

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**MARÍLIA GALVÃO DE CASTRO**

**PONTOS RELEVANTES DA PRODUÇÃO DE HIDROMEL**

**PATOS DE MINAS**

**2021**

**MARÍLIA GALVÃO DE CASTRO**

**PONTOS RELEVANTES DA PRODUÇÃO DE HIDROMEL**

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, como requisito para obtenção do título de bacharel em Biotecnologia.

**Profa. Dra. Líbia Diniz Santos.**

**PATOS DE MINAS**

**2021**



## ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Biotecnologia				
Defesa de:	Trabalho de Conclusão de Curso II (INGEB39514)				
Data:	10/06/2021	Hora de início:	18:40	Hora de encerramento:	19:23
Matrícula do Discente:	41711BTC024				
Nome do Discente:	Marilia Galvão de Castro				
Título do Trabalho:	Pontos relevantes da produção de Hidromel				

Reuniu-se remotamente por *web* conferência, Campus Patos de Minas, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Biotecnologia, assim composta: Professores: Gilvan Caetano Duarte - IBTEC/UFU; Amanda Gonçalves da Silva - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos/ UFU; Líbia Diniz Santos - Faculdade de Engenharia Química/ UFU - Campus Patos de Minas, orientadora da candidata.

Iniciando os trabalhos, a presidente da mesa, Dra. Líbia Diniz Santos, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a) Nota [93] (Somente números inteiros)

OU

Aprovado(a) sem nota.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Libia Diniz Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/06/2021, às 20:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Gilvan Caetano Duarte, Professor(a) do Magistério**



**Superior**, em 11/06/2021, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Gonçalves da Silva, Usuário Externo**, em 13/06/2021, às 21:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2795619** e o código CRC **8E286149**.

---

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer aos meus pais por toda compreensão nessa etapa da minha vida acadêmica, principalmente diante de um período tão atípico. Também agradeço aos mesmos por terem me proporcionado meios para que eu pudesse estar aqui neste momento.

Agradeço à minha irmã e meus amigos por amenizarem os momentos difíceis, e terem feito surgir sorrisos e motivação para continuar; pelos incentivos constantes e pela felicidade e amor compartilhado.

Agradeço à minha orientadora, Líbia Santos pela paciência e bom humor nesse processo de escrita, por ter trazido luz em fases escuras e orientação de como prosseguir.

Agradeço aos importantes membros convidados da banca, Gilvan Duarte e Amanda da Silva por terem concordado em participar desse importante evento, e contribuir para mais aprendizado e crescimento.

Agradeço a Deus, por ter dado forças e determinação para que mais uma conquista fosse realizada.

“Somos feitos da mesma matéria com a qual são construídos os sonhos  
e, entre um sono e outro, decorre a nossa breve existência”  
(William Shakespeare em A Tempestade, 1623).

## RESUMO

Esta revisão da literatura busca fazer um levantamento de pontos relevantes para a fabricação do hidromel, tradicionalmente um fermentado de mel e água. Esta bebida é bastante valorizada no mercado externo, e pode ser uma nova forma de rentabilizar e agregar valor ao mel produzido no país, valorizando a produção local. O Brasil se encontra entre os principais exportadores de mel *in natura*, isso indica que o país pode vir a se tornar um forte competidor no mercado do hidromel. A produção de hidromel envolve a utilização de muitas receitas empíricas e é produzida, hoje, de forma artesanal utilizando técnicas empregadas à produção de vinhos. Há alguns elementos de matéria-prima e aspectos da produção que dificultam a padronização do produto final, fazendo com que o hidromel resultante seja bastante variado entre si: o tipo de mel utilizado, a diluição do mosto, aditivos nutricionais empregados, espécie de levedura, tempo e temperatura de fermentação dentre outros fatores. Acredita-se que a defasagem de estudos na área seja explicada pela baixa popularidade da bebida pela maior parte da população até algumas décadas atrás. Fez-se então uma busca por trabalhos publicados especificamente sobre o tema a fim de identificar as variações no processo e compreender os resultados e conclusões encontradas.

**Palavras-chave:** Hidromel. Produção. Bebida alcoólica fermentada. Mel. Fermentação.

## **ABSTRACT**

This literature review seeks to survey relevant points for the manufacture of mead, traditionally a fermented honey and water. This drink is highly valued on the foreign market, and it can be a new way to monetize and add value to honey produced in the country, valuing local production. Brazil is among the main exporters of fresh honey, which indicates that the country may become a strong competitor in the mead market. The production of mead involves the use of many empirical recipes and is applicable today in an artisanal way using techniques used in the production of wines. There are some elements of raw material and production aspects that make it difficult to standardize the final product, making the resulting mead to be quite varied: the type of honey used, the dilution of the must, nutritional additives used, species of yeast, fermentation time and temperature among other factors. It is believed that the lack of studies in the area is explained by the low popularity of the drink by most of the population until a few decades ago. A search was then made for published works, specifically on the subject, in order to identify variations in the process and understand the results and findings.

**Keywords:** Mead. Production. Fermented alcoholic beverage. Honey. Fermentation.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Conversão do açúcar em etanol pelo processo fermentativo.....34
- Figura 2:** Fluxograma do processamento do hidromel.....41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Requisitos físico-químicos do hidromel segundo a legislação brasileira.....	21
Tabela 2: Tipos de hidroméis com base em seus ingredientes de formulação.....	22
Tabela 3: Requisitos mínimos de qualidade do mel destinado ao consumo humano.....	26
Tabela 4: Escala de cores de Pfund para classificação de méis.....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>14</b>
2.1	MERCADO DE BEBIDAS E PERFIL DE CONSUMO NO BRASIL.....	14
2.2	HISTÓRIA DO HIDROMEL.....	15
<b>2.2.1</b>	<b>Ressurgimento do hidromel na era contemporânea.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Tipos de Hidromel.....</b>	<b>20</b>
2.3	APICULTURA.....	22
2.4	MEL.....	25
2.5	FERMENTAÇÃO.....	32
2.6	PRODUÇÃO DE HIDROMEL.....	35
<b>2.6.1</b>	<b>Matérias primas.....</b>	<b>36</b>
2.6.1.1	Mel.....	36
2.6.1.2	Água.....	38
2.6.1.3	Leveduras.....	38
2.6.1.4	Aditivos.....	40
<b>2.6.2</b>	<b>Processo de produção.....</b>	<b>40</b>
2.6.2.1	Preparo do mosto.....	42
2.6.2.2	Fermentação.....	43
2.6.2.3	Descuba.....	44
2.6.2.4	Maturação.....	45
2.6.2.5	Trasfega e Clarificação.....	45
2.6.2.6	Pasteurização e envase.....	46
<b>2.6.3</b>	<b>Principais dificuldades na fabricação do hidromel.....</b>	<b>46</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>49</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mercado consumidor brasileiro tem demonstrado forte interesse por bebidas fermentadas de produção artesanal, como as cervejas artesanais e vinhos. Revelando uma tendência positiva à aceitabilidade do hidromel. Esta bebida milenar já está em franca expansão pelos mercados internacionais, principalmente em países como os Estados Unidos, que apresentaram um salto no mercado de hidromelarias desde 2010. Hoje, no país acontecem diversas feiras e congressos acerca do assunto.

O Brasil se encontra entre os oito maiores exportadores de mel do mundo, principal matéria-prima para a fabricação de hidromel. Entretanto é observada pouca exploração na transformação e valorização de produtos advindos dessa matéria-prima. Espera-se que com a popularidade da bebida e a padronização do produto o mercado nacional possa ser valorizado e se expandir. O que beneficiaria pequenos e médios apicultores interessados e produtores de bebidas artesanais.

O hidromel pode ser considerado a bebida alcoólica mais antiga, ainda que não tenha sido empregado muito estudo no histórico desse produto, é lógica a conclusão que se chega a partir da história traçada do surgimento da cerveja e do vinho, além das evidências arqueológicas da bebida que datam de períodos longínquos do final da era paleolítica. Porém, foi apenas por volta de 2.600 – 2.350 a.C, que ocorreu o primeiro registro da utilização do mel para a fabricação de bebidas fermentadas (PELIGRINI, 2020; BRUNELLI, 2015; IGLESIAS et al., 2014; SCHRAMM, 2003; CRANE, 1999).

Há muitas lacunas na história da bebida, entretanto na era medieval ela ganha extremo reconhecimento e destaque. Considerada uma bebida destinada a nobreza, devido ao alto valor do produto. Com o tempo, devido à popularidade de bebidas mais fáceis de serem produzidas e seu baixo custo como a cerveja e o vinho, o hidromel perdeu mercado.

Sua produção nunca se extinguiu, apicultores e monges produziram a bebida ao longo dos séculos, de forma empírica e artesanal. E então, na atualidade, retoma-se a popularidade do hidromel principalmente por aqueles que buscam experimentar novos sabores e bebidas exclusivas: produtores de hidromel caseiro e os entusiastas da cultura *geek* e medieval (MACHADO, 2020; FABRI, 2017; SCRHAMM, 2003).

O hidromel tradicional é uma bebida fermentada de mel diluído em água potável e acrescido de sais nutrientes. Entretanto existem diversos tipos de hidroméis que levam em sua formulação: frutas ou poupas, ervas ou especiarias. A Legislação Brasileira apresenta normas reguladoras para a bebida tradicional, ainda que não haja uma padronização de seus processos e produtos; também não consta na Legislação Brasileira termos que regularizem o uso de frutas, ervas, especiarias e demais ingredientes que não sejam os acima mencionados.

Sua produção se assemelha muito produção de vinho, ainda que haja variação entre os processos e receitas; as etapas básicas consistem em: preparo do mosto e do inóculo, fermentação, descuba, maturação, trasfega, clarificação, pasteurização e envase (GUPTA; SHARMA, 2009; MATSUO; STEFFEN, 2018; SCHWARZ et al., 2020). Existem diversas receitas para a formulação da bebida disponíveis, porém ainda que recomendações possam ser feitas, não há garantias de que o hidromel resultante seja de extrema qualidade e apresente as características esperadas. Esse problema acontece devido ao hidromel ter em sua composição ingredientes muito sensíveis e variados, que reagem as variações na formulação de forma ainda incerta.

O principal influenciador do produto final é o mel. Trata-se de uma solução supersaturada de açúcar, e em menor quantidade: proteínas, minerais, vitaminas, ácidos orgânicos, enzimas, pólen, compostos fenólicos e mais. Sua composição e características são muito variadas, dependendo do tipo de néctar utilizado em sua produção, espécie de abelha produtora, forma de produção, região, clima, dentre outros fatores (GOIS et al., 2013; LIRA et al., 2014; SIME et al., 2015)

O processo de fermentação, transformação do mosto em fermentado (hidromel), é a etapa de fabricação a qual mais exige análises constantes. Também é a mais testada e estudada a fim de que cada vez mais possa se exercer controle sobre ela, gerando um produto com qualidade mais padronizada e previsível. Em sua maioria, os teste são realizados a fim de verificar o desempenho de leveduras diferentes. Ainda não existe um consenso sobre a padronização do mosto e escolha de leveduras, por isso tamanha importância nas análises feitas sobre o assunto. As leveduras influenciam diretamente no sabor e aroma do hidromel. Junto a coloração do produto, sabor e aroma são as características que mais influenciam o consumidor (BENETOLE, GOMES, NASCIMENTO, 2020 ; GUERRA, 2010; GUPTA, SHARMA, 2009).

O produto final tende a ser uma bebida saborosa e encorpada que tem grande apelo pelo público que busca sabores mais complexos e *premiums*, muitos deles já adeptos da cervejaria artesanal e abertos a experimentar outras bebidas.

A presente revisão busca fazer o levantamento de pontos relevantes da produção de hidromel, compreendendo as variações e dificuldades encontradas no processo de estudo e padronização do produto. Desde lidar com a variedade de ingredientes até entender os processos biotecnológicos empregados a fim de chegar à uniformização do hidromel. O Brasil é rico em matéria-prima e apresenta um vasto campo de exploração e transformação, nicho onde um profissional da biotecnologia poderia atuar fazendo com que possamos ser uma das nações pioneiras nesse mercado (MACHADO, 2020).

## **Metodologia**

Pela elaboração do trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os pontos relevantes da produção de hidromel. Para isso, foram levantadas informações e dados relevantes de publicações em artigos científicos, dissertações, teses e livros.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 MERCADO DE BEBIDAS E PERFIL DE CONSUMO NO BRASIL

A indústria de bebidas constitui um importante setor da indústria de transformação, tendo obtido faturamento de R\$ 137,0 bilhões em 2019, o que é equivalente a 1,9% do PIB brasileiro de 2019 e 4,8% do valor bruto da produção (Proxy do PIB) da indústria de transformação (ABIA, 2020).

Mesmo não sendo um setor de trabalho intensivo, exigindo trabalho braçal como o encontrado em algumas lavouras, o setor se mostra responsável pela geração de dezenas de milhares de postos de trabalho direto e indireto. Dentre as bebidas alcoólicas a cerveja apresenta grande destaque, tendo sido responsável por mais de 91,4% do consumo de bebidas alcoólicas (volume) do país em 2019 (EUROMONITOR INTERNACIONAL, 2020a; VIANA, 2020)

Em 2020 a pandemia de COVID-19, impondo o isolamento e distanciamento social, atingiu fortemente o setor de vendas de bebidas alcoólicas nos mercados “on-trade”, bares, restaurantes, hotéis entre outros, principal canal de vendas do produto. A indústria de fermentados alcoólicos no Brasil sofreu, logo no seu início, uma baixa de 27% na produção (março de 2020). De março a agosto de 2020, o consumo de bebidas aumentou. Em relação à mesma época de 2019, o consumo superou 19,6% e apresenta indícios de continuar aumentando superando o quadro de crise (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020b; MARKETS AND MARKETS, 2018; RORIZ, 2020; SPECIALTY FOOD, 2018).

Atualmente, o mercado consumidor brasileiro tem demonstrado forte interesse por bebidas fermentadas de produção artesanal, um grande exemplo, é a difusão e a comercialização de cervejas artesanais ou semi artesanais. Esse cenário se mostra positivo à exploração e comercialização do hidromel, pois, embora a bebida seja atualmente pouco consumida no Brasil, contando apenas com produções domésticas, em outros países como os

Estados Unidos da América, encontra-se em franca expansão (NAKADA, CACIATORI, PANDOLFI, 2020).

A expansão do mercado global se justifica em função de consumidores com paladares mais maduros e exigente por bebidas fermentadas, um alimento de origem orgânica, com longa história de produção em nível mundial, além de apresentar sabor e aroma característico, estimulando ainda mais esse mercado (FERREIRA; JANUÁRIO, 2017).

O mercado brasileiro, atualmente, apresenta um grande potencial de crescimento, os principais consumidores de hidromel são homens e mulheres numa faixa etária acima de 20 anos. O mercado está centralizado principalmente na parte sul e sudeste do Brasil, a maior parte das feiras acontece em São Paulo e Curitiba, sendo que grande parte das empresas e artesões que produzem a bebida estão localizados nestas regiões também (NAKADA, CACIATORI, PANDOLFI, 2020).

No Brasil, o hidromel é um produto relativamente novo em nossa cultura, e ainda não há informações específicas acerca do seu consumo, o qual, geralmente, é enquadrado na categoria de “outras bebidas fermentadas”, onde fica ao lado de bebidas como sidra, espumante e sangria (SEBRAE, 2015).

## 2.2 HISTÓRIA DO HIDROMEL

Hidromel é considerada a bebida alcoólica mais antiga conhecida (AQUARONE et al., 2001; BRUNELLI, 2015; CRANE, 1999; IGLESIAS et al., 2014; SCHRAMM, 2003). Entretanto identificar o início da produção de hidromel é desafiador. Carece-se de investimentos arqueológicos e científicos, por meio de pesquisas. Contudo, pode-se inferir informações substanciais em relação à caça ao mel, hidromel e a humanidade (CRANE, 1977; SCHRAMM, 2003). Ainda segundo os autores, considera-se que as uvas e os grãos foram procurados primeiro como alimento e, mais tarde, se tornaram a fonte reconhecida de açúcar fermentável.

Segundo Crane (1977), há evidências de coleta de mel pelo homem desde o final da era glacial, 12.000 a.C., como os desenhos rupestres registrados em uma caverna em Altamira, norte da Espanha. Iglesias et al. (2014) relata evidências sobre esta coleta datadas de mais de

8.000 anos a.C. Os relatos de ambos os autores remontam ao período Paleolítico. A caça ao mel, fonte de calorias e proteínas largamente disponível no ambiente selvagem, parece lógica, já que este se encontra em estado próprio para consumo após a extração (CRANE, 1977; SCHRAMM, 2003). O mel apresenta mais de 80% de sua composição em açúcar, que em condições adequadas e em contato com microrganismos fermentadores (leveduras) pode ser convertido em álcool (LOPES, 2019). Diferentemente de grãos e das uvas, o mel não é limitado geograficamente, sendo encontrado em ambientes que não são propícios para outros insumos (IGLESIAS et al., 2014; SCHRAMM, 2003).

A melhor hipótese de como pode ter ocorrido a criação do hidromel, segundo os historiadores Ken Schramm (2003) e Eva Crane (1977) é que a água foi coletada e armazenada no mesmo recipiente que continha resquícios de mel. Quando fechado o recipiente, a fermentação ocorreria pelo desenvolvimento das leveduras selvagens. O líquido resultante surpreenderia quem o bebesse com uma mistura de sabores novos, inebriantes e doces; levando quem o bebesse ao estado de euforia e desinibição proveniente do álcool (SILVA; ARRUDA, 2019).

Schramm (2003) levanta um ponto interessante em sua pesquisa, o fator essencial para que a fermentação aconteça é a disposição dos ingredientes em um recipiente “ a prova d’água” que possa ser vedado, assim, possibilitando a fermentação. Fazendo com que o grupo que tivesse desenvolvido essa tecnologia primeiro, chegasse às bebidas fermentadas. Segundo o autor, os primeiros recipientes eram confeccionados com pele de animais ou cabaças, dependendo da região do mundo e somente muitos anos depois foi descoberta a cerâmica. Segundo Gupta e Sharma (2009), no norte da China há cerca de 7.000 a.C foram encontradas evidências da elaboração de hidromel em antigos vasos de cerâmica contendo resquícios de compostos orgânicos oriundos de fermentação, uma provável mistura de mel, arroz e outras frutas.

O conhecimento acerca da fermentação pode ter sido transmitido assim como também poderia ter sido descoberto e perdido inúmeras vezes na pré-história (MCFEELEY, 2010). Seguindo os indícios históricos, de acordo com Peligrine (2020) os sumérios da Mesopotâmia no período de 2600 a 2350 a.C. possuíam registro da utilização do mel como alimento. Este povo possuía um vasto panteão em sua religião, dentre eles destaca-se Ninkasi: deusa da fertilidade e fermentação a qual foi agraciada com o “Hino à Ninkasi” escrita em uma tabuleta que quando traduzida mostrou-se ser a primeira receita escrita de cerveja de mel.

Um pouco depois, por volta de 1.700 a.C. a 1.100 a.C., foi escrito o *Rigveda*, o livro dos hinos: principal livro de crenças e o mais antigo da Literatura Hindu, onde descreve o hidromel sendo a “bebida dos deuses” (BRUNELLI, 2015; PELIGRINI, 2020). Similar à sociedade grega clássica (sec. V e IV a.C) que denominava a bebida como Néctar dos Deuses ou Ambrosia, também era chamado de Melikraton, e o tinha intimamente inserido em sua cultura e religião (NGETAL, 2017; PELIGRINI, 2020).

Junto às grandes civilizações, a aculturação e assimilação cultural se tornou bastante comum, amistosamente ou pela dominação e conquista de territórios e povos (TRUZZI, 2012). Entretanto, de acordo com Schramm (2003), Inglesias et al. (2014), Ngetal (2017), entre todos os povos, se tornou comum o uso do mel para adoçar bebidas ou mascarar o sabor de fármacos, como a infusão de ervas e mel (LAMARI; DORNELLAS; SHIBATTA, 2011).

Da idade antiga até o início da idade moderna, era muito comum acrescentar mel em vinhos e cervejas, antes ou depois da fermentação, com o intuito de adoçar a bebida ou incrementar seu sabor. Registros encontrados remontam a época e aos territórios do Império Romano Ocidental e Oriental, o qual possuía, por exemplo, o “Mulsum” que é uma bebida parecida com vinho temperado com mel, provavelmente adaptado do hidromel local consumido pelo povo nativo das regiões conquistadas (BARRIOS et al., 2010; SCHRAMM, 2003).

Os escritores romanos, Lucius Junius Moderatus (Columella) em seu livro *De Re Rustica* (42 d.C.) e o naturalista Plínio, em sua obra *Naturalis Historia* (77 d.C.), relataram o uso empírico de mel para a produção de hidromel, fornecendo uma descrição detalhada do procedimento utilizado para a elaboração da bebida tradicional (BRUNELLI, 2015; IGLESIAS et al., 2014). Simultaneamente, na história, há evidências espalhadas por toda a Europa, Ilhas Britânicas, e algumas localidades da Ásia (China, Índia e Oriente Médio), África e América Central (nas regiões habitadas pela cultura Maia) (BRUNELLI, 2015; PELIGRINI, 2020).

O pico máximo de popularidade do hidromel na história se deu durante o período da Idade Média e o início da Renascença (BRUNELLI, 2015; CRANE, 1977; NGETAL, 2017; PELIGRINI, 2020; SCHRAMM, 2003). Segundo Crane (1977) e Schramm (2003), a apicultura era extremamente valorizada devido a dois fatores, os riscos e cuidados que eram necessários ao lidar com abelhas, que exigia mão de obra especializada e intensiva; e por seus produtos principais, cera e mel. Ambos os fatores tornavam o hidromel uma bebida cara e

exclusivista, comumente destinado à nobreza, principalmente nas regiões da Alemanha, Escócia, Bavaria, Inglaterra. A bebida é bastante associada a cultura celta, viking e anglo-saxã, regiões onde havia grande disponibilidade de colmeias.

A sociedade medieval era muito centrada e tinha uma organização governamental e social bastante rígida e com caráter protecionista. Os costumes populares se mantiveram sem drásticas alterações durante séculos, desde o feitiço de hidromel que nesse período veio se aperfeiçoando até credices populares como, a citada como origem do que conhecemos hoje como “lua de mel”. A expressão denominada está associada a um ritual, no qual os recém casados eram presenteados com grandes quantias de hidromel que deveriam ser consumidas em uma semana ou no mês. O ritual era associado à fertilidade, virilidade, força que faziam um bom casamento (LOPES, 2019).

Na Europa o hidromel se expandiu até atingir os mosteiros, onde os monges que se dedicavam à apicultura, também produzindo a bebida. No início do século XII, a produção de hidromel começou a perder forças e sua posição deu lugar aos vinhos e cervejas, que em algumas localidades eram matérias-primas de mão de obra mais fácil e barata (LOPES, 2019; PELIGRINI, 2020; PIATZ, 2014; SCHRAMM, 2003). A cana ainda era um produto raro advindo da Índia, onde era popular, porém não havia sido difundido nos outros países, o que fez com o mel ainda se mantivesse como produto adoçante (SCHRAMM, 2003).

O mercado consumidor foi aos poucos “canibalizando” a posição do hidromel, um dos fatores para que ele entrasse em declínio. Outros fatores contribuíram para perpetuar essa queda, como aponta Schramm (2003), nas regiões da França e Itália ocorreu a elitização do vinho junto a predileção pelo tipo seco, sendo este considerado o mais refinado e puro vinho da uva; os vinhos do tipo doce ou adoçado foram caracterizado como inferiores e quem os tomasse eram rotulados por apresentar paladares nada refinados. No século XI, ocorreu a conquista normanda, a conquista da Inglaterra pela França fez com que costumes franceses fossem implementados. Logo o hidromel se viu perdendo lugar e mercado para os vinhos franceses, licores, sidra dentre outras bebidas.

Simultaneamente, o consumo de cerveja começou a se espalhar definitivamente por toda a Europa. Era uma bebida relativamente fácil de ser produzida, com matéria-prima barata, produzia as mesmas sensações que o hidromel e era de mais fácil acesso à comunidade, diferentemente do vinho de qualidade (GIORGI; JÚNIOR, 2016). No século XVI, em províncias alemãs, foi instituído o *Reinheitsgebot*, também conhecida como Lei da

Pureza da Cerveja, onde foram determinados os ingredientes e a forma de comercialização da cerveja na região. Qualquer cerveja que apresentasse variações seria confiscada (PEREIRA et al., 2015). Esse foi outro grande fator que contribuiu para o já iniciado declínio do hidromel e bebidas adoçadas com mel.

No século XV, Portugal deu início às grandes navegações, encurtando o tempo e o preço de mercadorias advindas da Índia. Rotas de comércio continentais já existiam, porém eram bastante turbulentas e arriscadas, fazendo com que os valores dos produtos importados subissem consideravelmente. No entanto, o transporte por navio reduzia riscos fazendo com que produtos exóticos se tornassem populares, como aconteceu com o açúcar de cana antes popular apenas nas regiões próximas a Índia (GUEDES, 2016; MINTZ, 2010).

Agora o mel perdia mercado para outro produto, o açúcar. Somando esse acontecimento à sobretaxação do mel no continente Europeu, pode-se perceber o claro declínio do produto e derivados. Terras mais frias ao norte ainda perduraram com a fabricação de hidromel em detrimento do vinho, já que nessas regiões era inviável o cultivo de vinhas. Assim como a produção também se manteve por apicultores e alguns entusiastas da antiguidade (SCHRAMM, 2003).

### **2.2.1 Ressurgimento do hidromel na era contemporânea**

No século XX e XXI o hidromel ressurge e ganha um nicho específico no mercado. Machado (2020) acredita que a popularidade dessa bebida está relacionada ao crescimento das cervejas artesanais e o crescente apelo do público por consumir bebidas diferentes e exclusivas.

O hidromel está inserido em diversos livros e filmes que nas últimas décadas ganharam bastante apreço do público. Como intitula Marina Fabri (2017), o hidromel é, hoje, a bebida dos “vikings” e “nerds”. Podem ser encontradas referências tanto em livros clássicos da literatura fantástica, como em *O Senhor dos Anéis* (1954), *A Lenda de Robin Hood* (1377), *A lenda de Beowulf* até coleções mais novas como *As Crônicas de Gelo e Fogo* (1996), *Harry Potter* (1997), *Deuses Americanos* (2001) e *Mitologia Nórdica* (2017), dentre outros.

Recentemente, encontramos bastante alusão e referências ao hidromel nas telas, em filmes e séries como Vikings, Game of Thrones, Deuses Americanos, Harry Potter, Outlander e mais.

Jogos “nerds” como o Role-Playing Game (RPG) e feiras medievais também apresentam influência sobre o consumo da bebida, assim como tudo o que cerca essa temática e uma ambientação “exótica, arcaica e/ou mística” (FURUNO, 2011).

Scrhamm (2003) leva-nos a compreensão de que o hidromel se manteve vivo ao longo dos séculos devido às práticas discretas de apicultores, monges e raríssimos entusiastas. Porém, no último século o hidromel veio ganhando maior visibilidade. Nos Estados Unidos existem mais de 400 hidromelarias, também podem ser encontradas diversas feiras destinadas a este segmento. Em 2017, a AMMA (Associação dos Produtores de Hidromel dos EUA) notou que uma nova hidromelaria inaugurava a cada 3 dias no país, e 1 a cada 7 dias no resto do mundo. De 2003 a 2019, houve um crescimento de aproximadamente 1.333,33 % no número de empresas. A maioria (67%) é representada por empresas novas com menos de 5 anos e poucas com mais de 10 anos (6%) (NEWHART, 2018).

“A produção de hidromel no contexto brasileiro se mostra bem relevante do ponto de vista econômico e biotecnológico. Somos um dos maiores produtores de mel no mundo e a qualidade do nosso mel é internacionalmente reconhecida. Portanto, há uma oportunidade de desenvolvermos um produto a partir do mel que hoje acaba sendo vendido como “commodity”. Do ponto de vista biotecnológico, podemos ser uma das nações pioneiras nesse “novo” mercado.” (MACHADO, 2020)

No Brasil existem dois públicos fortes em relação ao consumo do hidromel: os *geeks* que cultuam a cultura medieval e fantástica; e os cervejeiros, adepto à experimentar novidades e ingredientes diferentes (CRUSCO, 2020).

O Brasil possui algumas empresas devidamente registradas que produzem hidromel, algumas de grande renome como Arven Hidromeis, Valhala Hidroméis, Old Pony, Yggdrasill, Valkiria Hidromeis, Prince Honey, Ferroada Hidromel, Etéreos Hidroméis, Bee Gold, (CRUSCO, 2020; INVESTSP, 2016; MACHADO, 2020).

### **2.2.2 Tipos de Hidromel**

O DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009 regulamenta a padronização, classificação e registro de bebidas no Brasil. Neste, o hidromel é caracterizado como uma bebida com graduação alcoólica que pode variar de 4% a 14% (v/v) a 20°C, obtida pela fermentação alcoólica de uma solução de mel de abelha em água potável acrescido de sais nutrientes (BRASIL, 2009).

Os requisitos físico-químicos foram regulamentados na Instrução Normativa 34 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2012) e apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Requisitos físico-químicos do hidromel segundo a legislação brasileira.

<b>Parâmetros</b>	<b>Limite Mínimo</b>	<b>Limite Máximo</b>	<b>Classificação</b>
Acidez fixa (mEq/L)	30	-	-
Acidez total (mEq/L)	50	130	-
Acidez volátil (mEq/L)	-	20	-
Anidro sulfuroso (g/L)	-	0,35	-
Cinzas (g/L)	1,5	-	-
Cloretos totais (g/L)	-	0,5	-
Extrato seco reduzido (g/L)	7	-	-
Graduação alcoólica (% v/v à 20°C)	4	14	-
Teor de açúcar (g/L)	-	≤ 3	Seco
	> 3	-	Suave

Fonte: Adaptado de Brasil (2012).

De acordo com Brunelli (2015), ao longo do tempo surgiram diversas variações na elaboração da bebida, partindo do método tradicional (mel e água) e dando origem às misturas complexas com sucos de frutas e especiarias (pimentas, cravos, baunilha, entre outras), como apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Tipos de hidroméis com base em seus ingredientes de formulação.

<b>Denominação</b>	<b>Ingredientes</b>
Mead	Bebida fermentada de água e mel (hidromel clássico).
Great Mead	Hidromel envelhecido.
Melomel	Hidromel com adição de frutas (exceto uvas).
Pyment	Hidromel com adição de uvas (preferencialmente viníferas).
Cyser	Hidromel com adição de maçã.
Methelgin	Hidromel com adição de especiarias, lúpulo e até pétalas de rosas.
Braggot	Hidromel com adição de malte.
Hippocras	Hidromel com adição de pimentas.

Fonte: Berry, 2007 apud Brunelli, 2015.

A Legislação Brasileira que cobre as diretrizes e especificações do hidromel é bastante falha (vazia), classificando a bebida apenas como suave ou seco, segundo o teor de açúcar (BRASIL, 2012).

Entretanto, extraoficialmente o hidromel pode ser classificado quanto ao seu dulçor como seco, meio doce e doce de acordo com sua tecnologia de fabricação e refere-se a quantidade de açúcar residual na bebida. Podem ser classificados quanto sua carbonatação, indo do natural (sem carbonatação), levemente carbonatado e espumantes. E também podem ser classificados de acordo com sua força, suave ou forte, referindo-se à sua graduação alcoólica. Estas classificações variam de acordo com o tempo de fermentação, quantidade e qualidade do mel utilizado na diluição, escolha da levedura, concentração de açúcares e da graduação alcoólica. Para realçar seu caráter e complexidade frutas, vegetais, ervas e/ou especiarias podem ser acrescentadas na elaboração do mosto e durante fermentação (MORAES, 2014; PEREIRA et al., 2016; SOUZA, 2018).

### 2.3 APICULTURA

A domesticação de abelhas é uma atividade que acontece há milhares de anos. Schramm (2003) em seus estudos, mencionou que grupos pré-históricos já deixavam gravados em desenhos rupestres registros de uma apicultura rudimentar. Entretanto, sistemas de colmeias artificiais só vieram a ser desenvolvido muitos anos depois da pré-história. Os gregos antigos começaram a esboçar o que temos hoje como “colmeia skip”, um tipo de colmeia segmentada onde há a possibilidade de coletar o mel e fazer a transição das abelhas de forma mais segura para outra secção de colmeia.

A apicultura também é uma das atividades mais importantes do mundo, prestando grande contribuição à humanidade por meio da produção de mel, geleia real, própolis, cera e pólen, bem como para a agricultura por intermédio dos serviços de polinização (WIESE, 2005).

As abelhas formam um grupo diverso e numeroso, compreendendo mais de 20 mil espécies no mundo. No Brasil, estima-se a existência de mais de 3.000 espécies diferentes, mas apenas pouco mais de 400 estão catalogadas. As espécies nativas são os meliponíneos, são as abelhas sem ferrão, que compõem a grande maioria das espécies de abelhas de nosso país (BARBOSA et al., 2017).

Na Europa, Ásia e África as abelhas mais encontradas são da espécie *Apis Mellifera*, reconhecidas por serem ótimas produtoras de mel, posteriormente foram inseridas em território brasileiro (LOPES; FERREIRA; SANTOS, 2005). Os espécimes recebidos diferem entre si por subespécies: *Apis mellifera mellifera* (europeia - preta), *A. m. ligustica* (italiana), *A. m. carnica* (europeia - com anéis cinzas), *A. m. remipes* (europeia - caucasiana), *A. m. adansonii* (africana – scutelata). As abelhas africanizadas encontradas no Brasil são produtos do cruzamento entre abelhas europeias (comumente *A. m. mellifera*) e a africana (*A. m. adansonii*). Elas possuem um caráter mais agressivo e letal, exigem muita técnica de manejo e cuidado; são as que melhores se adaptaram aos ambientes brasileiros e produzem grandes quantidades de mel (BARBOSA et al., 2017; RAMOS, 2002).

Segundo Velthuis et al, (1997), as abelhas brasileiras sem ferrão já existem desde o período Cretáceo Médio. O fóssil mais antigo encontrado é de uma abelha da espécie *Trigona prisca*, em New Jersey (EUA).

As abelhas sem ferrão (ASF), como *Melipona sp.* e *Trigona sp.*, são assim chamadas por terem seu ferrão atrofiado. Estas são abelhas nativas brasileiras e eram as únicas produtoras de mel utilizadas até a introdução das abelhas europeias no país, em 1839 (WIESE; SALOMÉ, 2020; LOPES; FERREIRA; SANTOS, 2005). Além de uma produção menos abundante que justifica seu alto valor de mercado se comparado com o mel de *Apis*, a principal característica que difere o mel das ASF do mel de *Apis* é o teor de umidade que influencia diretamente em sua densidade, fazendo com que ele seja um mel menos denso e menos viscoso (ALVES, 2005).

Estudo realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro demonstrou que existem diferenças significativas nas características físico-químicas entre amostras de mel produzidas por abelhas sem ferrão e aquelas da espécie *Apis mellifera*. Entre os parâmetros analisados neste estudo estavam atividade antioxidante, compostos fenólicos e flavonoides, cuja concentração relaciona-se diretamente com os hábitos da abelha, estação do ano e tipos de flores polinizadas (GHELDOLF., WANG., ENGESETH, 2002; LIRA et al., 2014).

Segundo Elísios (2019), a fabricação do mel inicia quando as abelhas coletam o néctar das flores que será armazenado em um reservatório similar ao estômago. Dentro do reservatório, o néctar já começa a passar por transformações enzimáticas, transformando os açúcares complexos em simples e protegendo a substância de ação bacteriana, por meio da invertase e glicose oxidase. Esse processo continua dentro das colmeias, o produto resultante é espalhado pelos favos onde a água evapora transformando a mistura em um calda grossa, o mel.

No ano de 2019, a apicultura brasileira atingiu uma produção total de 45.981 toneladas e um aumento de 8,5%, em relação ao ano de 2018 (IBGE, 2019; IBGE, 2018). A região Sul foi responsável por 38,21% da produção, tendo o Paraná como maior produtor do país (15,7%), seguido pelos estados do Rio Grande do Sul (13,6%) e Santa Catarina (8,9%). No Nordeste este percentual foi de 34,27% e no Sudeste 21,40% (IBGE 2019).

Mesmo tratando-se de uma atividade reconhecidamente desenvolvida por pequenos e médios apicultores, a cadeia produtiva apícola vem ganhando força nos últimos anos com a crescente produção e exportação de produtos, através do desenvolvimento de manejos aplicando as boas práticas apícolas (ARRUDA et al., 2011). Esse aumento na exportação também pode justificar-se pelo aumento da demanda de países estrangeiros que, a partir do

ano de 2008, encerraram o embargo ao mel brasileiro pela Comunidade Europeia (SEBRAE, 2011).

Conforme dados divulgados pela Associação Brasileira dos Exportadores de Mel, no ano de 2020, o Brasil, ocupando um local de destaque no *ranking* de maiores exportadores de mel, segundo a FAO (2019), exportou um volume de 55.626 toneladas do produto, representando mais de 98,5 milhões de dólares (2,16 US\$/Kg). Infelizmente, ainda que a exportação tenha aumentado em volume, seu valor sofreu uma queda que vai de 2018 a 2020. Neste ano de 2021, a ABEMEL (2021) reportou um aumento de preço de 53% até março (3,32 US\$/KG) em relação à média do ano de 2020 (2,16 US\$/Kg); 2021 já conta com mais de 13,6 ton exportadas em seu primeiro trimestre.

## 2.4 MEL

O mel é uma substância produzida por diferentes tipos de abelha, e suas características e composições variam de acordo com o néctar utilizado na produção e espécie da abelha produtora. Mesmo que estes fatores influenciem nas características do produto, a legislação brasileira não possui especificações para o mel comercializado das abelhas nativas (LIRA et al., 2014).

O mel é uma solução supersaturada de açúcar, e possui em sua composição outros compostos em menor quantidade como proteínas, minerais, vitaminas, ácidos orgânicos, flavonoides, compostos fenólicos e enzimas como por exemplo, catalase, peroxidase e glicose oxidase (SIME et al., 2015).

O Brasil possui um grande potencial de produção de mel, principalmente, a região sul. Porém o consumo do mesmo é muito baixo levando em consideração a quantidade de mel exportada para fora do país, que no primeiro semestre de 2020 chegou a 25.581 toneladas de mel equivalendo à 50.392 dólares, exportados. Isso deve-se ao seu consumo ser principalmente como mel de mesa, pois a diversidade de produtos que podem ser elaborados através do mesmo é pouco explorada, tendo como uma alternativa para reverter essa situação a diversificação de produtos oriundos do mel como: licores, geleias, pólen, hidromel e afins (ABEMEL, 2018; BRUNELLI, 2015; DAL OSTO, LEITÃO, 2019).

O mel é uma substância de composição muito variada, porém pode-se dar uma composição geral deste produto onde 75% são açúcares (predominantemente glicose e frutose), 20% água, e 5% outros compostos (LIMA et al., 2019). Ao aliar características da fonte floral que o originou, ganha um maior grau de complexidade, podendo conter 181 diferentes substâncias não encontradas em nenhum outro lugar, alguns dele sendo misturas complexas de hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen, podendo conter cera de abelhas procedente do processo de extração (BRASIL, 2000; DE CAMARGO et al., 2006).

A variação nos parâmetros físico-químicos do mel está relacionada à sua forma de produção, a qual se utiliza do néctar que as abelhas extraem de flores. Portanto, a quantidade e qualidade das flores que existem na região de ação das abelhas assim como sua localização e fatores climáticos são alguns dos fatores que influenciam diretamente na composição e conseqüentemente nos parâmetros físico-químicos do mesmo (GOIS et al., 2013).

A Legislação Brasileira define os padrões para o mel de abelhas melíferas, estabelecendo os requisitos mínimos de qualidade que o mel destinado ao consumo humano, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3:** Requisitos mínimos de qualidade do mel destinado ao consumo humano.

Parâmetro	Especificações	
	Mel Floral	Mel de Melato
Açúcares redutores (invertido)	Mínimo de 65g/100g	Mínimo de 60g/100g
Umidade	Mínimo de 20g/100g	Mínimo de 20g/100g
Sacarose aparente	Máximo de 6g/100g	Máximo de 15g/100g
Minerais (cinzas)	Máximo de 0,6g/100g	Máximo de 1,2g/100g
Acidez máxima	Máximo de 50 meg/kg	Máximo de 50 meg/kg
Atividade diastática	Mínimo de 8 na escada Göthe	Mínimo de 8 na escada Göthe
Teor de Hidroximetilfurfural	Máximo de 60 mg/kg	Máximo de 60 mg/kg
Grãos de Pólen	Deve conter.	Deve conter.
Índice de fermentação	Não apresentar	Não apresentar
Sólidos insolúveis em água	0,1g/100g	0,1g/100g

Fonte: Brasil (2000).

O mel floral consiste em ser o mel obtido dos néctares das flores, enquanto o mel de melato é o mel obtido principalmente a partir de secreções das partes vivas das plantas, muitas vezes da bracinga, ou de excreções, em forma de líquidos açucarados, de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas. Estes líquidos açucarados que são procurados e colhidos pelas abelhas como se fossem néctar, passam pelos mesmos processos enzimáticos (BRASIL, 2000; CAMPOS et al., 2003).

Estes são os principais componentes do mel, tendo os monossacarídeos frutose e glicose, representando de 85% a 95% do total. E dissacarídeos sacarose e maltose responsáveis por 5% a 10%. Outros açúcares são encontrados em menores quantidades, como isomaltotetraose, nigerose, maltotriose entre outros (CRANE, 1983).

Silva (2008) explica que a composição do mel depende do conteúdo de sacarídeos no néctar ou no melato. Para o autor, geralmente, a relação entre frutose e glicose no mel está perto de uma unidade, com D-frutose sendo o açúcar prevalecente. O conteúdo de sacarose é pouco mais de 1% do total, e maltose chega a ter seu valor até três vezes mais alto que a sacarose. Em méis de néctar a concentração de oligossacarídeos alcança valores de aproximadamente 2%, e é mais alto em méis de melato, estes são produzidos a partir de exsudatos da bracinga, misturados a enzimas produzidas por cochonilhas presentes no tronco dessa planta.

Os açúcares, encontrados em altas concentrações no mel, são responsáveis pela qualidade e propriedades físico-químicas como viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético, densidade, capacidade de granulação (cristalização) e a atividade antibacteriana (CAMPOS, 1987; WHITE, 1979).

De acordo com Padilha et al. (2019) o teor total de açúcares solúveis é comumente determinado através do parâmetro grau Brix ( $^{\circ}$ Brix), sendo este uma escala numérica do índice de refração, que mede a quantidade de sólidos solúveis totais na solução independente da composição dos açúcares.

Os sólidos podem ser medidos no campo ou na indústria, com auxílio de um refratômetro, sendo muito utilizada no processamento e conservação de alimentos. O mel é uma mistura bastante rica em açúcares, logo seu teor de sólido solúveis é muito aproximado ao teor de açúcares totais. Assim, para sua utilização no hidromel, o valor do  $^{\circ}$ Brix (SST) começa a reduzir enquanto ocorre a fermentação alcoólica e o consumo de açúcar (DE OLIVEIRA, 2020; GOIS et al., 2013).

A água representa o segundo composto mais abundante na composição do mel, e influencia diretamente a viscosidade, peso específico, maturidade, conservação, cristalização, palatabilidade e sabor. Microrganismos presentes no mel podem vir a fermentar os açúcares em casos de umidade elevada (GOIS et al., 2013; TERRAB et al., 2004). A umidade pode ser influenciada pela origem botânica da planta, por condições climáticas e geográficas ou pela colheita do mel antes de sua completa maturidade (NANDA et al., 2003)

Segundo Machado (2011), a umidade é uma característica importante a ser avaliada para se determinar a qualidade do mel, principalmente nos que diz respeito a vida de prateleira do produto, tempo de armazenamento, uma vez que influencia diretamente na conservação do mel. Somado a isso, os microrganismos capazes de reduzir a qualidade do mel alteram suas propriedades físico-químicas, pois necessitam de um mínimo de umidade para seu crescimento e atividade.

A água presente no mel, de acordo com Veríssimo (1987), apresenta forte interação com as moléculas dos açúcares, deixando poucas moléculas de água livre para os microrganismos. A água livre pode ser caracterizada como atividade de água ( $a_w$ ) correspondendo à maior ou menor intensidade com que a água está retida aos açúcares. Muitas espécies de bactérias têm seu grau de crescimento completamente inibido por um  $a_w$  baixa; já os fungos têm uma tolerância maior à baixas  $a_w$  (DE CAMARGO et al., 2006)

De acordo com Alves (2008), a acidez apresentada pelo mel deve-se à quantidade de minerais e as variações dos ácidos orgânicos presentes neste. Dentre os ácidos, com variado grau de volatilidade, o ácido glucônico se mostra como principal se formando junto ao peróxido de hidrogênio. Este é formado pela ação enzimática da D-glicose-oxidase sobre a glicose, advinda das glândulas hipofaríngeas das abelhas e pela ação de bactérias *Gluconobacter* durante o processo de maturação do mel (COLOMBO, 2020), A glucolactona, que é o resultado da oxidação da glicose, prontamente hidrolisada em ácido glucônico. O peróxido de hidrogênio, exerce atividades anti bacteriana e fúngica e ajuda a evitar a fermentação prematura do mel (DE CAMARGO, et al., 2006; WHITE, SUBERS, SCHEPARTZ, 1963). Para Venturini (2007), a ação dessa enzima se mantém mesmo após o processamento, permanecendo, dessa forma, em atividade durante o armazenamento do mel.

Segundo Gois et al. (2013), o pH e a acidez são importantes fatores antimicrobianos, e promovem maior estabilidade ao produto quanto ao desenvolvimento de microrganismos. Para Opuchkevich et al. (2008), o pH pode influenciar na velocidade das reações biológicas,

as quais afetam a qualidade do produto, podendo também ser influenciado pelas diferenças na composição do solo ou de espécies vegetais.

A baixa temperatura e baixo pH é favorável ao desenvolvimento de fungos. Segundo Bruno et al. (2005), estes podem predominar no produto, implicando em risco à saúde e redução do tempo de prateleira. Machado (2011) afirma que a determinação desses parâmetros se mostra útil como variável auxiliar para avaliação da qualidade do mel.

Todos os méis apresentam o valor de pH variando entre 3,5 a 5,5. Segundo Evangelista-Rodrigues et al. (2005), este valor pode ser influenciado pelo pH do néctar, solo, associações de vegetais para a composição do mel e substâncias mandibulares de abelhas. O pH influencia na textura, na estabilidade e na vida de prateleira do mel, visto que valores alterados de pH podem indicar fermentação ou adulteração do mel de abelhas (TERRAB et al., 2004).

Pode-se encontrar no mel os ácidos: acético, cítrico, fórmico, benzoico, glucônico, láctico, málico, glicólico, propiônico, malônico, glutárico, succínico, dentre outros. Todos estes, segundo Colombo (2020), dissolvidos em solução aquosa fazendo com que íons de hidrogênio sejam formados.

Segundo Park e Antônio (2006), a cinza de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima de matéria orgânica de uma amostra. É constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e traços de Ar, I, F e outros elementos. Concentrações de minerais são retidas no solo, transportados para as plantas pelas raízes então para o néctar que é levado pelas abelhas para produção de mel. Composição e teor de metais no mel dependem das origens geográfica e botânica (POHL, 2009). Ainda que nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento, segundo o IAL (2008).

O teor de cinzas no mel, informa Marchini (2004), é utilizado também como um critério de sua qualidade e está relacionado a sua origem botânica e geográfica. Alves (2008) conta que os minerais presentes no mel influem diretamente na sua coloração, estando presente em maior concentração nos méis escuros. Ainda segundo o autor, a proporção pode ser alterada em função de diversos fatores como origem floral, região, espécie de abelhas e tipo de manejo. Uma quantidade muito elevada de cinzas pode indicar uma adulteração no mel ou a falta de higiene e a não decantação/filtração no final do processo de retirada do mel

pelo apicultor (VENTURINI, SARCINELLI, SILVA, 2007; VILHENA, ALMEIDA-MURADIAN, 1999)

O baixo conteúdo de cinzas pode ser característico de méis florais, e a ampla faixa de valores para cinzas pode indicar ainda não uniformidade nas técnicas de manejo e/ou colheita por parte dos produtores, segundo Finola, Lasangno e Marioli (2007).

Segundo o Codex Alimentarius Commission (1989) o método para dimensionamento é o de incineração e gravimetria.

A Legislação Brasileira estabelece que o teor de cinzas presentes no mel deve ser de no máximo 0,6g /100 g, e 1,2g/100g para mel florar e mel de melato, respectivamente. (BRASIL, 2000).

De acordo com Alves et al. (2005), apesar de não ser exigida pela Legislação Brasileira, a condutividade elétrica é considerada um bom critério para a determinação botânica do mel e atualmente substitui a análise de teor de cinzas, já que essa medição é diretamente proporcional ao teor de cinzas na acidez do mel. Ela depende dos ácidos orgânicos e dos sais minerais, além das proteínas e de algumas outras substâncias presentes no mel.

Segundo Bogdanov, Martin e Lullmann (2002), a determinação da condutividade elétrica pode ser feita por meios mais fáceis, rápidos e baratos afim de determinar a qualidade do mel, do que a verificação pelas cinzas e minerais (ALQARNI et al., 2014; CAN et al., 2015; FECHNER et al., 2016; LIMA et al., 2019; SAXENA; GAUTAM; SHARMA, 2010; YÜCEL; SULTANOGLU, 2013). A medida de condutividade elétrica, ainda segundo os autores, está intrinsecamente correlacionada ao teor de minerais de forma a depender do teor de cinzas (sais minerais) mais ácidos orgânicos do mel, proteínas e íons. Quanto maior o seu teor, maior será a condutividade resultante para sua quantificação.

Dentre os méis florais e de melato, estipula-se um limite inferior menor para méis florais já que este apresenta uma maior variação natural em sua condutividade (BOGDANOV, MARTIN, LULLMANN, 2002). A condutividade é dimensionada por um condutímetro (BOGDANOV, MARTIN, LULLMANN, 2002; CARAVELA et al., 2019).

O 5-hidroximetil-2-furfural, segundo Zanatta (2019), é bastante encontrado em méis que foram adulterados por adição de açúcar invertido, e tiveram um armazenamento prolongado ou também submetidos à alta temperatura. Ele é um dos parâmetros mais

estudados que indica a qualidade do mel e também sua idade, dado que o componente aumenta em decorrência ao tempo; não sendo detectado, então, em méis recém-colhidos.

É um indicador de qualidade no mel, visto que, quando elevado representa uma queda no seu valor nutritivo, pela destruição, por meio de aquecimento de algumas vitaminas e enzimas que são termolábeis (MACHADO, 2011). O HMF também é bastante tóxico às abelhas, quando em concentrações muito elevadas, de forma que nem o tratamento térmico possa amenizar a toxicidade (WHITE, 1979).

Dado a grande quantidade de açúcar presente no mel, Zanatta (2019), elucida que ao passar por tratamento térmico, a concentração de HMF aumenta. Já que também é um dos compostos resultantes de reações enzimáticas, e também é formado via reação de *Maillard*, catalisada pela presença de ácido ou quando o mel é submetido a tratamento térmico (DA SILVA et al., 2016).

De acordo com Castoldi (2014), o HMF é um composto derivado do aquecimento dos monossacarídeos glicose e frutose, que em condições ácidas tem sua formação favorecida. Porém, outros fatores também podem acarretar em sua formação, como pH, tipo de açúcar presente, presença de ácidos orgânicos, minerais, baixa atividade de água e origem floral (AJLOUNI, SUJIRAPINYOKUL, 2010).

A determinação de quantidade do HMF no mel é realizada de acordo com a Legislação Brasileira, por meio de análise espectrofotométrica nos comprimentos de ondas: 284 nm e 336 nm, com quantidade máxima permitida de 60mg/kg de mel. Pode-se determinar o HMF por métodos espectrofotométricos e cromatográficos (LEMOS, SANTOS, SANTOS, 2010; SILVA, 2008, ZANATTA, 2019).

A cor, parâmetro relacionado com a florada, representa uma propriedade sensorial que mais influencia o consumidor, que normalmente escolhe o produto pela aparência (AGUIAR et al., 2016). A cor também reflete o processamento, armazenamento, fatores climáticos e temperaturas aos quais o néctar é exposto. Ele pode ser mais ou menos claro, e entende-se que a proporção dos açúcares, porção de nitrogênio, aminoácidos livres, conteúdo mineral, polifenóis e instabilidade da frutose em ácidos faz com que a substância possa escurecer. Assim como o mel pode parecer mais claro após o processo de cristalização, é resultado da formação de cristais mais finos proporcionando uma aparência mais clara. Nesse sentido, a cor varia de acordo com o tamanhos dos cristais (MORETI et al., 2006)

Moreti et al (2006) classificou 346 amostras de mel de *Apis mellifera* de diversas regiões do Brasil em 7 classes de cores, segundo a escala de Pfund: Âmbar escuro, Âmbar, Âmbar claro, Âmbar extra claro, Branco água, Branco e Extra branco. Sendo a cor predominante em mais da metade das amostras: âmbar claro (44,52%) e âmbar extra claro (17,05%).

Seguindo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel que conta na Legislação do Brasil, a cor do mel pode variar de quase incolor a pardo escuro (BRASIL, 2000).

A determinação de cor pode ser realizada, seguindo o método descrito por Bianchi (1981), a partir de uma amostra de solução de mel em água 50% (m/v), com 15 minutos de repouso, o qual terá sua absorvância verificada à 635 nm, em um espectrofotômetro. E seus resultados podem ser comparados à escala de Pfund, seguindo a seguinte equação, com o resultado expresso em milímetros (FILIPPE et al., 2015; SANTOS, 2016).

$$\text{mm Pfund} = -38,70 + 371,39 \times \text{Absorvância}$$

**Tabela 4:** Escala de cores de Pfund para classificação de méis

Cor	Escala de Pfund	Faixa de Cor (nm)
Âmbar escuro	> 114 mm	> 0,945
Âmbar	85 a 114 mm	0,440 a 0,945
Âmbar claro	50 a 85 mm	0,188 a 0,440
Extra âmbar claro	34 a 50 mm	0,120 a 0,188
Branco	17 a 34 mm	0,060 a 0,120
Extra branco	8 a 17 mm	0,030 a 0,060
Branco d'água	1 a 8 mm	0,030 ou menos

Fonte: Cardoso, 2011.

## 2.5 FERMENTAÇÃO

O processo de fermentação alcoólica é utilizado desde a antiguidade pela humanidade. Há relatos e vestígios indicando que os antigos egípcios já se beneficiavam desse processo, produzindo bebidas fermentadas há mais de 4.000 anos; a fermentação em questão era originada de processos espontâneos com métodos empíricos. O que conhecemos hoje sobre as leveduras e seu papel na fermentação, entretanto, é de cunho muito mais recente, e foi

descrito no século XVII por Pasteur. Em 1863, este pesquisador demonstrou a fermentação alcoólica como um processo anaeróbico, ou seja, que acontece na ausência de oxigênio (FERREIRA, SOUSA, LIMA, 2010; LIMA et al., 2001).

As leveduras *Saccharomyces cerevisiae* são microrganismos aeróbicos facultativos, tendo habilidade de se ajustar metabolicamente tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. Na presença de oxigênio ocorre aerobiose convertendo a glicose em água, ATP e dióxido de carbono; e em ausência de oxigênio ocorre anaerobiose, o açúcar é utilizado para produzir energia na forma de ATP para manutenção de sua vida, crescimento e multiplicação. Neste processo fermentativo, o CO<sub>2</sub> e etanol são apenas produtos de excreção. O último agindo como inibidor de microrganismos competidores (DE GÓES-FAVONI et al, 2018; PAIXÃO, 2018).

As leveduras são responsáveis pela fermentação alcoólica nas bebidas, sendo as principais espécies utilizadas neste processo aquelas do gênero *Saccharomyces sp.*, que de modo geral podem apresentar resistência a concentrações de álcool entre 8 – 18 °GL (AQUARONE et al., 2001). Essas leveduras devem conter alta tolerância osmótica e baixas restrições nutricionais. Na indústria, o processo de fermentação se dá de maneira diferente, sendo que a fermentação em si é executada em reservatórios industriais, onde mantêm o mosto, e proporcionam as condições favoráveis para este processo (QUEIROZ, et al. 2014; SILVA, 2008).

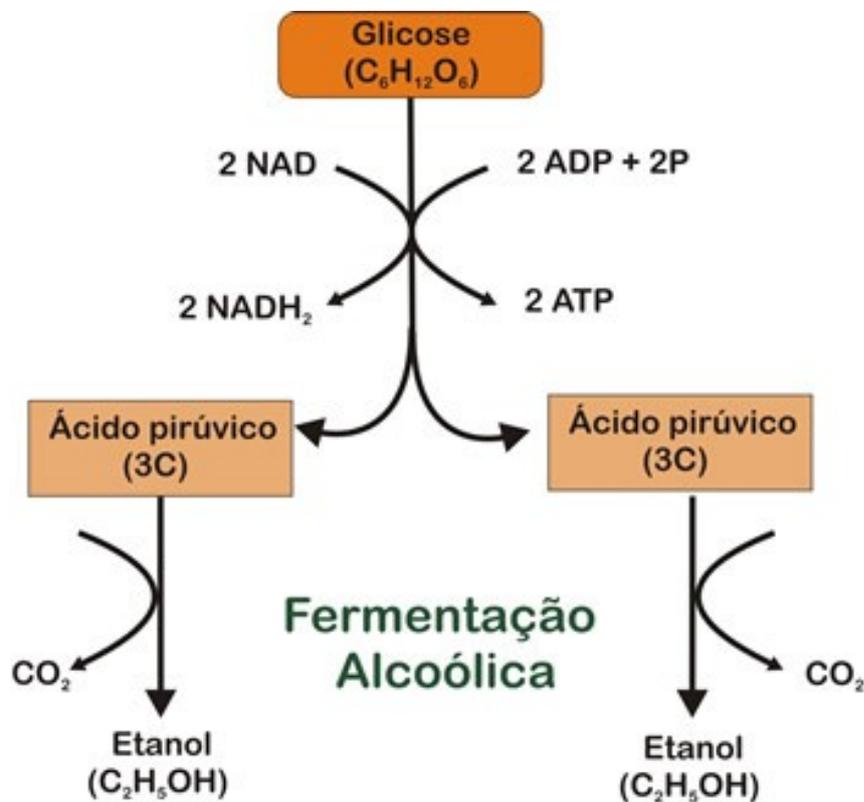
O processo fermentativo, conversor de açúcares em etanol, envolve reações em sequências ordenadas, cada uma catalisada com uma enzima específica; estas enzimas estão confinadas no citoplasma da célula onde ocorre a fermentação alcoólica (BORZANI, 2001; MADIGAN et al., 2010).

A principal rota metabólica envolvida na fermentação alcoólica é a glicólise, na qual uma molécula de glicose é metabolizada e duas moléculas de piruvato são produzidas. Sob condições anaeróbicas, o piruvato é convertido em etanol com desprendimento de CO<sub>2</sub> (BAI, ANSERSON, MOO-YOUNG, 2008 apud PACHECO et al., 2010)

O processo pode ser dividido em duas etapas, a primeira etapa, conhecida como glicólise, é a conversão do monossacarídeo em ácido pirúvico (piruvato), através de uma sequência de dez reações enzimáticas. Os ATPs produzidos na glicólise são usados na biossíntese da levedura, envolvendo diversas biorreações que requerem energia (MADIGAN et al., 2010).

A segunda etapa é quando, de fato, a fermentação ocorre (Figura 1). Após a glicólise não é realizado o ciclo de Krebs, porque esta via está bloqueada pela hipóxia (ausência de oxigênio). Então, as moléculas de piruvato sofrem descarboxilação gerando  $\text{CO}_2$  e acetaldeído, que serão convertidas em etanol pela ação da enzima álcool desidrogenase. Entende-se que a produção de etanol está fortemente ligada ao crescimento das leveduras, sendo produzido como subproduto, sem ser utilizado metabolicamente pelas mesmas (BORZANI, 2001; MADIGAN et al., 2010; PACHECO et al., 2010).

**Figura 1:** Conversão do açúcar em etanol pelo processo fermentativo.



**Fonte:** Madigan et al., 2010.

Essa transformação conduzida pelas leveduras teve seu mecanismo descrito pela primeira vez por Gay-Lussac, o qual formulou uma equação onde 100 g de glicose rendem 51,1 g de etanol e 48,9 g de dióxido de carbono. O rendimento teórico de 51,1% em massa é conhecido como coeficiente de Gay-Lussac e é dado básico para cálculo de eficiência de conversão, como descrita a seguir (JACMAN, BU'LOCK, KRISTIANSEN, 1991; MILESKI, 2016).



Glicose:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , MM = 180 g/mol

Etanol:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , MM = 46 g/mol.

Dióxido de Carbono:  $\text{CO}_2$ , MM = 44g/mol.

MM: Massa Molar

Os atrasos e problemas nas fermentações, assim como a produção de *flavours* indesejados, são alguns dos problemas encontrados na produção de bebidas fermentadas. Normalmente, estão associados com a incapacidade de resposta das leveduras para se adaptarem às condições de estresse desfavoráveis ao seu crescimento, como deficiência nutricional, temperatura não ideal, contaminações, alta concentração de solutos, dentre outros. Uma análise da resistência ao estresse pode ser usada como critério para a seleção de leveduras, já que estão estreitamente ligados os seus desempenhos fermentativos e resistências a essas condições (MILESKI, 2016; ZUZUARREGUI, DEL OLMO, 2004).

## 2.6 PRODUÇÃO DE HIDROMEL

Mesmo que o processo de fabricação do hidromel seja conhecido há milhares de ano, ainda não há uma padronização em suas técnicas, fazendo com que sejam empregas técnicas e ingredientes utilizados na fabricação de vinhos e cervejas. A dificuldade de padronizar a produção pode ser atribuída à variação do teor de umidade do mel disponível no mercado. Este fator pode variar principalmente de acordo com a safra, produtor, climas, vegetação e abelhas. Diante disso, falta aos produtores informações e tecnologia para fazerem os ajustes necessários (ALMEIDA, 2020; JÚNIOR, 2020; PEREIRA, 2008).

É salientado em diversas pesquisas a necessidade crescente de buscar informações personalizadas a respeito do hidromel e todas as suas etapas de produção, e que invariavelmente a etapa de fermentação influencia diretamente na qualidade final do produto. Ela costuma ser mais longa que a produção de cervejas, com tempo variando entre semanas e meses (ALMEIDA, 2020; CUENCA et al., 2016; JÚNIOR, 2020).

A fermentação é consideravelmente afetada pelas características do mosto como o baixo valor de pH, teores de açúcares e os níveis de nutrientes; assim como o desempenho das cepas de *Saccharomyces cerevisiae* em resistir às condições estressantes como alta osmolaridade, baixa concentração de nutrientes essenciais, baixo teor de minerais, baixo pH e baixa capacidade tamponante (CUENCA et al., 2016).

A produção de hidromel consiste basicamente em poucas etapas, sendo elas: preparação do mosto, fermentação alcoólica, estabilização e engarrafamento. Entretanto, pode ocorrer uma variação no número de etapas de acordo com as técnicas empregadas pelos produtores, como as práticas de descuba, maturação, trasfega, clarificação e pasteurização. Etapas que são muito comuns na produção de vinhos (BRUNELLI, 2015; SCHWARZ et al., 2020).

### **2.6.1 Matérias primas**

O hidromel clássico consiste na fermentação de uma solução aquosa de mel e seus sais nutrientes, assim como é determinado pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2012; BRUNELLI, 2015). É possível incrementar o mosto com alguns aditivos com a intenção de corrigi-lo, permitindo uma fermentação adequada, assim como também é possível fabricar hidroméis diferentes quando se acrescenta a ele frutas, especiarias, ervas, cevada, lúpulo dentre outros (GUPTA, SHARMA, 2009).

#### **2.6.1.1 Mel**

O mel utilizado deve estar dentro dos padrões legais aceitos no país, seguindo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 11, DE 20 DE OUTUBRO DE 2000 (BRASIL, 2000). Entende-se que méis de diferentes regiões, produtores, estirpes, floradas e épocas podem sofrer variações em sua composição e afetar o resultado final da produção.

A escolha do mel deve ser feita minuciosamente já que todas as características deste substrato são transmitidas à bebida e influenciam no sabor e no *flavor* final do produto. Existem alguns critérios básicos que norteiam a escolha de um mel adequado para a produção de um hidromel específico, como a qualidade do mel e a florada deste. A florada predominante emprega ao hidromel uma complexidade de sabores. Quanto a qualidade do mel, é indicado que se siga os parâmetros estipulados na Legislação Brasileira de mel *in natura* (BRASIL, 2000; MORAES, 2013; SOUZA, 2019).

Dentre as produções de hidroméis descritas nos artigos revisado, algumas buscam avaliar o produto final com base em méis de diferentes tipos, como Kempka e Mantovani (2013), que estudaram méis florais: de angico, silvestre e de melato, a partir da melada da bracatinga. O objetivo é a obtenção de produtos que atendam às regulamentações da bebida, não apresentaram variações significativas entre si e que tiveram aceitação do público.

Dantas (2018) analisa dois tipos de méis, provenientes de abelhas de diferentes espécies, e dois tipos de leveduras. Os méis foram adquiridos no estado do Ceará, sendo estes, mel de abelha africanizada e mel de jandaíra. Os méis apresentaram grande variação entre si em relação às suas características físico-químicas descritas na Legislação Brasileira como umidade, açúcares redutores, acidez total, HMF dentre outras. Entretanto os hidroméis produzidos apresentaram resultados mais uniformes entre si.

Brunelli (2015), também avaliou méis de diferentes origens botânicas: mel de eucalipto (*Eucalyptus spp*), de laranjeira (*Citrus ssp*) e silvestre. Todos eles adquiridos no estado de São Paulo. O experimento contava com a diluição dos méis até atingirem diferentes °Brix: 20, 30 e 40. Neste ensaio, foram obtidos resultados que variaram pouco entre os tipos de méis e variaram mais em decorrência ao °Brix utilizado para formulação do mosto. Todos os hidroméis produzidos, atingiram as expectativas da autora e tiveram aceitação pelo público. Comumente são avaliados cor, aroma, sabor e a classificação geral. Alguns testes sensoriais comparam os diversos tipos de hidroméis produzidos, fazendo com que o público escolha o melhor dentre eles; assim como também pode ser avaliado a fidelização do público pela intenção de aquisição futura da bebida. A análise sensorial responde a três tipos de questões, são elas a descrição, discriminação e preferência. Os fatores combinados geram dados que respondem aos questionamentos do pesquisador (DUARTE, 2016).

### 2.6.1.2 Água

A água é um dos componentes quase invariáveis na produção de hidromel, sendo importante seguir a regulamentação específica para sua utilização na indústria de alimentos. Para a produção de hidromel a água necessariamente deve ser potável, transparente, incolor, inodora e livre de qualquer sabor e aroma estranho e/ou desagradável (BRUNELLI, 2015).

A Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas ressalta que a água utilizada deve seguir as normas e os padrões aprovados pela legislação específica de água potável e estar condicionada à padronização da graduação alcoólica do produto final (BRASIL, 2012).

Logo, a água deve ser apropriada ao consumo humano e estar dentro dos parâmetros microbiológicos, químicos e físicos sem oferecer dano à saúde. Caso seja utilizada água da rede pública, é recomendada a filtração com carvão ativado a fim de eliminar o cloro presente, o mesmo pode resultar em aromas indesejados à bebida e influenciar na sua confecção (BRASIL, 2012; BRUNELLI, 2015).

### 2.6.1.3 Leveduras

As leveduras utilizadas no processo de fermentação do hidromel pertencerão ao gênero *Saccharomyces*. Estas apresentam ótimas características e adaptação para o processo como, alta tolerância a concentração de álcool, açúcares e ácidos orgânicos, alta velocidade de fermentação, elevado poder floculante, além de produzir compostos aromáticos que contribuem para o sabor e aroma do hidromel (BRUNELLI, 2015).

As características sensoriais da bebida estão diretamente relacionadas com o tipo de levedura utilizada, e ainda que o etanol seja seu produto principal são os produtos formados pelo metabolismo secundário que conferem aroma e sabor distintos ao fermentado (GUERRA, 2010).

Deve-se tomar cuidado e fazer análises contínuas durante todo o processo de fermentação. A contaminação por leveduras selvagens ou bactérias lácticas e acéticas, proveniente do ambiente, matéria-prima ou equipamento, podem influenciar negativamente na velocidade de fermentação, produção de álcool, floculação, sabor da bebida dentre outros fatores (BRUNELLI, 2015; GUERRA, 2010).

No mercado, hoje, encontra-se leveduras recomendadas para hidromel como a Cote des Blancs da marca Red Star, descrita no trabalho realizado por Brunelli, Imaizumi e Venturini Filho (2017). Neste mesmo trabalho, outras leveduras são comparadas na produção de hidromel, chegando à fabricação de hidroméis considerados aceitáveis.

Mileski (2016) também apresenta um trabalho similar ao produzir hidromel avaliando a ação de leveduras destinadas à: fabricação de cerveja (Lalvin – EC 1118), champanhe (Red Star – Pasteur Champagne) e pão (Fleischmann), chegando à conclusão que todas as leveduras utilizadas, ainda que gerassem variações no produto final, eram adequadas à produção da bebida.

Ferraz (2014) estudou o desempenho de diferentes leveduras comerciais, três da espécie *S.cerevisiae* (Saflager W 34/70 – Fermentis; Saflager S-23 – Fermentis; Pasteur Red – Red Star) e três da espécie *S. bayanus* (Lalvin EC-1118 – Lalvin; Pasteur Red – Red Star; Premier Cuveé – Red Star). Dentre elas, a cepa *S.bayanus* Pasteur Champagne teve um desempenho melhor de rendimento, produtividade e eficiência enquanto as demais tiveram resultados similares. Entretanto, os hidroméis obtidos não apresentaram resultados disparem entre si em detrimento da levedura utilizada, sendo recebido com aceitabilidade pelo público.

Silva (2016), propões o desenvolvimento de fermento para a produção de hidromel a partir de leveduras isoladas de produtos apícolas (mel e pólen) e de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) e Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*) e *Apis mellifera*; as amostras foram coletadas do apiário da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Dentre as 19 leveduras identificadas, apenas 3 delas foram selecionadas para a produção de hidromel, todas da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Obteve-se hidroméis que receberam boas classificações na análise sensorial. Ainda que de mesma espécie, a autora conclui que as leveduras apresentaram comportamento fermentativo diferente devido à sua origem de extração. Porém, concluiu que todas as linhagens podem ser usadas na produção de hidromel sem muita diferença na aceitação pelo público.

#### 2.6.1.4 Aditivos

Segundo a PORTARIA Nº 540, DE 27 DE OUTUBRO DE 1997, aditivos alimentares são: “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais.” (BRASIL, 1997).

De acordo com Brunelli (2015) e Gupta e Sharma (2009), os aditivos mais relevantes são os conservantes que auxiliam na prevenção e redução da deterioração da bebida por microrganismos contaminantes e evitam uma fermentação indesejada após o envase, são eles os sulfitos, bissulfitos e metabissulfito de sódio ou de potássio.

Um dos aditivos estudados por Roldán et al. (2011) é o pólen, que é adicionado ao mosto a fim de servir como fonte de nitrogênio. Esta adição favoreceu a cinética de fermentação, aumentou a concentração de nitrogênio disponível para as leveduras, elevou o pH do hidromel. Ainda em relação ao pólen, Vidrih e Hribar (2007), constataram que o hidromel resultante apresenta maior quantidade de compostos voláteis e que as partículas de pólen são boas para absorverem oxigênio e outros gases no mosto.

O mosto ainda pode ser suplementado com sucos de frutas, sais e ácidos orgânicos que irão complementar características sensoriais agradáveis (GUPTA; SHARNA, 2009).

Cavanholi (2020), testou o efeito de erva-mate na produção de hidromel, a fim de produzir um hidromel com potencial bioativo. Verificou-se a potencialização da atividade antioxidante da bebida, assim como maior teor de compostos fenólicos totais, fazendo com que a erva-mate se torne um potencial aditivo.

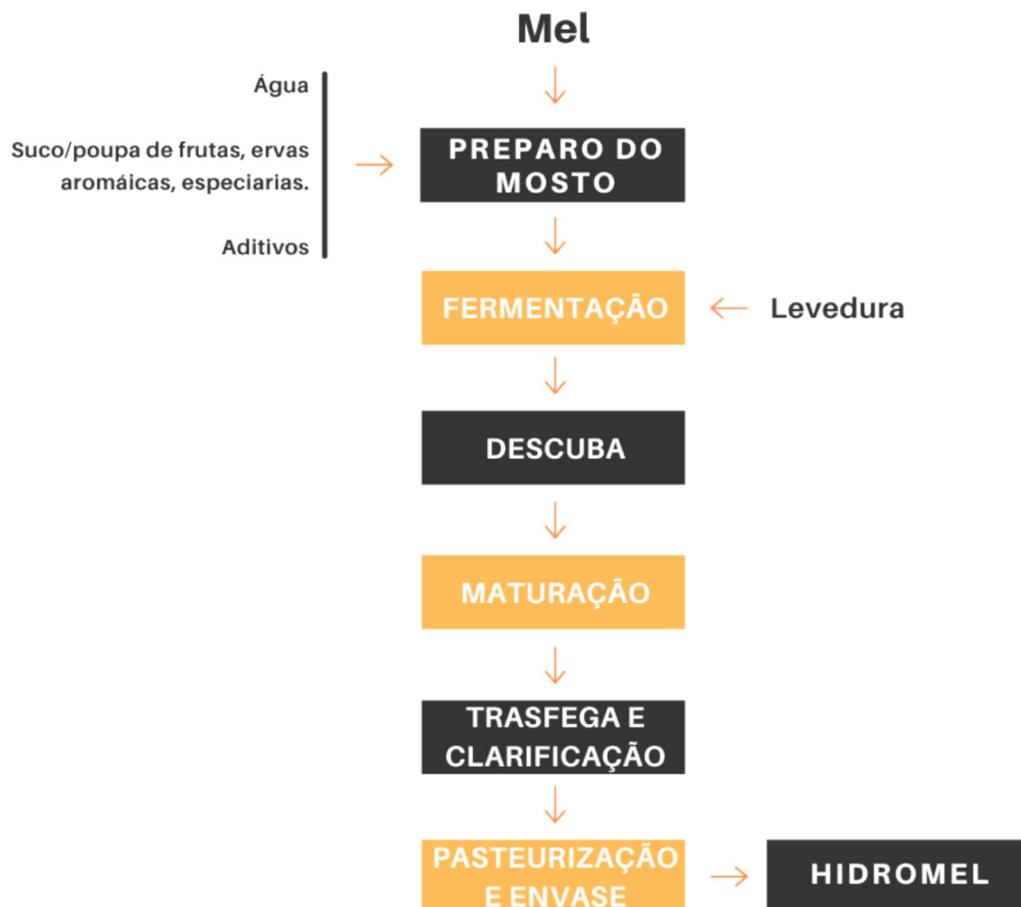
#### 2.6.2 Processo de produção

O método básico para a elaboração do hidromel pode ser observado no fluxograma apresentado na Figura 2, evidenciado todas as etapas principais. Entretanto, por ser um

produto feito de forma artesanal, a partir de receitas empíricas, seus métodos podem variar (GUPTA; SHARMA, 2009, MATSUO; STEFFEN, 2018).

As etapas consistem em, inicialmente realizar a elaboração do mosto adicionado de mel, água, aditivos e caso desejado o suco/pouca, ervas e especiarias. Após a fabricação do mosto, recomenda-se a pasteurização previa para neutralizar quaisquer microrganismos indesejáveis. O mosto é acrescido de leveduras e levado ao fermentador em condições físico-químicas ideais. Após a estabilização do °Brix o fermentado vai para a etapa de descuba onde a borra, composta por diversos resíduos sólidos, é separada do fermentado, dando a este um aspecto mais límpido. Na maturação é desenvolvido e encorpado o buquê da bebida, acontece concomitantemente à algumas trafegas e clarificações, processo esse que leva em torno de 6 meses. Acabado o tempo de maturação o hidromel passa por uma etapa de clarificação final e segue, límpido, para a pasteurização e o envase (BRUNELLI, 2015; MATSUO; STEFFEN, 2018).

**Figura 2:** Fluxograma do processamento do hidromel.



**Fonte:** Adaptado de Brunelli (2015).

### 2.6.2.1 Preparo do mosto

O mel deve ser diluído em água. Caso se encontre cristalizado, deve ser aquecido até se liquefazer, entre temperaturas de 60-65°C antes da sua diluição em água (BRUNELLI, 2015).

Existem diversas proporções utilizadas, sendo as mais comuns de mel:água são 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3. As duas primeiras diluições, por conterem níveis mais altos de açúcares, exercem uma pressão osmótica excessiva, podem inibir a levedura fermentativa, sendo necessário o acompanhamento mais próximo e o fracionamento mais rigoroso na quantidade de mel durante o processo. A intensidade dessa diluição depende do teor alcoólico desejado para o produto final (IGLESIAS et al., 2014; SROKA, TUSZYŃSKI, 2007).

O tipo de mel utilizado no mosto pode influenciar mais na fermentação do que a suplementação do mosto com nutrientes, considerando que os méis escuros apresentam melhores índices de fermentação, devido ao seu maior conteúdo mineral e pH (PEREIRA et al., 2015).

O valor de pH deve ser mantido na faixa de 3,7 – 4,0 para que a fermentação seja bem sucedida. Podem ser acrescentados alguns aditivos salinos ou ácidos para a correção do pH, como carbonato de cálcio, carbonato de potássio, bicarbonato de potássio, ácido tartárico, cítrico ou láctico. A quantidade em excesso de sais pode interferir negativamente no sabor, enquanto a adição de ácidos orgânicos favorece as leveduras e o equilíbrio final da bebida (BRUNELLI, 2015; MCCONNELL, SCHRAMM, 1995).

Dentre as receitas utilizadas para a fabricação de hidromel, o pH apresenta variações que podem ser encontradas indo de 3,6 a aproximadamente 4,5, saindo um pouco da faixa ótima encontrada na literatura. Porém, apresentou resultados satisfatórios no produto final (BRUNELLI, 2017; FERREIRA, JANUÁRIO, 2013; JÚNIOR, 2020; MILESKI, 2016; OLIVEIRA NETO, 2013; SCHWARZ, 2019).

Para se alcançar o teor alcoólico final de 8% a 12% (v/v), deve-se iniciar com °Brix do mosto de 20 – 23 (SCHWARZ, 2019). Esses valores se confirmam nos trabalhos desenvolvidos por Fortes et al. (2017) que atingiram aproximadamente 10,6° GL com um 21°Brix inicial; Schwarz (2019) atingiu aproximadamente 11,53°GL a partir de 20°Brix inicial.

O mel apresenta deficiência de nitrogênio, minerais e alguns nutrientes importante para o crescimento e desenvolvimento das leveduras. Assim como previsto na legislação, é possível acrescentar sais nutrientes e suplementos. A adição destes ingredientes ao mosto tem efeitos positivos que vão desde reduzir o tempo de fermentação, evitar o desenvolvimento de microrganismos contaminantes, aumento da vida útil da bebida dentre outros (BRUNELLI, 2015; GUPTA, SHARMA, 2009; MENDES-FERREIRA et. al., 2010; MORSE, 1980).

Em detrimento à carência de nitrogênio, Roldán et al. (2011) e Vidrih e Hribar (2007), propuseram a adição de pólen no mosto a fim de promover melhora na taxa de fermentação, produção de álcool e incremento sensorial à bebida. O pólen, rico em compostos nitrogenados, favorece uma fermentação rápida e acidez total reduzida.

Júnior (2020) avaliou o efeito do pólen na fermentação e pode concluir que sua adição acelera o processo fermentativo, adiantando a estabilização do fermentado em alguns dias. Além de resultar em produtos alcoólicos com teores mais altos do que seu controle não acrescido de pólen.

Segundo Brunelli (2015), a pasteurização do mosto pode ajudar a eliminar contaminantes biológicos, assim como a adição de alguns sais, tipo metabissulfitos; os métodos podem ajudar a elevar a vida de prateleira da bebida final.

#### 2.6.2.2 Fermentação

Dentre as diversas cepas de leveduras utilizadas na produção de bebidas, majoritariamente *Saccharomyces cerevisiae* assume papel principal. As leveduras escolhidas devem ser cepas utilizadas na produção de vinho, hidromel e cerveja. *Saccharomyces*, além de possuir a função de converter o açúcar em álcool, produz outras substâncias importantes na caracterização de bebidas, como compostos aromáticos. E dentre elas, as com melhor adaptação a ambientes com elevada concentração de açúcares e resistência em meio alcoólico deve ser preferida (BENETOLE, GOMES, NASCIMENTO, 2020; MATSUO; STEFFEN, 2018; PEREIRA et al., 2014).

Muitas pesquisas hoje em dia, buscam investigar a ação de leveduras diferentes na fabricação do hidromel. Muitas das leveduras testadas são destinadas a produção de vinhos

tinto e branco, espumante, cerveja e pão. Segundo Silva (2016), as leveduras devem passar por um processo de adaptação ao meio. Elas são ativadas, depois passam por um processo de inoculação em uma amostra do mosto já pronto. Faz-se o crescimento das mesmas até que elas atinjam a concentração desejada.

Não há um consenso sobre a concentração adequada de leveduras a serem adicionadas. Gupta e Sharma (2009) recomendam a concentração de 3 – 5% (v/v). Valores também utilizados por Ferreira e Januário (2017), Kempka e Mantovani (2013), Oliveira Neto (2013) que utilizaram a concentração de 5%; Fortes et al. (2017) utilizaram a concentração de 4%; Brunelli, Imaizumi e Venturini Filho (2017) utilizaram a concentração de 3%. Todos os trabalhos obtiveram hidroméis com parâmetros aceitáveis e com aceitabilidade do público.

Entende-se que quanto maior o inóculo ( $10^8$  UFC/ml) mais rápida será a fermentação; Entretanto, desta forma perde-se no perfil aromático da bebida, com a redução de álcoois superiores, ésteres e fenóis voláteis, propriedades que seriam beneficiadas caso fosse feita a utilização de um inóculo reduzido ( $10^5$  UFC/ml) (BRUNELLI, 2015; PEREIRA et al., 2014).

Deve-se ficar atento às implicações que um mosto com alto teor de açúcar pode ocasionar. A fermentação lenta pode desencadear a refermentação do mosto por bactérias produtoras de ácido láctico e acético, elevando o teor de acidez e ésteres voláteis, interferindo negativamente nas características organolépticas do hidromel, logo, na sua aceitabilidade pelos consumidores (CASELLAS, 2005).

A temperatura ideal para que a fermentação ocorra varia de acordo com a cepa escolhida para o processo, entretanto estudos comprovam que temperaturas abaixo dos  $15^{\circ}\text{C}$  e acima dos  $30^{\circ}\text{C}$  tem seu rendimento afetado negativamente, a melhor faixa de temperatura é a de  $20^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$  (BRUNELLI, 2015; IGLESIAS et al., 2014).

Chega-se ao final da fermentação quando há a estabilização do teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) no fermentado (BRUNELLI, 2015).

### 2.6.2.3 Descuba

Após a etapa de fermentação, cessa o desprendimento de gás carbônico, favorecendo a sedimentação de partículas em suspensão como cepas de levedura, sair insolúveis, proteínas

dentre outros. A descuba consiste na retirada dessas partículas, chamadas “borra”. Deixando o fermentado mais límpido e desejável (MANFROI, 2010).

A descuba é uma etapa indispensável ao processo de elaboração de hidromel, pois é a operação que consiste na separação da borra (sólido) do fermentado (líquido). A remoção da fração líquida de um fermentador para outro recipiente é realizada pela gravidade ou por meio do bombeamento (BRUNELLI, 2015).

#### 2.6.2.4 Maturação

Após a descuba o fermentado é mantido em repouso, na ausência de ar e em uma temperatura mais baixa na faixa de 10 – 12° C de 1 a 6 meses. Nessa etapa será desenvolvido compostos aromáticos que comporão o buquê do hidromel. Acontece, simultaneamente, um processo de clarificação em função da sedimentação dos sólidos em suspensão (BRUNELLI, 2015; GUPTA, SHARMA, 2009; LOPES, 2019).

A maturação pode evidenciar o teor de acetato de etila desenvolvido, responsável pelo odor indesejado de solvente. Esses teores são diretamente relacionados ao ácido acético contidos em hidroméis com acidez volátil muito elevada (MENDES-FERREIRA et al., 2010; ROLDÁN et al., 2011).

Neste período de envelhecimento, as condições de armazenagem podem conferir características singulares. A maturação ocorre geralmente em recipientes de vidro, que lhe confere as características sensoriais (sabor agridoce e aroma picante) e físico-químicas do produto de fabrico tradicional. É comum, dentre os maturadores, a utilização de tonéis de madeira que conferem características próprias às bebidas. Não foram encontrados aditivos a serem incorporados a bebidas nessa etapa do processo (FARIA, 2000, MILESKI, 2016).

#### 2.6.2.5 Tráfega e Clarificação

Durante a maturação a turbidez é reduzida naturalmente (autoclarificação); ocorre a sedimentação dos sólidos em suspensão pelo efeito da gravidade, principalmente a baixas temperaturas, formando uma “borra”, sendo necessário separá-la do líquido geralmente pela trasfega do fermentado (RIBEREAU-GAYON et al., 2006).

A trasfega consiste na separação entre o líquido fermentado e a “borra” depositada no fundo do recipiente. A época e quantidade de trasfegas a serem realizadas variam de acordo com as características da matéria-prima, tipo de hidromel, metodologia de elaboração (uso de agente clarificante), temperatura da maturação e o tipo de recipiente. Elas são realizadas de acordo com as decisões do responsável técnico do laboratório ou fábrica. Comumente é feita de 2 a 3 vezes (BRUNELLI, 2015; JÚNIOR, 2020; LOPES, 2019).

A clarificação pode ocorrer em processo separado ou conjunto à trasfega; recomenda-se filtração e uso de agentes clarificantes que removerão partículas em suspensão, leveduras, sólidos insolúveis dentre outros. Os sólidos insolúveis, são então, facilmente removidos diante da sedimentação (GUPTA, SHARMA, 2009; LOPES, 2019)

A trasfega e clarificação acontece dentro do tempo de maturação da bebida; podem ser feitas mais de uma vez a cargo do profissional responsável; ambas as etapas estão associadas ao prolongamento de vida de prateleira do hidromel, quando acondicionado finalmente em um recipiente hermeticamente fechado para a venda (BRUNELLI, 2015; MATSUO; STEFFEN, 2018).

#### 2.6.2.6 Pasteurização e envase

A pasteurização do produto final é uma operação recomendada no processo de obtenção de hidromel. A bebida é mantida na temperatura de 65°C por 30 minutos e envase a quente, a fim de cessar a fermentação e eliminar possíveis microrganismos patogênicos além de, conseqüentemente, aumentar a vida de prateleira da bebida (LOPES, 2019; MATTIETO et al., 2006).

### 2.6.3 Principais dificuldades na fabricação do hidromel

Como foi anteriormente introduzido, a falta de padronização na produção do hidromel parece ser um problema sob ponto de vista de popularização e replicação da bebida com qualidade. Isso acontece em decorrência da variação de características e qualidade da matéria-prima, que influencia diretamente em todas as etapas de produção e no produto final.

Poucos estudos sobre hidromel estão disponíveis, e a razão para a diminuição de sua produção está relacionada com a falta de avanço científico nesta área, o que dificulta as técnicas de preparo e fermentação do mosto e a maturação do hidromel (OLIVEIRA NETO, 2013).

Os atrasos e paradas nas fermentações, bem como a produção de *flavors* indesejados, são alguns dos problemas encontrados na produção de hidromel, normalmente associados com a incapacidade de resposta das leveduras para se adaptar às condições de estresse desfavoráveis ao seu crescimento. Alguns dos possíveis fatores de estresse são: baixos níveis de substâncias nitrogenadas e de minerais presentes no mel, indispensáveis para a multiplicação das leveduras; o pH ácido do caldo fermentativo; toxicidade do etanol que inviabiliza a proliferação de leveduras; estresse osmótico e oxidativo (GOMES, 2010; MILESKI, 2016).

Devido ao elevado teor de açúcares, o processo fermentativo é bastante lento e necessita que o pH, a temperatura, a cepa de levedura e os fatores de crescimento sejam os mais adequados. A identificação e eliminação dos fatores que diminuem a atividade celular podem tornar o processo de produção mais rápido, e assim reduzir os custos (SROKA, TUSZYNSKI, 2007 apud PEREIRA, 2008).

Todos os parâmetros acima foram estudados em diversos trabalhos que propunham a verificação de suas variações. E não se chegou a nenhuma conclusão comum, adotando-se faixas mais ou menos largas para cada característica, dificultando o processo de padronização.

O °Brix do mosto pode variar de 16 a 30, com ou sem acréscimos de poupas/ervas/especiarias. O °Brix do fermentado tem sua variação ainda maior podendo ir de 7 a 21, como os valores encontrados nas produções de Benetole, Gomes e Nascimento (2020), Ferreira e Januario (2017), Kraemer (2019), Dal Osto e Leitão (2019).

As leveduras mais recomendadas são aquelas destinadas a vinhos, cervejas, champanhes e próprias para hidromel. Porém, é bem comum pesquisas serem realizadas utilizando levedura para pão da marca Fleischmann (KRAEMER, 2019). Não é incomum a

busca pelo desenvolvimento de fermentos próprios para hidromel como os testes de leveduras selvagens procedentes do próprio mel utilizado (DA SILVA, 2016).

Longos tempos de fermentação também pode favorecer a contaminação do mosto por bactérias ou leveduras com a conseqüente liberação de sabores estranhos. Este problema pode explicar a prática milenar de adicionar frutas, especiarias ou ervas aromáticas ao mosto de mel, conferindo benefícios ao processo; como quando o mosto é acrescido de pólen resultando em uma fermentação mais rápida. Mais testes voltados a etapa da fermentação devem ser realizados a fim de esclarecer cada vez mais as variáveis, realizar otimizações e melhor controlar o processo (CUENCA et al., 2016; ROLDÁN et al. 2011).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente interesse pelo público em consumir bebidas diferenciadas pode fomentar o ambiente dedicado às pesquisas, ainda que se inicie no âmbito acadêmico ou sob demanda de pequenos empreendimentos de cunho artesanal.

Isso é passível de confirmação ao encontrar cada vez mais linhas de pesquisas investigativas sobre o processo de produção do hidromel. Por exemplo, muitas delas fazendo uso de frutas e polpas de frutas nativas na elaboração do mosto (parâmetro não verificado no presente trabalho); testes em diferentes tipos de leveduras, formulação de mostos com diluições variadas, submissão do processo fermentativo a diferentes temperaturas. Podemos verificar que ainda há disparidade de consenso quanto a metodologia empregada. Os trabalhos analisados apresentam parâmetros investigativos diferentes, o que dificulta a compreensão e a formulação concisa de uma conclusão adequada.

Como sugestão para um futuro trabalho, sugerimos a confecção de uma cartilha específica para a produção de hidromel. O objetivo será nortear o pesquisador com os parâmetros que devem ser estudados e analisados e os testes que podem ser realizados. Espera-se que haja eficiência no desenrolar do experimento assim como na posterior análise e comparação de dados. Dessa maneira, poderão ser visualizadas as características encontradas e então, iniciar um processo de padronização.

## BIBLIOGRAFIA

- ABEMEL - Associação Brasileira dos Exportadores de Mel. **Dados Estatístico do Mercado de Mel**. 2018 Disponível em: <<http://brazilletsbee.com.br/dados-setoriais.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- ABEMEL - Associação Brasileira dos Exportadores de Mel. **Dados Estatísticos do Mercado de Mel** - Ano de 2021. p. 7, 2021.
- ABIA - Associação Brasileira das Industrias de Alimentação. **Números do setor – Faturamento**. 2020. Disponível em < <https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2019.pdf> > Acesso em: 10 mai 2021.
- AGUIAR, L. K. et al. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão do estado do Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, p. 908-919, 2016.
- AJLOUNI, S.; SUJIRAPINYOKUL, P. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1000-1005, 2010.
- ALMEIDA, E. L. M. de et al . Effects of nitrogen supplementation on *Saccharomyces cerevisiae* JP14 fermentation for mead production. **Food Sci. Technol**, Campinas , v. 40, supl. 1, p. 336-343, June 2020 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612020000500336&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612020000500336&lng=en&nrm=iso)>. access on 06 Aug. 2020. Epub Apr 17, 2020. <https://doi.org/10.1590/fst.11219>.
- ALQARNI, A. S. et al. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 618–625, 2014.
- ALVES, E. M. **Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná**. Maringá (PR): Universidade Estadual de Maringá, 2008.
- ALVES, R. M. O. et al. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Food Science and Technology**, v. 25, n. 4, p. 644-650, 2005.
- AQUARONE, E. et al. Biotecnologia Industrial - **Biotecnologia na Produção de Alimentos**. 1ª. ed. São Paulo. SP: Blucher, v. IV, 2001.
- ARRUDA J.B.F. et al. Diagnóstico da cadeia produtiva da apicultura: um estudo de caso. In: **XXXI Encontro Nacional De Engenharia De Produção**. Resumos. Belo Horizonte: ENEGEP. 13P, 2011
- BAI, F.W.;ANDERSON, W.A.; MOO-YOUNG, M. Ethanol fermentation Technologies from sugar and starch feedstocks. **Biotechnology Advances**, 26, p. 89-105, 2008. Apud

PACHECO, T. F. et al. Fermentação alcoólica com leveduras de características floculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente. 2010.

BARBOSA, D. B. et al. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694–703, 2017.

BARRIOS, C. et al. Characterization physicist - chemistry and sensory analysis of an elaborated Mead of a handcrafted way. **Zootecnia Trop.**, Maracay, v. 28, n. 3, p. 313-319, sept. 2010. Disponível em <[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692010000300002&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000300002&lng=es&nrm=iso)>. acessado em 12 jan 2021.

BENETOLE, B. M.; GOMES, W. P. C.; NASCIMENTO, D. D. Capacidade fermentativa e análise genética de leveduras de fermentação natural de hidromeis utilizando metodologia de PCR. **Bioenergia em Revista: Dialogos**, v. 10, p. 35–47, 2020.

BERRY, B. The global mead market: opportunities for canadian mead exporters. Ottawa, Ontário; **Agriculture and Agri-Food Canada**, 2007. Disponível em: <30 <http://www.agr.gc.ca/eng/programs-and-services/list-of-programs-and-services/agri-food-trade-service/?id=1410965065217>>. Apud BRUNELLI, L. T. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel**. 2015. vii, 85 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMANN, C. Harmonised methods of the international honey commission. **Swiss Bee Research Centre**, FAM, Liebefeld, 2002.

BORZANI, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E. **Biotecnologia Industrial**, v. 3. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994**. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 23.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. **Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares. PORTARIA Nº 540, DE 27 DE OUTUBRO DE 1997**. Brasília, DF, 27 out 1997.

BRUNELLI, L. T. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel**. 2015. vii, 85 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/145493>>.

BRUNELLI, L. T.; IMAIZUMI, V. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel produzido a partir de cinco tipos de leveduras alcoólica. **Energia na Agricultura**, v. 32, n. 2, p. 200, 27 nov. 2017.

BRUNO, L. M. et al. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 1, 2005.

CAMPOS, G. et al. Classificação do mel em floral ou mel de melato. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 1, p. 1-5, 2003.

CAMPOS, M. G. R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.

CAN, Z. et al. An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. **Food Chemistry**, v. 180, p. 133–141, ago. 2015.

CARAVELA, M. et al. Inventário da flora melífera e caracterização palinológica e físico-química do mel da Quinta Ecológica da Moita. **Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos**, v. 8, n. 1, p. 61-75, 2019.

CARDOSO, K. F. de G. **Qualidade do mel Apis mellifera L. produzido na região do Pólo Cuesta**, Estado de São Paulo. 2011.

CASELLAS, G. B. **Effect of low temperature fermentation and nitrogen content on wine yeast metabolism**. 2005. 240 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Biotecnologia) - Universitat Rovira i Virgili, Barcelona, Espanha, 2005.

CASTOLDI, K. **Desenvolvimento de um método limpo para análise de 5-hidroximetil-2furfuraldeído em mel**. 2014.

CAVANHOLI, M. G. et al. **Caracterização de hidromel elaborado com diferentes extratos aquosos de erva-mate (Ilex paraguariensis A. St. Hil.)**. 2020.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION et al. **Codex standards for sugars (honey)**. Worldwide standard. FAO-WHO, CAC, v. 3, 1989.

COLOMBO, C. H. et al. **Determinação de carboidratos, ácidos orgânicos e aminoácidos em méis de melato da bracatinga (Mimosa scabrella Benth.) utilizando eletroforese capilar de zona**. 2020.

CRANE, E. HONEY: past, present, and future. **American Bee Journal**, v. 117, n. 3, p. 142–145, 1977.

CRANE, E. **The world history of Beekeeping and Honey Hunting**. [s.l.] Routledge: Taylor & Francis Group, 1999. v. 53.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983.

CRUSCO, S. **Você já experimentou hidromel?** Disponível em: <<https://elle.com.br/lifestyle/voce-ja-experimentou-hidromel>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

CUENCA, M. et al. Monitoramento da fermentação de hidromel por espectrometria de massa de reação de transferência de prótons e sonda de infravermelho médio. **European Food Research and Technology**, v. 242, n. 10, pág. 1755-1762, 2016.

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

DAL OSTO, S. S. M; LEITÃO, A. M. Bebida fermentada a base de mel: melomel de jambolão. **Anais do Salão Internacional de Ensino**, Pesquisa e Extensão, v. 10, n. 2, 2019.

DANTAS, C. E. A. **Produção e caracterização de hidroméis elaborados a partir de méis de abelha africanizada (Apis mellifera) e jandaíra (Melipona subnitida) produzidos no estado do ceará, safra 2017**. 80 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Limoeiro do Norte. 2018.

DE CAMARGO, R. C. R. et al. Mel: características e propriedades. **Embrapa Meio-Norte- Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

DE GÓES-FAVONI, S. P. et al. Fermentação alcoólica na produção de etanol e os fatores determinantes do rendimento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 285-296, 2018.

DE OLIVEIRA, I. V. et al. Produção e caracterização do hidromel tipo doce/Production and characterization of sweet type hydromel. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 11176-11191, 2020.

DUARTE, N. **Análise sensorial**. FATEC, Sertão Central. 2016.

ELÍSIOS, M. Como as abelhas produzem o mel?. Sociotecnica. 2019. Disponível em: <<https://sociotecnica.com.br/como-as-abelhas-produzem-o-mel/>>. Acesso em: 18 jun 2021.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Market Sizes: historical/forecast**. World. London: Euromonitor International, 2020b.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Market Sizes: historical/forecast**. Brazil. London: Euromonitor International, 2020a.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A. et al. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.

FABRI, M. Hidromel, a bebida dos vikings e nerds, é a nova tendência no Brasil. **Gazeta do Povo**. 2017 Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/bebidas/hidromel-no-brasil-vira-tendencia/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Countries by commodity**. 2019. Disponível em: <[http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity\\_exports](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity_exports)>. Acesso em: 02 mai 2021.

FARIA, J. B. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum spp*) destiladas na ausência de cobre**. 2000. 99f. Tese (Livre Docência em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

FECHNER, D. C. et al. Multivariate classification of honeys from Corrientes (Argentina) according to geographical origin based on physicochemical properties. **Food Bioscience**, v. 15, p. 49–54, set. 2016.

FERRAZ, F. de O. **Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico-químicas e sensoriais de hidromel**. 2014. Tese (Doutorado em Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2014. doi:10.11606/T.97.2014.tde-24032015-165257. Acesso em: 30 mar 2021.

FILIPE, A. et al. **Avaliação da cor no mel**. III Jornadas Potencial Técnico e Científico do **IPCB**, 2015.

FERREIRA, A. A.; JANUÁRIO, V. D. S. **Tecnologia De Produção De Hidromel**. [s.l.] Universidade de Uberaba, 2017.

FERREIRA, W. F. C.; SOUSA, J. C. F. D.; LIMA, N. **Microbiologia**. 1<sup>a</sup>. ed. Lisboa, Portugal: Lidel, 2010.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 1649-1653, 2007.

FORTES, J. P. et al. **Desenvolvimento de hidromel gaseificado naturalmente**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2017.

FURUNO, D. J. **Dossiê hidromel: a bebida dos deuses**. Disponível em: <<https://jovemnerd.com.br/nerdbunker/especial-dossie-hidromel-bebida-dos-deuses/>>. Acesso em: 28 abr. 2021

GHELDOF, N.; WANG, Xiao-Hong; ENGESETH, N. J. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 21, p. 5870-5877, 2002.

GIORGI, V. DE V.; JÚNIOR, J. DE O. C. a Produção Cervejeira Como Patrimônio Intangível. **Cultura Histórica & Patrimônio**, v. 3, n. 2, p. 140–164, 2016.

GOIS, G. C. et al. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

GOMES, T. M.C. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**. Bragança, Portugal: ESA. Dissertação de Mestrado em Biotecnologia. 2010.

GUEDES, M. H. **As Grandes Navegações!** 1. ed. [s.l.] Guedinha, 2016.

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

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

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Origem Animal**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=25474&t=destaques>>. Acesso em: 20 jan 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Origem Animal**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=29151&t=destaques>>. Acesso em: 20 jan 2021.

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

INVESTSP - Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. **Sorocaba tem a primeira fabrica de hidromel do país**. Disponível em: <<https://www.investe.sp.gov.br/noticia/sorocaba-tem-a-primeira-fabrica-de-hidromel-do-pais/>>. Acesso em: 25 maio. 2021.

JACKMAN, E.A.; BU'LOCK, J.; KRISTIANSEN, B. Alcohol industrial. In **Biotecnología básica**. Zaragoza: Acríbia, 1991. 577p

JÚNIOR, M. G. **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**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.

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, 2013.

KRAEMER, M. S. **Desenvolvimento e caracterização de hidromel tradicional e melomel com polpa de abacaxi**. [s.l.] Universidade Tecnológica do Paraná, 2019.

LAMARI, E. C.; DORNELLAS, M. C.; SHIBATTA, L. S.. A utilização de plantas medicinais pela população de Londrina - PR. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.l.], v. 27, n. 52, p. 39-46, jul. 2018. ISSN 2596-2809. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistatest/article/view/329>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

LEMONS, G. S.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. L. P. Validação de método para a determinação de 5-hidroximetilfurfural em mel por cromatografia líquida e sua influência na qualidade do produto. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p. 1682-1685, 2010.

LIMA, C. M. G. et al. **Padrão de identidade e qualidade do mel de apis mellifera: uma breve revisão identity and quality standard of apis mellifera honey: a brief**. 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Clara-Goncalves-Lima/publication/344164599\\_Padiao\\_de\\_Identidade\\_e\\_Qualidade\\_do\\_mel\\_de\\_apis\\_mellifera\\_uma\\_breve\\_revisao/links/5f57865892851c250b9d58fd/Padiao-de-Identidade-e-Qualidade-do-mel-de-apis-mellifera-uma-breve-revisao.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Clara-Goncalves-Lima/publication/344164599_Padiao_de_Identidade_e_Qualidade_do_mel_de_apis_mellifera_uma_breve_revisao/links/5f57865892851c250b9d58fd/Padiao-de-Identidade-e-Qualidade-do-mel-de-apis-mellifera-uma-breve-revisao.pdf)>. Acesso em: 28 nov 2020.

LIMA, U. D. A. et al. **Biotechnologia Industrial - Processos Fermentativos e Enzimáticos**. 1ª. ed. São Paulo. SP: Blucher, v. III, 2001.

LIRA, A. F. et al. Estudo comparativo do mel de Apis mellifera com méis de meliponíneos de diferentes regiões. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.

LOPES, L. F. **Avaliação de diferentes agentes clarificantes na redução de turbidez em hidromel**. [s.l.] Universidade Federal de Lavras, 2019.

LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4, p. 7-9, 2005.

MACHADO, A. V.. Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no Município de Pombal–PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 83-90, 2011.

MACHADO, E. Biotechnologia e a produção de Hidromel. **Profissão Biotec**. 2020. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biotechnologia-producao-hidromel/>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; DUNLAP, P.V.; CLARK, D.P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 1160 p.

MANFROI, V. Vinho Branco. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 7, p143-164.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. **Mel brasileiro: composição e normas.** [S.l.: s.n.], 2004.

MARKETS AND MARKETS. **Fermenters Market by Application (Food, Beverage, and Healthcare & Cosmetics), Microorganism (Bacteria and Fungi), Process (Batch, Fed-batch, and Continuous), Mode of Operation (Semi-automatic and Automatic), and Region - Global Forecast to 2023.** 2018. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/fermenter-market-101132363.html>>. Acesso em: 24 nov 2020.

MATSUO, N. Y.; STEFFEN, R. **Efeito Do Processo Fermentativo Na Cinética E Qualidade de Hidromel.** [s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

MATTIETTO, R. de A. et al. Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

MCCONNELL, D. S.; SCHRAMM, K. D. Mead success: ingredients, processes and techniques. **Zymurgy**, Boulder, v. 4, p. 33–39, 1995.

MCFEELEY, D. Those olde english meads. **Repast: Quarterly Publication of the Culinary Historians of Ann Arbor**, v. 26, n. 4, p. 03–05, 2010.

MENDES-FERREIRA, A.; COSME, F.; BARBOSA, C.; FALICO, V.; INÊS, A.; MENDES-FAI, A. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 144, p. 193–198, 2010.

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

MINTZ, S. W. O poder amargo do açúcar: produtores escravizados, consumidores proletarizados. [s.l.] **Editora Universitária UFPE**, 2010.

MORAES, L. F. **O mel: Ouro líquido.** Pompeia Hidroméis. 2013. Disponível em <<https://pompeiahidromeis.com.br/2013/08/16/o-mel-ouro-liquido>>. Acesso em: 18 fev 2021.

MORAES, L. F. **Guia de Estilos – BJCP.** Pompéia Hidroméis. 2014. Disponível em <<https://pompeiahidromeis.com.br/2014/02/19/guia-de-estilos-bjcp/>>. Acesso em: 16 jun 2021.

MORETI, A. C. C. C. et al. Cor de amostras de mel de *Apis mellifera l.* de diferentes estados brasileiros. **Boletim de Industria Animal**, v. 63, n. 3, p. 159–164, 2006.

MORSE, R. A. Mead honey wine: history, recipes, methods and equipment. **Ithaca: Wicwas Press**, 1980. 127p.

- NAKADA, J. P; CACIATORI, L. U; PANDOLFI, M. A. C. Viabilidade da implantação de uma indústria produtora de hidromel. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 431-443, 2020.
- NANDA, V. et al. Propriedades físico-químicas e estimativa do conteúdo mineral em mel produzido a partir de diferentes plantas no norte da Índia. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 5, pág. 613-619, 2003.
- NEWHART, B. **Not just for Vikings: Mead is making a worldwide comeback**. 2018. Disponível em: <[https://www.beveragedaily.com/Article/2018/06/27/Mead-regains-worldwide-popularity-with-a-new-meadery-opening-every-week?utm\\_source=copyright&utm\\_medium=OnSite&utm\\_campaign=copyright](https://www.beveragedaily.com/Article/2018/06/27/Mead-regains-worldwide-popularity-with-a-new-meadery-opening-every-week?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright)>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- NETAL, D. **O que é Hidromel?** Disponível em: <<http://www.ordodraconisbelli.com/o-que-e-o-hidromel/>>. Acesso em: 4 jan 2021.
- OLIVEIRA NETO, P. C. **Tecnologia para obtenção de hidromel tipo doce**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2013.
- OPUCHKEVICH, M. H; KLOSOWSKI, A. L. M.; MACOHON, E. R. Qualidade do mel no município de Prudentópolis. **Revista Conexão UEPG**, v. 4, n. 1, p. 36-38, 2008.
- PACHECO, T. F. et al. **Fermentação alcoólica com leveduras de características floculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente**. 2010.
- PADILHA, A. A. et al. **Controle genético do teor de sólidos solúveis e do sabor em tomate**. 2019.
- PAIXÃO, J. N. V. et al. **Estudo de metabolismo da Saccharomyces cerevisiae para produção de glutatona utilizando melaço de beterraba**. 2018.
- PARK, K. J.; ANTONIO, G. C. **Análises de materiais biológicos**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006.
- PELIGRINI, A. **Introdução a história do Hidromel**. Disponível em: <<https://www.oldpony.com.br/introducao-a-historia-do-hidromel/>>. Acesso em: 4 jan. 2021.
- PEREIRA, A. P. et al. Efeito da imobilização de células de Saccharomyces cerevisiae na produção de hidromel. **LWT-Food Science and Technology**, v. 56, n. 1, pág. 21-30, 2014.
- PEREIRA, A. P. et al. Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 121, n. 3, p. 405–410, jul. 2015.
- PEREIRA, A. P. R. Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel. **Instituto Politécnico de Bragança**, p. 1–68, 2008.

PEREIRA, A. P.; OLIVEIRA, J. M.; MENDES-FERREIRA, A.; ESTEVINHO, L. M.; MENDES-FAIA, A. Mead and Other Fermented Beverages. [s.l.] : **Elsevier B.V.**, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63666-9.00014-5>>

PIATZ, S. **The Complete Guide to Making Mead**. 1. ed. USA: Voyageur Press, 2014. v. 1.

POHL, Pawel. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 28, n. 1, p. 117-128, 2009.

QUEIROZ, J. C. F. et al. Produção de hidromel de forma artesanal e avaliação dos parâmetros durante o processo fermentativo. **Revista saúde e ciência online**. V. 3, n. 3, 2014. Disponível em < <http://www.ufcg.edu.br/revistasauedeeciencia/index.php/RSCUFCEG/article/view/197/134> > Acesso em : 10 de fevereiro de 2021.

RAMOS, L. A. **Apiário: Custos de Produção**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. (Ed.). Manual de enologia, Volume 1: A microbiologia do vinho e das vinificações . **John Wiley & Sons**, 2006.

ROLDÁN, A.; MUISWINKEL, G.; LASANTA, C.; PALACIOS, V.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, Oxford, v. 126, p. 574-582, 2011.

RORIZ, G. **Segundo pesquisa, consumo de bebidas alcoólicas cresce 93,9% na quarentena**. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/gastronomia/beber/segundo-pesquisa-consumo-de-bebidas-alcoolicas-cresce-939-na-quarentena>>.

SANTOS, E. F. **Origem botânica e análises físico-químicas em amostras de mel comerciais do estado de São Paulo, Brasil**. 2016. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências (Campus de Rio Claro), 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/156126>>. Acesso em: 13 dez 2020.

SAXENA, S.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. **Food Chemistry**, v. 118, n. 2, p. 391–397, jan. 2010.

SCHRAMM, K. **The Compleat Meadmaker: Home Production of Honey Wine From Your First Batch to Award-winning Fruit and Herb Variations**. [s.l.] **Brewers Publications**, 2003.

SCHWARZ, L. V. 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, n. 8, p. 2840–2851, 2020.

SCHWARZ, L. V. **Hidromel: suplementação nutricional, efeito de leveduras e caracterização de "Moscato-Pyment"**. 2019. 97 f. Tese (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2019.

SEBRAE 2011. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Boletim Setorial do Agronegócio**. Disponível em:

<<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/boletim-apicultura.pdf>>.

Acesso em: 1 mar 2021.

SEBRAE 2015. **Apicultura: relatório de inteligência**. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/803afcf50b5e78c72c250aa49f1960c2/\\$File/5384.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/803afcf50b5e78c72c250aa49f1960c2/$File/5384.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2021.

SILVA, A. R.; ARRUDA, A. A. DE. **O álcool e seus efeitos no sistema nervoso**. In: LOPES, L. B. M.; MELO, T. S. (Eds.). . **Biomedicina e Farmácia: Aproximações 3**. [s.l.] Atena Editora, 2019. v. 3p. 146–157.

SILVA, M. S. **Desenvolvimento de fermento para produção de hidromel**. 2016. 108 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

SILVA, R. A. et al. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2008.

SIME, D. et al. Total phenols and antioxidant activities of natural honeys and propolis collected from different geographical regions of Ethiopia. **Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia**, v. 29, n. 2, p. 163-172, 2015.

SOUZA, R. N. L. et al. **Análise sensorial de hidromel: tipo tradicional**. 2018. 28 f. Universidade Federal de Alagoas, 2018. Tese (trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2019.

SPECIALTYFOOD ASSOCIATION. **Fermented Beverages Are on the Rise**. 2018. Disponível em: <<https://www.specialtyfood.com/news/article/fermented-beverages-are-rise/>>.

Sroka, P., Tuszyński, T., 2007. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, 104, 1250-1257. Apud PEREIRA, A. P. R. Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel. **Instituto Politécnico de Bragança**, p. 1–68, 2008.

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

TERRAB, A. et al. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 537-542, 2004.

TRUZZI, O. Assimilação ressignificada: novas interpretações de um velho conceito. **Dados - Revista de Ciências Sociais**, v. 55, n. 2, p. 517–553, 2012.

VELTHUIS, H. H. W. **The biology of the stingless bees**. Utrecht, Department of Ethology, Utrecht University, The Netherlands and Department of Ecology, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, 33 p. 1997.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características do mel. **Boletim Técnico da Universidade Federal do Espírito Santo–UFES**, 2007.

VERISSIMO, M. T. L. Porque o mel cristaliza. *Apicultura no Brasil*, v. 3, n. 18, p. 14, 1987.

VIANA, F. L. E. INDÚSTRIA DE BEBIDAS ALCOÓLICAS. **Escritório Técnico do Estudo Econômico do Nordeste**, v. 5, n. 117, p. 1–11, 2020.

VIDRIH, R.; HRIBAR, J. Studies on the sensory properties of mead and the formation of aroma compounds related to the type of honey. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 36, n. 2, p. 151-162, 2007.

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Análises físico-químicas de méis de São Paulo. **Mensagem doce**, v. 53, p. 17-19, 1999.

WHITE JR, J. W. Métodos para determinação de carboidratos, hidroximetilfurfural e prolina no mel: estudo colaborativo. **Journal of the Official Analytical Chemists**, v. 62, n. 3, pág. 515-526, 1979.

WHITE JR, J. W.; SUBERS, M. H.; SCHEPARTZ, A. I. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) -Specialized Section on Enzymological Subjects**, v. 73, n. 1, p. 57-70, 1963.

WIESE, H. **Apicultura: novos tempos**. 2. ed. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2005. 378p

WIESE, H.; SALOMÉ, J. A. **Nova apicultura**. Agrolivros, 2020.

YÜCEL, Y.; SULTANOGLU, P. Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. **Food Bioscience**, v. 1, p. 16–25, mar. 2013.

ZANATTA, L. A. **Avaliação dos parâmetros de aquecimento e níveis de hidroximetilfurfural de mel de abelhas *Apis mellifera* africanizada (Lepeletier, 1836) com base na Portaria nº 6 DE 25 de julho de 1985**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019

ZUZUARREGUI, A.; DEL OLMO, M. Expression of stress response genes in wine strains with different fermentative behaviour. **FEMS Yeast Research**, v.4, p.699– 710, 2004.