

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LETÍCIA TEREZA FERLA

**INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL: ASPECTOS
FERMENTATIVOS, SENSORIAIS E DE FUNCIONALIDADE.**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

LETÍCIA TEREZA FERLA

**INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL: ASPECTOS
FERMENTATIVOS, SENSORIAIS E DE FUNCIONALIDADE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Monique Renon Eller

Coorientadores: Weyder Cristiano Santana

Elizabeth Bárbara Epalanga
Pires

Colaborador: Eduardo Luís Menezes de
Almeida

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F357i
2024 Ferla, Leticia Tereza, 1997-
Ingredientes alternativos na produção de hidromel: aspectos
fermentativos, sensoriais e de funcionalidade / Leticia Tereza
Ferla. – Viçosa, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (82 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Monique Renon Eller.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Tecnologia de Alimentos, 2024.

Referências bibliográficas: f. 58-71.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.428>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Mel. 2. Hidromel - Aditivos. 3. *Baccharis
dracunculifolia*. 4. Fermentação. 5. Nitrogênio. 6.
Antioxidantes. I. Eller, Monique Renon, 1986-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos.
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos. III. Título.


CDD 22. ed. 638.16

LETÍCIA TEREZA FERLA

**INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL:
ASPECTOS FERMENTATIVOS, SENSORIAIS E DE FUNCIONALIDADE.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de fevereiro de 2022:



Leticia Tereza Ferla
Autora



Monique Renon Eller
Orientadora

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser minha fortaleza e meu conforto,

À minha mãe e irmã, por sempre me apoiarem,

Ao meu noivo, por sempre acreditar em mim e estar comigo nessa trajetória,

Aos meus amigos da Bahia e aos amigos que conquistei em Viçosa,

À minha orientadora, por todo cuidado e dedicação,

Aos meus colegas do laboratório, em especial a Elizabeth, por todos os momentos compartilhados,

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, e seus colaboradores, pelo apoio e pela oportunidade de estudo e pesquisa,

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa ofertada durante todo mestrado,

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para estes momentos.

RESUMO

FERLA, Letícia Tereza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2024. **Ingredientes alternativos na produção de hidromel: Aspectos fermentativos, sensoriais e de funcionalidade.** Orientadora: Monique Renon Eller. Coorientador: Weyder Cristiano Santana e Elizabeth Bárbara Epalanga Pires. Colaborador: Eduardo Luís Menezes de Almeida.

Durante a produção de hidromel, o mosto pode ser enriquecido com diferentes ingredientes, como frutas e ervas, conferindo características distintas aos produtos, chamados então de melomeis. Paralelamente, esses ingredientes fornecem nitrogênio e sais minerais, proporcionando nutrientes essenciais para uma fermentação saudável, e podem ser fontes de compostos antioxidantes, aumentando o potencial funcional da bebida, associado à funcionalidade já conhecida, fornecida pelo mel. A inclusão do tamarindo, fruta naturalmente rica em compostos ácidos, contribui para características sensoriais equilibradas, ampliando assim a diversidade e a qualidade do produto final. Este estudo objetivou avaliar o processo fermentativo, as características físico-químicas e o potencial funcional de mostos suplementados com diferentes concentrações de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) e própolis verde, juntamente com a avaliação sensorial de melomeis acrescidos de tamarindo. Inicialmente, hidromeis (sem tamarindo) foram produzidos a partir de mostos de mel a 25 °Brix, contendo metabissulfito de sódio a 150 mg/mL. A suplementação dos mostos foi realizada utilizando concentrações variadas [0,1%, 0,15%, 0,2% (m/v)] de própolis e [1%, 2%, 5%, 7,5%, e 10% (m/v)] de folhas trituradas de alecrim-do-campo, ou ainda utilizando o suplemento fosfato diamônico (DAP) a 0,1% como controle. Embora os mostos com DAP tenham apresentado maior concentração de nitrogênio amino livre, os mostos que foram acrescidos de 7,5% e 10% de alecrim-do-campo levaram a hidromeis com maiores teores de etanol 109,938 e 99,347 g/L, respectivamente. Além disso, as bebidas compostas com concentrações de 1% , 2% e 5% apresentaram capacidade antioxidante igual, estatisticamente, ao trolox (antioxidante químico), evidenciando o potencial desse ingrediente na suplementação dos mostos e na produção de bebidas com alegações de funcionalidade. Além disso, algumas amostras [A(2%); A(5%); P(0,1%); P(0,15%) e P(0,20%)] apresentaram valores excedentes para acidez volátil. A partir desses resultados, foram produzidos melomeis/hidroméis com 5% de tamarindo m/v, com suplementação de DAP; com 2% (m/v) de tamarindo suplementado com 10% (m/v) de alecrim-do-campo; com 0,1% de DAP(sem a adição de outro ingrediente) e com 10% (m/v) de alecrim-do-campo. As bebidas produzidas com tamarindo foram pouco apreciadas pelos consumidores, refletido pelas notas entre “indiferente” e “desgostei ligeiramente” e em relação ao sabor “gostei moderadamente” e “indiferente” quanto ao aroma. Isso possivelmente se deve a acidez proporcionada pela fruta, que não é apreciada pela maior parte do consumidor comum. Os hidromeis produzidos com DAP e exclusivamente com alecrim-do-campo a 10%, por outro lado, receberam os atributos de “indiferente” e “gostei ligeiramente” para o sabor, e para o aroma foram classificados como “gostei ligeiramente a gostei moderadamente”. Essa avaliação enfatiza o benefício do alecrim-do-campo no aprimoramento do processo fermentativo e na qualidade do hidromel, evidenciando-o como um ingrediente potencialmente atraente para o perfil sensorial da bebida.

Palavras-chave: Antioxidantes; *Baccharis dracunculifolia*; Fermentação; Mel; Nitrogênio; Suplementação.

ABSTRACT

FERLA, Letícia Tereza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2024. **Alternative ingredients in mead production: Fermentative, sensory, and functional aspects.** Advisor: Monique Renon Eller. Co-advisors: Weyder Cristiano Santana and Elizabeth Bárbara Epalanga Pires. Collaborator: Eduardo Luís Menezes de Almeida.

During the production of mead, the must can be enriched with different ingredients, such as fruits and herbs, imparting distinct characteristics to the products, which are then called "melomeis". Simultaneously, these ingredients provide nitrogen and mineral salts, supplying essential nutrients for healthy fermentation, and can serve as sources of antioxidant compounds, increasing the functional potential of the beverage, associated with the already known functionality provided by honey. The inclusion of tamarind, a fruit naturally rich in acidic compounds, contributes to balanced sensory characteristics, thereby expanding the diversity and quality of the final product. This study aimed to evaluate the fermentative process, physicochemical characteristics, and functional potential of musts supplemented with different concentrations of *Baccharis dracunculifolia* and green propolis, along with the sensory evaluation of melomeis supplemented with tamarind. Initially, meads (without tamarind) were produced from honey musts at 25 °Brix, containing sodium metabisulfite at 150 mg/mL. The musts were supplemented using varied concentrations [0.1%, 0.15%, 0.2% (w/v)] of propolis and [1%, 2%, 5%, 7.5%, and 10% (w/v)] of crushed *Baccharis dracunculifolia* leaves, or by using diammonium phosphate (DAP) supplement at 0.1% as control. Although the musts with DAP showed higher free amino nitrogen concentrations, the musts supplemented with 7.5% and 10% of *Baccharis dracunculifolia* led to meads with higher ethanol contents 109.938 and 99.347 g/L, respectively. Furthermore, the composite beverages with concentrations of 1%, 2% and 5% showed antioxidant capacity statistically equal to trolox (chemical antioxidant), highlighting the potential of this ingredient in must supplementation and beverage production with functional claims. In addition, some samples [A(2%); A(5%); P(0.1%); P(0.15%); and P(0.20%)] showed excess values for volatile acidity. Based on these results, melomeis/meads were produced with 5% tamarind w/v, supplemented with DAP; with 2% tamarind w/v supplemented with 10% *Baccharis dracunculifolia* w/v; with 0.1% DAP (without the addition of another ingredient); and with 10% *Baccharis dracunculifolia* w/v. The beverages produced with tamarind were poorly appreciated by consumers, reflected by ratings ranging from "indifferent" to "slightly disliked" for taste and "moderately liked" to "indifferent" for aroma. This is possibly due to the acidity provided by the fruit, which is not appreciated by the majority of common consumers. Meads produced with DAP and exclusively with 10% *Baccharis dracunculifolia*, on the other hand, received ratings of "indifferent" and "slightly liked" for taste, and for aroma were classified as "slightly liked to moderately liked". This evaluation emphasizes the benefit of *Baccharis dracunculifolia* in enhancing the fermentative process and quality of mead, highlighting it as a potentially attractive ingredient for the beverage's sensory profile.

Keywords: Antioxidants; *Baccharis dracunculifolia*; Fermentation; Honey; Nitrogen; Supplementation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. Produtos apícolas	11
2.1.1. Mel	12
2.1.2. Própolis Verde	14
2.1.3. Alecrim-do-campo	16
2.2. Hidromel.....	18
2.2.1. Fermentação	21
2.2.2. Fuit mead ou melomel.....	23
2.3. Funcionalidade em bebidas	24
2.3.1. Composto Fenólicos	26
CAPÍTULO 1	28
ALECRIM-DO-CAMPO E PRÓPOLIS VERDE COMO SUPLEMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE HIDROMEIS E MELOMEIS DE TAMARINDO	28
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
2.1. Delineamento experimental.....	29
2.2. Análises físico-químicas e centesimais das matérias-primas	30
2.3. Avaliação da própolis e alecrim-do-campo para suplementos para produção dos hidroméis	31
2.4. Produção e análise sensorial dos hidromeis.....	32
2.5. Métodos analíticos	33
2.6. Avaliação da capacidade de sequestro do radical 2,2-Diphenyl-1- Picrylhydrazyl (DPPH•)	35
2.7. Análise estatística	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
3.1. Caracterização das matérias-primas	36
3.2. Processo fermentativo dos mostos de mel utilizando própolis verde e alecrim-do-campo como suplementos.....	41
3.3. Atividade antioxidante dos hidromeis produzidos com alecrim-do- campo e própolis como suplementos nutricionais	52
3.4. Qualidade e análise sensorial dos hidromeis de alecrim-do-campo e tamarindo	54

4. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
CAPÍTULO 2.....	72
PROCESSO DE PRODUÇÃO DE HIDROMEL DE ALECRIM-DO-CAMPO E PRODUTO DERIVADO DESTE PROCESSO.	72
Campo de invenção	72
Fundamentos da invenção.....	72
REIVINDICAÇÕES	80
3. CONCLUSÕES GERAIS.....	82

1. INTRODUÇÃO GERAL

O mel, própolis, pólen, cera e geleia real são alguns produtos da apicultura (Santos et al., 2009). O mel é o principal produto apícola, possuindo propriedades nutritivas e medicinais. Ele é composto por carboidratos, principalmente glicose e frutose, além de água e, em menor proporção, proteínas, minerais, vitaminas, compostos fenólicos e outros elementos (Pereira, 2009). A própolis, por sua vez, é composta por resina, cera, óleos essenciais, pólen, aminoácidos, compostos bioativos e outros componentes (Mokhtar, 2019). Entre os compostos bioativos presentes na própolis, os compostos fenólicos conferem propriedades funcionais ao produto, incluindo atividade anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante (Przybyłek; Karpiński, 2019). Essas características fazem com que a própolis seja amplamente empregada nas indústrias farmacêutica, alimentícia e cosmética.

No Brasil, o alecrim-do-campo, *Baccharis dracunculifoli*, é a principal fonte botânica utilizada pelas abelhas na produção da própolis verde, sendo comumente encontrada nos estados de Minas Gerais e parte de São Paulo (Rodrigues et al., 2020). Essa planta é reconhecida pelas percepções aromáticas que confere, embora alguns compostos forneçam sabor amargo aos produtos derivados (Rodrigues et al., 2020). O alecrim possui em sua composição diversos compostos fenólicos, estando muitos deles presentes também na própolis verde (Zanela et al., 2021). Sendo assim, a utilização destes ingredientes na produção de bebidas e alimentos poderia aumentar a ingestão de compostos bioativos, além de agregar valor à atividade apícola.

Neste trabalho avaliamos o uso de própolis e alecrim-do-campo como suplementos naturais para a produção de hidromel, uma bebida de alto valor agregado produzida a partir do mosto de mel diluído em água e acrescido de sais e leveduras, podendo ainda conter outros ingredientes (Starowicz; Granvogl, 2022).

O hidromel é produzido e comercializado principalmente em países Africanos, na América do Norte e na Europa (Toussaint, 2009; Fortune business insights, 2022). Na Europa, as vendas de hidromel alcançaram U\$ 183,56 milhões em 2020, sendo previsto um crescimento anual composto de 18,71 % entre 2021 e 2028 (fortune business insights, 2022). Este aumento está principalmente associado ao apelo dos consumidores por produtos funcionais, acarretando a procura por produtos fermentados (Fortune business insights, 2022; Mendes Ferreira et al., 2010).

O hidromel pode ser produzido com diferentes ingredientes, sendo então classificado como *fruit* ou melomel (frutas), *spice* (frutas e especiarias), *herb mead* (ervas), entre outros (Piatz, 2014). A adição de uma ou mais frutas pode equilibrar o sabor adocicado da bebida, melhorando as características sensoriais (Amorim et al., 2018). Além disso, a adição desses ingredientes também proporciona ao mosto nutrientes essenciais para uma fermentação eficiente pela levedura (De Almeida, 2020), uma vez que o mel é deficiente em nitrogênio e sais minerais (Bobis et al., 2020). Sendo assim, neste trabalho avaliamos também o uso de tamarindo, *Tamarindus indica L.*, uma fruta com alta concentração de ácidos (Chimsah; Nyarko; Abubakari, 2020), na produção de melomeis.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adição da própolis verde e do alecrim-do-campo sobre os parâmetros fermentativos, características físico-químicas e de funcionalidade de hidromeis, utilizando o ingrediente de maior potencial fermentativo e funcional para a produção e avaliação sensorial de melomel de tamarindo. Esse projeto foi desenvolvido visando a exploração da biodiversidade nacional de leveduras para o desenvolvimento de novos produtos, um dos objetivos do INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LEVEDURAS: Biodiversidade, preservação e inovações biotecnológicas (CNPq 406564/2022-1).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produtos apícolas

A apicultura é uma atividade agrícola baseada na criação de abelhas para polinização e produção de produtos apícolas (Santos et al., 2009). Tal prática foi introduzida no Brasil em 1839 através da espécie *Apis Mellifera*, no entanto, as atividades relacionadas à apicultura foram intensificadas somente após a imigração dos europeus no país, no final do século XIX (Leite et al., 2021).

Essa atividade é comumente realizada como suplementação da renda para agricultores ou como lazer (Barbosa; Cardoso, 2020; Nunes; Heindrickson, 2019), contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico local. A apicultura necessita de pouca mão de obra (Leite et al., 2021) e baixo investimento, possibilitando ao agricultor a combinação com outras atividades agrícolas (Salatino, 2022; Silva et al., 2020), podendo ser realizada em propriedades de diversos tamanhos no meio rural. Tal prática encontra um ambiente favorável para seu desenvolvimento em todas as regiões brasileiras, se destacando pela capacidade de gerar recursos a partir da biodiversidade local (Casanelles-Abella; Moretti, 2022; DURAZZO et al., 2021; Silva et al., 2020).

As abelhas, ao coletarem o néctar e o pólen de uma variedade de plantas, garantem a produção dos produtos apícolas sem dependerem diretamente de insumos externos (Durazzo et al., 2021; Etxegarai-Legarreta; Sanchez-Famoso, 2022). Isso não apenas fortalece a autonomia da atividade, mas também preserva o equilíbrio ambiental ao estimular a polinização e contribuir para a manutenção da vegetação nativa. Essa independência e capacidade de se sustentar a partir dos recursos naturais disponíveis solidificam a apicultura como uma prática autossustentável (Casanelles-Abella; Moretti, 2022; Etxegarai-Legarreta; Sanchez-Famoso, 2022; Silva et al., 2020).

Vários produtos são obtidos através dessa prática, como geleia real, cera, própolis e mel (Nunes; Heindrickson, 2019; Santos et al., 2009). Estes itens são produzidos para atender às necessidades específicas da colmeia, sendo essenciais para proteção, comunicação, alimentação e outras funções vitais das abelhas (Etxegarai-Legarreta; Sanchez-Famoso, 2022).

Dentre esses produtos, o mel se destaca devido à sua demanda comercial e significativo valor econômico. De acordo com a *Food and Agriculture Organization of*

the United Nations (FAOSTAT), em 2022, o Brasil alcançou a produção de 60,966 mil toneladas de mel, sendo o 9º maior produtor mundial e o 5º maior exportador, com um volume de 36,8591 mil toneladas (FAOSTAT, 2022).

Apesar do aumento de produção do mel, muitos apicultores enfrentam desafios na venda dos produtos provenientes da atividade apícola. Esse problema está diretamente relacionado ao alto custo do mel e ao baixo consumo no país, onde ele é frequentemente comercializado por suas propriedades medicinais (Larcerda, 2021; Paula et al., 2016). Adicionalmente, muitos produtos não atendem aos padrões de qualidade sanitárias exigidos pela legislação brasileira, levando à comercialização por preços abaixo do estabelecido pelo mercado (Lacerda, 2021).

A partir disso, se faz necessário buscar alternativas para agregar valor aos produtos gerados na apicultura, a fim de torná-la um empreendimento mais rentável economicamente. Nesse sentido, a aplicação dos produtos apícolas na indústria alimentícia surge como uma alternativa para agregar valor e fornecer uma nova renda para os apicultores, podendo ser utilizado como matéria-prima para a produção de outros alimentos, como pães, bolos ou na produção de bebidas, como o hidromel.

2.1.1. Mel

Segundo a Instrução Normativa 11, de 2000, o mel é o “produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções adocicadas procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias e deixam maturar nos favos da colmeia.” (Brasil, 2000, p.1).

Os componentes predominantes no mel são frutose, glicose e água, sendo encontrados em maiores proporções. Outros constituintes, como proteínas, enzimas, vitaminas, minerais, pigmentos, compostos fenólicos e voláteis, estão presentes em quantidades menores. No entanto, esses elementos em menor quantidade desempenham um papel crucial nas propriedades nutricionais e sensoriais do produto (De-Melo et al., 2018; Silva et al., 2016). Diversos fatores, como clima, espécie botânica (floração), tipo de abelha, presença de insetos, região, estação, processamento e armazenamento podem influenciar a composição e, conseqüentemente, as características do mel (Araújo et al., 2020; Silva et al., 2016).

Dessa maneira, é essencial aderir aos parâmetros estabelecidos pela legislação, IN 11/2000, para garantir a autenticidade e a qualidade do mel. Isso envolve a avaliação de parâmetros físico-químicos, como glicose, frutose, sacarose, teor de água, sólidos insolúveis em água, cinzas, acidez, pH, condutividade elétrica, cor, teor de HMF, atividade diastática, bem como características microbiológicas e sensoriais (Da Silva et al., 2020; Brasil, 2000).

O mel é um produto higroscópico, com baixo pH e alta concentração de sólidos solúveis, o que dificulta a proliferação dos microrganismos (Viuda-MARTOS et al., 2008) sendo, portanto, um produto considerado microbiologicamente estável em sua forma original. Entretanto, o mel apresenta uma grande diversidade microbiana (Silva et al., 2020), proveniente do manuseio do produto ou das secreções digestivas das abelhas, presentes no néctar das flores ou no pólen que as abelhas utilizam como alimento (Galhardo et al., 2020; Saha, 2018). Ademais, elevadas concentrações de microrganismos podem indicar colheita precoce, onde o mel oferece condições ideais de sobrevivência desses organismos (Galhardo et al., 2020).

Por vários séculos, o mel foi utilizado como adoçante e fonte de energia para humanos e animais (De-Melo et al., 2018). Seu uso e consumo está associado também a características de funcionalidade, sendo aplicado no tratamento de osteoporose (Yudaniayanti et al., 2019), insônia (Azman et al., 2022) e outras doenças, além de ser utilizado como cicatrizante (Fakhlai et al., 2020; Saputri et al., 2022). O mel possui características fitoterápicas, tendo ação antioxidante (Dzugan et al., 2020), antimicrobiana, antiproliferativa, anticancerígena (Escuredo; Seijo, 2022; Sun et al., 2020), anti-inflamatória (Silva et al., 2021), dentre outros. Estas características são influenciadas pela presença dos compostos fenólicos e flavonoides, além da alta concentração de carboidratos no produto (Sun et al., 2020; Viuda-Martos et al., 2008).

A produção do mel no Brasil registrou um crescimento significativo, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em 2021, a produção atingiu 55.678.534 quilogramas (IBGE, 2021), e em 2022, estabeleceu-se um novo recorde, atingindo 60.966.305 quilogramas (IBGE, 2022). Esse aumento representou cerca de 9,5% de crescimento em relação ao ano anterior, indicando uma tendência crescente na produção de mel no país. No entanto, apesar da qualidade e variedade do mel encontrado no Brasil, o consumo *per capita* interno do produto *in natura* é

consideravelmente baixo, quando comparado com outros países (Vidal, 2021; Ximenes; Vidal, 2023). Em 2020, o Brasil registrou um consumo de apenas 10 gramas de mel por pessoa/ano, em contraste com o Paraguai, que atingiu um consumo de 240 gramas/pessoa/ano (Ximenes; Vidal, 2023).

O baixo consumo de mel no Brasil é influenciado por diversos fatores. A limitada divulgação, especialmente para produtos de pequenos apicultores, contribui para a baixa visibilidade (Vidal, 2021). Além disso, a falta de conhecimento sobre os benefícios do consumo de mel, a preferência cultural pelo açúcar como principal adoçante e o custo relativamente mais alto do mel em comparação com alternativas como açúcar e melado contribuem para o consumo limitado. Estratégias de educação alimentar e promoção consciente dos benefícios do mel podem ser essenciais para modificar esses padrões de consumo.

Devido às suas características de sabor e aroma, bem como à extensa variedade disponível no Brasil, o mel tem sido amplamente utilizado como ingrediente na produção de diversos alimentos e bebidas (De Oliveira et al., 2020). Sua aplicação estende-se a bolos, cereais, pães, entre outros produtos, destacando-se ainda como ingrediente principal na produção do hidromel (Starowicz; Granvogl, 2020).

2.1.2. Própolis Verde

A própolis verde, também conhecida como própolis brasileira, é produzida pelas abelhas para vedar as frestas na colônia, sendo obtida a partir da atividade apícola. Este componente é produzido por abelhas através da união de resinas originadas de secreções em brotos, galhos e feridas de várias espécies de plantas, como pinheiro e bétula (Zheng et al., 2017), acrescidas com enzimas salivares e cera (Wollenweber et al., 1990). Devido a estas características, a própolis também é chamada de cola de abelha, sendo uma substância com coloração castanha esverdeada e lipofílica (Anjum et al., 2019). Este produto também tem a função de proteger as colmeias contra microrganismos patógenos, através das características antimicrobianas, além de apresentar propriedades selantes (Anjum et al., 2019; Wollenweber et al., 1990).

De acordo com a legislação brasileira, especificamente a IN 03/2001, a própolis deve atender a determinados padrões sensoriais e físico-químicos para ser considerada adequada para consumo. Esses padrões incluem parâmetros como teor de umidade, cinzas, cera, compostos fenólicos, entre outros (BRASIL, 2001).

A composição da própolis é complexa, abrangendo mais de 420 substâncias que variam de acordo com a região, as plantas de origem e a época de coleta (Moise; Bobis, 2020). Resina, cera, óleos essenciais, pólen, minerais, compostos fenólicos e outros compostos orgânicos são comumente encontrados na maioria das amostras de própolis (Drescher et al., 2017; Gómez-Caravaca et al., 2006; Vargas et al., 2020; Viuda-Martos et al., 2008).

A partir da diversidade em sua composição química, a própolis possui diferentes propriedades medicinais e terapêuticas, com ação antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, dentre outras (Irigoiti et al., 2021; Przybyłek; Karpiński, 2019; Sforcin, 2016; Wollenweber et al., 1990; Drescher et al., 2017). Essas características benéficas são principalmente atribuídas à presença de compostos fenólicos e terpenoides na própolis (Drescher et al., 2017; Irigoiti et al., 2021). Por isso, há cerca de 300 a.C a própolis já era utilizada como medicamento (Wagh, 2013).

Por conta das propriedades presentes na própolis, esta matéria-prima é utilizada em diversas áreas, incluindo a indústria farmacêutica, alimentícia e cosmética. Ela exerce um papel significativo na produção e conservação de alimentos funcionais (Irigoiti et al., 2021), shampoos e uma variedade de outros produtos (Kasote et al., 2019).

A própolis também tem sido aplicada na produção de bebidas, conferindo diversas propriedades aos produtos, como ação antimicrobiana e enriquecimento com compostos bioativos (Irigoiti et al., 2021). Estudos sobre a aplicação da própolis microencapsulada na produção de bebida probiótica não láctica revelam seu potencial para benefícios à saúde. No entanto, é necessário realizar mais pesquisas para aprimorar as características sensoriais do produto (Ferreira et al., 2023).

Outras aplicações de própolis incluem seu uso como conservante para o leite, conforme investigado por El-deeb (2017). Diferentes concentrações de extrato de própolis foram testadas, e a concentração de 2% mostrou melhorias na qualidade e segurança do leite, destacando-se como um conservante natural potencial. O potencial antimicrobiano também foi destacado por Thamnopoulos et al. (2018) que identificaram um possível efeito redutor da atividade antilisterial contra a *Listeria monocytogenes* pela adição do extrato durante o armazenamento ideal do leite, embora as avaliações sensoriais tenham obtido escores médios.

O extrato aquoso de própolis também foi explorado na produção de refrigerantes de laranja não carbonatados (Vasilaki et al., 2019). Essa aplicação resultou no aumento da atividade antioxidante e na concentração de compostos fenólicos, permitindo a conservação da bebida em temperatura ambiente. No entanto, a caracterização sensorial da bebida ainda não foi abordada. Em um estudo de Lopes et al. (2021), a adição de extrato aquoso de própolis em suco de frutas vermelhas proporcionou aumento na atividade antioxidante, teor de compostos fenólicos e flavonoides, alcançando 64,75% de intenção de compra pelos consumidores. Outro estudo investigou a influência do extrato etanólico de própolis na produção de cerveja *golden ale*, evidenciando aumento no teor de compostos fenólicos e flavonoides, bem como na atividade antioxidante, sem alterar as características físico-químicas do produto (Ulloa et al., 2017).

Embora a própolis ofereça benefícios, sua aplicação em produtos alimentares é desafiadora devido às mudanças sensoriais que pode causar, incluindo alterações no odor e sabor dos alimentos (Ferreira et al., 2023; Pobiega; Kraśniewska; Gniewosz, 2019). Abordar essas questões requer estudos tecnológicos adicionais (Irigoiti et al., 2021).

A adição da própolis verde não apenas influencia nas características sensoriais dos produtos, mas também resulta no aumento de seus custos. A matéria-prima tem se consolidado no mercado internacional devido aos diversos efeitos benéficos proporcionados pelo seu uso, sendo evidente em vários setores industriais, resultando no encarecimento da própolis (De Oliveira et al., 2022; Irigoiti et al., 2021). De acordo com análises realizadas por De Oliveira et al. (2022), o preço da própolis bruta varia conforme o país de venda, situando-se entre US\$ 26,42 e US\$ 499,30, com um preço intermediário de US\$ 114,75 por quilo. Dados apresentados pela *Mordor Intelligence* (2023) indicam perspectivas de que o mercado atinja 881,96 milhões de dólares com a venda de própolis até 2028, registrando uma taxa de crescimento de 5,48% entre 2023 e 2028.

2.1.3. Alecrim-do-campo

O Alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) também conhecido como “vassourinha” ou “alecrim de vassoura” é a principal fonte botânica para a produção da própolis verde, proporcionando várias características químicas e funcionais

semelhantes para o produto (Bonin et al., 2020 ; Lemos et al., 2007; Rodrigues et al., 2020). Esta planta é encontrada principalmente na região sul do Brasil, bem como em outros países da América Latina, como Argentina e Bolívia (Moise; Bobis, 2020).

A *B. dracunculifolia* é composta por uma variedade de compostos fenólicos, sendo relatados em alguns estudos a presença de ácidos fenólicos (ácido ferúlico, artepilina C, ácido cafeico, ácido p-cumárico), terpenos (baccarina, germacreno-D, espatulenol, limoneno, β -cariofileno, trans-cariofileno, nerolidol) e flavonoides (kaempferol, catequina, rutina, pinocembrina, risina, naringenina, apigenina, betuletol, aromadendrina-4'-O-éter metílico) (Bonin et al., 2020; Iurckevicz et al., 2021; Minteguiaga et al., 2021; Moise; Bobis, 2020). No entanto, a concentração e a presença destes compostos são influenciadas pela época e local de colheita, bem como pela etapa de desenvolvimento da planta (Boix et al., 2010; Minteguiaga et al., 2021).

Através destas características, o alecrim-do-campo possui propriedades antimicrobianas (Bonin et al., 2020; Cazella et al., 2019; Iurckevicz et al., 2021; Veiga, et al., 2017), antioxidantes (Veiga et al., 2017; Zanela et al., 2021;), imunoestimulatório e anti-inflamatória (Bonin et al., 2020; Moise; Bobis, 2020). A partir destas propriedades, o alecrim-do-campo é bastante utilizado pela medicina alternativa no tratamento e prevenção de diversas doenças (Lemos et al., 2007), como gastrointestinais e hepáticas (Minteguiaga et al., 2021).

A *Baccharis dracunculifolia* tem ganhado destaque na indústria farmacêutica, sendo amplamente empregada na produção de cosméticos e medicamentos. As propriedades benéficas da planta também têm despertado interesse na indústria alimentícia, onde é testada e utilizada como aditivo alimentar (Bonin et al., 2020). No contexto da produção de alimentos, o alecrim-do-campo pode contribuir para aprimorar as propriedades aromáticas dos produtos (Rodrigues et al., 2020). No entanto, é importante destacar que há relatos de desaprovação em relação ao sabor, com a presença de características amargas nos produtos (Ritter et al., 2022).

Zanela et al. (2021) observaram resultados positivos ao utilizar o alecrim-do-campo em pó na produção de filmes biodegradáveis com antioxidante natural. Diversas matrizes alimentares foram testadas, incluindo alimentos hidrofílicos, ácidos e hidrofóbicos, com sucesso na maioria delas, exceto nos alimentos ácidos. Além disso, foi observado um aumento proporcional da atividade antioxidante com o aumento das

concentrações aplicadas. Casagrande et al. (2021) também empregaram o pó de *B. dracunculifolia* na fabricação de filmes biodegradáveis. Nesse estudo, foram identificadas alterações nas propriedades mecânicas e características dos filmes, resultando em um aumento na opacidade. Além disso, foi confirmada a ação bactericida contra os patógenos *Escherichia coli* e *Salmonella enterica* subsp *enterica*.

Esta planta também foi estudada por sua atividade antimicrobiana em alimentos. O óleo e o extrato hidroalcolólico do alecrim-do-campo foram aplicados, resultando em alta atividade antibacteriana, embora nenhuma atividade antifúngica tenha sido observada. O óleo essencial se destacou ao inibir 19 cepas de bactérias gram-positivas testadas, incluindo *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Listeria seeligeri*, entre outras, demonstrando ser uma fonte potencial de antimicrobianos em matrizes alimentares (Timbe et al., 2021). Além disso, o alecrim-do-campo é empregado na reconstituição de solos empobrecidos e com características ácidas (Moise; Bobis, 2020).

Apesar da variedade de estudos encontrados na literatura, não há relatos sobre a caracterização físico-química da *Baccharis dracunculifolia*, assim como não existe legislação específica que estabeleça parâmetros físico-químicos relacionados à planta. Nesse contexto, é necessário realizar mais estudos sobre as características físico-químicas e o efeito da aplicação dessa matéria-prima na produção de alimentos.

2.2. Hidromel

O hidromel é uma das bebidas mais antigas do mundo. A sua origem não é bem definida, no entanto, alguns estudos relatam que a bebida surgiu na África, sendo difundida até a Europa (Schwarz et al., 2020). Por volta de 7.000 a.C , foram encontrados resquícios de uma mistura contendo mel, arroz e frutas em vasos de cerâmicas localizados na China, evidenciando a elaboração do hidromel segundo Mcgovern , Hall e Mirzoian (2013). Estudos indicam que o hidromel era a bebida favorita dos povos nórdicos, o que tem impulsionado sua popularização através das histórias vikings. A bebida também era muito consumida em datas festivas, sendo produzida de forma rudimentar (Júnior; Canaver; Bassan, 2017). Atualmente, o hidromel é muito popular nos países europeus e africanos (Schwarz et al., 2021). Por

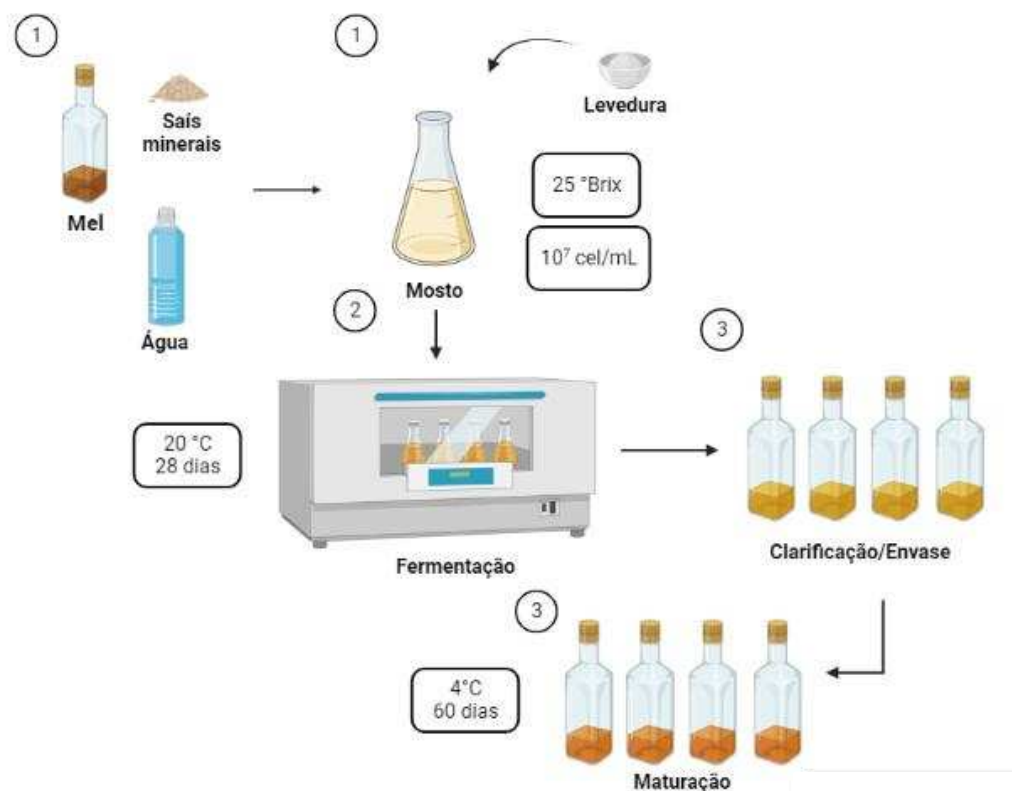
outro lado, em alguns países, como o Brasil, esta bebida fermentada ainda é pouco conhecida e estudada.

Segundo o Decreto nº 6.871/2009, “o hidromel é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável.” (Brasil, 2009, p.13). A Instrução Normativa nº34 de 29 de novembro de 2012 estabelece os padrões de identidade e qualidade dos hidromeis produzidos no Brasil. De acordo com a normativa, hidromeis suaves são aquelas com teor de açúcares superiores a 3 g/L, enquanto os demais são classificados como secos (Brasil, 2012). A IN também preconiza os parâmetros para acidez total, fixa e volátil, anidrido sulfuroso, cinzas, cloretos totais e extrato seco reduzido (Brasil, 2012).

Os compostos voláteis são essenciais para as propriedades sensoriais da bebida, e sua composição é derivada da matéria-prima utilizada e, principalmente, das transformações que ocorrem durante o processo de fermentação. Para isso, é necessário que o mosto seja produzido com os nutrientes necessários ao metabolismo da levedura, a fim de evitar uma fermentação falha ou prolongada (Schwarz et al., 2021).

O processo de produção do hidromel não é bem definido, e em sua maioria é realizado de forma artesanal, dificultando a padronização do produto (Gomes et al., 2013). Em geral, é composto por três etapas principais (Figura 1): pré fermentativa, na qual ocorre a preparação do mosto com a diluição do mel, adição dos ingredientes principais (sais minerais) e secundários e, se necessário, tratamentos para controle de microrganismos; etapa fermentativa, composta pela inoculação da levedura (quando ocorre) e conversão de açúcares fermentescíveis em etanol e dióxido de carbono; e a etapa pós fermentativa, onde a bebida pode ser submetida a processos como maturação, clarificação, tratamento térmico, carbonatação e envase (Júnior et al., 2020). As características da bebida variam de acordo com a qualidade físico-química e microbiológica das matérias primas utilizadas (Couto; Coqueiro, 2022), fonte botânica e idade do mel, características dos demais ingredientes, cepas de leveduras utilizadas, suplementação, pH, temperatura e tempo de fermentação, além das etapas de processamento pós-fermentação aplicadas (Ramalhosa et al., 2011; Simão, 2022).

Figura 1 – Etapas do processo de produção do hidromel em bancada.



Fonte: A autora, 2024.

Como principal matéria-prima, o mel é o ingrediente que fornece os açúcares necessários para a fermentação. No entanto, ele pode ser deficiente em minerais, vitaminas e proteínas (Pereira et al., 2014). A limitação desses nutrientes prejudica a fermentação, causando falhas fermentativas e, ou, modificando as características da bebida produzida. A partir disso, a suplementação do mosto com diferentes fontes de nutrientes pode ser uma decisão estratégica na viabilização da bebida. Desta forma, a suplementação do hidromel tem sido objeto de diversos estudos, que exploram a adição de diferentes compostos, tanto químicos quanto naturais, para melhorar suas características. Alguns exemplos incluem a utilização de fosfato diamônico (De Almeida et al., 2020; Ferla et al., 2024) e sulfato de amônio (De Almeida et al., 2020), feijão-caupi (Araújo et al., 2020), farelo de arroz e soja (Araújo et al., 2022), entre outros. A inclusão desses ingredientes adicionais pode afetar tanto as propriedades químicas quanto sensoriais dos produtos, potencialmente aumentando sua aceitação pelo consumidor e impulsionando a demanda pelo hidromel (Simão, 2022). Estas características também foram observadas por Hernandez, Serrato e Quicazan (2015) em um estudo que avaliou a influência de diferentes fontes de nitrogênio e leveduras comerciais no processo fermentativo, rendimento de etanol e aceitação sensorial. Os

resultados indicaram que a diversificação dos ingredientes aplicados para a suplementação impactou todos os parâmetros da bebida.

Araújo et al. (2022) também observaram variações nas características dos hidroméis produzidos com diferentes suplementos de nitrogênio. A adição de farelo de arroz resultou em hidroméis com maiores concentrações de células durante o processo fermentativo, além de um aumento no consumo de açúcares e na produção de etanol. Por outro lado, os hidroméis produzidos com farelo de soja e aditivo sintético apresentaram teores mais elevados de glicerol. Esses achados demonstram a influência significativa dos suplementos durante o processo fermentativo e sugerem que a utilização de suplementos naturais pode ser uma estratégia promissora para aprimorar as características dos hidroméis.

Neste contexto, a realização de pesquisas é fundamental para impulsionar a inovação na produção e diversificação de hidroméis. Isso não apenas aumenta o conhecimento sobre esta bebida, mas também contribui para sua popularidade e consumo em todo o país.

2.2.1. Fermentação

Na etapa fermentativa do hidromel, ocorre a metabolização dos açúcares presentes no mosto, sendo convertidos em etanol e dióxido de carbono. Além disso, durante esse processo são produzidos metabólitos secundários que contribuem significativamente para as características sensoriais da bebida, como aroma e sabor (Vatti, 2020; Schwarz et al., 2020).

O processo fermentativo do hidromel é geralmente mais lento em comparação com outras bebidas, devido à alta pressão osmótica causada pela concentração inicial de açúcares no mosto (Chitarrini et al., 2020; Iglesias et al., 2014). Além disso, o déficit de nutrientes, como nitrogênio e minerais, fornecidos pelo mel também pode prejudicar a fermentação (De Almeida et al., 2020).

Outros fatores que podem afetar negativamente a etapa fermentativa incluem o excesso de álcool produzido, bem como temperaturas e pH inadequados, que podem levar ao estresse das leveduras e prejudicar o metabolismo celular. Para contornar essas condições adversas do mosto do mel, são necessárias estratégias adequadas ao longo do processo fermentativo, a fim de evitar problemas durante a fermentação. Deste modo, é crucial a seleção cuidadosa de leveduras capazes de suportar essas

condições adversas fornecidas pelo mosto, a fim de obter sucesso na fermentação do hidromel (Iglesias et al., 2014; Ramalhosa et al., 2011; Pereira et al., 2009; Simão, 2022).

Vários estudos relatam a utilização da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidroméis (Wanderley et al., 2021; Ramalhosa et al., 2011). A seleção cuidadosa da cepa de levedura utilizada em cada processo é crucial para determinar as características finais da bebida, uma vez que diferentes cepas podem resultar em variações significativas nas concentrações de etanol, bem como na composição dos compostos voláteis que influenciam o aroma e sabor do hidromel (Chitarrini et al., 2020; Ferla et al., 2024; Simão et al., 2022). A partir disso, para a produção de hidroméis, é crucial que as leveduras demonstrem resistência a altas concentrações de etanol e sejam capazes de fermentar de forma eficiente em ambientes com elevada pressão osmótica. Além disso, é desejável que apresentem baixa exigência nutricional, o que minimiza a necessidade de altas concentrações de suplementos adicionais (Chitarrini et al., 2020; Simão et al., 2022).

Silva (2016) isolou diversas cepas de leveduras de abelhas, sendo a levedura JP14 notável pelo seu alto rendimento de etanol. Esta cepa de *Saccharomyces cerevisiae* foi obtida do pólen apícola da abelha jataí, *Tetragonisca angustula*, e demonstrou resistência a altas concentrações de etanol e glicose. Além disso, estas leveduras exibem maior eficiência em meio ácido e maior crescimento celular em meio básico. Ademais, a atividade da levedura não é comprometida pela variação de temperatura, demonstrando desempenho estável em uma faixa entre 10°C e 30°C. No entanto, o maior rendimento de etanol foi observado quando inoculada a 10°C e 15°C.

De Almeida et al. (2020) testaram diferentes suplementos comerciais [fosfato diamônico (DAP) e sulfato de amônio (AS)] e concentrações, na produção de hidromel com a *Saccharomyces cerevisiae* "JP14". Os autores observaram maior eficiência na conversão de açúcares em etanol nos mostos suplementados, destacando-se os mostos acrescidos por DAP a 1 g/L⁻¹, comprovando a necessidade de suplementação para um processo fermentativo eficiente.

Outro estudo realizado por Prestianni et al. (2022) avaliaram o comportamento fermentativo de leveduras isoladas de sub produtos do mel [*Saccharomyces cerevisiae* (SPF21) e *Hanseniaspora uvarum* (YGA36)], tendo como controle a levedura comercial [*Saccharomyces cerevisiae* (EC1118)]. Os autores observaram

diferentes resultados para a composição química e para os parâmetros sensoriais. As bebidas produzidas com *H. uvarum* apresentaram características de doçura, enquanto os outros hidroméis foram classificados como secos. Esses resultados evidenciam a variação das características do hidromel decorrente da aplicação de diferentes espécies de leveduras em sua produção.

Deste modo, é perceptível a necessidade de ajustar vários parâmetros para garantir uma fermentação adequada, sendo crucial realizar mais estudos que investiguem esses parâmetros, fornecendo a padronização e otimização do processo produtivo do hidromel, que ainda é bastante rudimentar no Brasil.

2.2.2. Fuit mead ou melomel

O melomel é uma variante do hidromel obtida através da fermentação do mosto de mel, enriquecido com uma ou mais frutas, podendo ser incorporadas na forma de suco, polpa ou pedaços (Gupta; Sharma, 2009). A adição desses ingredientes frutados confere características sensoriais distintas e atribui propriedades químicas singulares ao produto. Essa prática não apenas diversifica a qualidade sensorial dos hidroméis, mas também beneficia o processo fermentativo, ao fornecer nutrientes adicionais para as leveduras (Simão, 2022).

A produção de melomeis tem explorado uma variedade de frutas, como morango (Anjos et al., 2020), acerola (Amorim et al., 2018), banana (Mamauag, 2022), sementes de uva (Kawa-Rygielska et al., 2019), entre outros ingredientes, com objetivo de diversificar suas características sensoriais e físico-químicas. Além disso, essa abordagem pode beneficiar o processo fermentativo por meio da suplementação e adição de compostos bioativos.

A adição de frutas com sabor ácido, por exemplo, apresenta-se como uma escolha interessante, promovendo a redução da doçura proveniente do mel, componente essencial na elaboração do hidromel. Neste contexto, o tamarindo (*Tamarindus indica* L.) torna-se uma opção atrativa para formulações de melomeis.

O tamarindo, fruta tropical reconhecida por seu sabor agri-doce, destaca-se pela predominância do sabor ácido (Lima et al., 2020). Composta por carboidratos, proteínas, fibras e diversos minerais, incluindo cálcio, potássio, fósforo, magnésio e ferro (Ferreira, 2018), a fruta é particularmente rica em vitamina C, ácidos e substâncias fenólicas (Amorim et al., 2018), obtendo propriedades antimicrobianas e

anticancerígena (Devi; Boruah, 2020). Esses elementos conferem propriedades antioxidantes ao tamarindo, potencializando suas características bioativas. Entre os ácidos presentes, destacam-se o tartárico, málico e cítrico, principais compostos químicos responsáveis pelo aroma e sabor distinto da fruta (Palomares, 2009).

Diante dessas características, torna-se viável explorar a aplicação de diferentes ingredientes na produção do hidromel, visando contribuir para a variabilidade das características sensoriais, físico-químicas e funcionais do produto final.

2.3. Funcionalidade em bebidas

Os produtos funcionais surgiram no Japão na década de 1980, a partir do qual se ampliou o conhecimento para todos os continentes. No entanto, não existe uma única definição para produtos funcionais (Adadi et al.,2019). O alimento pode ser considerado funcional quando o papel fundamental do produto não se restringi em nutrir o organismo, mas também, proporcionar saúde e bem-estar aos consumidores (Gok; Ulu, 2019).

No Brasil, a legislação não estabelece uma definição para esses produtos, porém, a alegação de propriedades funcionais possui definição e orientação sobre o registro dos produtos. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1999), a alegação de propriedade funcional se refere “Ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano.” (Brasil,1999,p.2).

A sociedade, de maneira geral, tem adotado hábitos alimentares prejudiciais, o que tem contribuído para o aumento dos índices de doenças crônicas relacionadas à alimentação, como diabetes, obesidade, doenças cardíacas e câncer (Karasawa; Mohan, 2018). Diante disso, os consumidores passaram a buscar produtos que não apenas forneçam nutrição básica, mas também beneficiem a saúde (Konstantinidi; Koutelidakis, 2019).

Os produtos alimentícios que oferecem propriedades funcionais muitas vezes contêm elementos como fibras, vitaminas, minerais, ácidos graxos, prebióticos, probióticos, fitoquímicos, enzimas e antioxidantes (Ashaolu, 2019; Fernandes et al., 2021). Esses compostos ativos podem ocorrer naturalmente no produto ou ser adicionados posteriormente (Ashaolu, 2019). A funcionalidade do produto pode ser alcançada através da substituição ou eliminação de compostos prejudiciais à saúde,

bem como pela promoção da biodisponibilidade de alguns elementos e pela adição de ingredientes como microrganismos e antioxidantes (Baptista, 2013).

No entanto, a aplicação de compostos ativos em alimentos exige cuidados e estudos prévios, pois os ingredientes podem interagir de forma a comprometer a eficácia e biodisponibilidade dos compostos, seja por oxidação, precipitação ou degradação dos elementos (Birch; Bonwick, 2019; Nazir et al., 2019). Além disso, a dosagem inadequada dos ingredientes funcionais pode resultar na indisponibilidade dos compostos (Nazir et al., 2019).

No contexto dos alimentos, as propriedades funcionais podem ser encontradas em uma variedade de produtos, incluindo produtos lácteos, produtos de panificação, bebidas e outros (Corbo et al., 2014). Nesse sentido, as bebidas se destacam como produtos práticos para o consumo, permitindo o armazenamento e transporte, além de proporcionar a adição de diversos ingredientes nutritivos e bioativos (Corbo et al., 2014; Fernandes et al., 2021). As bebidas funcionais, por sua vez, podem ser elaboradas a partir de diversas matérias-primas e são classificadas como misturas de sucos antioxidantes, bebidas energéticas, bebidas esportivas, água com vitaminas, bebidas à base de chá, proteína do leite ou soja (Nazir et al., 2019; Wootton-Beard; Ryan, 2011). Segundo a *Future Market Insights* (2023), a perspectiva de mercado para bebidas funcionais no mundo é de um CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) de 5,4% entre 2023 a 2033, superando o valor de US\$ 277.744 milhões.

Dentre as propriedades funcionais, os antioxidantes se destacam pela prevenção de várias doenças cardiovasculares, do sistema nervoso e pelo fortalecimento do sistema imunológico (Baptista, 2013). As propriedades antioxidantes possibilitam a inibição ou retardam a oxidação ocasionada pelos radicais livres, evitando danos às células (Abeyrathne et al., 2021). Compostos com essas propriedades são comumente encontrados em frutas e vegetais, como por exemplo os compostos fenólicos, carotenoides, flavonoides, antocianinas, entre outros (Cömert et al., 2020).

Algumas pesquisas têm relatado a presença desses compostos relacionadas a capacidade antioxidante em hidromeis. Fu et al. (2023) avaliariam as propriedades físico-químicas, sensoriais e a capacidade antioxidante de bebidas produzidas por *Saccharomyces cerevisiae* G10 e *Lactobacillus paracasei* M-8R. Os autores observaram maior atividade nos hidromeis compostos pela cultura mista, encontrando a maior quantidade de compostos químicos ligados as propriedades antioxidante.

Neste contexto, Forte et al. (2022) avaliaram a influência do envelhecimento do hidromel em barris de carvalho em vários níveis de torrefação. Os autores observaram que após 360 dias de envelhecimento dos hidromeis, o teor de compostos fenólicos aumentou, gerando maior capacidade antioxidante nas bebidas.

Aleksandar et al. (2020) avaliaram a variação da composição química, capacidade antioxidante e do processo fermentativo a partir da adição de suco de amora na produção de hidromeis. Os pesquisadores observaram um aumento significativo dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante nos mostos com a adição do suco, em comparação com os hidroméis que não receberam esse adicional de ingredientes.

Através dos estudos, torna-se evidente que a funcionalidade da bebida é influenciada por diversos fatores, incluindo os ingredientes utilizados, os processos produtivos empregados, assim como as leveduras e aditivos adicionados ao processo (Fu et al., 2023). Diante dessa constatação, e considerando a crescente demanda por produtos benéficos à saúde, o desenvolvimento de bebidas funcionais emerge como um campo de estudo com grande potencial. Isso possibilita a incorporação de novos ingredientes ricos em compostos bioativos, oferecendo uma ampla variedade de produtos aos consumidores (Nazir et al., 2019).

2.3.1. Composto Fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários essenciais para os seus produtores, contribuindo para o crescimento e proteção contra infecções (Kähkönen, 1999). Além disso, eles desempenham um papel importante nas características sensoriais dos produtos, como sabor e cor. Esses compostos são divididos em vários subgrupos, incluindo ácidos fenólicos (hidroxibenzóicos, hidroxicinâmicos) e flavonoides (catequinas, proantocianidinas, antocianinas, isoflavonas, antocianidinas, flavonóis, flavonas, flavanonas), taninos, estilbenos, entre outros (Singh et al., 2017). A classificação desses subgrupos é baseada na estrutura química dos compostos, determinada pela presença de grupos hidroxila fenólicos conectados a elementos ligados ao anel aromático (Balasundram; Sundram; Samman, 2006).

Esses compostos são encontrados em uma variedade de fontes, como plantas, vegetais, folhas, oleaginosas, cascas, produtos apícolas e várias frutas (Kähkönen, 1999; Alvarez-Suarez; Giampieri; Battino, 2013). Consequentemente, estão presentes em diversos produtos, como vinhos, chás, hidromel, entre outros (Abe et al., 2007). O

hidromel, por exemplo, é uma bebida fermentada que contém diversos compostos fenólicos, provenientes principalmente da adição de mel e outros ingredientes que conferem potencial funcional ao produto (Starowicz; Granvogl, 2020).

Estudos relatam que os compostos fenólicos possuem várias propriedades bioativas, como ação antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, e antienvhecimento, proporcionando benefícios à saúde humana. Devido a essas características, esses compostos são amplamente utilizados na produção de alimentos, contribuindo para aumentar a vida útil dos produtos, prevenir a degradação dos compostos e fornecer propriedades funcionais aos alimentos (Pinto; Vilela, 2021).

CAPÍTULO 1

ALECRIM-DO-CAMPO E PRÓPOLIS VERDE COMO SUPLEMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE HIDROMEIS E MELOMEIS DE TAMARINDO

1. INTRODUÇÃO

Hidromel é uma bebida alcoólica produzida através da fermentação do mel por leveduras (FERLA et al., 2024; PRESTIANNI et al., 2022). O mel é composto principalmente de água e carboidratos, como frutose e glicose, junto com água. Em concentrações mais baixas, contém proteínas, composto fenólicos, vitaminas e minerais (YOUNG; BLUNDELL, 2023). Durante a fase fermentativa, a garantia do nitrogênio é essencial, muitas vezes conseguida por meio de aditivos comerciais como o fosfato diamônico (ALMEIDA et al., 2020; DE ALMEIDA et al., 2022; Ferla et al., 2024). Alternativamente, a suplementação pode ser realizada incorporando frutas, especiarias e ervas (ARAÚJO et al., 2022; QUEIROZ et al., 2023). A suplementação de mosto usando esses ingredientes não apenas evita falhas de fermentação relacionadas a nutrientes, mas também introduz uma variabilidade de produtos químicos e características sensoriais ao hidromel (KAWA-RYGIELSKA et al., 2019; MILIJAŠ et al., 2023), resultando em variações específicas como *pyment* (uva ou suco de uva), *metheglin* (ervas e/ou especiarias), melomel (frutas), *cyser* (maçã, suco de maçã ou cidra), *braggot* (cevada) (SCHRAMM, 2003; SIMÃO et al., 2023).

Estudos demonstraram propriedades antioxidantes aumentadas em hidromel enriquecido com ervas, especiarias e frutas, característica relacionada principalmente ao aumento das concentrações de compostos fenólicos nessas bebidas. Nesse contexto, relatos da literatura destacaram propriedades bióticas análogas nas folhas de *Baccharis dracunculifolia* (MOISE; BOBIS, 2020). Esta planta é reconhecida como a principal fonte botânica utilizada pelas abelhas para a síntese da própolis verde (LEMOS et al., 2007), substância altamente consumida devido aos seus atributos antioxidantes, antimicrobianos e anti-inflamatórios (BONIN et al., 2020; MOISE; BOBIS, 2020; RODRIGUES et al., 2020; ZANELA et al., 2021). Entretanto, a incorporação da própolis ao hidromel tem sido associada ao desenvolvimento de bebidas com características sensoriais indesejáveis, resultando na rejeição do produto. Assim, este estudo visa avaliar as características fermentativas e físico-químicas de hidroméis produzidos com *B. dracunculifolia* e própolis verde como fontes

de nitrogênio, além de avaliar a atividade antioxidante do suplemento proposto e a aceitação sensorial dos hidroméis e melomeis de tamarindo produzidos com este suplemento não convencional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Delineamento experimental

O experimento teve início com a caracterização físico-química e centesimal das matérias-primas: alecrim-do-campo, mel, própolis verde e tamarindo. Em seguida, o projeto foi executado em duas etapas distintas.

A primeira etapa consistiu na avaliação da própolis verde e alecrim-do-campo como suplementos nutricionais na produção de hidromel. A própolis verde foi avaliada nas concentrações de 0,1; 0,15; e 0,2% (m/v) e o alecrim-do-campo em concentrações de 1,0; 2,0; 5,0; 7,5 e 10,0% (m/v)]. Um tratamento controle foi produzido utilizando fosfato diamônico (DAP) na concentração de 0,1% m/v como suplemento (Almeida et al., 2020). As variáveis respostas consideradas foram a eficiência durante o processo fermentativo e produtividade em etanol. A partir disto, os tratamentos que demonstram melhor eficiência nessa etapa também foram avaliadas quanto a capacidade antioxidante. Os testes foram realizados em triplicata experimental para cada tratamento. Com base nos resultados dessa etapa, foi escolhido o melhor suplemento (ingrediente + concentração) a ser utilizado na etapa seguinte.

A segunda etapa consistiu na produção e avaliação sensorial de hidroméis com ou sem tamarindo, com o objetivo de identificar a influência da adição da fruta nas propriedades sensoriais e físico-químicas da bebida. Foram testados quatro tratamentos: o tratamento controle consistiu em hidromel acrescido de DAP a 0,1% como suplemento, sem tamarindo; o segundo tratamento era composto por melomel de tamarindo a 5% m/v, suplementado com DAP; o terceiro tratamento foi produzido com alecrim-do-campo a 10% (m/v); e o último tratamento foi composto por melomel produzido a partir de 2% (m/v) de tamarindo e 10% (m/v) de alecrim-do-campo. As bebidas produzidas foram avaliadas quanto às características sensoriais, utilizando o método afetivo, a partir da aceitação quanto a cor, sabor, aroma, textura e impressão global, utilizando a escala hedônica.

2.2. Análises físico-químicas e centesimais das matérias-primas

2.2.1. Alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*)

O alecrim-do-campo foi adquirido do comércio de Maúá, São Paulo. A erva foi caracterizada quanto a cinzas e umidade conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de proteína foi quantificado a partir do método de Kjeldahl com alguns ajustes da metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). No procedimento, 10 mL de ácido sulfúrico foram utilizados, juntamente com 3 g de mistura catalítica. As amostras foram digeridas em chapa elétrica até alcançarem coloração verde/azul. Em seguida, foram levadas para o destilador, onde foram adicionados 40 mL de NaOH 40%. Após a destilação, as amostras foram tituladas, adicionando 3 gotas de fenolftaleína, seguidas da titulação por HCl a 0,1 N e 0,01 N. O fator de conversão utilizado foi de 6,25 para todas as amostras.

2.2.2. Mel

O mel foi obtido no comércio local de Viçosa, Minas Gerais, sendo do tipo silvestre, produzidos pelas abelhas *Apis mellifera*. A matéria-prima foi caracterizada quanto a concentração de sólidos solúveis totais, acidez total, pH, cinzas e umidade conforme descrito pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). O teor de proteínas foi quantificado seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com alguns ajustes.

2.2.3. Própolis

A matéria-prima foi obtida na região da Zona da Mata e caracterizada quanto a cinzas e umidade (AOAC, 2005).

2.2.4. Tamarindo (*Tamarindus Indica L.*)

O tamarindo foi obtido no comércio local de Salinas, Minas Gerais e despulpado de forma manual, conforme adaptado de Maia (2018). A polpa foi caracterizada quanto à concentração de sólidos solúveis, acidez total, pH, proteínas, cinzas e umidade (IAL, 2008).

2.3. Avaliação da própolis e alecrim-do-campo para suplementos para produção dos hidroméis

2.3.1. Preparação do pré-inóculo

Para a produção dos hidroméis utilizou-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae* JP14 (UFMG-CM-Y7130), isolada e caracterizada pelo nosso grupo de pesquisa (Silva, 2016), a qual foi depositada na Coleção de Microrganismos e Células da Universidade Federal de Minas Gerais. A propagação da levedura foi feita a partir da metodologia adaptada de Silva et al., (2020). Utilizou-se 10 mL de meio YEPG [0,5 % (m/v) de extrato de levedura, 1 % (m/v) de peptona e 2 % (m/v) de glicose], incubado a 30 °C por 24 h, até a contagem de 10^8 cel.mL⁻¹. O pré-inóculo foi centrifugado a 3370 g por 10 min, descartando o sobrenadante e ressuspensando as células em 100 mL de mosto com 5% (m/v) de mel e 0,015% (m/v) de metabissulfito de sódio. O erlenmeyer foi alocado em shaker a 30 °C, sem agitação, para adaptação das células. Após 12 h de adaptação, o mosto foi transferido para erlenmeyers contendo 150 mL de mosto de mel a 25 °Brix. O pré-inóculo foi incubado a 30 °C durante 24 h em 150 rpm. O número de células foi monitorado na câmara de Neubauer até atingir a concentração de 10^8 cel.mL⁻¹. Utilizou-se 10^6 cel.mL⁻¹ para inoculação nos mostos produzidos.

2.3.2. Preparo do mosto

Para elaboração dos mostos o mel foi diluído até 25 °Brix em água mineral. Os mostos foram padronizados quanto ao teor de sólidos solúveis e pH. Quando necessário, adicionou-se ácido fosfórico aos mostos para alcançar o pH igual a 4. Adicionou-se 0,015% (m/v) de metabissulfito de sódio. Os tratamentos foram estabelecidos considerando a variação dos ingredientes e suas concentrações, totalizando 8 tratamentos distintos. O alecrim-do-campo foi adicionado em diferentes concentrações: 1,0; 2,0; 5,0; 7,5 e 10,0% (m/v), estando em pó. Simultaneamente, nos tratamentos restantes, a própolis verde foi adicionada nas concentrações de 0,1; 0,15; 0,2% (m/v), em pequenos pedaços. No grupo controle, foi utilizado o fosfato diamônico a uma concentração de 1g/L. Todos os tratamentos foram adicionados em erlenmeyers distintos, seguidos pela inoculação da levedura JP14 a aproximadamente 10^6 células por mililitro. O sistema foi homogeneizado, e os airlocks foram adicionados,

permitindo a retirada de amostras e exaustão do gás. Os mostos inoculados foram mantidos a uma temperatura de 20 °C em uma incubadora BOD ao longo de 28 dias para o processo de fermentação.

2.3.3. Monitoramento do processo fermentativo e análise dos hidromeis

Durante a etapa fermentativa, os hidromeis foram monitorados ao longo do processo quanto ao teor de sólidos solúveis totais (IAL, 2008), de nitrogênio amino livre (Abernathy et al, 2009) e de açúcares redutores (Vasconcelos; Pinto; De Aragão, 2013). Para isso, as alíquotas de 2 mL foram retiradas diariamente durante os sete primeiros dias, e então a cada sete dias, até o 28°. Ao término do processo, os vinhos (mostos fermentados) foram transferidos para novos frascos e resfriados a 4 °C para clarificação e maturação da bebida por 2 meses. As bebidas produzidas foram analisadas quanto às concentrações de etanol, ácido acético e de glicerol por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), e foram mensuradas a acidez total, fixa e volátil (IAL, 2008). Os hidromeis também foram analisados quanto à capacidade antioxidante utilizando o reagente 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) (Brand-Williams et al., 1995).

2.4. Produção e análise sensorial dos hidromeis

Após a definição do suplemento, procedeu-se à produção dos hidromeis/melomeis para análise sensorial em quatro tratamentos distintos, conforme descrito no delineamento experimental. Para isso, o inóculo e o mosto foram preparados conforme descrito anteriormente, acrescido dos suplementos indicados para cada tratamento. O processo fermentativo foi acompanhado conforme descrito nas seções acima. A bebida foi maturada durante dois meses sob refrigeração a 4°C até o momento das análises. Após esse período, também foram realizadas análises de etanol, glicerol e ácido acético por CLAE, além de ácidos totais, fixos e voláteis (IAL, 2008).

2.4.1. Análise sensorial

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV (CEP-UFV), com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (69617423.9.0000.5153).

As bebidas produzidas foram avaliadas quanto às características sensoriais pelo método afetivo. A metodologia da análise sensorial envolveu a avaliação de cinco parâmetros, identificados por nove atributos (Figura 2), variando desde "gostei extremamente" a "desgostei extremamente". Adicionalmente, os participantes tiveram a oportunidade de fornecer comentários específicos sobre as amostras analisadas. Os dados obtidos foram analisados por análise de variância ANOVA e teste Tukey de médias ao nível de 5% de significância (Filho, 2011).

Figura 2 – Ficha técnica utilizada para análise sensorial dos hidromeis/melomeis.

Nome: _____ Sexo: F () M() Idade : _____

Por favor, marque com um (X) utilizando a escala abaixo para indicar quanto você gostou ou desgostou do Hidromel.

Amostra _____

Intensidade	Cor	Sabor	Aroma	Textura	Impressão Global
Gostei extremamente					
Gostei muito					
Gostei moderadamente					
Gostei ligeiramente					
Indiferente					
Desgostei ligeiramente					
Desgostei moderadamente					
Desgostei muito					
Desgostei extremamente					

Comentários:

Fonte: Adaptado de Lawless e Heymann, 1999.

2.5. Métodos analíticos

2.5.1. Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

Para esta análise, 2 mL de cada amostra foi previamente diluída e filtrada (0,22 µm) para então serem injetadas em uma coluna HPX-87H com fase móvel ácido sulfúrico 5 mM. O teor alcoólico foi determinado utilizando uma curva padrão de etanol (5 a 500 mM), ácido acético (5 a 100 mM) e glicerol (2 a 80 mM), empregando estes compostos como padrões externos. A partir desses resultados, o ingrediente e as concentrações

que forneceram o melhor rendimento fermentativo foram aplicados na segunda etapa do experimento.

2.5.2. Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (g/100g -°Brix) foi determinado com o auxílio de um refratômetro analógico (AKSO-RHB32), conforme descrito pelo IAL (2008).

Nitrogênio amino livre (FAN)

O teor de nitrogênio amino livre foi determinado pelo método espectrofotométrico descrito por Abernathy et al., (2009), utilizando corante ninhidrina a 2 % (m/v), etilenoglicol e solução tampão de acetato de sódio 4N (pH 5,5). Para as reações, foram utilizados 30 µL de amostra e 200 µL de corante de ninhidrina, aquecendo a mistura a 100 °C por 10 min. Após esse período, foram adicionados 2,8 mL de água gelada para interromper a reação. Para preparar a curva padrão, foram utilizadas concentrações crescentes de glicina, variando entre 0,1 mg/mL a 2 mg/mL. As leituras de absorvância foram realizadas em espectrofotômetro a 575 nm, utilizando amostra com água destilada e corante de ninhidrina a 2% (m/v) como branco (Abernathy et al, 2009).

2.5.3. Determinação da concentração de açúcares redutores

O teor de açúcares redutores foi determinado a partir do método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS). O reagente DNS foi preparado segundo a metodologia descrita por Vasconcelos, Pinto e de Aragão (Vasconcelos; Pinto; De Aragão, 2013). Para cada 100 µL de amostra foram utilizados 300 µL do reagente DNS. A mistura foi homogeneizada e incubada em banho-maria a 90 °C durante 10 min. Após isso, as amostras foram resfriadas e acrescidas de 1,6 mL de água destilada. As amostras foram homogeneizadas e a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm. Para a curva padrão foi preparada uma solução com concentrações entre 0,1 e 1,0 mg/mL de glicose, tendo a água destilada como o controle (branco). Quando necessário, as amostras foram diluídas (Vasconcelos; Pinto; De Aragão, 2013).

2.5.4. Determinação da acidez total, volátil e fixa

A determinação da acidez total foi conduzida por meio de titulação potenciométrica, utilizando NaOH a 0,1 N e fenolftaleína como indicador (IAL, 2008). Para isso, 10 mL da amostra foram transferidos para um erlenmeyer de 250 mL, adicionados 100 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,1 N até atingir um pH entre 8,2 e 8,4, identificando assim o ponto de viragem da amostra.

Para a determinação da acidez volátil, 10 mL da amostra foi diluída em 250 mL de água destilada e adicionada ao balão do destilador. A amostra foi destilada até obter 100 mL do destilado. Posteriormente, foi adicionado o indicador fenolftaleína e titulado com solução de NaOH 0,01 N até atingir a coloração rósea, seguindo a metodologia adaptada do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A acidez fixa foi obtida a partir da diferença entre a acidez total e volátil (IAL, 2008).

2.6. Avaliação da capacidade de sequestro do radical 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH•)

Neste teste, a capacidade antioxidante dos compostos foi avaliada através do contato direto com o radical livre estável DPPH, seguindo o protocolo descrito por Brand-Willians et al (1995) com algumas modificações. O sequestro do radical ocorre por meio de transferência de elétrons ou por transferência de um átomo de hidrogênio. Inicialmente, uma solução de trolox foi preparada a uma concentração de 2 mM/L, atuando como controle na análise. Em seguida, foi preparada a solução de DPPH com concentração de 0,2 mM/L. As amostras foram adicionadas na placa em um volume de 50 µL, seguido pela adição de 250 µL de DPPH, sendo incubadas por 30 min à temperatura ambiente, no escuro. Após o período de incubação, a placa foi levada ao espectrofotômetro, e a leitura foi realizada em 517 nm. Este método permitiu a avaliação da capacidade antioxidante das amostras em termos de sua capacidade de neutralizar o radical DPPH.

2.7. Análise estatística

Avaliou-se a influência do tipo de suplementação e concentração de suplemento, tendo como variáveis resposta parâmetros fermentativos e físico-químicos. Cada

experimento foi realizado em triplicata, e as médias e o desvio padrão foram calculadas. Realizou-se o teste de análise de variância (ANOVA) considerando tipo e concentração de suplemento a 5% de nível de significância no teste F. Em caso da detecção de diferenças ou interação entre tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de significância para a comparação de médias. Todos os testes foram realizados no programa *Jupyter Notebook*, na linguagem *Python*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização das matérias-primas

As matérias-primas utilizadas neste estudo apresentaram composição esperada e de acordo com a legislação brasileira, exceto pelo parâmetro de umidade, considerada superior ao estabelecido para o mel e a própolis (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição centesimal do mel e da própolis utilizadas para produção dos hidromeis confrontados com seus respectivos parâmetros de qualidade pela legislação brasileira.

Parâmetros	Composição				Padrões Legislativos	
	Mel	Própolis	Tamarindo	Alecrim-do-campo	Mel	Própolis
Umidade % (m/m)	22	16,25	20,76	10,96	Máx 20	Máx 8
Proteína	0,01	0,41	0,52	2,43	-	-
Cinzas % (m/m)	0,29	3,22	1,3	4,12	Máx 0,6	Máx 5
Acidez (meq/kg)	47,18	-	-	-	Máx 50	-
pH	3,9	-	2,77	-	-	-
Sólidos solúveis (° Brix)	76,6	-	-	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).
- Não foram realizadas análises ou não se tem padrões estabelecidos pela legislação.

Fonte: A autora, 2024.

A qualidade dos méis é influenciada por diversos fatores, incluindo as origens geográficas, a época de colheita, as espécies florais e de abelhas. Além disso, o manuseio e o armazenamento inadequado do produto também podem alterar algumas características físico-químicas do produto, como acidez, pH, umidade. A acidez é um parâmetro crucial que confere frescor ao mel e afeta sua qualidade, textura e estabilidade (Brugnerotto et al., 2021; Da Silva et al., 2016; Marcolin et al., 2021). Por isso, a legislação brasileira estabelece um limite máximo de 50 meq/kg para a acidez dos méis (Brasil, 2000). Neste trabalho, o mel utilizado para produção dos hidromeis

apresentou 47,8 meq/kg de acidez livre, estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Uma análise de 67 méis provenientes do oeste do Paraná evidenciou a grande diversidade encontrada nessas matérias-primas, sendo revelado que mesmo méis de origens próximas podem ter valores de acidez variando de 6 a até 83,5 meq/kg (Galhardo et al., 2020). Algumas amostras excederam o valor permitido pela legislação, indicando possível fermentação dos açúcares e deterioração do mel (Da Silva et al., 2016; Galhardo et al., 2020). As variações nos valores de acidez, conseqüentemente, levam a matérias-primas com diferentes pHs. A avaliação de 59 méis provenientes dos estados de Minas Gerais e de Santa Catarina evidenciaram produtos com pH variando entre 3,51 e 5,81 (Brugnerotto et al., 2021; Pereira et al., 2020). No entanto, não existem valores estabelecidos pela legislação para este parâmetro. Pela literatura, é estabelecido que valores de pH entre 3,2 a 4,5 são indicativos de méis frescos (Da Silva et al., 2016), comprovando a qualidade da matéria-prima utilizada neste trabalho que obteve pH 3,90. Considerando a produção de hidromeis, valores de pH entre 3,0 a 5,0 são considerados ideais para o metabolismo fermentativo da levedura (Araújo et al., 2020; Castilleja et al., 2017; Sousa-Dias, 2021).

Outro parâmetro que pode indicar a qualidade do armazenamento e da composição dos méis é a sua umidade, uma vez que a alta higroscopicidade dessa matéria-prima favorece o aumento da sua umidade ao longo do tempo, o que reduz sua vida de prateleira por permitir a ocorrência de fermentação e, conseqüente deterioração do produto (Chen, 2019; Yap et al., 2019). A legislação vigente estabelece que a umidade dos méis comercializados no Brasil deve ser de no máximo 20 g/100 g, pouco inferior ao encontrado para o mel utilizado na produção dos hidromeis, que foi de 22 g/100 g. A umidade é um importante parâmetro para a qualidade do produto, principalmente relacionada às características de viscosidade e cristalização. Este parâmetro é influenciado pelas técnicas de processamento, armazenamento, condições ambientais e origem botânica (Pereira et al., 2020). Valores de umidade fora dos padrões remetem a produtos com maior facilidade de fermentação durante o armazenamento, estando sujeito a modificação das características sensoriais (Pereira et al., 2020; Royo et al., 2022). Altos valores de umidade podem indicar que os méis ainda estão frescos, mas que foram resultantes de uma colheita precoce (Royo et al., 2022), já que as abelhas abanam o mel na colmeia para reduzir sua umidade e

favorecer sua preservação. Embora a umidade do mel utilizado neste estudo esteja fora dos padrões estabelecidos pela legislação, uma das grandes vantagens da produção de hidroméis reside exatamente no fato de que, para a fermentação pela levedura, podem ser utilizados méis rejeitados para venda ou com baixo valor de mercado (Silva, 2016), incluindo aqueles que não atendem aos padrões de identidade e qualidade. Nesse contexto, mediante a diluição do mel, o valor original de umidade torna-se menos relevante. Dessa forma, embora exista parâmetros, como a acidez, que possam prejudicar a qualidade dos produtos, a variação da umidade não é um fator crítico, desde que não atinja valores absurdos.

A proporção de diluição a ser realizada para a produção do hidromel, nesse caso, depende diretamente do conteúdo de açúcares de sua matéria-prima principal. Neste estudo, o mel usado continha 76,6 °Brix, ou seja, 76,6% em massa de sólidos solúveis. Para o mel, admite-se que praticamente todos os sólidos solúveis sejam açúcares, uma vez que os outros componentes que influenciam neste parâmetro estão presentes em concentrações muito baixas (Hunter et al., 2021).

Embora não haja valores de referência estabelecidos para a concentração de açúcares em méis pela legislação brasileira (Brasil, 2000), este parâmetro pode ser utilizado como um indicador de fraude quando valores anormais são detectados. É importante destacar que outras características também são afetadas por alterações decorrentes de fraudes, como a umidade, que está diretamente relacionada ao teor de sólidos solúveis totais (Hunter et al., 2021; Pereira et al., 2020). Em um estudo conduzido por Marcolin et al. (2021) com 20 méis coletados em várias regiões do Sul do Brasil, a concentração de sólidos solúveis nas amostras variou entre 78 e 80,1 °Brix. Gomes et al. (2022) avaliaram 32 méis coletados na Amazônia oriental brasileira, os quais apresentaram entre 74,70 e 80,10 °Brix. Pereira et al. (2020) reportaram valores entre 79,4 e 83,4 °Brix.

O teor de proteína do mel usado neste estudo foi de 0,013%, inferior ao encontrado pela maior parte dos trabalhos descritos na literatura, os quais variam entre 0,13 a 1,6% para méis oriundos da *Apis mellífera* (Da Silva et al., 2016; Galhardo et al., 2020). A ausência de um padrão legislativo e a falta de métodos específicos para avaliação da proteína no mel dificultam a análise desse componente. Além disso, a composição proteica do mel depende tanto de fontes animais quanto vegetais, sendo influenciada pela espécie de abelha e pela origem botânica do néctar, especialmente pelo

conteúdo de pólen. A baixa concentração e a variabilidade das proteínas no mel destacam a necessidade de suplementação sistemática para garantir processos fermentativos previsíveis e saudáveis.

O teor de cinzas do mel contribui para a sua caracterização geográfica, além de influenciar em algumas propriedades sensoriais, como cor e sabor (Pereira et al., 2020; Silva et al., 2016). Este parâmetro é relacionado ao conteúdo de minerais presentes na matéria-prima e é afetado pela origem floral, geográfica, além dos métodos de manejo e extração empregados (Galhardo et al., 2020). Segundo a IN 11/2000, o teor de cinzas aceito para méis comercializados no Brasil é de até 0,6 g/100 g, superior ao encontrado para o mel utilizado neste estudo, de 0,29 g/100 g. Os já citados estudos feitos por Gomes et al. (2022) e Galhardo também descrevem valores de cinzas entre 0,02% e 0,45%, indicando que o parâmetro utilizado é condizente com a qualidade dos méis encontrados em diferentes regiões do Brasil.

A IN 03/2001 indica os padrões de identidade e qualidade para a própolis comercializada no Brasil (Brasil, 2001), e a comparação dos parâmetros apresentados evidencia a qualidade da própolis utilizada neste estudo como matéria-prima para a produção dos hidromeis. Variações no teor de cinzas, por exemplo, podem indicar contaminação durante a coleta ou adulteração por adição de impurezas, como areia ou pedaços de própolis velhos (De Melo et al., 2012; Figueiredo et al., 2015; Funari; Ferro, 2006; Sánchez et al., 2020). Os estudos publicados por Figueiredo et al. (2015) e Cunha et al., (2004) demonstram que o teor de cinzas de amostras de própolis verde (*Baccharis dracunculifolia*) permaneceram na faixa estabelecida pela legislação, mesmo quando coletadas em diferentes épocas do ano.

O teor de proteína da própolis utilizada neste estudo foi de 0,41%. Embora não seja um indicativo da qualidade da matéria-prima, o valor ganha relevância pela função requerida neste trabalho. As proteínas são uma importante fonte de nitrogênio para as leveduras (Santamaría, 2020), entretanto, não se tem conhecimento quanto à disponibilidade das mesmas e nem a composição de proteína que está presente na própolis. Estudos recentes têm destacado a concentração de proteínas em extrato etanólico de diferentes própolis, com valores de 0,99% e 2,5% (Aboulghazi et al., 2022), o que apresenta uma concentração superior aos encontrados no presente estudo para a própolis bruta. Esses achados sugerem que a própolis pode fornecer um suprimento significativo de proteínas para as leveduras em processo fermentativo,

embora mais investigações sejam necessárias para compreender completamente a natureza e a disponibilidade dessas proteínas.

Os minerais também beneficiam o processo fermentativo, sendo encontrado em maiores concentrações na matéria-prima. A presença desses minerais pode aumentar a capacidade suplementar da própolis, destacando ainda mais seu potencial como fonte de nutrientes essenciais para as leveduras durante a produção de hidromel.

Apesar dos demais parâmetros, o teor de umidade da própolis foi, assim como para o mel, superior ao estabelecido pela legislação brasileira (Tabela 1). Este parâmetro é influenciado pelo manuseio durante a colheita, tempo e forma de armazenamento, assim como por condições de temperatura e umidade na região de produção (De Melo et al., 2012; Falcão et al., 2013; Sánchez et al., 2020). Valores elevados de umidade podem favorecer a contaminação microbiológica, aumentando a possibilidade da presença de microrganismos indesejáveis como *E.colli* e *Salmonella* sp. (Sánchez et al., 2020).

A observação de amostras de própolis com umidade superior ao padrão estabelecido pela legislação brasileira não é incomum. Funari e Ferro (2006) avaliaram 3 amostras de própolis coletadas em São Paulo, encontrando valores de umidade de 10,85 a 11%. Figueiredo et al. (2015) analisaram amostras de própolis verde coletadas em Minas Gerais, obtendo valores de até 12,78%. A volatilização de compostos aromáticos, presentes em altas concentrações neste tipo de matéria-prima, pode influenciar na análise, alterando os valores encontrados (Funari; Ferro, 2006).

Embora haja numerosos estudos documentando a composição química de óleos e extratos derivados do alecrim-do-campo, a investigação das características centesimais da planta permanece limitada na literatura científica (Manfron et al., 2022; Minteguiaga et al., 2021). A necessidade de geração de maior conhecimento sobre a planta é especialmente relevante se considerarmos a variabilidade composicional gerada pelas diferentes variantes botânicas, localização geográfica, condições de solo e clima. Vale ressaltar que o teor de proteínas e de cinzas encontrados para a matéria-prima utilizada neste estudo, de 2,43 e 4,12%, respectivamente (Tabela 1), indicam que, surpreendentemente, ela é uma matéria-prima ainda mais rica em nutrientes que a própria própolis. Entretanto, também não se tem estudos que relatam a composição das proteínas presentes no alecrim-do-campo. A partir disso, este estudo ressalta a

importância de explorar a composição da própolis, e, dos demais ingredientes, para compreender completamente seu potencial nutricional e facilitar suas aplicações em processos fermentativos.

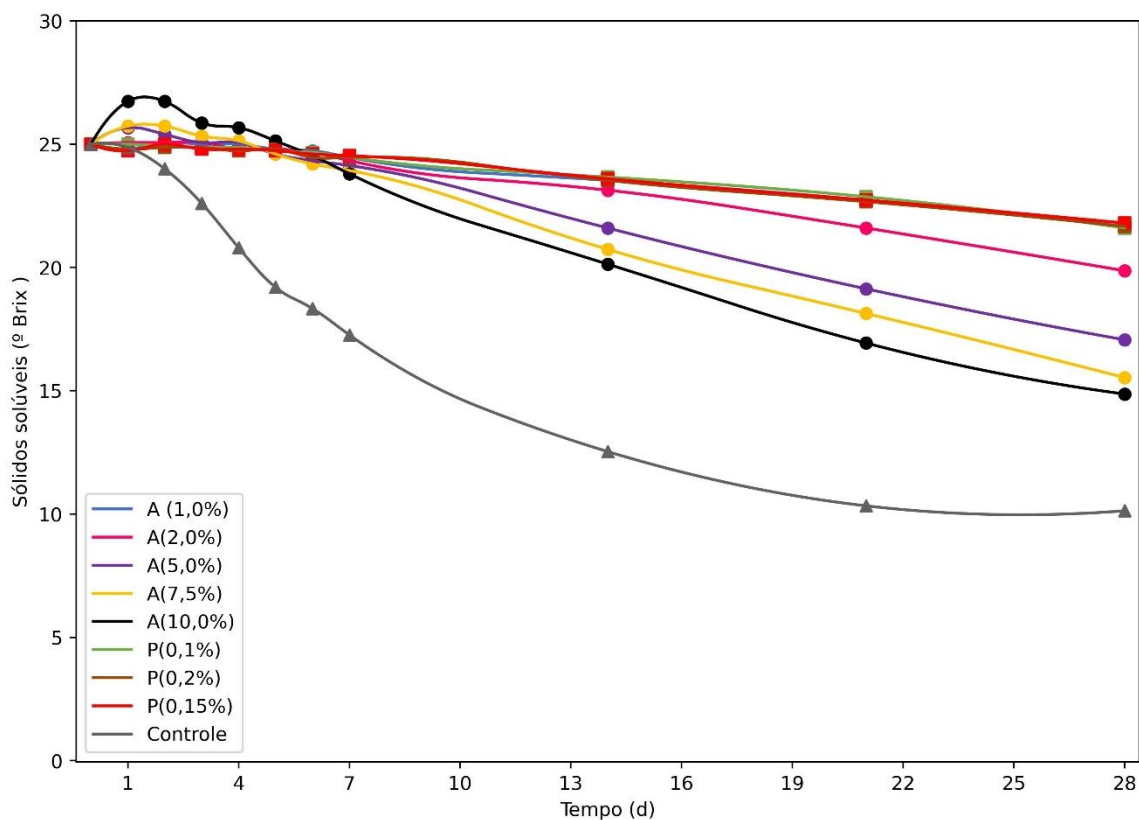
Por fim, a composição do tamarindo usado na produção dos melomeis foi semelhante aos valores descritos na literatura para esta fruta. Sulieman et al. (2015) relatam os valores de 15,2% de umidade, 3,95% de cinzas e 1,9% de proteína bruta, enquanto Ishola et al. (1990) descrevem uma fruta com umidade de 18,93% e cinzas de 2,88%, mas um teor de proteína maior, de 8,79%. Essa discrepância pode ser devido às características da variedade utilizada ou período de coleta, conforme observado por Hiwale (2015), que constatou que frutos colhidos antes do amadurecimento apresentam teor de umidade superior a 20%.

3.2. Processo fermentativo dos mostos de mel utilizando própolis verde e alecrim-do-campo como suplementos

O estágio fermentativo é essencial na produção do hidromel, desempenhando um papel crucial na conversão dos açúcares do mosto em álcool e outros compostos desejáveis. O monitoramento desta fase é fundamental para avaliar o desenvolvimento da fermentação e identificar possíveis desvios, como interrupções prematuras ou contaminações microbiológicas.

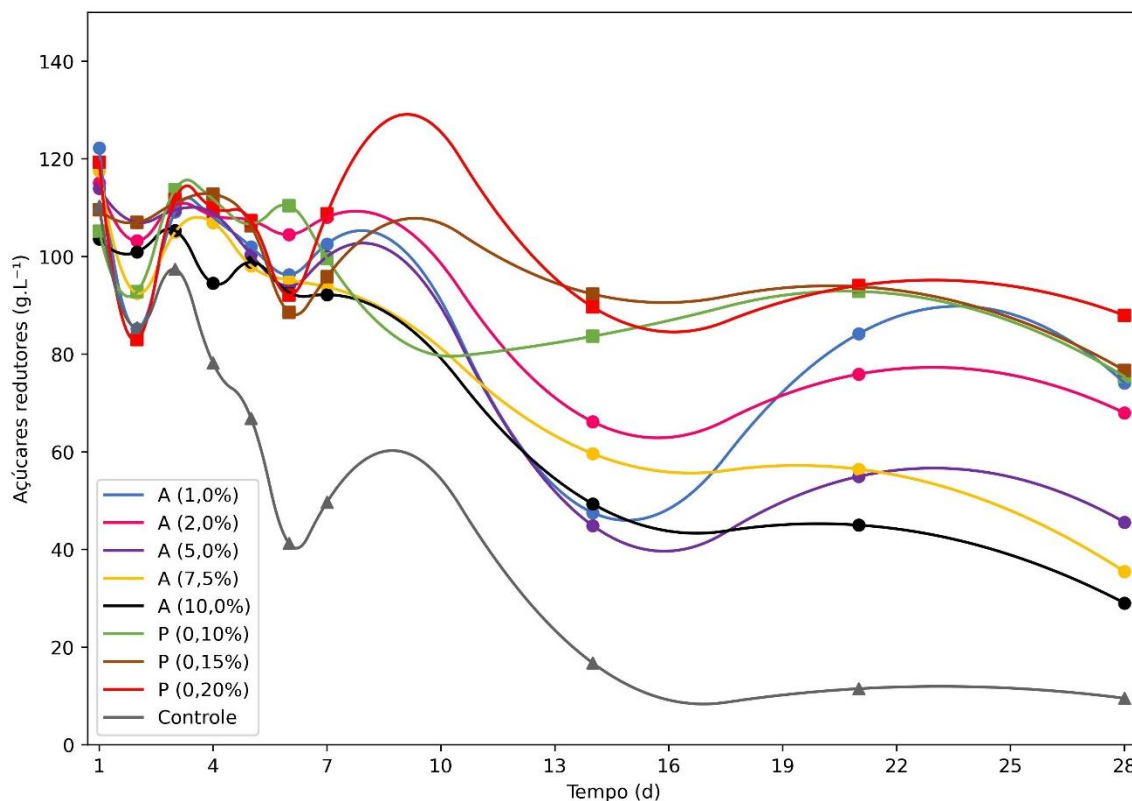
A observação paralela da evolução do teor de sólidos solúveis (Gráfico 1) e do teor de açúcares redutores (Gráfico 2) ao longo da fermentação dos mostos contendo os diferentes suplementos revela diferenças significativas em relação ao comportamento da levedura diante do tipo de suplemento usado e sua concentração. Essas diferenças reforçam a importância da disponibilidade de nitrogênio para a evolução de uma fermentação sadia. A incorporação de açúcares foi mais significativa no tratamento contendo DAP (controle), seguido por alecrim-do-campo com concentração-dependente, entretanto é importante ressaltar que os tratamentos com maiores concentrações de alecrim-do-campo (7,5% e 10% m/v) apresentaram maior concentração de etanol, como demonstrado na tabela 2. Nos mostos em que a própolis foi usada como suplemento, a assimilação dos açúcares foi apenas discreta (Gráfico 1 e 2).

Gráfico 1 – Evolução do teor de sólidos solúveis totais (° Brix) ao longo do processo fermentativo de mostos de mel a 25 °Brix contendo alecrim-do-campo (A) ou própolis (P) como suplementos nutricionais para fermentação, em comparação ao suplemento controle (fosfato diamônio a 0,1% m/v).



Fonte: A autora, 2024.

Gráfico 2 – Evolução do teor de açúcares redutores (g/L) ao longo do processo fermentativo de mostos de mel a 25 °Brix contendo alecrim-do-campo (A) ou própolis (P) como suplementos nutricionais para fermentação, em comparação ao suplemento controle (fosfato diamônio a 0,1% m/v).



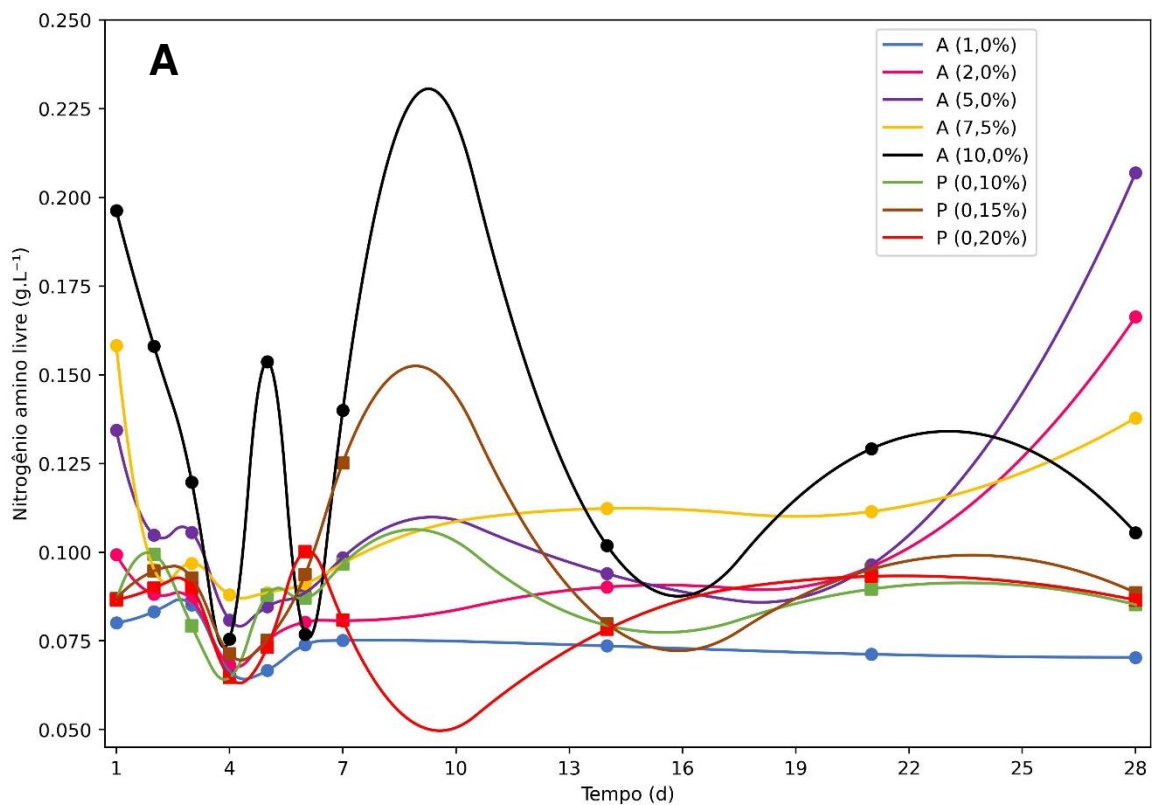
Fonte: A autora, 2024.

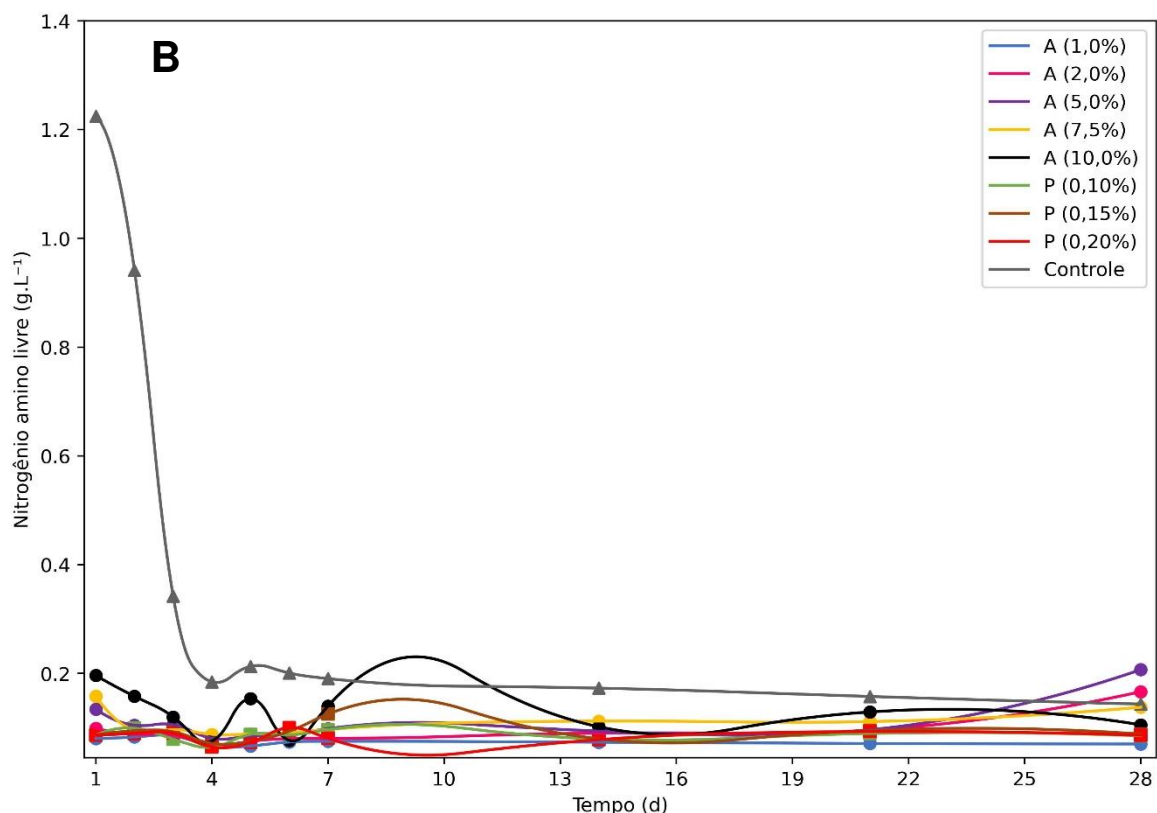
É interessante notar que, embora os teores de sólidos solúveis tenham reduzido de forma gradual ao longo do processo, o teor de açúcares redutores variou de forma gradual até o 14º dia, tendo um aumento expressivo no 21º dia nos mostos contendo as menores concentrações de alecrim (1,0; 2,0 e 5,0%) (Gráfico 2). Essa variação pode ser atribuída à liberação gradual de compostos redutores da planta ou à quebra de açúcares complexos em frutose e glicose. Além disso, os picos observados até o 10º dia podem ser atribuídos à quebra da sacarose presente no mel, manifestando-se de maneira semelhante no tratamento com suplemento químico e nos tratamentos com suplemento não convencional. Esse comportamento é comum na fermentação do hidromel fermentado com a JP14, com padrões semelhantes sendo reportados para hidroméis produzidos com a mesma cepa e suplementados com DAP, conforme evidenciado pelos estudos de Almeida et al. (2020) e Ferla et al. (2024).

Um dos fatores que podem ter contribuído para o atraso na redução dos sólidos solúveis nos demais tratamentos é a adaptação das leveduras à nova fonte de nitrogênio disponibilizada. Como o pré-inóculo foi produzido a partir de mosto de mel

sem suplementos, as leveduras presentes no mosto do tratamento controle, contendo DAP, foram capazes de iniciar mais rapidamente seu metabolismo, já que esse suplemento consiste em uma fonte de nitrogênio prontamente assimilável. Por outro lado, as leveduras que utilizam o alecrim-do-campo e a própolis como suplementos tiveram o metabolismo retardado pela necessidade de adaptação ao meio e hidrólise das fontes de nitrogênio disponíveis, levando à demora no início da assimilação de açúcares (Gráfico 1).

Gráfico 3 – Consumo de nitrogênio assimilável durante o processo fermentativo para a produção de diferentes hidroméis de mostos de mel a 25 °Brix contendo alecrim-do-campo (A) ou própolis (P) como suplementos nutricionais para fermentação (A), em comparação ao suplemento controle (diamônio fosfato a 0,1% m/v) (B).





Fonte : A autora, 2024.

Além disso, é válido destacar ainda que esses ingredientes são matérias-primas sólidas. Essa escolha pode ter influenciado no atraso da redução do teor de sólidos solúveis e, conseqüentemente, para o início do processo fermentativo, uma vez que a disponibilidade de nutrientes no meio pode ser dificultada, tornando-se mais acessíveis à medida que há um maior tempo de contato dos sólidos com o mosto. Dessa forma, poderia ser considerado a aplicação de pré-tratamentos aos suplementos não convencionais para possivelmente melhorar a disponibilidade dos nutrientes. Como os compostos orgânicos contêm nitrogênio, sua assimilação e metabolismo pela levedura dependem da quebra prévia dos compostos nitrogenados. Portanto, o pré-tratamento desses suplementos talvez facilite a liberação de nitrogênio e, assim, otimize o processo de assimilação e metabolismo pela levedura.

Segundo Araújo et al. (2022) o crescimento celular é comprometido pela deficiência de nitrogênio e minerais, afetando todo o processo fermentativo. Essa afirmação é corroborada quando observamos a dinâmica de liberação e consumo de nitrogênio amino livre nesses tratamentos (Gráfico 3).

A presença adequada de nitrogênio é fundamental para evitar falhas fermentativas no processo produtivo, sendo necessário manter concentrações mínimas desse

composto para o metabolismo saudável da levedura. Entretanto, o excesso de nitrogênio pode acarretar a produção de substâncias indesejadas, como aminas biogênicas (Martínez-Moreno et al., 2011). Almeida et al., (2020), analisaram o uso de DAP ou sulfato de amônio como suplementos para a produção de hidromel, e observaram que não só o processo fermentativo, mas também a multiplicação celular, dependem da fonte de nitrogênio disponibilizada, tendo verificado diferentes rendimentos em biomassa de acordo com as fontes de nitrogênio estudadas. O processo fermentativo eficiente também é influenciado por outros nutrientes, como minerais e vitaminas. Segundo Pereira et al. (2015) alguns minerais são essenciais para a conversão de açúcares, bem como, as vitaminas, que contribuem para o aceleração do crescimento de leveduras.

Nesse contexto, o comportamento da *Saccharomyces cerevisiae* – JP14 em relação ao crescimento celular na presença de suplemento comercial, já é conhecido, demandando, no entanto, pesquisas adicionais para compreender o comportamento da levedura na presença dos suplementos não convencionais. Além disso, é de suma importância realizar a caracterização abrangente do alecrim-do-campo, a fim de identificar quais nutrientes específicos podem ter contribuído para o processo fermentativo, mesmo diante dos teores relativamente mais baixos de nitrogênio fornecidos pela erva.

Tabela 2 – Parâmetros do processo e características dos produtos gerados a partir da fermentação de mostos de mel contendo alecrim-do-campo (A), própolis (P) ou diamônio fosfato a 0,1% m/v (Controle) como suplementos nutricionais.

Concentrações	Concentração final de açúcares redutores (g/L)	Concentração inicial de nitrogênio amino livre (g/L)	Etanol (g/L)	Glicerol (g/L)	Ácido acético (g/L)
A (1,0%)	72,174 ± 0,887 ^{ac}	0,080 ± 0,003 ^a	36,105 ± 6,060 ^a	17,760 ± 3,894 [*]	1,228 ± 0,063 ^{bc}
A (2,0%)	67,283 ± 2,034 ^c	0,099 ± 0,011 ^a	68,716 ± 7,438 ^{ab}	19,938 ± 2,518 [*]	1,844 ± 0,327 ^{ab}
A (5,0%)	45,544 ± 5,232 ^d	0,134 ± 0,008 ^a	78,294 ± 8,653 ^{bc}	22,096 ± 2,529 [*]	2,092 ± 0,369 ^{ac}
A (7,5%)	34,831 ± 1,776 ^b	0,158 ± 0,012 ^a	99,347 ± 0,675 ^{bc}	27,090 ± 0,462 [*]	2,530 ± 0,012 ^a
A (10,0%)	28,382 ± 2,744 ^b	0,196 ± 0,022 ^a	109,938 ± 4,296 ^c	29,492 ± 2,125 [*]	2,732 ± 0,112 ^a
P (0,10%)	77,246 ± 1,356 ^a	0,086 ± 0,003 ^a	29,571 ^{NR}	13,105 ^{NR}	0,458 ^{NR}
P (0,15%)	77,790 ± 1,847 ^a	0,087 ± 0,004 ^a	32,844 ^{NR}	14,740 ^{NR}	14,740 ^{NR}
P (0,20%)	87,210 ± 2,562 ^e	0,086 ± 0,003 ^a	39,362 ^{NR}	15,988 ^{NR}	0,767 ^{NR}
Controle	9,348 ± 0,494 ^f	1,224 ± 0,113 ^b	105,987 ± 8,247 ^c	25,333 ± 5,018 [*]	0,905 ± 0,046 ^b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

NR - Não foi realizado teste estatístico.

*Não houve diferença estatística pelo teste F ($p > 0,05$).

Fonte: A autora, 2024.

Através da tabela 2, é possível observar os valores obtidos para etanol, glicerol e ácido acético. A legislação brasileira, IN 29/2012, estabelece uma graduação alcoólica permitida de 4 a 14 °GL (31 a 110 g/L). A partir disso, quase todos os tratamentos atenderam aos parâmetros estipulados pela legislação, exceto o tratamento com concentração de 0,1% (m/m) de própolis.

O etanol, resultado de uma fermentação eficiente onde ocorre a transformação dos açúcares em CO₂ e etanol, destacou-se na amostra controle, atingindo 105,987 g/L. Os hidromeis produzidos a partir de 7,5 e 10% de alecrim-do-campo tiveram concentrações de etanol semelhantes ao tratamento controle ($p < 0,05$), apesar do processo envolver menor consumo de açúcares (Gráfico 1 e 2), demonstrando que nos tratamentos suplementados com alecrim-do-campo a assimilação de açúcar convertido em etanol foi mais eficiente.

Os hidromeis produzidos apenas com a suplementação de própolis (0,1; 0,15 e 0,2%) apresentaram valores mais baixos de etanol, sendo 29,571; 32,844 e 39,362 g/L, respectivamente. Mesmo com um menor rendimento de etanol, o tratamento suplementado com própolis a 0,1% apresentou maior consumo de açúcares redutores em comparação ao tratamento com 0,2% de própolis. Isso pode indicar que parte dos açúcares foi desviada da via metabólica da glicólise e utilizada para o crescimento e reprodução das leveduras, resultando na formação de novos componentes celulares, como proteínas e ácidos nucleicos. O açúcar também pode ser convertido em subprodutos da fermentação, como glicerol e ácidos orgânicos, ou utilizado em processos de manutenção e reparação celular. Dessa forma, o desvio do açúcar para diversas vias metabólicas pode ocorrer, impactando a eficiência da conversão em etanol (Behera et al., 2019; Cuenca et al., 2022).

As concentrações de glicerol também foram avaliadas, destacando a produção na amostra com 10% de alecrim-do-campo, atingindo 29,49 g/L. Em contraste, a amostra controle apresentou valores de 25,33 g/L. Já as amostras suplementadas com própolis (0,1; 0,15 e 0,2%) obtiveram as menores concentrações para o glicerol, sendo 13,105 g/L, 14,740 g/ e 15,988 g/L, respectivamente. A alta pressão osmótica, gerada pelas altas concentrações de carboidratos, contribuem para maiores concentrações de glicerol (Czabaj et al., 2017). O glicerol é um subproduto derivado da fermentação e desempenha um papel crucial nas características sensoriais. Sua presença, em concentrações entre 7 a 10%, está relacionada à produção de etanol (Araújo et al.,

2020). Segundo Czabaj et al. (2017), o glicerol contribui para o encorpamento da bebida, favorecendo a percepção da queima de etanol em concentrações acima de 6 g/L.

Os ácidos acéticos foram quantificados, sendo responsáveis por influenciar nas propriedades sensoriais e estabilidade da bebida (Araújo et al., 2022), proporcionando sabor de vinagre quando presentes em altas concentrações. Sua produção é influenciada por vários fatores, como pH, concentração de nitrogênio e as características genéticas da levedura utilizada (Sroka; Tuszyński, 2007).

Entre as amostras, aquelas compostas por alecrim-do-campo [1; 2; 5; 7,5 e 10% (m/m)] apresentaram as maiores concentrações de ácido acético, sendo 1,228 g/L; 1,844 g/L; 2,092 g/L; 2,530 g/L e 2,732 g/L, respectivamente. Por outro lado, as amostras suplementadas com própolis e o controle apresentaram as menores concentrações, registrando 0,458 g/L; 0,606 g/L; 0,767 g/L e 0,905 g/L.

Czabaj et al. (2017) identificaram teores de etanol variando entre 11,98% e 16,53%, enquanto a concentração de glicerol oscilou entre 7,41 g/L e 9,45 g/L. Os valores para ácido acético variaram entre 1,05 g/L e 1,74 g/L. Resultados similares para ácido acético foram relatados por Sroka e Tuszyński (2007), com valores na faixa de 0,44 g/L a 1,3 g/L.

Araújo et al. (2020) avaliaram a eficiência da suplementação com extrato de feijão, encontrando valores para etanol entre 11,3% a 15 %. Neste estudo também foi avaliado as concentrações de glicerol, 8,49 g/L a 30 g/L⁻¹. Araújo et al.(2022) encontraram valores de 7,5 a 8,3 g/L de glicerol, 3,6 a 11,5 % de etanol e 0,47 a 0,76 g/L de ácido acético. Sendo assim, os estudos apresentaram valores próximos aos encontrados nesta pesquisa, sendo relevante ressaltar que os hidromeis vendidos em países europeus frequentemente apresentam teores de 8 a 18 °GL, indicando uma variação nas normativas de acordo com o país.

Neste contexto, observa-se a eficácia da suplementação com alecrim-do-campo em diferentes concentrações. No entanto, a aplicação de própolis nas concentrações testadas não evidenciou uma eficiência tão marcante no processo fermentativo, indicando a possibilidade de serem necessárias concentrações mais elevadas para alcançar resultados mais significativos.

Também foram avaliados os parâmetros de acidez total, volátil e fixa, conforme demonstrado na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Parâmetros de pH, acidez total, volátil e fixa em (meq/L) de hidromeis produzidos com alecrim-do-campo (A) ou própolis (P) como suplementos nutricionais para a fermentação.

Tratamentos	Acidez total (meq/L)	Acidez volátil (meq/L)	Acidez fixa (meq/L)	pH
A (1,0%)	61,920±1,440 ^a	19,680±0,480*	42,240±1,920 ^a	3,47
A (2,0%)	69,600±0,40 ^a	21,120±0,960*	48,480±0,480 ^a	3,58
A (5,0%)	71,040±0,960 ^a	23,520±0,480*	47,520±0,480 ^a	3,80
A (7,5%)	72,480±0,480 ^a	17,760±5,280*	54,720±4,800 ^{ab}	3,97
A (10,0%)	74,880±0,960 ^{ab}	19,200±0,960*	55,680±1,920 ^{ab}	4,00
Controle	87,360±0,960 ^b	13,920±0,480*	73,440±1,440 ^{ab}	3,24
P (0,10%)	68,640±2,400 ^a	20,160±5,760*	48,480±8,160 ^a	3,39
P (0,15%)	74,400±5,280 ^{ab}	21,600±3,360*	52,800±1,920 ^a	3,28
P (0,20%)	70,560±3,360 ^a	20,880±0,720*	49,680±4,080 ^a	3,28

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste tukey ($p>0,05$).

*Não apresentou diferença estatística pelo teste F.

Fonte: A autora, 2024.

Segundo a legislação brasileira, os padrões para acidez total variam de 50 a 130 meq/L, enquanto o valor máximo aceito para acidez volátil é de 20 meq/L e os valores mínimos para acidez fixa são estabelecidos em 30 meq/L (Brasil, 2012). A acidez total é um parâmetro que influencia na percepção de sabor, estabilidade e qualidade geral da bebida (Kawa-Rygielska et al., 2019). Já a acidez fixa impacta na sensação bucal proporcionada pelas bebidas, frequentemente associada a ácidos não voláteis, como tartárico e málico (Dobrowolska-Iwanek et al., 2023).

No presente estudo, todas as bebidas estavam dentro dos padrões para acidez total e fixa, não revelando diferenças significativas entre as amostras. Entretanto, em relação à acidez volátil, as amostras com a suplementação de própolis e alecrim-do-campo apresentaram valores próximos ou acima do limite estabelecido pela legislação, embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os resultados para acidez volátil são coerentes com as concentrações de ácido acético encontradas nas amostras (Tabela 2), indicando uma produção indesejada durante a etapa fermentativa (Pereira et al., 2019). Fatores que causam estresse nas leveduras podem contribuir para o aumento da acidez volátil, prejudicando a qualidade do produto, uma vez que a acidez é um elemento importante para as características aromáticas (Chitarrini et al., 2020).

A composição do mel de abelhas e de outros ingredientes constitui as principais fontes dos ácidos orgânicos frequentemente encontrados no hidromel, como ácido málico, ácido cítrico, ácido glucônico, ácido succínico, entre outros. Adicionalmente, alguns desses compostos podem ser produzidos durante a fermentação, contribuindo, em concentrações ideais, para a estabilidade microbiológica e influenciando nas características sensoriais das bebidas.

É importante destacar que a composição do mosto, o processo fermentativo e a escolha da cepa de levedura desempenham papéis fundamentais na definição das concentrações dos compostos voláteis (Starowicz; Granvogl, 2020). Com base nisso, a avaliação dos compostos voláteis torna-se crucial para identificar quais substâncias foram produzidas e compreender minuciosamente os fatores que podem ter contribuído para o aumento da acidez volátil.

3.3. Atividade antioxidante dos hidromeis produzidos com alecrim-do-campo e própolis como suplementos nutricionais

Os hidromeis produzidos apresentaram atividade antioxidante proporcionais às concentrações de alecrim-do-campo utilizadas (Tabela 5), evidenciando o benefício do uso dessa planta para o potencial funcional das bebidas. Isso foi verdadeiro até a concentração de 5%, a partir da qual o acréscimo de maior concentração de alecrim não proporcionou ganho significativo adicional à bebida.

Tabela 5 – Atividade antioxidante de hidromeis produzidos com alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) em variadas concentrações [alecrim-do-campo (ALE) a 1%, 2% e 5%], controle (CON) e o trolox (padrão).

Concentração	Inibição do DPPH%
ALE (1,0 %)	80,730 ± 0,960 ^{ab}
ALE (2,0 %)	83,810 ± 0,580 ^{ab}
ALE (5,0 %)	79,470 ± 9,460 ^{ab}
CON	71,700 ± 3,820 ^b
Trolox	88,040 ± 0,010 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$)

Fonte: A autora, 2024.

O hidromel produzido com DAP apresentou uma capacidade antioxidante inferior àqueles produzidos com alecrim-do-campo, indicando que a adição da erva aumentou a capacidade antioxidante do hidromel. No entanto, mesmo sem a adição de outros compostos, o hidromel demonstrou possuir propriedades antioxidantes comparáveis ao trolox, um antioxidante comercial. Os resultados mostraram que os hidromeis suplementados com alecrim-do-campo não diferenciaram estatisticamente do controle positivo, o trolox. O tratamento com 2% de alecrim-do-campo apresentou capacidade antioxidante 1,2 vezes maior do que o hidromel composto apenas com DAP, evidenciando a contribuição da adição do alecrim-do-campo na produção de hidromel.

O trolox possui uma estrutura simples, sendo um derivado do α -tocoferol. Devido à sua capacidade antioxidante, ele é amplamente utilizado em estudos como controle positivo (Boulebd, 2020; Saïd; Mekelleche 2021).

O mel, componente principal do hidromel, não só contribui com doçura, mas também com uma ampla variedade de compostos bioativos. Mais de 500 compostos foram identificados no mel, e sua composição varia de acordo com fatores como origem geográfica e botânica, condições de armazenamento e colheita, entre outros (Starowicz; Granvogl, 2020). Compostos fenólicos e flavonoides presentes no mel possuem propriedades terapêuticas, incluindo ação antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana, as quais são influenciadas pela fonte botânica, origem geográfica, variações sazonais e condições de armazenamento (Benetole et al., 2021; Starowicz; Granvogl, 2020; Sun et al., 2020).

Baccharis dracunculifolia, por sua vez, contém vários compostos bioativos, como ácidos fenólicos, flavonoides e terpenoides, conferindo propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Sua adição ao hidromel contribui para a complexidade das propriedades bioativas, destacando especialmente a capacidade antioxidante, essencial para a saúde celular, pois a capacidade de neutralizar os radicais livres pode prevenir danos celulares (Fortes et al., 2022).

Alguns estudos têm relatado o aumento na capacidade antioxidante de hidromeis com a adição de outros ingredientes. Adamenko et al. (2021) avaliaram a capacidade antioxidante de bebidas acrescidas de suco de acerola, identificando um aumento na capacidade antioxidante da bebida. Aleksandar, Saša e Maja (2021) também estudaram a adição de suco de amora preta durante a produção de hidromeis, encontrando valores 1,5 vezes maior que o hidromel sem adição de suco.

Deste modo, as características bioativas do hidromel podem ser influenciadas por matérias-primas, composição química e tecnologia utilizada durante a produção, enfatizando a importância desses fatores no desenvolvimento de uma bebida funcional (ADamenko, 2024; Kawa-Rygielska et al., 2019).

3.4. Qualidade e análise sensorial dos hidromeis de alecrim-do-campo e tamarindo

A avaliação sensorial dos hidromeis contou com a participação de 65 avaliadores, sendo 60% deles jovens entre 18 e 24 anos. Os 40% restantes eram compostos por adultos com idades entre 26 e 52 anos. Desse total, 56,9% eram mulheres e 43,08% eram homens.

Em geral, as médias das notas para cada atributo não variaram para os hidromeis com diferentes composições, o que possivelmente ocorreu devido à falta de familiaridade dos avaliadores com o produto, acarretando baixa aceitação geral do produto, que teve impressão global como “indiferente” a “gostei ligeiramente” (Tabela 6). Isso é atribuído, principalmente, pela ausência do sabor adocicado associado aos hidromeis, o que naturalmente resulta em produtos com pontuações mais baixas em termos de aceitação global e sabor, conforme observado em estudos anteriores (Hernández; Serratoa; Quicazanb, 2015). Esses autores avaliaram as características sensoriais dos hidromeis produzidos a partir de diferentes fontes de nitrogênio comercial e leveduras. Em seus experimentos, nove tratamentos foram aplicados, dos quais apenas dois foram considerados "dentro do padrão". Os demais tratamentos receberam pontuações que os classificaram como inferiores ao padrão e não aceitáveis.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes et al. (2015), que investigaram a influência do teor de açúcar na aceitação do hidromel. Seu estudo revelou que os hidromeis classificados como doces tiveram pontuações mais altas, enquanto as bebidas secas receberam as notas mais baixas.

A partir destes resultados, é notória a necessidade de análises com provadores treinados, bem como a caracterização da composição volátil dos hidroméis, para identificar os compostos responsáveis por algumas características descritas pelos provadores.

Tabela 6 – Parâmetros de afeição sensorial de consumidores para hidromeis produzidos com alecrim-do-campo a 10% m/v (ALE), alecrim-do-campo a 10% com tamarindo a 2% (ALT), fosfato diamônico a 0,1% (CON) e tamarindo a 5% fosfato diamônico (TAM).

Tratamentos	Atributos sensoriais				
	Cor	Sabor	Aroma	Textura	Impressão global
ALE	7,63 ± 1,10 ^a	5,80 ± 2,11 ^a	7,20 ± 1,54 ^a	7,32 ± 1,47 ^a	6,31 ± 1,75 ^a
ALT	7,38 ± 1,44 ^a	5,54 ± 2,08 ^{ab}	7,05 ± 1,61 ^a	7,28 ± 1,60 ^a	6,23 ± 1,74 ^a
CON	6,55 ± 1,78 ^b	5,75 ± 2,19 ^a	6,69 ± 1,79 ^{ab}	7,00 ± 1,78 ^a	6,03 ± 2,07 ^{ab}
TAM	6,57 ± 1,77 ^b	4,72 ± 2,39 ^b	6,12 ± 1,84 ^b	6,82 ± 1,82 ^a	5,18 ± 2,20 ^b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste tukey ($p > 0,05$).

Fonte: A autora, 2024.

Todas as bebidas produzidas apresentaram altas concentrações de etanol, considerando o limite legislativo de 4^o GL até 14 °GL (110 g/L)(Tabela 7). Esse parâmetro também foi observado na análise sensorial, onde, alguns provadores destacaram a presença acentuada de álcool nos hidromeis produzidos a partir do DAP (CON) e alecrim-do-campo (ALE), especialmente confrontada com a expectativa comum de uma bebida mais doce, considerando sua produção a partir de mel. Além disso, a concentrações de glicerol (Tabela 7) identificadas possivelmente contribuíram para a intensificação da sensação de queimação na garganta, proporcionada pelo etanol, considerando que acima de 6g/L influência no corpo da bebida (Czabaj et al., 2017). Deste modo, no presente estudo encontraram-se valores acima de 6 g/L para todos os hidroméis produzidos, fortalecendo a hipótese de que o glicerol contribui para as notas observadas na análise sensorial.

Os comentários mais frequentes para a bebidas à base de alecrim-do-campo a 10 % m/v (ALE) referem-se ao amargor da bebida, uma característica comum de chás à base de alecrim-do-campo, possivelmente atribuída aos flavonoides presentes na planta, como a naringenina. Alguns participantes identificaram a presença de sabor reminiscente de "remédio" e notas de própolis, esta última sendo considerada agradável por alguns provadores, mas não apreciada por outros. Chama atenção o fato de que esta bebida recebeu mais comentários sobre a percepção do mel e, conseqüentemente, da doçura esperada pelos provadores.

Em contrapartida, o melomel produzido exclusivamente com tamarindo (TAM) teve a menor percepção de mel, sendo descrito normalmente como ácido, azedo e adstringente, características atribuídas à riqueza de ácidos presentes no tamarindo,

principalmente o tartárico (Devi;Boruah,2020). Isso é comprovado pelos resultados obtidos nas análises de acidez das bebidas (Tabela 7), onde o hidromel com tamarindo apresentou valor excedente ao exigido pela legislação, quanto ao parâmetro de acidez total. Nesse contexto, é importante ressaltar que a percepção ácida não está associada a contaminação da bebida por bactérias ácidos láctica, visto que o melomel de tamarindo obteve 0,44 g/L de ácido acético, demonstrando claramente a influência dos ácidos presentes na composição da fruta.

Tabela 7 – Características físico-químicas dos produtos hidromeis/melomeis produzido com alecrim-do-campo a 10% m/v (ALE), alecrim-do-campo a 10% com tamarindo a 2% (ALT), fosfato diamônico a 0,1% (CON) e tamarindo a 5% com fosfato diamônico (TAM).

Tratamentos	Acidez total (meq/L)	Acidez volátil (meq/L)	Acidez Fixa (meq/L)	Etanol (g/L)	Ácido acético (g/L)	Glicerol (g/L)
ALE	56,84 ± 1,96 ^a	21,72 ± 2,89 ^a	31,85 ± 2,45 ^a	91,51 ^{NR}	1,13 ^{NR}	7,37 ^{NR}
ALT	79,38 ± 4,90 ^b	19,23 ± 4,99 ^a	55,62 ± 5,15 ^a	104,90 ^{NR}	1,27 ^{NR}	7,69 ^{NR}
CON	57,82 ± 3,92 ^a	2,45 ± 0,49 ^b	55,37 ± 3,43 ^a	106,43 ^{NR}	0,19 ^{NR}	6,58 ^{NR}
TAM	138,18 ± 1,96 ^c	14,7 ± 2,94 ^c	123,48 ± 4,90 ^b	115,69 ^{NR}	0,44 ^{NR}	8,74 ^{NR}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

NR - Não foi realizado teste estatístico.

Fonte: A autora, 2024.

Por outro lado, os consumidores indicaram terem gostado ligeiramente/moderadamente (pontuações entre 6 e 7 - Tabela 6) dos atributos de cor, aroma e textura de todas as bebidas. Vale ressaltar que as formulações que utilizaram alecrim-do-campo apresentaram um escurecimento natural devido aos pigmentos presentes na planta, mas isso não prejudicou a aceitação do produto. O mesmo é verdadeiro para os hidromeis acrescidos de tamarindo, indicando, portanto, que a adição desses ingredientes não alterou a percepção desses parâmetros no produto.

4. CONCLUSÃO

O estudo destacou o potencial do alecrim-do-campo como uma fonte rica em nutrientes para o processo fermentativo, sugerindo a necessidade de investigações mais detalhadas para identificar os compostos específicos dessa planta que beneficiou o processo de produção de hidromel. Embora os teores de nitrogênio tenham sido inferiores a 1g/L, a eficiência do processo fermentativo foi evidenciada pelos níveis de etanol alcançados. Em contraste, as amostras contendo própolis

apresentaram concentrações de nitrogênio amino livre semelhantes às do alecrim-do-campo, porém, registraram teores de etanol significativamente menores.

É relevante salientar que o alecrim-do-campo, além de demonstrar eficácia no processo, revelou-se economicamente mais viável e de fácil acesso em comparação com a própolis. Essa constatação sugere benefícios não apenas para apicultores, mas também para pequenos produtores de hidromel, promovendo uma abordagem mais acessível e sustentável na produção da bebida.

A avaliação sensorial apontou desafios na utilização do tamarindo na produção de melomel, indicando que a concentração empregada pode ter acentuado percepções ácidas, conforme observado por alguns provadores. Em contrapartida, o alecrim-do-campo destacou-se como uma excelente matéria-prima, especialmente em relação às características sensoriais. No entanto, a presença de amargor na bebida sugere a necessidade de investigações futuras para identificar as substâncias responsáveis por essa característica e otimizar ainda mais o processo de produção.

Além disso, a adição do alecrim-do-campo beneficiou a capacidade antioxidante do hidromel, comprovando ser um ingrediente promissor para a produção desta bebida.

É necessário realizar estudos adicionais para identificar as substâncias específicas que exercem influência nas características sensoriais dos produtos. Além disso, são necessários testes adicionais para validar e comprovar a funcionalidade da bebida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, Lucile Tiemi. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 394-400, 2007.

ABEYRATHNE, Edirisingha Dewage Nalaka Sandun; NAM, Kichang; AHN, Dong Uk. Analytical methods for lipid oxidation and antioxidant capacity in food systems. **Antioxidants**, v. 10, n. 10, p. 1587, 2021.

ABERNATHY, D. G.; SPEDDING, G.; STARCHER, B. Analysis of protein and total usable nitrogen in beer and wine using a microwell ninhydrin assay. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 115, n. 2, p. 122-127, 2009.

ABOULGHAZI, Abderrazak et al. Physicochemical characterization and in vitro evaluation of the antioxidant and anticandidal activities of Moroccan propolis. **Veterinary World**, v. 15, n. 2, p. 341, 2022.

ADADI, Parise, et al. Designing selenium functional foods and beverages: A review. **Food Research International**, v. 120, p. 708-725, 2019.

ADAMENKO, Kinga et al. 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, 2021.

ALEKSANDAR, Savić et al. Influence of blackberry juice addition on mead fermentation and quality. **Foods and Raw materials**, v. 9, n. 1, p. 146-152, 2021.

ALVAREZ-SUAREZ, M. J.; GIAMPIERI, F.; BATTINO, M. Honey as a source of dietary antioxidants: structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. **Current Medicinal Chemistry**, v. 20, n. 5, p. 621-638, 2013.

AMORIM, Thaise Souza et al. Influence of acerola pulp concentration on mead production by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. **Food Science and Technology**, v. 97, p. 561-569, 2018.

ANJOS, Ofélia et al. Development of a spirit drink produced with strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit and honey. **Beverages**, v. 6, n. 2, p. 38, 2020.

ANJUM, Syed Ishtiaq et al. Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 7, p. 1695-1703, 2019.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International** (18 th ed.), Gaithersburg, MD, USA, pp. 24–40,2005.

ARAÚJO, Geiza Suzart et al. Mead production by *Saccharomyces cerevisiae* Saftbrew T-58 and *Saccharomyces bayanus* (*Premier Blanc* and *Premier Cuvée*): Effect of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) extract concentration. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 191, n. 1, p. 212-225, 2020.

ARAÚJO, Geiza Suzart et al. 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, 2022.

ASHAOLU, T. J. A review on selection of fermentative microorganisms for functional foods and beverages: the production and future perspectives. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 8, p. 2511-2519, 2019.

AZMAN, Amier Asyraf Bin Mohd et al. Antioxidant activity synergy between stingless bee honey and sea cucumber extract combination for food supplement. **Progress in Engineering Application and Technology**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2022.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BAPTISTA, S. A. E. Tendências de mercado-Bebidas funcionais. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar em Restauração). Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Estoril, Estoril, 2013.

BARBOSA, S. L.; CARDOSO, P. H. G. Atividade Apícola Desenvolvida pela Associação de Apicultores em Cariús-CE. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e932974913-e932974913, 2020.

BEHERA, Sudhanshu S. et al. Microorganisms in fermentation. **Essentials in fermentation technology**, p. 1-39, 2019.

BERTOTTO, C. Desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos contendo coprodutos da extração de própolis comercial e da indústria de suco de maçã. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

BIRCH, C. S.; BONWICK, G. A. Ensuring the future of functional foods. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 5, p. 1467-1485, 2019.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LÜLLMANN, C. Harmonised methods of the European Honey Commission. **Apidologie**, v. 28, p. 1-59, 1997.

BOBIS, Otilia et al. Eucalyptus honey: Quality parameters, chemical composition and health-promoting properties. **Food chemistry**, v. 325, p. 126870, 2020.

BOIX, Yilan Fung et al. Volatile compounds from *Rosmarinus officinalis* L. and *Baccharis dracunculifolia* DC. Growing in southeast coast of Brazil. **Química Nova**, v. 33, p. 255-257, 2010.

BONIN, Edinéia et al. *Baccharis dracunculifolia*: Chemical constituents, cytotoxicity and antimicrobial activity. **Lwt**, v. 120, p. 108920, 2020.

BOULEBD, Houssein. Comparative study of the radical scavenging behavior of ascorbic acid, BHT, BHA and Trolox: Experimental and theoretical study. **Journal of Molecular Structure**, v. 1201, p. 127210, 2020.

BRASIL. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2012.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº8. 819, de 14 julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 3, de 19 de Janeiro de 2001. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de própolis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 11, de 20 de Outubro de 2000. Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel Brasília, **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2000.

BRASIL. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1999.

BRUGNEROTTO, Patricia et al. Physicochemical characterization of honeys from Brazilian monitored beehives. **European Food Research and Technology**, v. 247, p. 2709-2719, 2021.

CASAGRANDE, Maira et al. Optical, mechanical, antioxidant and antimicrobial properties of starch/polyvinyl alcohol biodegradable film incorporated with *Baccharis dracunculifolia* lyophilized extract. **Waste and Biomass Valorization**, v. 12, p. 3829-3848, 2021.

CASANELLES-ABELLA, J.; MORETTI, M. Challenging the sustainability of urban beekeeping using evidence from Swiss cities. **NPJ Urban Sustainability**, v.2, n 1,p. 3, 2022.

CASTILLEJA, Dalia E. Miranda et al. Growth kinetics for the selection of yeast strains for fermented beverages. **Yeast—Industrial Applications Conversion; InTech: London, UK**, p. 67-87, 2017.

CAZELLA, Luciane Neris et al. Antimicrobial activity of essential oil of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae) aerial parts at flowering period. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 27, 2019.

CHEN, Chiachung. Relationship between water activity and moisture content in floral honey. **Foods**, v. 8, n. 1, p. 30, 2019.

CHITARRINI, Giulia et al. Volatile profile of mead fermenting blossom honey and honeydew honey with or without *Ribes nigrum*. **Molecules**, v. 25, n. 8, p. 1818, 2020.

CHIMSAH, F. A.; NYARKO, G.; ABUBAKARI, A. H. A review of explored uses and study of nutritional potential of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Northern Ghana. 2020.

CORBO, Maria Rosaria et al. Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 6, p. 1192-1206, 2014.

CÖMERT, Ezgi Doğan; MOGOL, Burçe Ataç; GÖKMEN, Vural. Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. **Current Research in Food Science**, v. 2, p. 1-10, 2020.

COUTO, L. A.; COQUEIRO, J. S. Etapas desenvolvidas em pré-projeto para lançamento de novo produto no mercado: hidromel saborizado com cacau. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 7, p. 95-114, 2022.

CUENCA, Marta et al. Optimization and Kinetic Modeling of Honey Fermentation for Laboratory and Pilot-Scale Mead Production. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 80, n. 3, p. 248-257, 2022.

CUNHA, Ildenize et al. Factors that influence the yield and composition of Brazilian propolis extracts. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, p. 964-970, 2004.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DA SILVA, Priscila Missio et al. Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds. **Lwt**, v. 129, 109521, 2020.

DA SILVA, Priscila Missio et al. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food chemistry**, v. 196, p. 309-323, 2016.

DE ALMEIDA, Eduardo Luís Menezes et al. Effects of nitrogen supplementation on *Saccharomyces cerevisiae* JP14 fermentation for mead production. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 336-343, 2020.

DE ALMEIDA, Eduardo Luís Menezes et al. Late Nitrogen Supplementation Partially Recovers Failed Fermentation During Mead Production. **Industrial Biotechnology**, v. 18, n. 5, p. 314-321, 2022.

DEVI, Barsha; BORUAH, Tridip. Tamarind (*Tamarindus indica*). **Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits**, p. 317-332, 2020.

DE FRANCISCO, Lizziane et al. Evaluation of radical scavenging activity, intestinal cell viability and antifungal activity of Brazilian propolis by-product. **Food Research International**, v. 105, p. 537-547, 2018.

DE OLIVEIRA, Isabelle Valente et al. Produção e caracterização do hidromel tipo doce. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 11176-11191, 2020.

DE OLIVEIRA, Frederico Ivair Santiago et al. From innovation to market: an analysis of the propolis production chain. **Baccharis: From Evolutionary and Ecological Aspects to Social Uses and Medicinal Applications** (pp. 547-564). Cham: Springer International Publishing, 2022.

DE-MELO, Adriane Alexandre Machado. et al. Composition and properties of Apis mellifera honey: A review. **Journal of Apicultural Research**, v.57, n.1, p.5–37, 2018.

DE MELO, Adriane Alexandre Machado; MATSUDA, Adriana Hitomi; DE ALMEIDA-MURADIAN, Ligia Bicudo. Identidade e qualidade da própolis proveniente de quatro regiões do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 540-548, 2012.

DOS SANTOS, Cristiane Soares; RIBEIRO, Adauto de souza. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, n. 3, p. 1, 2009.

DOBROWOLSKA-IWANEK, Justyna et al. Chemical analysis of selected meads produced in Poland. **European Food Research and Technology**, v. 249, n. 10, p. 2583-2593, 2023.

DRESCHER, Nora et al. Inside honeybee hives: Impact of natural propolis on the ectoparasitic mite Varroa destructor and viruses. **Insects**, v. 8, n. 1, p. 15, 2017.

DURAZZO, A.; LUCARINI, M.; PLUTINO, M.; PIGNATTI, G.; KARABAGIAS, I. K.; MARTINELLI, E.; SOUTO, E.B.; SANTINI, A.; LUCINI, L. Antioxidant properties of bee products derived from medicinal plants as beekeeping sources. **Agriculture**, v.11, n.11, p. 1136, 2021.

DZUGAN, M.; WAWER, I. Production of traditional mead as the subject of research in the age of nanotechnology. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 5, n. 8, p. 579-587, 2019.

ECHEVERRIGARAY, Sergio et al. Yeast biodiversity in honey produced by stingless bees raised in the highlands of southern Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v. 347, p. 109200, 2021.

EL-DEEB, Amany M. Utilization of propolis extract as a natural preservative in raw milk. **Journal of Food and Dairy Sciences**, v. 8, n. 8, p. 315-321, 2017.

ESCUREDO, Olga; SEIJO, M. Carmen. Authenticity of Honey: Characterization, Bioactivities and Sensorial Properties. **Foods**, v. 11, n. 9, p. 1301, 2022.

ETXEGARAI-LEGARRETA, O., SANCHEZ-FAMOSO, V. The role of beekeeping in the generation of goods and services: The interrelation between environmental, socioeconomic, and sociocultural utilities. **Agriculture**, v. 12, n. 4, p. 551, 2022.

FAKHLAEI, Rafieh et al. The toxic impact of honey adulteration: A review. **Foods**, v. 9, n. 11, p. 1538, 2020.

FALCÃO, Soraia I.; FREIRE, Cristina; VILAS-BOAS, Miguel. A proposal for physicochemical standards and antioxidant activity of Portuguese propolis. **Journal of the American oil chemists' society**, v. 90, n. 11, p. 1729-1741, 2013.

FERLA, Letícia Tereza et al. Co-cultures of *Saccharomyces cerevisiae* strains JP14 and IM8 as strategy for high-quality mead production. **European Food Research and Technology**, p. 1-9, 2024.

FERREIRA, K. C. Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus indica* L.) do cerrado de Goiás, Brasil e aplicação em produtos drageados. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, Goiânia., 2018.

FERREIRA, Iara et al. Non-lactic probiotic beverage enriched with microencapsulated red propolis: Microorganism viability, physicochemical characteristics, and sensory perception. **Fermentation**, v. 9, n. 3, p. 234, 2023.

FERNANDESA, C., G.; SONAWANEB, S., K.; SS, Arya. Cereal based functional beverages: A review. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 2021, p. 914-919, 2021.

FIGUEIREDO, FLÁVIO JÚNIOR BARBOSA et al. Physicochemical characterization and flavonoid contents of artisanal Brazilian green propolis. **Int J Pharm Sci**, v. 7, n. 3, p. 64-8, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT). **Countries by commodity**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 09 janeiro, 2024.

FORTES, Juciane Prois et al. Enhancement of the Functional Properties of Mead Aged with Oak (*Quercus*) Chips at Different Toasting Levels. **Molecules**, v. 28, n. 1, p. 56, 2022.

FU, Yuan et al. Fermentation of mead using *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus paracasei*: Strain growth, aroma components and antioxidant capacity. **Food Bioscience**, v. 52, p. 102402, 2023.

FUNARI, Cristiano S.; FERRO, Vicente O. Análise de própolis. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 171-178, 2006.

FUTURE MARKET INSIGHTS. **Functional Beverages Market Size, Share & Trends 2033**. Disponível em: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/global-functional-beverages-market>. Acessado em : 13 de fevereiro de 2024.

GALHARDO, Douglas et al. Microbiological Quality of L. Honey Samples from Western Paraná, Southern Brazil. **Journal of Apicultural Science**, v. 64, n. 2, p. 209-218, 2020.

GALHARDO, Douglas et al. Physicochemical, bioactive properties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from western Paraná, Southern Brazil. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 247-253, 2020.

GOK,I.; ULU, E.K. Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. **Nutrition & Food Science**, v. 49, n. 4, p. 668-686, 2019.

GOMES, Teresa et al. Optimization of mead production using response surface methodology. **Food and chemical toxicology**, v. 59, p. 680-686, 2013.

GOMES, Victor Valentim et al. Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey samples of *Apis mellifera* and different species of Meliponinae subfamily from the Brazilian eastern Amazon region. **Food Science and Technology**, v. 42, 2022.

GÓMEZ-CARAVACA, A.M., *et al.* Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, n.4, p.1220-1234, 2006.

GUPTA, J.K.; SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: A review. **Natural Products Radiance**, v.8, n.4, p.345-355, 2009

HERNÁNDEZ, Cristian Y.; SERRATO, Juan C.; QUICAZAN, Martha C. Evaluation of physicochemical and sensory aspects of mead, produced by different nitrogen sources and commercial yeast. **Chemical Engineering Transactions**, v. 43, 2015.

HUNTER, Maddison et al. Sensory and Compositional Properties Affecting the Likeability of Commercially Available Australian Honeys. **Foods**, v. 10, n. 8, p. 1842, 2021.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Pesquisa da pecuária municipal**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=34981&t=destaques>. Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Pesquisa da pecuária municipal**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=37928&t=destaques>. Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

IGLESIAS, Antonio et al. Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. **Molecules**, v. 19, n. 8, p. 12577-12590, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2008.

IRIGOITI, Yanet et al. The use of propolis as a functional food ingredient: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 115, p. 297-306, 2021.

ISHOLA, Muinat M.; AGBAJI, Edith B.; AGBAJI, Abel S. A chemical study of *Tamarindus indica* (Tsamiya) fruits grown in Nigeria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 51, n. 1, p. 141-143, 1990.

IURCKEVICZ, Genice et al. Bioactive compounds in the leaves of *Baccharis dracunculifolia*: extraction process and characterization. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 43, p. e49826-e49826, 2021.

JACKSON, R. S. Wine laws, authentication and geography. **Wine Science. Principles and Applications**, p. 761-828, 2014.

JÚNIOR, M.G. *et al.* Características físico-químicas e sensoriais de hidroméis produzidos a partir de mel silvestre ou mel de aroeira, utilizando ou não pólen apícola na sua fabricação. Dissertação (Mestrado em em Ciência Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

JÚNIOR, M.R.R.; CANAVER, A.B.; BASSAN, C.F.D. Produção de hidromel: análise físico-química e sensorial. **Revista UNIMAR Ciências**, v. 24, n. 1-2, 2017.

KÄHKÖNEN, Marja P. et al. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 47, n. 10, p. 3954-3962, 1999..

KARASAWA, M. M. G.; MOHAN, C. Fruits as prospective reserves of bioactive compounds: a review. **Natural products and bioprospecting**, v. 8, n. 5, p. 335-346, 2018.

KASOTE, Deepak M. et al. Chemical profiling, antioxidant, and antimicrobial activities of Indian stingless bees propolis samples. **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 4, p. 617-625, 2019.

KAWA-RYGIELSKA, Joanna et al. Fruit and herbal meads—Chemical composition and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 283, p. 19-27, 2019.

KIM, Dae-Ok et al. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 13, p. 3713-3717, 2002.

KONSTANTINIDI, M.; KOUTELIDAKIS, A. E. Functional foods and bioactive compounds: A review of its possible role on weight management and obesity's metabolic consequences. **Medicines**, v. 6, n. 3, p. 94, 2019.

LACERDA, D. C. O. **Avaliação de Sistemas de Produção Apícola na Agricultura Familiar.** Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

LAWLESS, Harry T et al. Acceptance and preference testing. **Sensory evaluation of food: Principles and practices**, p. 430-479, 1999.

LEI, Gaoming et al. Comparative chemical profiles of essential oils and hydrolate extracts from fresh flowers of eight *Paeonia suffruticosa* Andr. cultivars from Central China. **Molecules**, v. 23, n. 12, p. 3268, 2018.

LEITE, Michael Douglas Sousa et al. Produção, comercialização e exportação de produtos apícolas: uma análise do desempenho da região nordeste brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e466101018897-e466101018897, 2021.

LEMOS, Marivane et al. *Baccharis dracunculifolia*, the main botanical source of Brazilian green propolis, displays antiulcer activity. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 59, n. 4, p. 603-608, 2007.

LOPES, Gêssica Aparecida et al. Antioxidant activity, sensory analysis and acceptability of red fruit juice supplemented with Brazilian green propolis. **Food Science and Technology**, v. 42, p. e13521, 2021.

MAHDAVI-ROSHAN, M.; GHEIB, S.; POURFARZAD, A. Effect of propolis extract as a natural preservative on quality and shelf life of marinated chicken breast (chicken Kebab). *Food Science and Technology*, v. 155, p.112942, 2022.

MAIA, M. O. **Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) desidratado: efeito de redução da acidez e do teor de sólidos da polpa no processo de liofilização, na composição de metabólitos e estabilidade na estocagem.** Tese de Doutorado em Ciência e tecnologia de alimentos – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MAMAUAG, Jose Carlos T. Development and acceptability of mead wine with banana fruit flavor. **Plant Science Today**, v. 9, n. 2, p. 486-490, 2022.

MANFRON, Jane et al. Essential oils of *Baccharis*: chemical composition and biological activities. In: **Baccharis: From Evolutionary and Ecological Aspects to Social Uses and Medicinal Applications**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 239-257.

MARCOLIN, Lucas Cavagnoli et al. Meliponinae and *Apis mellifera* honey in southern Brazil: Physicochemical characterization and determination of pesticides. **Food Chemistry**, v. 363, p. 130175, 2021.

MARKET RESEARCH REPORT: **Mead Beverage Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Type (Fruit Mead and Traditional Mead), Distribution Channel (Supermarkets/Hypermarkets, Specialty Stores, Online Sales Channels, and Others), and Regional Forecast, 2021-2028.** Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/mead-market-102278> . Acesso em 01 de fevereiro de 2024.

MARTÍN-GÓMEZ, Juan et al. Phenolic compounds, antioxidant activity and color in the fermentation of mixed blueberry and grape juice with different yeasts. **LWT**, v. 146, p. 111661, 2021.

MCGOVERN, P. E.; HALL, G.R.; MIRZOIAN, A. A biomolecular archaeological approach to 'Nordic grog'. **Danish journal of Archaeology**, v. 2, n. 2, p. 112-131, 2013.

MENDES-FERREIRA, Ana et al. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. **International journal of food microbiology**, v. 144, n. 1, p. 193-198, 2010.

MINTEGUIAGA, Manuel et al. *Baccharis dracunculifolia* DC. **Medicinal and Aromatic Plants of South America Vol. 2: Argentina, Chile and Uruguay**, p. 85-105, 2021.

MOKHTAR, S. U. Comparison of total phenolic and flavonoids contents in Malaysian propolis extract with two different extraction solvents. **International Journal of Engineering Technology and Sciences**, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2019.

MOISE, A. R., BOBIȘ, O. *Baccharis dracunculifolia* and *Dalbergia ecastophyllum*, main plant sources for bioactive properties in green and red Brazilian propolis. **Plants**, v. 9, n. 11, p. 1619, 2020.

PALOMARES, S. G. Determination of aromatic compounds in tamarind (*Tamarindus indica* L.) by two methods of extraction. **Unacar Tecnociencia**, v. 3, n. 2, p. 29-39, 2009.

PAULA, Maristela Franchetti de et al. Análise da competitividade das exportações brasileiras de mel natural, segundo o modelo constant market share e o índice de vantagem comparativa revelada. **Revista Ceres**, v. 63, p. 614-620, 2016.

PEREIRA, Ana Paula et al. Volatile composition and sensory properties of mead. **Microorganisms**, v. 7, n. 10, p. 404, 2019.

PEREIRA, Juliano R. et al. Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. **Food Bioscience**, v. 36, p. 100644, 2020.

PEREIRA, Ana Paula et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilisation on mead production. **LWT-Food Science and Technology**, v. 56, n. 1, p. 21-30, 2014.

PEREIRA, Ana Paula et al. Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, n. 8, p. 2057-2063, 2009.

PIATZ, S. The complete guide to making mead: the ingredients, equipment, processes, and recipes for crafting honey wine. **Voyageur Press**, 2014.

PINTO, T.; VILELA, A. Healthy drinks with lovely colors: Phenolic compounds as constituents of functional beverages. **Beverages**, v. 7, n. 1, p. 12, 2021.

POBIEGA, K.; KRAŚNIEWSKA, K; GNIEWOSZ, M. Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality—A review. **Trends in food science & technology**, v. 83, p.53-62, 2019.

PRESTIANNI, Rosario et al. Use of sequentially inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora uvarum* strains isolated from honey by-products to

improve and stabilize the quality of mead produced in Sicily. **Food Microbiology**, v. 107, p. 104064, 2022.

PRZYBYŁEK, I.; KARPIŃSKI, T. M. Antibacterial properties of propolis. **Molecules**, v. 24, n. 11, p. 2047, 2019.

RAMALHOSA, Elsa et al. Mead production: Tradition versus modernity. **Advances in food and nutrition research**, v. 63, p. 101-118, 2011.

RANNEH, Y. *et al.* Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. **BMC complementary medicine and therapies**, v. 21, n. 1, p. 1-17, 2021.

RE, Roberta et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RITTER, Mara Rejane et al. An overview of the cultural and popular use of Baccharis. **Baccharis: From Evolutionary and Ecological Aspects to Social Uses and Medicinal Applications**, p. 401-416, 2022.

RODRIGUES, Débora Munhoz et al. The role of Baccharis dracunculifolia and its chemical profile on green propolis production by Apis mellifera. **Journal of chemical ecology**, v. 46, p. 150-162, 2020.

ROYO, Vanessa de A. et al. Physicochemical Profile, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Honeys Produced in Minas Gerais (Brazil). **Antibiotics**, v. 11, n. 10, p. 1429, 2022.

SALATINO, A. Perspectives for uses of propolis in therapy against infectious diseases. **Molecules**, v. 27, n. 14, p. 4594, 2022.

SAHA, S. Isolation, detection and characterization of aerobic bacteria from honey samples of Bangladesh. **BioRxiv**, p. 298695, 2018.

SAÏD, Anes El-hadj; MEKELLECHE, Sidi Mohamed. Antioxidant activity of Trolox derivatives toward methylperoxyl radicals: thermodynamic and kinetic theoretical study. **Theoretical Chemistry Accounts**, v. 140, n. 9, p. 128, 2021.

SÁNCHEZ, Rey David vargas et al. Effect of physicochemical properties and phenolic compounds of bifloral propolis on antioxidant and antimicrobial capacity. **Nova scientia**, v. 12, n. 24, p. 0-0, 2020.

SANTAMARÍA, Pilar et al. Nitrogen sources added to must: effect on the fermentations and on the Tempranillo red wine quality. **Fermentation**, v. 6, n. 3, p. 79, 2020.

.SANTO, Évellin do espírito et al. Screening e avaliação antifúngica do hidrolato e do óleo essencial de Mentha piperita. **Visão Acadêmica**, v. 21, n. 3, 2020.

SAPUTRI, R. Ayu Hardianti et al. The application of honey in wound care of raw surface at spontaneous rupture submandibular abscess that extends to submental and right neck: A case report. **International Journal of Surgery Case Reports**, v. 90, p. 106672, 2022.

SCHWARZ, Luisa Vivian et al. Influence of nitrogen, minerals and vitamins supplementation on honey wine production using response surface methodology. **Journal of Apicultural Research**, v. 60, n. 1, p. 57-66, 2021.

SCHWARZ, Luisa Vivian et al. 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, p. 2840-2851, 2020.

SFORCIN, J. M. Biological properties and therapeutic applications of propolis. **Phytotherapy research**, v. 30, n. 6, p. 894-905, 2016.

SILVA, Bibiana et al. In vitro anti-inflammatory properties of honey flavonoids: A review. **Food Research International**, v. 141, p. 110086, 2021.

SILVA, Mateus Gonçalves et al. Rotulagem dos méis de *Apis mellifera* comercializados no Alto Sertão da Paraíba. 2020.

SILVA, Mayara Salgado et al. Selection of yeasts from bee products for alcoholic beverage production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 51, p. 323-334, 2020.

SILVA, Janaina Tayna. et al. Use of beekeeping as a source of income for small producers. **Revista online de Extensão e Cultura-Realização** v. 7, n. 13, p. 121-130, 2020.

SILVA, M. S. **Desenvolvimento de fermentado para produção de Hidromel**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

SIMÃO, Larissa et al. Prospecção Tecnológica de Patentes sobre Hidromel: panorama atual e perspectivas futuras. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 3, p. 912-928, 2022.

SINGH, Balwinder et al. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. **Food Research International**, v. 101, p. 1-16, 2017.

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, 2020.

STAROWICZ, M.; GRANVOGL, M. Effect of Wort Boiling on Volatiles Formation and Sensory Properties of Mead. **Molecules**, v. 27, n. 3, p. 710, 2022.

STEINMETZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetable, fruit and cancer. II. Mechanisms. **Cancer Causes & Control**, v. 2, n. 6, p. 427-442, 1991.

SOUSA LIMA, Rafael; CAZELATTO DE MEDEIROS, Alessandra; ANDRE BOLINI, Helena Maria. Sucrose replacement: a sensory profile and time-intensity analysis of a tamarind functional beverage with artificial and natural non-nutritive sweeteners. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 2, p. 593-602, 2021

SONI, Narotam; VERMA, R. C.; WANKHADE, Vaishali. Physico-chemical and frictional characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) for pharmaceutical applications. 2023.

SOUSA-DIAS, Miguel L. et al. Mead Production Using Immobilized Cells of *Saccharomyces cerevisiae*: Reuse of Sodium Alginate Beads. **Processes**, v. 9, n. 4, p. 724, 2021.

SULIEMAN, Abdel Moneim E. et al. Physicochemical characteristics of local varieties of tamarind (*Tamarindus indica* L), Sudan. **International Journal of Plant Research**, v. 5, n. 1, p. 13-18, 2015.

SUN, Li-Ping et al. Antioxidant and anti-inflammatory activities of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) honey extract. **Foods**, v. 9, n. 8, p. 1039, 2020.

THAMNOPOULOS, Ioannis-Angelos I et al. Inhibitory activity of propolis against *Listeria monocytogenes* in milk stored under refrigeration. **Food microbiology**, v. 73, p. 168-176, 2018.

TIMBE, Palmira Penina Raúl et al. Antimicrobial activity of *Baccharis dracunculifolia* DC and its synergistic interaction with nisin against food-related bacteria. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, p. 3010-3018, 2021.

TOUSSAINT-SAMAT, M. A history of food. **John Wiley & Sons**, 2009.

UCAK, Ilknur et al. Potential of propolis extract as a natural antioxidant and antimicrobial in gelatin films applied to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. **Foods**, v. 9, n. 11, p. 1584, 2020.

ULLOA, Pablo A. et al. Effect of the addition of propolis extract on bioactive compounds and antioxidant activity of craft beer. **Journal of Chemistry**, v. 2017, 2017.

VARGAS SÁNCHEZ, Rey David et al. Effect of physicochemical properties and phenolic compounds of bifloral propolis on antioxidant and antimicrobial capacity. **Nova scientia**, v. 12, n. 24, p. 0-0, 2020.

VATTI, J.R. **Optimisation of processing conditions and quality evaluation of honey mead**. Dissertation (Master of Research - School of Science and Health) Western Sydney University, Australia, 2020.

VASCONCELOS, N. M.; PINTO, G. A. S.; ARAGÃO, F. A. S. Determinação de Açúcares Redutores pelo Ácido 3,5-Dinitrosalicílico. Boletim de Pesquisa, **Embrapa Agroindústria Tropical**, n.9, p.1-59, 2013

VASILAKI, Athanasia et al. A natural approach in food preservation: Propolis extract as sorbate alternative in non-carbonated beverage. **Food chemistry**, v. 298, p. 125080, 2019.

VEIGA, R. S. et al. Artepillin C and phenolic compounds responsible for antimicrobial and antioxidant activity of green propolis and *Baccharis dracunculifolia* DC. **Journal of Applied Microbiology**, v. 122, n. 4, p. 911-920, 2017.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Indústria de bebidas: inovação, gestão e produção**. Editora Blucher, 2021.

VIDA, Maria de Fátima. Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, n.157, 2021.

VIDAL, Maria de Fátima. Evolução da produção de mel na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, n.112,2020.

VIUDA-MARTOS, M. et al. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. **Journal of food science**, v. 73, n. 9, p. R117-R124, 2008.

WAGH, V.D. Propolis: a wonder bees product and its pharmacological potentials. **Advances in pharmacological sciences**, v. 2013, 2013.

WANDERLEY, B. R.S.M. **Elaboração de hidroméis adicionados de amora-preta (*Rubus spp.*), feijoa (*Acca sellowiana*) e uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*): caracterização das frutas, acompanhamento do processo fermentativo e avaliação da composição das bebidas**.Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina,Florianópolis, 2021.

WOLLENWEBER, E.; HAUSEN, B.M.; GREENAWAY, W. Phenolic constituents and sensitizing properties of propolis, poplar balsam and balsam of Peru. **Bulletin de Liaison-Groupe Polyphenols**, v. 15, p. 112-120, 1990.

WOOTTON-BEARD, P. C.; RYAN, L. Improving public health: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. **Food Research International**, v. 44, n. 10, p. 3135-3148, 2011.

YAP, Shu Khang et al. Quality characteristics of dehydrated raw Kelulut honey. **International Journal of Food Properties**, v. 22, n. 1, p. 556-571, 2019.

YUDANIAYANTI, Ira Sari et al. Protective effects of honey by bees (*Apis dorsata*) on decreased cortical thickness and bone impact strength of ovariectomized rats as models for menopause. **Veterinary world**, v. 12, n. 6, p. 868, 2019.

XIMENES, L.F.; VIDAL, M.D.F. Agropecuária: Mel Natural. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 8, n.279, p. 1-12, 2023. Disponível em: https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1838/1/2023_CDS_279.pdf. Acesso em: 05 de janeiro de 2024.

ZANELA, Juliano et al. Active biodegradable packaging for foods containing *Baccharis dracunculifolia* leaf as natural antioxidant. **Food and Bioprocess Technology**, v. 14, p. 1301-1310, 2021.

ZHENG, Yan-Zhen et al. Antioxidant activity of quercetin and its glucosides from propolis: A theoretical study. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 7543, 2017.

CAPÍTULO 2.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE HIDROMEL DE ALECRIM-DO-CAMPO E PRODUTO DERIVADO DESTE PROCESSO.

Texto submetido à Comissão Permanente de Propriedade Intelectual (CPPI) da Universidade Federal de Viçosa para solicitação de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Campo de invenção

- [1] A presente invenção se refere ao processo de produção de uma bebida alcoólica fermentada, mais especificamente, o hidromel, e do produto derivado desse processo. O processo de produção de hidromel de alecrim-do-campo é caracterizado pela adição do alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) ao mosto de mel previamente à fermentação, o qual possui função de suplemento de nitrogênio e sais para uma fermentação efetiva, obtendo assim uma bebida alcoólica fermentada com características sensoriais diferenciadas. O processo de produção se destaca pela substituição de suplementos sintéticos, como o fosfato diamônico, por uma fonte natural de suplementação.

Fundamentos da invenção

- [2] A presente invenção aborda o processo de produção do hidromel com alecrim-do-campo, bebida alcoólica fermentada produzida a partir da adição dessa erva em mel diluído em água. O mosto oriundo deste processo é destinado à etapa fermentativa a partir da inoculação de *Saccharomyces cerevisiae* ou co-cultura. O produto resultante deste processo pode ser submetido a outras etapas operacionais, como trasfega, clarificação, maturação, tratamento térmico, carbonatação, adição de aditivos, envase, dentre outros.
- [3] A produção desta bebida surge como uma alternativa para agregar valor aos produtos gerados na atividade apícola. No Brasil, a comercialização de méis ainda é baixa, principalmente devido ao alto custo e baixo consumo do produto. Tanto o mel quanto o alecrim-do-campo são produtos oriundos da atividade apícola, sendo o alecrim-do-campo a principal fonte botânica

utilizada para a produção da própolis verde. Este produto é uma excelente fonte de nitrogênio, no entanto, a aplicação da própolis verde proporciona características sensoriais desagradáveis, além de fornecer o encarecimento do processo. Desta forma, a aplicação do mel e alecrim-do-campo é uma excelente alternativa para tornar a atividade apícola mais rentável.

[4] A elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas é uma prática consolidada, envolvendo uma variedade de métodos e ingredientes. O mel é o principal componente na elaboração de hidroméis, fornecendo açúcares fermentáveis e contribuindo para o perfil de sabor final. Entretanto, ele é deficiente em nitrogênio, minerais e vitaminas, desse modo, se faz necessário a suplementação do meio a fim de evitar falhas durante o processo fermentativo. A utilização de plantas e ervas em bebidas fermentadas não é uma prática incomum, proporcionando características sensoriais específicas. No entanto, até o momento, não havia sido relatada a aplicação específica do alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) para a produção de hidromel, principalmente como substituto de suplementos sintéticos, com o objetivo de atuar como fonte de nitrogênio e sais para enriquecimento necessário do mosto de hidromel.

[5] Segundo a legislação brasileira, o hidromel é definido como "... a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, a 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável" (Decreto n. 6871 de 4 de julho de 2009). Conforme descrito pela legislação, é definido a necessidade da utilização de sais nutrientes com o objetivo de suplementar o mosto, servindo como fonte de nitrogênio assimilável. Este elemento é essencial para a síntese de proteínas e outras biomoléculas necessárias para o crescimento das leveduras. Além disso, no processo fermentativo se faz necessário a presença do nitrogênio a fim de proporcionar a síntese de enzimas, coenzimas e proteínas essenciais para o metabolismo, fornecendo uma conversão eficiente de açúcares em álcool e dióxido de carbono. Entretanto, a falta de nitrogênio proporciona falhas fermentativas, resultando na produção de subprodutos indesejados ou interrupção prematura do processo.

- [6] Desta forma, o foco desta invenção é a substituição dos suplementos sintéticos pela adição de um suplemento natural, o alecrim-do-campo. Esta erva atua como fonte botânica para a produção de própolis verde, sendo comumente conhecida pelos efeitos medicinais que possui, principalmente pelas características antimicrobianas e antioxidantes, tendo na sua composição compostos fenólicos e flavonoides. O alecrim-do-campo possui aromas característicos, contribuindo também para a variação de compostos voláteis da bebida final, conseqüentemente, para as características sensoriais. Vale ressaltar que a concentração de todos os compostos da erva variam de acordo com o período da colheita, localização geográfica, condições climáticas, dentre outros fatores.
- [7] Através do consumo de bebidas fermentadas pode ser adquirido algumas propriedades benéficas, como a inibição ou redução de processos oxidativos através da capacidade antioxidantes de compostos bioativos, podendo ser obtido através da presença do mel e do alecrim-do-campo.
- [8] Em buscas em bancos de dados, foram encontrados estudos publicados sobre o tema, entretanto não impeditivos à novidade:
- [9] O artigo ALMEIDA, E. L. M. D.; MOREIRA E SILVA, G.; VASSALLI, I. D. A.; SILVA, M. S.; SANTANA, W. C.; SILVA, P. H. A. D.; ELLER, M. R. Effects of nitrogen supplementation on *Saccharomyces cerevisiae* JP14 fermentation for mead production. Food Science and Technology, v.40, p.336-343, 2020, relatou a aplicação de diferentes concentrações de suplementos sintéticos, fosfato diamônico e sulfato de amônia, na produção de hidromel.
- [10] O artigo ARAÚJO, G. S.; RIBEIRO, G. O.; DE SOUZA, S. M. A.; PAULO DA SILVA, G.; 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, 2022, relatou a aplicação de extratos de farelo de arroz e farelo de soja como suplemento de nitrogênio na produção de hidromel através da inoculação de três leveduras: *Saccharomyces*

bayanus Premier Blanc, *S. cerevisiae Montrachet* e *S. cerevisiae Safbrew T-58*.

- [11] O artigo ARAÚJO, G. S.; GUTIÉRREZ, M. P.; SAMPAIO, K. F.; DE SOUZA, S. M. A.; RODRIGUES, R. D. C. L. B.; & MARTÍNEZ, E. A. Mead production by *Saccharomyces cerevisiae Safbrew T-58* and *Saccharomyces bayanus* (Premier Blanc and Premier Cuvée): Effect of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) extract concentration. *Applied biochemistry and biotechnology*, v.191, p.212-225, 2020, relatou a suplementação de nitrogênio com extrato de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) para a produção de hidromel através da fermentação com *S. cerevisiae Safbrew T-58* e *S. bayanus* (Premier Blanc e Premier Cuvée).
- [12] O artigo HERNÁNDEZ, C.Y.; SERRATO, J.C.; QUICAZAN, M.C. Evaluation of physicochemical and sensory aspects of mead, produced by different nitrogen sources and commercial yeast. *Chemical Engineering Transactions*, v. 43, 2015, relatou a utilização de pólen, mistura de pólen e di-hidrogenofosfato de amônio, pólen pré-tratado e extrato de levedura como fonte de nitrogênio. A fermentação do hidromel foi realizada a partir da inoculação das culturas comerciais de levedura (UVAFERM, LALVIN-QA23 e FERMIBLANC AROM).
- [13] O artigo AMORIM, T. S.; DE BRITO LOPES, S.; BISPO, J. A. C.; BONAFE, C. F. S.; DE CARVALHO, G. B. M.; MARTINEZ, E. A. Influence of acerola pulp concentration on mead production by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. *LWT*, v.97, p.561-569, 2018, relatou a utilização de água suplementada com extrato de levedura (5 g/L), extrato de malte (5 g/L), peptona (10 g/L), cloreto de magnésio (0,05 g/L), sulfato de amônio (0,3 g/L) e fosfato de amônio dibásico (0,05 g/L) para a produção de hidromel com diferentes concentrações de polpa de acerola, a partir da adição da *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796.
- [14] Também foram realizadas buscas de patentes sobre a produção e suplementação de hidromel e outras bebidas:

- [15] Título: Elaborado de hidromel com adição de folhas de pitanga (*eugenia uniflora* L.). Código : BR 10 2020 006465 7. Elaborado a partir da aplicação de um suplemento sintético, enovit como fonte de nitrogênio, juntamente com a adição de folhas de pitanga a fim de fornecer compostos bioativos que possuem capacidade antioxidante.
- [16] Título: Produção de hidromel a partir da fermentação alcoólica de mel industrial como substrato. Código : BR 10 2018 000333 0. Elaborado a partir da utilização de mel industrial como única fonte de substrato fermentativo, sem adição de suplemento sintético ou natural.
- [17] Título: Processo e produto hidromel tipo doce. Código: BR 10 2015 005812 8. Elaborado a partir da suplementação do mosto com compostos sintéticos, sulfato de amônio 70% (m/m) e fosfato de amônio dibásico 19,80% (m/m), como fonte de nitrogênio, obtendo teor de açúcares acima a 3 g/mL.
- [18] Título: Processo e produto hidromel tipo seco. Código: BR 10 2015 005813 6. Elaborada a partir da suplementação de nitrogênio com sulfato de amônio 70% (m/m) e fosfato de amônio dibásico 19,80% (m/m), obtendo teor de açúcares abaixo ou igual a 3 g/mL.
- [19] Título: Hidromel com água de coco. Código: BR 10 2012 028588 6. Produzido a partir da suplementação de nitrogênio com sulfato de amônio 70% (m/m) e fosfato de amônio dibásico 19,80% (m/m) na produção de hidromel com água de coco e mel. Vale ressaltar que a adição da água de coco teve como principal objetivo a suplementação de minerais, como cálcio, potássio, fósforo a fim de favorecer a fermentação das leveduras por tornar o meio mais isotônico.
- [20] Título: Método para produção de hidromel. Código: PI 0703334-6. Elaboração de hidromel do tipo seco através da utilização de mel e arroz koji como únicas fontes de substrato para a fermentação primária de hidromel.
- [21] Título: Processo de adição de extrato de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) durante a produção de bebida fermentada à base de culturas

láticas (iogurte e leite fermentado) enriquecidos com os bioativos presentes no extrato de *baccharis dracunculifolia*. Código: BR 10 2018 072779 6. A patente refere-se à elaboração de bebida fermentada à base de culturas láticas (iogurte e leite fermentado) com adição do extrato hidroalcoólico, metanólico, etanólico ou extrato aquoso (chá) de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) na forma seca e fresca. O estudo teve como foco a avaliação da presença de substâncias bioativas, flavorizantes e aromáticas a partir da adição de alecrim-do-campo.

[22] Os trabalhos relatados informam características sobre a elaboração do hidromel com água, mel e leveduras, bem como, a adição de alguns suplementos naturais para a produção de hidromel com leveduras em co-cultura ou não. Também foi verificada a aplicação do alecrim-do-campo na produção de iogurte. No entanto, nenhum dos documentos citados revelam o uso do alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) como fonte de nitrogênio em processos. A presente invenção trata do uso dessa erva como suplemento natural para a produção de hidromel através da utilização da *Saccharomyces cerevisiae* isolada ou em co-cultura.

Descrição detalhada da invenção:

[23] Esta invenção trata do processo de produção de uma bebida alcoólica fermentada, hidromel, à base de mel diluído em água, acrescida de alecrim-do-campo. Após a produção do mosto, a etapa fermentativa se inicia com a adição da *Saccharomyces cerevisiae* isolada ou em co-cultura. O produto resultante deste processo é o hidromel de alecrim-do-campo, sendo comumente conhecido como spiced mead.

[24] Este processo pode ser dividido em algumas etapas, como preparo do mosto, fermentação, filtração/clarificação, maturação e envase.

[25] No preparo do mosto, o mel deve ser diluído em água até alcançar a faixa entre 15 à 30 °Brix, ou seja, 15 à 30 g de mel em 100 g de sólidos solúveis. Após esta etapa, o mosto pode ser submetido a um tratamento térmico a fim de diminuir a carga microbiana presente naturalmente no mel. A pasteurização deve ser aplicada de forma lenta, com um binômio tempo X

temperatura de 60 a 65 °C por 30 minutos. Vale ressaltar que, ao submeter o mosto contendo mel a determinadas temperaturas, pode ocorrer a produção de hidroximetilfurfural (HMF), composto potencialmente tóxico. O HMF é gerado quando o mel é exposto a altas temperaturas, especialmente durante o processo de aquecimento, podendo afetar negativamente a qualidade e a segurança do produto final. Controlar rigorosamente a temperatura e o tempo de aquecimento durante o processamento do mosto é essencial para evitar a formação excessiva de HMF, assegurando a integridade e a qualidade do hidromel. Além da utilização do tratamento térmico, o mosto pode ser acrescido de aditivos com capacidade esterilizante, como o metabissulfito de sódio/potássio em concentrações entre 0 a 250 mg/L, de acordo com a legislação vigente. Ao final do processo, adiciona-se o alecrim-do-campo triturado, com partículas de aproximadamente 2 mm, em uma concentração mínima de 2% (m/v).

[26] A etapa fermentativa se inicia com inoculação da levedura *Saccharomyces* sp. , especificamente a *Saccharomyces cerevisiae* JP14 (UFMG-CM-Y7130), podendo ser inoculada isolada ou em co-cultura. Antes de ser inoculado ao mosto, o fermento deve passar pela etapa de hidratação. A inoculação deve garantir que a concentração mínima de células no mosto seja de 10^5 cel/mL, não podendo ultrapassar 10^8 cel/mL. Após a adição do fermento, o processo de fermentação é realizado em temperatura controlada, mantida entre 15 a 30 °C, durante o tempo requerido para a completa conversão dos açúcares em etanol. Este processo pode levar de 14 a 21 dias, aproximadamente, ou até que seja atingido o teor alcoólico desejado para a bebida. Esta etapa deve ser realizada em recipientes inertes, sendo essencial um mecanismo para saída do CO₂ produzido durante a etapa fermentativa. Além disso, é importante ressaltar que o local de conexão de saída de CO₂ deve garantir que não haja contaminação do mosto.

[27] Após a conclusão da fermentação, o vinho passa para a fase de separação da massa de células de levedura e alecrim-do-campo. Esse processo pode ser executado por métodos mecânicos e/ou físico-químicos,

como centrifugação, filtração, trasfega, clarificação, decantação, dentre outros. Em seguida, o vinho é submetido à etapa de maturação a frio, ocorrendo em temperaturas entre -2°C e 4°C, durante um período mínimo de 30 dias. Essa fase tem como objetivo promover a estabilização do produto e o desenvolvimento de novos compostos aromáticos. É importante ressaltar que a maturação pode ser realizada antes ou após a separação da massa residual, dependendo do processo específico utilizado.

[28] Na etapa final do processo, o produto é envasado em recipientes inertes, como o vidro âmbar ou latas de alumínio. Esses recipientes são escolhidos por sua opacidade, com o objetivo de prevenir ou minimizar a passagem de luz. Essa medida é fundamental para preservar as características originais do produto durante o armazenamento, garantindo sua qualidade ao impedir a influência negativa da luz. Além disso, é importante deixar um espaço livre dentro do recipiente de envase, para evitar o rompimento da embalagem caso ocorra a produção de CO₂, visto que os métodos aplicáveis para separação do mosto com a massa sólida não garantem a retirada total das células.

[29] A bebida poderá ser submetida ao processo de carbonatação de forma mecânica ou através da fermentação.

[30] O produto final poderá ser submetido a um processo de tratamento térmico, como a pasteurização, para eliminar microrganismos contaminantes que possam modificar as propriedades do hidromel com alecrim-do-campo durante o armazenamento, antes de ser consumido. Além disso, a bebida pode ser complementada com aditivos ou conservantes, como sais de sorbato, visando estabilizar o produto e prolongar sua vida útil nas prateleiras.

REIVINDICAÇÕES

- 1) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo caracterizado pelas seguintes etapas:
 - a) Preparar o mosto de mel através da diluição do mel em água até uma concentração de 15 a 30 g/100 g de sólidos solúveis;
 - b) Realizar a pasteurização e/ou adicionar metabissulfito de sódio/potássio em concentrações entre 0 a 250 mg/L;
 - c) Incluir o alecrim-do-campo triturado, em uma concentração mínima de 2% (m/v);
 - d) Inocular levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, alcançando concentrações entre 10^5 a 10^8 células por mililitro;
 - e) Manter o mosto a uma temperatura controlada entre 15 a 30 °C até que a concentração de etanol atinja pelo menos 4 °GL;
 - f) Submeter o vinho (mosto fermentado) a temperaturas entre -2 e 12 °C durante um período mínimo de 30 dias para maturação;
 - g) Envasar o produto em recipientes inertes.
- 2) Processo de produção do hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela água ter o pH corrigido para 3,5 - 4,5.
- 3) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo mosto já acrescido de alecrim-do-campo ser submetido ao tratamento térmico, preferencialmente pelo método de pasteurização lenta.
- 4) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo mosto ser adicionado de aditivos.
- 5) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pela maturação do produto da fermentação ser realizada na presença ou ausência de levedura, em recipientes de vidro ou aço inoxidável, mantidos em temperatura entre -2 e 4 °C.

- 6) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pela massa de células de levedura e alecrim-do-campo serem separados do líquido através de métodos mecânicos e/ou físico-químicos.
- 7) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pela bebida ser padronizada e,ou, carbonatada, mecanicamente ou por fermentação.
- 8) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo produto fermentado ser submetido ao processo de tratamento térmico.
- 9) Processo de produção de hidromel com alecrim-do-campo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pela bebida ser acrescida de aditivos e, ou, conservantes.
- 10) **Produto** derivado do processo descrito em qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por ser um fermentado alcoólico com concentração de pelo menos 4 °GL de etanol.

3. CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo confirmou a influência significativa do alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) no processo fermentativo do hidromel, bem como em suas características físico-químicas, sensoriais e propriedades funcionais. O alecrim-do-campo demonstrou potencial como suplemento na produção de hidromel, embora seja necessário um estudo mais aprofundado para identificar quais nutrientes específicos contribuem de forma mais significativa para o processo fermentativo. Observou-se que, apesar do alecrim-do-campo possuir baixo teor de nitrogênio amino livre, sua concentração considerável de minerais pode desempenhar um papel importante nesse processo.

Ademais, constatou-se que para otimizar a fermentação utilizando própolis, será necessário investigar a viabilidade de aplicar maiores concentrações do composto nos experimentos. Contudo, é crucial considerar o impacto dessas concentrações nas características sensoriais do produto final, além do custo, a fim de garantir sua aceitabilidade pelo consumidor.

Além disso, foi constatado que a adição de outros ingredientes pode contribuir de forma significativa para todo o processo de produção do hidromel. Nesse sentido, ressalta-se a importância de uma liberação legislativa que permita a produção de hidromel com ingredientes além dos tradicionais, abrindo caminho para a exploração de novas formulações e a diversificação do mercado.