

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE MEDICINA VETERINÁRIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**JUAN VIANA MOREIRA**

**PRODUÇÃO ARTESANAL E ANÁLISE LABORATORIAL DE HIDROMEL  
ELABORADO COM DIFERENTES ESPÉCIES DE LEVEDURAS DO GÊNERO  
*SACCHAROMYCES***

**CASTANHAL-PA**

**2024**

**PRODUÇÃO ARTESANAL E ANÁLISE LABORATORIAL DE HIDROMEL  
ELABORADO COM DIFERENTES ESPÉCIES DE LEVEDURAS DO GÊNERO  
*SACCHAROMYCES***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Medicina Veterinária, da Universidade Federal do Pará, Instituto de Medicina Veterinária, como requisito básico para a conclusão do Curso de Medicina Veterinária.

Orientador (a): **Emília do Socorro Conceição de Lima Nunes**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M835p Moreira, Juan Viana.

Produção artesanal e análise laboratorial de hidromel elaborado com diferentes espécies de levedura do género *Saccharomyces* / Juan Viana Moreira.

— 2024.

28 f. : il.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Emília do Socorro Conceição de Lima Nunes

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Castanhal, Faculdade de Medicina Veterinária, Castanhal, 2024.

1. Derivados do Mel. 2. Produção Artesanal. 3. Fermentação. 4. Físico-química. 5. Microbiologia. I. Título.

CDD 636.089

---

**JUAN VIANA MOREIRA**

**PRODUÇÃO ARTESANAL E ANÁLISE LABORATORIAL DE HIDROMEL  
ELABORADO COM DIFERENTES ESPÉCIES DE LEVEDURAS DO GÊNERO  
*SACCHAROMYCES***

Trabalho julgado para a obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará, Campus de Castanhal

DATA DE AVALIAÇÃO: 21 de junho de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa Dra. Emília do Socorro Conceição de Lima Nunes  
UFPA – Orientador(a)

---

Prof. Dr. Francisco Plácido Magalhães Oliveira – UFPA (Titular)

---

Engenheira de Alimentos MSc. Keila Diniz Campos - IFPA – Campus Castanhal (Titular)

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro - UFPA – Campus Bragança (Suplente)

---

Técnico e Farmacêuco Fábio Willians Tavares de Souza (Suplente)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar à minha família, sobretudo aos meus avós, Benedita de Carvalho Moreira e Olivaldo Mendes Moreira, que desde da infância me criaram como um filho e sempre me incentivaram a estudar, nunca medindo esforços para tal. Sem sua ajuda e apoio eu não poderia estar em uma universidade de renome como a Universidade Federal do Pará, a qual me proporcionou inúmeras experiências de aprendizado.

Agradeço a Juliana Maia que sempre esteve presente em minha vida, me dando incentivo para seguir em frente e apoio durante momentos difíceis. Aos meus grandes amigos, que compartilharam comigo a caminhada acadêmica: Manoel Pierre, Mateus Vinhote, Janilson Lameira e Lauro Nogueira e Adriana Ferreira.

A minha orientadora, Emília Nunes, a qual sou muito grato por estar sob sua orientação, agradeço aos ensinamentos e direcionamento que sempre esteve inclinada a oferecer. Junto dela agradeço a professora Carla Moraes, que me deu meu primeiro estágio e lições valiosas sobre a vida. Aos meus colegas do laboratório de higiene e qualidade de alimentos que sempre deram apoio nas pesquisas e rotina laboratorial, principalmente a Lorena Carvalho que me ajudou em vários momentos de dúvidas e dificuldades.

Aos professores Placido Magalhães e Professor Carlos Cordeiros, os quais sua ajuda foi imprescindível, e a Fábio Willians Tavares de Souza, o que partilhou do seu conhecimento e auxílio durante muitos momentos de necessidade.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	07
<b>ABSTRACT</b> .....	07
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>1.1 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
<b>1.1.1 Mel no mundo e no Brasil</b> .....	10
<b>1.1.2 Características do mel e seus produtos</b> .....	11
<b>1.1.3 Derivados do Mel: o Hidromel</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1 Geral</b> .....	13
<b>2.2 Específicos</b> .....	13
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	14
<b>3.1 Obtenção da Matéria-prima e dos insumos do Hidromel</b> .....	14
<b>3.2 Tratamento do Mel e Avaliação Laboratorial</b> .....	14
<b>3.3 Higienização dos utensílios e tratamento da água utilizada para produção do hidromel</b> .....	14
<b>3.4 Montagem dos fermentadores</b> .....	15
<b>3.5 Elaboração do Hidromel</b> .....	15
<b>3.5.1 Preparo do Mosto</b> .....	16
<b>3.5.2 Preparo do Pé-de-Cuba</b> .....	17
<b>3.5.3 Pasteurização do mosto e do Pé-de-Cuba</b> .....	18
<b>3.5.4 Fermentação</b> .....	18
<b>3.5.5 Decantação e trasfega</b> .....	18
<b>3.5.6 Pasteurização do Hidromel</b> .....	19
<b>3.6 Análise Microbiológica do Hidromel</b> .....	19
<b>3.7 Análise Físico-Química do Hidromel</b> .....	19
<b>3.8 Análise estatística</b> .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	25

## RESUMO

O Brasil é um grande produtor de mel e bastante reconhecido no cenário mundial por exportar um mel de alta qualidade, nesse contexto os derivados do mel se tratam de uma forma viável de agregar ainda mais valor ao produto. O hidromel se trata de uma bebida fermentada obtida da adição de uma levedura a uma mistura de mel e água. Em países do continente europeu é uma bebida bastante apreciada, e tendo um grande potencial inexplorado no Brasil. O presente trabalho teve por objetivo produzir hidromel de forma artesanal com duas cepas da levedura *Saccharomyces*, e caracterizar seus requisitos físico-químicos e sua qualidade microbiológica. Usou-se na tecnologia de fabricação a metodologia para produção de hidromel da EMBRAPA “Tecnologia para Obtenção Artesanal de Hidromel do Tipo Doce”, com modificações. E utilizou-se para a fermentação duas cepas do gênero *Saccharomyces* (*S. cerevisiae* e *S. bayanus*). Dentre os fermentos utilizados a levedura *S. bayanus* teve uma fermentação lenta quando comparada ao *S. cerevisiae*, além de ter produzido menos álcool, no entanto os outros parâmetros analisados: pH, Acidez Total e Sólidos Solúveis (°Brix) obtiveram valores próximos e estavam de acordo com as exigências da legislação brasileira vigente. De modo geral o processo de tecnologia empregado na produção de hidromel demonstrou-se de fácil execução, eficaz e com boas perspectivas como uma forma de agregar valor ao mel, atingindo os parâmetros de qualidade exigidos. Cada levedura apresentou um comportamento diferente no consumo de açúcar e produção de álcool nos hidroméis produzidos.

**Palavras-Chaves:** Derivados do Mel, Produção Artesanal, Fermentação, Físico-química, Microbiologia.

## ABSTRACT

Brazil is a large producer of honey and well recognized on the world stage for exporting high quality honey. In this context, honey derivatives are a viable way of adding even more value to the product. Mead is a fermented drink obtained by adding yeast to a mixture of honey and water. In countries on the European continent it is a very popular drink, and has great unexplored potential in Brazil. The aim of this work was to produce artisanal mead with two strains of *Saccharomyces* yeast, and to characterize its physicochemical requirements and microbiological quality. The methodology for producing mead from EMBRAPA “Technology for Obtaining Artisanal Sweet Type Mead” was used in the manufacturing technology, with modifications. And two strains of the genus *Saccharomyces* (*S. cerevisiae* and *S. bayanus*) were used for fermentation. Among the yeasts used, the yeast *S. bayanus* had a slow fermentation when compared to *S. cerevisiae*, in addition to producing less alcohol, however the other parameters analyzed: pH, Total Acidity and Soluble Solids (°Brix) obtained close values and were of in accordance with the requirements of current Brazilian legislation. In general, the technology process used in the production of mead proved to be easy to execute, effective and has good prospects as a way of adding value to honey, achieving the required quality parameters. Each yeast showed a different behavior in sugar consumption and alcohol production in the meads produced.

**Keywords:** Honey Derivatives, Artisanal Production, Fermentation, Physical Chemistry, Microbiology.

## 1. INTRODUÇÃO

O mel é um alimento que o homem vem utilizando desde a pré-história, tanto na alimentação como para fins terapêuticos (CAMARGO, et al., 2006). Como alimento, o mel segundo a legislação é definido como “o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas, que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias e deixam maturar nos favos da colmeia” (INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº11, BRASIL 2000).

Desse modo, na tecnologia de alimentos, os derivados do mel englobam vários produtos; contudo o hidromel é a bebida derivada que é considerada a mais antiga do mundo, sendo produzido até mesmo antes do vinho, e devido não possuir um registro do seu local específico de origem, diversas localidades o produziram ao longo do tempo, sem que houvesse uma interação entre elas (KRISTBERGSSON, OLIVEIRA, 2016). Sendo assim, no Brasil a legislação sobre o hidromel ainda é escassa, sendo somente citado ocasionalmente. No mercado interno brasileiro seu potencial como bebida não foi totalmente explorado e difundido, sendo comercializado como produto artesanal, mas com grande possibilidade de crescimento e aceitação pelo público brasileiro (FREITAS, et al, 2017).

O hidromel é conhecido como um vinho de mel, pois é obtido por meio da fermentação de um mosto contendo mel, água e levedura, e que de acordo com as concentrações dessa mistura pode variar os tipos de hidromel (KEMPKA, MANTOVANI, 2013). No Brasil, oficialmente o teor alcoólico do hidromel deve estar entre 4 % a 14 % (BRASIL, 2008). Contudo, em países europeus, local onde esta bebida é mais difundida, o teor alcoólico varia de 8 % a 18% (KRISTBERGSSON, OLIVEIRA, 2016). Estudos mostram que a bebida tem diversos benefícios a saúde, como um grande potencial antioxidante (CZABAJ, et al, 2017), e diversos compostos bioativos, como fenólicos e flavonoides, que podem auxiliar na prevenção e tratamento de doenças crônicas (FORTES, et al, 2022) (MENDOÇA, LIBERATO, 2021).

Na produção de hidromel é utilizado basicamente mel e estirpes da levedura *Saccharomyces spp*, muito aplicada na panificação e em outras bebidas de origem fermentadas como cerveja, vinho e champanhe. Essas leveduras agem sobre a frutose e a glicose presente no mel, ocasionando desta maneira a formação do dióxido de carbono e etanol (GOMES, 2010 e SILVA, 2016).

Neste contexto, o Brasil é um grande produtor de mel, e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a produção de mel tem aumentado consideravelmente, onde em 2020 registrou-se um acréscimo de 12,5% em relação ao ano anterior, o que perfaz uma produção

55.828.154 toneladas. A alta produção brasileira de mel está atualmente inclinada para a exportação, mas pode ensejar a elaboração de derivados como o hidromel (TREVISOL, G, 2022).

Faz-se válido ressaltar que durante a extração do mel, de acordo com Fernandes et al. (2009), ocorrem perdas significativas no volume de mel, pois uma boa quantidade fica retida nos utensílios e equipamentos que são empregados na colheita e no beneficiamento do mel. Desse modo, o produto obtido durante a lavagem dos equipamentos é rico em mel, mas por conta do alto teor de umidade não pode ser comercializado. Por outro lado, pode servir como matéria prima para a produção de hidromel, considerando que o hidromel é dos diversos derivados da apicultura e com propriedades bioativas que podem influenciar positivamente na saúde, além de ser um produto com potencial de agregar valor ao mel e de aproveitar resíduos que seriam descartados, gerando dessa forma renda e sustentabilidade.

## **1.1 REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1.1 Mel no mundo e no Brasil**

O mel é consumido pela humanidade desde seus primórdios sendo por muito tempo apenas extraído de forma predatória, mas que eventualmente começou a ser produzido de modo racional e com padrões zootécnicos. O registro de produção de mel mais distante que existe data do antigo Egito há aproximadamente 2400 aC, sendo um local pioneiro no sistema de produção, onde suas técnicas ainda eram rudimentares, e foram aprimoradas pelos gregos, com colmos, recipientes feitos de palha trançado e com o formato de sino, e que deu origem a palavra colmeia (CAMARGO, et al., 2006).

No Brasil a produção é mais recente datada de 1839 quando o padre Antônio Carneiro Aureliano trouxe de Portugal as primeiras abelhas com ferrão. Pouco tempo depois o pesquisador Warwick Estevam Kerr na tentativa de promover um melhoramento genético trouxe as primeiras abelhas africanas para o país, que eram mais resistentes e também mais agressivas; entretanto, por conta da falta de controle essas abelhas fugiram e acasalaram com as abelhas europeias gerando híbridos africanizados (WIESE, 2020).

As abelhas africanizadas tinham características mais rústicas que as anteriormente introduzidas no Brasil, eram mais resistentes a pragas e possuíam altas características reprodutivas, logo se espalharam por toda América do Sul, Central e do Norte. Conseqüentemente a produção de mel aumentou, graças a alta produtividade dessa espécie, no entanto os números de acidentes aumentaram por conta de suas características defensivas (SILVA E SILVA, 2007).

O Brasil, ocupou a 10ª posição na produção mundial de mel em 2021 e no mesmo ano, produziu mais de 55 toneladas de mel com um valor de produção estimado em mais de 854 mil reais (IBGE 2021).

O Brasil por conta da sua fauna e flora e ainda sua extensão territorial, tem grandes possibilidades de ascender na produção apícola sendo necessários investimento no setor e a organização de uma cadeia produtiva, assim como o estudo e implementações de tecnologias que visem aumentar a produção nacional (TREVISOL, et al, 2022).

O Brasil tem uma alta produção de mel de excelente qualidade, que atualmente está na maior parte destina a exportação (TREVISOL, G, 2022). Segundo Freitas, et al, 2017 o mercado nacional está cada vez mais aberto ao consumo de bebidas exóticas como hidromel e os produtores cada vez mais encaram isso como uma oportunidade de agregar valor ao mel.

### **1.1.2 Características do mel e seus produtos**

O mel é em sua maior parte formado por açúcares sendo glicose e frutose a base da sua composição, mas dependendo do local onde é produzido suas características podem variar (SILVA, et al, 2004). Segundo sua origem, o mel pode ser caracterizado como floral: que é proveniente do néctar das flores e pode ser subdividido em monofloral: quando é obtido através de apenas uma família, gênero ou espécie, e dessa forma possui características distintas; ou multifloral: oriundo de várias espécies diferentes; pode ser também mel de melato: que é produzido através de secreções das partes vivas das plantas ou excreções de insetos (BRASIL, 2000).

Além do mel existem outros produtos oriundos da apicultura, como a cera e a geleia real que são muito utilizadas na indústria de cosméticos e farmacêutica, além de terem seu papel na exportação para países como Alemanha, França, Estados Unidos e Japão (BRASIL, 2002).

O própolis é por sua vez constituído de diversas substâncias como resinas, pólen, exsudato de plantas e flores, cera e secreções salivares das abelhas, sua composição varia de acordo com a região geográfica. É um produto amplamente utilizado em produtos farmacológicos e as características pelas quais mais se destaca são sua ação imunológica e anti-inflamatória. ((MENDOÇA E LIBERATO, 2021). O Brasil segue sendo um grande exportador de própolis por conta da qualidade do produto nacional, o maior consumidor é o Japão onde se estima que mais de 90% do própolis consumido no país seja oriundo do Brasil (VIDAL, 2021). Atualmente o Brasil atua na maior parte como um grande produtor e exportador de mel e seus produtos, sendo pouco explorada a produção de seus derivados como o hidromel (TREVISOL, G, 2022).

### **1.1.3 Derivados do Mel: o Hidromel**

O hidromel é apontado como uma das bebidas mais antigas do mundo, senão a mais antiga, e provavelmente sendo a precursora da cerveja. Muitas civilizações antigas consumiram a bebida e em diversos momentos da história ela é citada, tanto pelos gregos, nórdicos ou romanos, tendo inclusive receitas deixadas por esses povos (PEREIRA, 2008)

A composição do hidromel como é definida pela legislação brasileira (BRASIL, 2012) é constituída de um mosto, a base de água, mel e a levedura que terá o papel de fermentar a bebida, sendo possível adicionar frutas e especiarias na produção e até mesmo aditivos químicos com o intuito de melhorar suas características ou corrigi-las.

Sendo um produto com diversas características interessantes a ser exploradas desde seu sabor que varia de acordo com a matéria prima utilizada (GUERRA, 2010), as suas propriedades bioativas, onde estudos revelaram que a bebida tem um potencial antioxidante ainda não totalmente

explorado e compostos fenólicos e flavonóides com possível impacto na prevenção de diversas enfermidades (MENDOÇA E LIBERATO, 2021).

Além disso o hidromel pode ser uma fonte de renda ao produtor de mel, sabe-se que no processo de extração uma porcentagem de mel fica aderida aos equipamentos e que não pode ser comercializada depois da lavagem (FERNANDES, et al, 2009), no entanto é possível utilizar esses resíduos na produção do hidromel agregando valor a um produto que seria descartado. De acordo Silva (2023) o custo de produção de uma garrafa de hidromel tem o valor aproximado de R\$35,00. Por outro lado, um estudo realizado por Freitas A. G. (2017), levando em conta o custo do mel para o produtor, sem considerar a mão de obra ou as flutuações de mercado, uma garrafa de hidromel de 750 ml pode ser produzida por aproximadamente R\$9,00 e comercializada por valores que variam entre R\$40,00 e R\$100,00, isso depende exclusivamente da qualidade do mel e do processo tecnológico empregado, e do produto final.

Atualmente mesmo com o país dedicando grande parte da sua produção apícola para exportação, o mercado nacional tem se expandindo cada vez mais produtos como hidromel, que aos poucos vem ganhando aceitação do público brasileiro, sendo um produto de custo relativamente baixo e fácil produção, é uma alternativa de agregar valor ao mel que seria descartado na lavagem dos equipamentos (FERNANDES et al.,2009) e cada vez surgem tecnologias mais elaboradas na sua produção como fermentos mais elaborados e técnicas de produção que visam acrescentar sabor e valor ao produto por meio da utilização de méis de alta qualidade e até especiarias e aditivos de frutas (SILVA R. K, 2023).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Produzir hidroméis com espécies diferentes de levedura do género *Saccharomyces*, afim de caracterizar seus requisitos microbiológicos e físico-químicos.

### **2.2 Específicos**

- Produzir hidroméis artesanais com diferentes culturas de leveduras
- Avaliar os requisitos físico-químicas dos hidroméis
- Realizar avaliação microbiológica dos hidroméis
- Avaliar se há diferença entres os hidroméis produzidos, quanto aos aspectos microbiológicos e físico-químicos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Obtenção da Matéria-prima e dos insumos do Hidromel**

A matéria prima utilizada para elaboração dos hidroméis foi um mel centrifugado, sendo um mel silvestre multifloral de coloração âmbar escuro, oriundo de colmeias de abelhas africanizadas, extraído do município Igarapé-Açu, Pará, floresta secundária, adquirido por meio de doação do apiário AMIGA.

E como aditivo para iniciar a fermentação alcoólica foi utilizado dois tipos de leveduras comerciais na forma liofilizada a *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada amplamente na panificação e a *Saccharomyces bayanus* selecionada para uso na produção de vinhos. Além do uso de água filtrada.

#### **3.2 Tratamento do Mel e Avaliação Laboratorial**

O mel utilizado para a elaboração do hidromel foi filtrado em uma peneira de aço inoxidável de 14 cm de diâmetro com malha de 0,250mm, previamente sanitizada, com intuito de retirar sujidades e impurezas, como cera.

Uma amostra do mel foi coletada para avaliar a qualidade do mel, para isso foram realizadas as análises microbiológicas; determinação do Número Mais Provável de coliformes a 45°C e contagem de fungos e leveduras, (BRASIL 2000).

Também foram realizadas as análises físico-químicas do mel para avaliar o pH , acidez, análise de Sólidos Solúveis (°Brix) e teor de cinzas ( Zenebon. O.; Pascuet N. S.; Tiglea. P. 2008).

#### **3.3 Higienização dos utensílios e tratamento da água utilizada para produção do hidromel**

Todas as vidrarias e a água filtrada que foram utilizados para a elaboração do hidromel foram esterilizados em autoclave durante 15 minutos a 121°C, 1 atm de pressão.

Os demais utensílios que não podiam ser submetidos ao tratamento térmico foram higienizados com água corrente e detergente neutro, seguido de enxague em água destilada e imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L por 30 minutos, por fim um enxague final com água quente para retirar todo o resíduo de cloro.

### 3.4 Montagem dos fermentadores

Os fermentadores foram construídos de forma simples e prática, utilizando dois baldes de plástico com capacidade de 20 L, com o topo tendo mangueiras de saída acopladas a erlenmeyers contendo água filtrada e Metabissulfito de sódio 20g/L (Figura 1), como preconiza a metodologia, para proporcionar um sistema que garanta uma condição de anaerobiose do produto e o escape de gás carbônico que será produzido durante a fermentação. Além disso foram adaptadas na parte inferior de cada baldes torneiras para a retirada de amostras.



Figura 1. Fermentadores confeccionados com baldes e erlenmeyers para acondicionar o hidromel durante a etapa de fermentação. Fonte: Autor da pesquisa.

### 3.5 Elaboração do Hidromel

Após realizadas as análises laboratoriais atestou-se que o mel estava apto para uso na elaboração do hidromel.

A metodologia utilizada para processar o hidromel seguiu as recomendações da EMBRAPA por meio do artigo “Tecnologia para Obtenção Artesanal de Hidromel do Tipo Doce” (MATTIETTO, et al., 2006), com adaptações. As principais adaptações foram a utilização de baldes conectados a erlenmeyers e a exclusão do processo de clarificação

com gelatina proposta pelo autor, que foi substituída pelo processo de decantação.

A produção do hidromel seguiu o fluxograma abaixo (Figura 2):

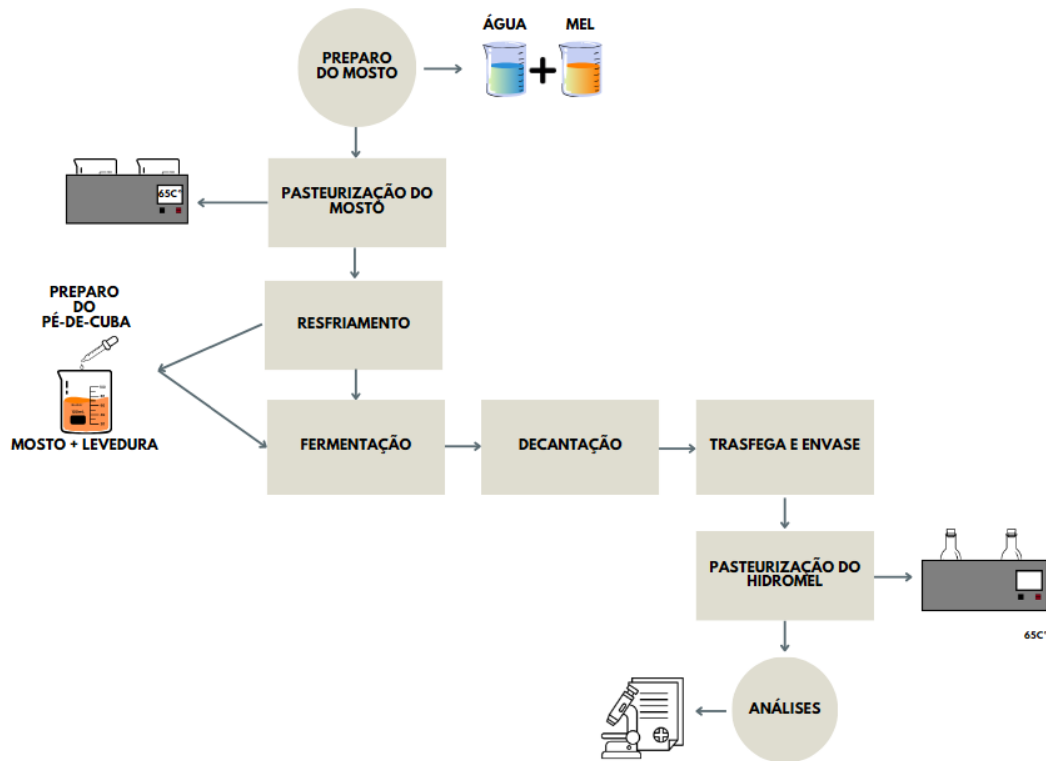


Figura 2. Etapas do processo de produção do hidromel. Fonte: Autor da pesquisa.

### 3.5.1 Preparo do Mosto

O mosto foi preparado com água esterilizada e mel filtrado, acondicionados diretamente nos baldes de fermentação em uma proporção cujo valor final do Brix do mosto permaneceu em 30°Brix (mensurados em refratômetro manual).

A determinação da quantidade de mel foi obtida de acordo com a Equação 1:

$$MMel \times BrixMel = MMosto \times 30$$

Onde:

MMel = massa de mel

BrixMel = Brix inicial do mel

MMosto = volume pré-estipulado de mosto desejado

30 = valor do Brix do mosto que se deseja alcançar

Após o cálculo da quantidade de mel necessário foi determinado a quantidade de água, por meio da Equação 2:

$$M_{\text{Água}} = M_{\text{Mosto}} - M_{\text{Mel}}$$

Onde:

$M_{\text{Mel}}$  = massa de mel calculada na Equação 1

$M_{\text{Mosto}}$  = massa de mosto calculada na Equação 1

$M_{\text{Água}}$  = massa de água a ser adicionada ao mosto.

Seguem abaixo as equações com as quantidades utilizadas de mel e água na elaboração do hidromel desta pesquisa.

O valor do Brix do mel foi de: 87

O Volume final do mosto foi estipulado para: 4000 ml

$$M_{\text{Mel}} = M_{\text{Mosto}} \times 30 / \text{Brix}_{\text{Mel}}$$

$$M_{\text{Mel}} = 4000 \times 30 / 87$$

$$M_{\text{Mel}} = 1380 \text{ml}$$

$$M_{\text{Água}} = 4000 - 1380$$

$$M_{\text{Água}} = 2620 \text{ml}$$

Com o auxílio de uma proveta de 1000 mL de precisão foi possível mensurar adequadamente as quantidades de mel e água. Sendo o volume final de mosto algo em torno de 4200 mL após um ajuste de água durante o preparo.

O mosto foi dividido igualmente e separado uma parte para a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, fabricada pela multinacional Lesaffre, a marca “saf-instant” e sendo essa cepa utilizada amplamente na panificação. E outro para a levedura, *Saccharomyces bayanus*, fabricada também pela Lesaffre, marca Red Star, com sua utilização voltada para elaboração de vinhos e champagnes.

### **3.5.2 Preparo do Pé-de-Cuba**

Para o preparo do pé-de-cuba foi separado 10% do volume total de cada mosto não

pasteurizado, e acondicionados em erlenmeyers, cujo volume ficou em torno de 220 mL cada.

### **3.5.3 Pasteurização do mosto e do Pé-de-Cuba**

O pé-de-cuba foi pasteurizado separado do mosto, assim como orienta o manual da EMBRAPA, em banho maria durante 30 minutos a uma temperatura de 65°C.

Após a pasteurização, o pé-de-cuba ficou em temperatura ambiente até que resfriasse a aproximadamente 24°C, e as leveduras pudessem ser adicionadas. A proporção utilizada de leveduras foi de 0,5g/L segundo orienta o manual da EMBRAPA que foi utilizado como base, o valor final ficou de 1,25 gramas de cada fermento. O pé-de-cuba foi homogeneizado e permaneceu em temperatura ambiente durante 24h.

O restante do mosto foi pasteurizado em erlenmeyers separados em banho maria por dois minutos a 100°C conforme a orientação do manual da EMBRAPA.

Em seguida, o pé-de-cuba foi incorporado ao mosto para início da fermentação do hidromel, e as determinações dos sólidos solúveis (° Brix) foram realizadas diariamente, por um período de 25 dias até o momento onde não ocorreu mais variação nos valores de sólidos solúveis (°Brix) quando a fermentação se manteve estável.

### **3.5.4 Fermentação**

Os baldes de fermentação permaneceram interligados por meio de mangueiras a dois erlenmeyers contendo água filtrada e Metabissulfito de sódio 20g/L, para criar dessa forma um sistema que garanta uma condição de anaerobiose do mosto e o escape de gás carbônico que seria formado durante a fermentação.

Durante todo o período de fermentação os valores de sólidos solúveis (° Brix) foram determinados diariamente por meio de refratômetro manual, para avaliar o consumo de açúcares das leveduras e o grau BRIX.

Sendo a ausência de variações dos sólidos solúveis (° Brix) considerada o fim do processo de fermentação já que as leveduras cessaram sua atividade.

### **3.5.5 Decantação e trasfega**

Após a fermentação, o hidromel passou pela decantação, onde foi acondicionado em garrafas higienizadas e permaneceu em temperatura de 8°C durante 20 dias. Essa etapa tem por objetivo cessar qualquer resquício de atividade das leveduras e

proporcionar a sedimentação de sujidades para uma melhor apresentação do produto (Figura 3).

Por fim o hidromel foi submetido a sifonação por diferença de gravidade para recipientes de vidro, para isso foi utilizado uma mangueira.



**Figura 3: Garrafas onde o hidromel foi acondicionado para ser resfriado a 8° C, etapa de decantação. Fonte: Autor da pesquisa.**

### **3.5.6 Pasteurização do Hidromel**

O hidromel foi acondicionado em garrafas de vidro esterilizadas de 500 mL e pasteurizado em banho maria à 65°C por 30 minutos. Seguido de resfriamento em temperatura ambiente e armazenamento em temperatura de refrigeração (10°C) até o consumo.

### **3.6 Análise Microbiológica do Hidromel**

As análises microbiológicas dos hidroméis que foram realizadas antes do consumo foram as mesmas realizadas na matéria prima mel.

### **3.7 Análise Físico-Química do Hidromel**

As análises físico-químicas realizadas nos hidroméis foram: acidez, pH, e teor

alcoólico. O pH do hidromel foi aferido em 10 mL de cada amostra e com o auxílio de um pHmetro calibrado (MENENGUITE, BRANDÃO, 2019). Para determinar a acidez foi realizada a titulação do hidromel pelo método Lane-Eynon. E o teor alcoólico foi mensurado de forma indireta através de análise de densidade, a legislação define o teor alcoólico entre 4% a 14 %, a fórmula utilizada para isso foi a de a fórmula de Alcoolemia de Atenuação Real:

$$ABV=(OG-FG)\times 131,25$$

Onde:

ABV: é o teor alcoólico em percentagem;

OG: é a densidade inicial do hidromel antes da fermentação;

FG: é a densidade final do hidromel após a fermentação.

131,25: é o fator de correção.

Para encontrar os valores de densidade é necessário utilizar essa outra formula:

$$OG=1+(BRi/258)$$

$$FG=1+(BRf/258)$$

Onde:

BRi: é o valor inicial de sólidos solúveis (°Brix)

BRf: e o valor final de sólidos solúveis (°Brix)

258: se trata do fator de correção.

### **3.8 Análise estatística**

Para análise estatística utilizou-se os dados obtidos da fermentação com intuito de observar o consumo de açúcares por meio da regressão linear com o auxílio do software SigmaPlot.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, se encontram os resultados da avaliação microbiológica dos hidroméis, onde é possível observar que não há contaminação microbiológica nos hidroméis, os quais estão em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas dos hidroméis.

Testes	Saccharomyces bayanus	Saccharomyces cerevisiae	Legislação (Limite)
Coliformes	0.00	0.00	0.00
Bolores e Leveduras (UFC/g)	0.00	0.00	0.00

Durante a elaboração dos hidroméis, cuja determinação diária do grau Brix durou até 30 dias foi possível averiguar que a partir do 25º dia o processo de fermentação cessou, ou seja, os sólidos solúveis se mantiveram estáveis.

Nos gráficos apresentados nas Figuras 4 e 5 é possível observar as curvas no consumo de sólidos solúveis de cada hidromel.

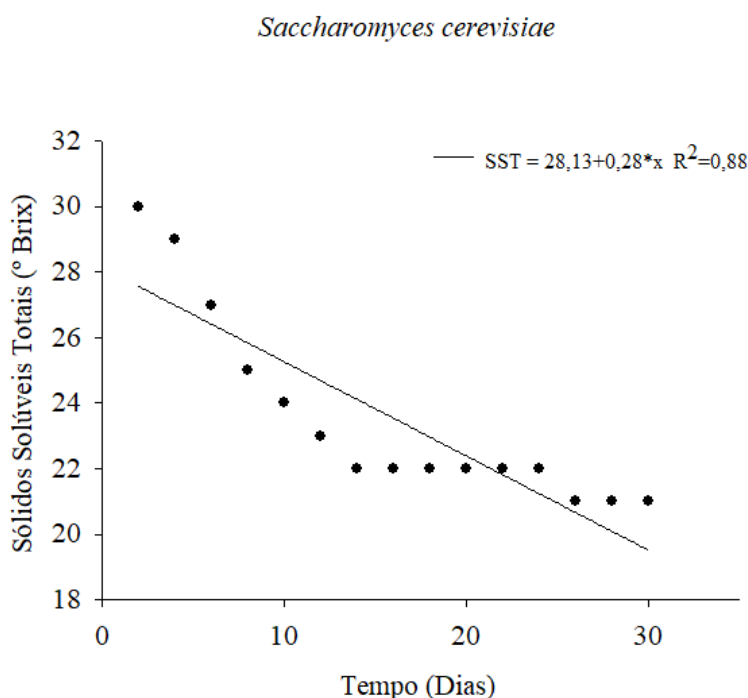


Figura 4: regressão linear demonstrando o consumo de açúcar da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

*Saccharomyces bayanus*

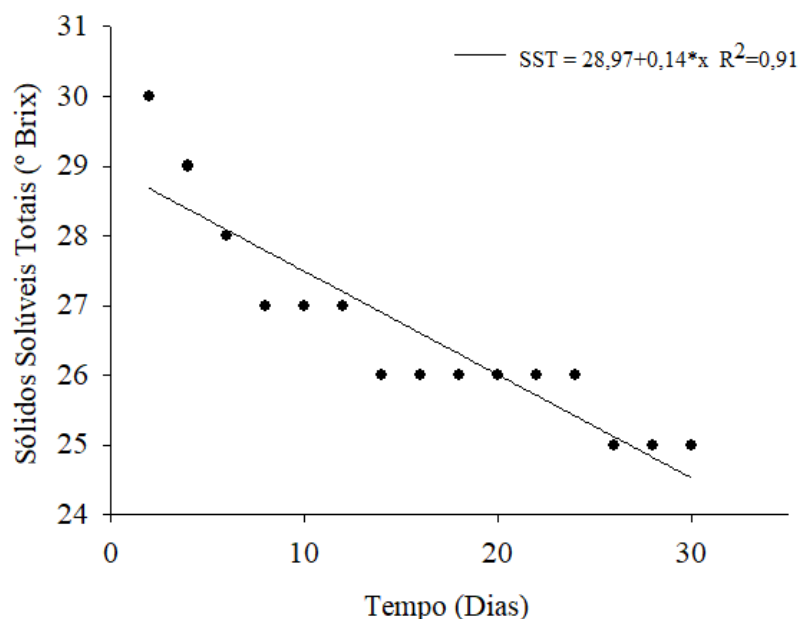


Figura 5: regressão linear demonstrando o consumo de açúcar da levedura *Saccharomyces bayanus*.

Analisando a figura 4, o gráfico corresponde ao consumo de açúcares da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e é possível observar que no período entre os dias 0-14, a fase inicial, foi um período desordenado da fermentação, que possivelmente corresponde a um período de adaptação da levedura ao mosto, e foi marcado pelo consumo acelerado de açúcares, evidenciado pela queda nos valores de sólidos solúveis (°Brix). Segundo a literatura nesse período inicial ocorre um aumento na população de leveduras, e uma intensa produção de bolhas que podem ser observadas nos baldes de fermentação (SANTOS et al., 2021); e isto está relacionado com a emissão de gás carbônico por conta da conversão de açúcares em etanol, resultados semelhantes foram constatados por Ilha et al. (2008).

A partir do 15º dia (Figura 4) temos uma fase estacionária, caracterizada por um consumo mais lento de sólidos solúveis e uma quase ausência na produção de bolhas. O final da fermentação, que tem início por volta do dia 25, é marcado pela ausência no consumo de açúcares, isso ocorre porque não há açúcares fermentescíveis ou por conta de um aumento no teor de álcool, que encerra a atividade das leveduras (SANTOS, et

al., 2021).

A figura 5 exibe o consumo de sólidos solúveis da levedura *Saccharomyces bayanus*, o declínio dos níveis de açúcar cursa seguindo com algumas alterações. A fase inicial ocorre entre os dias 0-9, o consumo de sólidos solúveis foi mais lento, e a fase estacionária iniciou por volta do dia 10 e terminou no dia 25, o que marca o final da fermentação. O desempenho fermentativo dessa cepa foi mais lento se comparado a cepa de *Saccharomyces cerevisiae* e produziu menos etanol. Segundo Gomes et al. (2010), o que possivelmente ocasionou esse ciclo mais lento foram os fatores externos, como a especificidade da cepa, que por se tratar de uma espécie selecionada para a produção de bebidas é uma cepa mais delicada, e que exige um controle térmico rigoroso ou ausência de aditivos, como uso de sais minerais ou sucos de frutas que são utilizados para auxiliar a levedura no processo de fermentação.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores das análises realizadas para a caracterização físico-química dos hidroméis elaborados, sendo os parâmetros avaliados, pH, acidez total, sólidos solúveis (°Brix) e teor alcoólico.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas dos hidroméis, para os testes de pH, Acidez total, Teor Alcoólico e Sólidos Solúveis (°Brix).

Parâmetros	<i>Saccharomyces bayanus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Legislação Hidromel (Instrução Normativa n. 84, 2012)
pH	3,51	3,47	-
Acidez total	57 mEq/L	54 mEq/L	50 mEq/L - 130 mEq/L
Teor Alcoólico	5,4%	9,3%	4% - 14 %
Sólidos Solúveis (°Brix)	25	21	-

Na Tabela 1 foi possível observar que tanto o hidromel elaborado a partir da cepa de *Saccharomyces bayanus*, quanto a bebida elaborada com a cepa de *Saccharomyces cerevisiae* apresentaram um pH ácido, sendo de 3,51 e 3,47 respectivamente, o que de acordo com Bronzatto et al. (2014) é normal por conta da produção de ácidos acético e succínio, que contribuem para um pH mais baixo, Resultado semelhante foi observado por Ouros et al. (2021) utilizando a *Saccharomyces cerevisiae* também de panificação, mas da marca Fleischman que encontrou um pH de 3,67. O pH não tem impacto na ação das leveduras, no entanto ele inibe o crescimento

bacteriano, que tem ação direta na atividade do *Saccharomyces*, pois impede a proliferação de bactérias indesejadas no hidromel segundo Almeida et al.(2021) que também obteve resultados próximos aos encontrados neste estudo (3,79 e de 3,64).

Tanto o pH da levedura *Saccharomyces bayanus* (3,51), quanto o da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (3,47), estão próximos dos encontrados pela literatura sendo um pH ácido, algo característico deste produto de acordo com Kempka e Mantovani, (2013) que ao testar hidroméis elaborados com diferentes tipos de méis encontrou valores de pH entre 3,24 e 3,54.

Na Tabela 1 também foi possível observar a acidez total do produto, que assim como indica o pH baixo, tem uma acidez relativamente alta. O principal fator para essa ocorrência está relacionado com a produção de ácidos orgânicos durante a fermentação, e resultados semelhantes foram constatados por Golin et al. (2015) que na mesma proporção de mel, utilizando cepas de *Saccharomyces cerevisiae* encontrou valores de acidez de 59,33 meq/L e por Santos et al. (2021) que obteve uma acidez total de 52,8.

A acidez total dos hidroméis está de acordo com valores de referência da legislação, onde é estabelecido um limite mínimo de 50 meq/L e máximo de 130 meq/L (BRASIL 2012).

Quanto ao valor de teor alcoólico da levedura *Saccharomyces bayanus* (5.4%) e *Saccharomyces cerevisiae* (9,3%), ambos encontraram-se dentro dos parâmetros adequados para hidromel, que de acordo com a legislação é de 4%-14% (BRASIL 2012.) resultados semelhantes foram obtidos por Ilha et al. (2008) que encontrou um teor alcoólico de 8,02% e por Santos et al. (2021) que obteve um teor alcoólico de 6,95%.

Diversos fatores podem influenciar na fermentação, e conseqüentemente a produção de etanol, os principais são temperatura e níveis de açúcares do mel, é válido ressaltar que cada levedura conta com suas características distintas tanto de fermentação quanto de conferir sabor ao produto final (GOMES et al., 2010).

Os valores de Sólidos Solúveis (°Brix) do hidromel não são parâmetros exigido pela legislação vigente, no entanto Ilha et al. (2008) encontrou resultados de 21°Brix trabalhando com *Saccharomyces cerevisiae*.

## **5. Conclusão**

Pode-se concluir que a elaboração da bebida hidromel foi realizada de uma forma relativamente simples, cujo resultado agrega valor ao mel, e pode-se constatar que não é necessário equipamentos complexos para a produção dessa bebida.

Com base nos dados laboratoriais obtidos é possível afirmar que os hidroméis produzidos atenderam aos requisitos físico-químicos e microbiológicos necessários exigidos pela legislação brasileira.

Também foi possível constatar que as diferentes espécies das leveduras *Saccharomyces* utilizadas demonstraram diferenças no consumo de açúcares e na fermentação, tendo a capacidade de modificar as características físico-químicas do hidromel de acordo com suas particularidades.

## 6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 34, de 29 de novembro de 2012. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake**. DO da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. **Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília 23 out. 2000. Seção 1, p. 16-17.
- BRONZATTOM. J.; ALVESK. P.; FAVAL. W.; RUIZD. C.; PINTOA. T. Acompanhamento da acidificação e do pH durante processamento de hidromel de longa fermentação. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 12, n. 1, p. 41-41, 24 out. 2014.
- CAMARGO, R. C. R. de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; WOLFF, L. F. **Mel: características e propriedades**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 29 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 150).
- CZABAJ, S.; KAWA-RYGIELSKA, J.; KUCHARSKA, A. Z.; KLIKS, J. Effects of Mead Wort Heat Treatment on the Mead Fermentation Process and Antioxidant Activity. **Molecules** (Basel, Switzerland), v. 22, n. 5, p. 803, 2017.
- FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, L. S. Avaliação de diferentes estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. **Evidência**, Joçaba, v. 9, n. 1-2, p. 29-42, jan./dez. 2009.
- FREITAS, A. G.; LIMA, T. S.; DOURADO, J. A.; SOUZA, R. M. Hidromel: uma opção de renda para o apicultor. **Higienista de Alimentos**, v. 31, n. 274/275, p. 36-40, 30 dez. 2017.
- GOMES, S.; DIAS, L. G.; MOREIRA, L. L.; RODRIGUES, P.; ESTEVINHO, L. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 2, p. 544-548, fevereiro 2010.
- GUERRA, C. C. Vinho Tinto. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 11, p 209-233.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. – **Pesquisa anual da Produção de Mel de abelha**. <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>
- ILHA, E. C.; BERTOLDI, F. C.; REIS, V. D. A.; SANT'ANNA, E. **Rendimento e eficiência da fermentação alcoólica na produção de hidromel**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 14 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 84).

- KEMPKA, A. P.; MANTOVANI, G. Z. Produção de hidromel utilizando méis de diferentes qualidades. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 273-281, setembro 2013. DOI: 10.15871/1517-8595/rbpa.v15n3p273-281.
- KRISTBERGSSON, K, OLIVEIRA, J. **Traditional foods General and Consumer Aspects**, 2016.
- MATTIETTO, R. de A.; LIMA, F. C. C. de; VENTURIERI, G. C.; ARAÚJO, A. A. **Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 170).
- MENDONÇA, L. R. O.; LIBERATO, M. C. T. C. **Análise físico-química e biológica dos méis de abelha *Apis mellifera* de diferentes floradas e produção de hidromel em escala laboratorial**. In: Produção Acadêmica do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual do Ceará Volume 1, p. 7-31. DOI: 10.36229/978-65-5866-043-9.CAP.01.
- MILESKI, J. P. F. **Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces***. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, PR, 2016. 87 p.
- ZENEBON. O.; PASCUET N. S.; TIGLEA. P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 323 p.
- OUROS, L. F.; FIGUEIRA, R. .; ANDRADES, T. L. L. de .; SARTORI, M. M. P. .; VENTURINI FILHO, W. G. Produção, análise físico-química e sensorial de hidroméis com laranja, tangerina e lima ácida. **Energia na Agricultura**, [S. l.], v. 36, n. 4, p. 504–511, 2021. DOI: 10.17224/EnergAgric.2021v36n4p504-511.
- PEREIRA, A. P. R. **Caracterização de mel com vista à produção de hidromel**. Bragança: Instituto Politécnico, Escola Superior Agrária. Dissertação de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar. P 81. 2008.
- SANTOS, E. A. da S.; ARAGÃO, G. de S.; SILVA, J. A. O.; DOS SANTOS, M. J. R.; RESENDE, F. de M.; FONTES, R. F.; SANTOS, T. S.; REIS, M. F. T. Desenvolvimento e caracterização Físico-Química do Hidromel / Development and Physicochemical characterization of Mead. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 57775–57787, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n6-266.
- SILVA, M. S. **Desenvolvimento de fermento para produção de hidromel**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. p108. 2016.
- SILVA, M. B. L. da. **Diagnosis of the system of production and quality of honey of *Apis mellifera***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos. p 97. 2007.
- SILVA, R. K. **Caracterização da matéria-prima e otimização do processo fermentativo de leveduras comerciais na produção de hidromel**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. p105.

TREVISOL, G.; PINHEIRO BUENO, M.; LEONARDO DE OLIVEIRA, J. P.; MACEDO, K. G. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 352–368, 2022. DOI: 10.7769/gesec.v13i3.1321.

VIDA, M. F. **Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n. 157, (Caderno Setorial ETENE) p10. Mar. 2021.

WIESE, H. **Nova Apicultura**. 10. ed. 544p. Guaíba: Agrolivros, 2020.