A. M. de S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.

MICHELACCI, Y. M.; OLIVA, M. L. v. **Manual de práticas e estudos dirigidos: química, bioquímica e biologia molecular**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2014. 156 p.

MORAES, L. F. de. **O guia do hidromel artesanal**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria, 2018. 236 p.

NASCIMENTO, K. S. do; GASPAROTTO SATTTLER, J. A.; LAUER MACEDO, L. F.; SERNA GONZÁLEZ, C. V.; PEREIRA DE MELO, I. L.; DA SILVA ARAÚJO, E.; GRANATO, D.; SATTTLER, A.; DE ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis*

*mellifera* honeys. **LWT**, v. 91, p. 85–94, maio 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643818300161>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

OKANEKU, B. M.; SOUZA, A. Q. L.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, T. C. L.; CARDOSO, D. N. P.; SANTOS, W. G. dos. Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18607–18620, 2020. Disponível em: <<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8653/7439>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

PEREIRA, A. P.; MENDES-FERREIRA, A.; ESTEVINHO, L. M.; MENDES-FAIA, A. Improvement of mead fermentation by honey must supplementation. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 121, n. 3, p. 405–410, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jib.239>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

PEREIRA, A. P.; MENDES-FERREIRA, A.; OLIVEIRA, J. M.; ESTEVINHO, L. M.; MENDES-FAIA, A. High-cell-density fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* for the optimisation of mead production. **Food Microbiology**, v. 33, p. 114–123, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.006>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

PEREIRA, A. P.; OLIVEIRA, J. M.; MENDES-FERREIRA, A.; ESTEVINHO, L. M.; MENDES-FAIA, A. Mead and Other Fermented Beverages. *In*: LARROCHE, C.; SANROMAN, M.; DU, G.; PANDEY, A. **Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Food and Beverages Industry**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 407–434. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444636669000145>>. Acesso em: 10 jun 2022.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: Editora UFSM, 2018.

PEREIRA, J. R.; DA R. CAMPOS, A. N.; DE OLIVEIRA, F. C.; SILVA, V. R. O.; DAVID, G. F.; DA SILVA, J. G.; NASCIMENTO, W. W. G.; SILVA, M. H. L.; DENADAI, Â. M. L. Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. **Food Bioscience**, v. 36, p. 100644, ago. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212429219303323>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

PIATZ, S. **The complete guide to make mead: the ingredients, equipment, processes, and recipes for crafting honey wine**. 1. ed. Minneapolis: Voyageur Press, 2014. 160 p.

PITA-CALVO, C.; VÁZQUEZ, M. Differences between honeydew and blossom honeys: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 53, p. 79–87, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

RIBEIRO, L. de O.; VIANA, E. de S.; GODOY, R. L. de O.; FREITAS, S. C. de; FREITAS, S. P.; MATTA, V. M. da. Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. **Ciência Rural**, v. 49, n. 4, 2019a. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782019000400752&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782019000400752&tlng=en)>. Acesso em: 09 jun. 2022.

RIBEIRO, L. de O.; VIANA, E. de S.; GODOY, R. L. de O.; FREITAS, S. C. de; FREITAS, S. P.; MATTA, V. M. da. Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. **Ciência Rural**, v. 49, n. 4, 2019b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782019000400752&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782019000400752&tlng=en)>. Acesso em: 09 jun. 2022.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2010. 120 p.

ROLDÁN, A.; MUISWINKEL, G. C. J. van; LASANTA, C.; PALACIOS, V.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v. 126, p. 574–582, 2011. Acesso em: 09 jun. 2022.

SANT'ANA, R. da S.; CARVALHO, C. A. L. de; ODA-SOUZA, M.; SOUZA, B. de A.; DIAS, F. de S. Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region. **Food Chemistry**, v. 327, p. 127041, out. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814620309031>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTOS, M. C.; NUNES, C.; SARAIVA, J. A.; COIMBRA, M. A. Chemical and physical methodologies for the replacement/reduction of sulfur dioxide use during winemaking: review of their potentialities and limitations. **European Food Research and Technology**, v. 234, n. 1, p. 1–12, 8 jan. 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00217-011-1614-6>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SAVIĆ, A.; VELEMIR, A.; PAPUGA, S.; STOJKOVIĆ, M. Influence of blackberry juice addition on mead fermentation and quality. **Foods and Raw Materials**, v. 9, n. 1, p. 146–152, 20 abr. 2021. Disponível em: <<http://jfrm.ru/en/issues/1803/1845/>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SCHIMIDT, F. L.; EFRAIM, P. **Pré-processamento de frutas, hortaliças, café, cacau e cana de açúcar**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SCHRAMM, K. **The complete meadmaker: home production of honey wine from your first batch to award-winning fruit and herb variations**. 1. ed. Boulder: Brewers Publications, 2003. 212 p.

SCHWARZ, L. V.; MARCON, A. R.; DELAMARE, A. P. L.; AGOSTINI, F.; MOURA E SILVA, S.; ECHEVERRIGARAY, S. Aromatic and sensorial characterization of “Moscatto pyments”: an innovative beverage. **Journal of Food Science and Technology**, 28 jan. 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s13197-021-05347-3>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SCHWARZ, L. V.; MARCON, A. R.; DELAMARE, A. P. L.; AGOSTINI, F.; MOURA, S.; ECHEVERRIGARAY, S. Selection of low nitrogen demand yeast strains and their impact on the physicochemical and volatile composition of mead. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 8, p. 2840–2851, 2 ago. 2020. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s13197-020-04316-6>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SERAGLIO, S. K. T.; SILVA, B.; BERGAMO, G.; BRUGNEROTTO, P.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; COSTA, A. C. O. An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. **Food Research International**, v. 119, p. 44–66, maio 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996919300286>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SILVA, A. S. da; SANTANA, L. R. R. de; BISPO, E. D. S.; LOPES, M. V. USE OF UMBU (SPONDIAS TUBEROSA ARR. CAMARA) PULP FOR PREPARATION OF DIET CEREAL BAR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 2, 26 abr. 2018a. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452018000200903&lng=en&tling=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452018000200903&lng=en&tling=en)>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SILVA, S. M. P. C. da; CARVALHO, C. A. L. de; SODRÉ, G. da S.; ESTEVINHO, L. M. Production and characterization of mead from the honey of *Melipona scutellaris* stingless bees. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 124, n. 2, p. 194–200, abr. 2018b. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jib.485>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SILVA, N. L. F. da. **Desenvolvimento do processo fermentativo para produção de aguardente bidestilada de umbu (Spondias tuberosa)**. 2015. Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2015.

SILVA, P. M. da; GAUCHE, C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, v. 196, p. 309–323, abr. 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814615013941>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SILVA, S. M. P. Cavalcante da; CARVALHO, C. A. L. de; SODRÉ, G. da S.; ESTEVINHO, L. M. Production and characterization of mead from the honey of *Melipona scutellaris* stingless bees. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 124, n. 2, p. 194–200, abr. 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jib.485>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SOCHA, R.; PAJAŁ, P.; FORTUNA, T.; BUKSA, K. Phenolic profile and antioxidant activity of Polish meads. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 12, p. 2713–2725, 2 dez. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1004588>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SOUSA-DIAS, M. L.; PAULA, V. B.; DIAS, L. G.; ESTEVINHO, L. M. Mead production using immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae*: Reuse of sodium alginate beads. **Processes**, v. 9, n. 4, p. 724, 20 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-9717/9/4/724>>. Acesso em: 11 jun. 2022.



SOUZA, L. M. R. de; CANUTO, M. F. C. S.; SILVA, D. R. S.; FARIAS, F. P. M.; SANTOS, F. S. dos. Secagem da polpa do umbu (*Spondias tuberosa*) em camada de espuma. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e488101119955, 7 set. 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19955>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1250–1257, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.046>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

STAROWICZ, M.; GRANVOGL, M. Trends in food science & technology an overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. **Trends in Food Science & Technology**, v. 106, p. 402–416, dez. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224420305963>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, n. 3, p. 508–514, 1 jul. 1954. Disponível em: <<https://portlandpress.com/biochemj/article/57/3/508/48750/The-estimation-of-carbohydrates-in-plant-extracts>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ZERAIK, M. L.; QUEIROZ, E. F.; MARCOURT, L.; CICLET, O.; CASTRO-GAMBOA, I.; SILVA, D. H. S.; CUENDET, M.; DA SILVA BOLZANI, V.; WOLFENDER, J.-L. Antioxidants, quinone reductase inducers and acetylcholinesterase inhibitors from *Spondias tuberosa* fruits. **Journal of Functional Foods**, v. 21, p. 396–405, mar. 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464615006131>>. Acesso em: 09 jun. 2022.