
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani

Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

O PROCESSO FERMENTATIVO NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL

GABRIEL DALLA VECCHIA GARCIA CAMARGO

PROFA. ORIENTADORA: MS. RITA DE CÁSSIA VIEIRA

JABOTICABAL, S.P.

2022

GABRIEL DALLA VECCHIA GARCIA CAMARGO

O PROCESSO FERMENTATIVO NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em **Biocombustíveis**.

Orientadora: Profa. **Ms. Rita de Cássia Vieira**

JABOTICABAL, S.P.

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Camargo, Gabriel

O processo fermentativo na produção de hidromel / Gabriel Dalla Vecchia Garcia Camargo. — Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2022.
58p.

Orientador: Rita de Cássia Vieira

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2022.

1. Hidromel. 2. Mel. 3 Apicultura. I. Vieira, R. de C. II. Título.

GABRIEL DALLA VECCHIA GARCIA CAMARGO

O PROCESSO FERMENTATIVO NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em **Biocombustíveis**.

Orientadora: Prof.^a Ms. Rita de Cássia Vieira

Data da apresentação e aprovação: 08/11/2022.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Prof.^a Ms. Rita de Cássia Vieira

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Segundo membro da banca examinadora: Prof. Dr. Tadeu Tomio Sudo

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Terceiro membro da banca examinadora: Prof.^a Dra. Nádia Figueiredo de Paula

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

Dedico este trabalho aos meus pais Marcelo e Simone.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me conceder saúde, força, inteligência e sabedoria para que eu pudesse realizar este trabalho.

À Nossa Senhora, a São José, à Santa Teresa d'Ávila, a São José de Cupertino e a todos os Santos e Santas de Deus que intercederam por mim nestes momentos.

Aos meus pais Marcelo Garcia Camargo e Simone Gioielle Dalla Vecchia Garcia Camargo que sempre me apoiaram e incentivaram durante toda a trajetória, e que também acreditaram e investiram no meu sonho.

Ao meu irmão Miguel que também sempre me apoiou e incentivou neste período.

À minha orientadora Prof.^a Ms. Rita de Cássia Vieira pelo auxílio e apoio prestados na elaboração deste trabalho.

“Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ela o oceano seria menor” (Madre Teresa de Calcutá).

CAMARGO, Gabriel Dalla Vecchia Garcia. **O processo fermentativo na produção de hidromel**. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 58 p. 2022.

RESUMO

O hidromel, também conhecido como vinho de mel, é uma das bebidas alcoólicas mais antigas do mundo e é consumido pelo homem desde os tempos mais antigos. Basicamente, é uma bebida fermentada feita com mel. Ou seja, é obtido por meio do processo de conversão dos açúcares presentes no mel em álcool. A bebida, hoje em dia, está no seu caminho para o apogeu, tanto que seu consumo só vem crescendo dia após dia no Brasil e no mundo. Com isso, cada vez mais se vê criatividade e inovação em sua formulação. Portanto, este trabalho teve como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica de todos os aspectos que envolvem o hidromel, desde o cultivo do mel até a produção da bebida. Para isso foram utilizadas fontes confiáveis de pesquisa, como o Google Acadêmico e o Scielo. Desta maneira, percebeu-se o quão grandioso é o universo em que esta bebida está inserida, permitindo-se fazê-la de diversas maneiras, para diferentes gostos e paladares. Sendo assim, conclui-se que é um nicho que ainda deve ser muito mais estudado e descoberto e que, portanto, apresenta muito potencial econômico em um futuro não tão distante.

Palavras-chave: Apicultura. Fermentação. Hidromel. Mel.

CAMARGO, Gabriel Dalla Vecchia Garcia. **O processo fermentativo na produção de hidromel**. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 58 p. 2022.

ABSTRACT

Mead, also known as honey wine, is one of the oldest alcoholic beverages in the world and has been consumed by man since ancient times. Basically, it's a fermented drink made with honey. That is, it is obtained through the process of converting the sugars present in honey into alcohol. The drink, nowadays, is on its way to its apogee, so much so that its consumption is only growing day after day in Brazil and in the world. As a result, creativity and innovation are increasingly seen in its formulation. Therefore, this work aimed to carry out a bibliographic review of all aspects involving mead, from the cultivation of honey to the production of the drink. For this, reliable sources of research were used, such as Google Scholar and Scielo. In this way, it was realized how great is the universe in which this drink is inserted, allowing it to be made in different ways, for different tastes and palates. Therefore, it is concluded that it is a niche that still needs to be studied and discovered and that, therefore, presents a lot of economic potential in the not-so-distant future.

Keywords: Beekeeping. Fermentation. Honey. Mead.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Conversão da glicose em etanol por meio das leveduras.....	33
Figura 2	Conversão estequiométrica de glicose em etanol e dióxido de carbono.....	33
Figura 3	Fluxograma do processamento do hidromel.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Padrão de identidade e qualidade do mel.....	28
Tabela 2	Composição química aproximada do mel de abelha.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	17
3 APICULTURA	18
3.1 História	18
3.1.1 História da atividade apícola no Brasil	19
3.2 Definição e características.....	19
3.2.1 Produção apícola	20
3.2.2 Flora apícola.....	20
3.2.3 Apifauna	20
3.2.4 Localização do apiário	21
3.2.5 Influência dos fatores climáticos na apicultura	21
3.3 Os produtos da apicultura	22
3.3.1 Mel	22
3.3.2 Cera.....	22
3.3.3 Própolis.....	22
3.3.4 Pólen.....	23
3.3.5 Geleia real.....	23
3.3.6 Apitoxina	23
3.4 Outros produtos.....	24
3.4.1 Apilarnil.....	24
3.4.2 Mel de melato	24
3.4.3 Pão de abelhas.....	24
3.4.4 Opérculos.....	24
3.4.5 Vinagre de mel	25
4 MEL	25
4.1 História	25
4.2 Definição	26
4.3 Legislação brasileira para o mel	27
4.4 Composição do mel.....	28
4.4.1 Carboidratos	28
4.4.2 Água	29
4.4.3 Ácidos orgânicos	29

4.4.4 Minerais e cinzas.....	29
4.4.5 Proteínas	30
4.4.6 Compostos voláteis	30
4.4.7 Compostos fenólicos e outros compostos	30
4.5 Produtos obtidos do mel.....	31
5 PROCESSO FERMENTATIVO	32
5.1 História	32
5.2 Definição	32
5.3 Cinética do processo fermentativo	33
5.4 Parâmetros importantes na fermentação	34
5.4.1 Temperatura	34
5.4.2 pH.....	34
5.4.3 Sólidos solúveis.....	34
5.4.4 Viabilidade	34
5.4.5 Nutrientes	35
6 HIDROMEL	35
6.1 História	35
6.2 Definição e características.....	36
6.2.1 O hidromel no Brasil	37
6.3 Matérias-primas para a produção de hidromel.....	37
6.3.1 Mel	37
6.3.2 Água	38
6.3.3 Aditivos	38
6.4 Microbiologia do hidromel	39
6.5 Processamento do hidromel.....	39
6.5.1 Preparo do mosto.....	40
6.5.2 Fermentação.....	41
6.5.3 Imobilização celular	43
6.5.4 Tratamento térmico.....	43
6.5.5 Descuba.....	43
6.5.6 Maturação	44
6.5.7 Trasfega e clarificação.....	44
6.5.8 Operações finais.....	45
6.5.9 Problemas na produção	45

6.5.10 Compostos voláteis no hidromel.....	46
6.5.11 Otimização das condições de fermentação	46
6.6 Qualidade do hidromel.....	46
6.7 Legislação brasileira para o hidromel	47
6.8 Custo	47
6.9 Tipos de hidromel	47
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE	58

1 INTRODUÇÃO

Uma das mais antigas e importantes atividades já realizadas pelo ser humano é a apicultura. Ela se mostra muito lucrativa e pode ser praticada pelo pequeno produtor rural. (BARBOSA et al., 2007).

Desde o tempo dos faraós no Egito havia registros do uso do mel. Na Grécia antiga, Hipócrates o pai da medicina, e outros filósofos atingiram as eras avançadas, por conta do uso constante de mel. Hipócrates foi um dos apicultores mais dedicados e trabalhadores. Ao invés de tomar chás e infusões, optou por colocar colmeias perto da floração de alguns vegetais selecionados e assim manter propriedades curativas de árvores e arbustos (RIBEIRO E SANTOS, 2009 *apud* GONZAGA, 1998).

O mel, principal produto da apicultura, possui grande valor nutritivo e funcional, contendo algo em torno de 200 substâncias sendo as mais importantes: açúcares, água, minerais, proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, flavonóides, enzimas e outros fitoquímicos. (PEREIRA, 2008).

O Brasil é um dos maiores produtores de mel do mundo (ficando atrás apenas de países como a China, os Estados Unidos, a Argentina, o México e o Canadá), no entanto há ainda um grande potencial não explorado que apresenta uma grande possibilidade de se aumentar a produção. Este rico alimento também pode ser utilizado na produção de outros produtos alimentícios, como é o caso do hidromel (EMBRAPA, 2002).

O hidromel é uma bebida derivada do mel, obtida pela fermentação alcoólica, resultando em um teor alcoólico final entre 8% e 18%. As etapas envolvidas na produção são preparação do mosto, tratamento térmico, inoculação de leveduras, fermentação e clarificação. O processo de fabricação, formulação, qualidade das matérias-primas e características da levedura utilizada são processos que estão amplamente ligados à qualidade do produto. A produção de hidromel tem potencial no país devido à diversidade da flora e à crescente demanda por produtos artesanais e diferenciados (FREITAS et al., 2017).

É considerada uma das mais antigas bebidas feitas e consumidas, podendo ter sido precursora da cerveja e chegado ao mundo antes mesmo do vinho. No passado, era amplamente utilizado, mas o desenvolvimento da civilização e dos recursos agrícolas fez com que o hidromel fosse substituído por outras bebidas, como o vinho (QUEIROZ et al., 2014).

Esta bebida apresenta diversas classificações e subestilos, sendo elas: seco, licoroso, doce e espumoso, variando de acordo com a tecnologia empregada na sua fabricação. Isto está

relacionado ao tempo de fermentação, quantidade e qualidade do mel utilizado na diluição, escolha de levedura e graduação alcoólica (MILESKI, 2016).

O problema a ser estudado para este tema é: “como é realizado o processo produtivo para a obtenção do hidromel?”

O objetivo geral dessa pesquisa é saber como é realizado o processamento para a produção do hidromel. Os objetivos específicos dessa pesquisa são: estudar como funciona a apicultura, estudar aspectos e características relacionadas ao mel, estudar sobre o processo fermentativo e pesquisar o método de produção do hidromel.

A pesquisa, então, visa reunir todos os aspetos relacionados a produção do hidromel, visto que é uma bebida que apresenta grande potencial de investimento e crescimento num futuro próximo, mas que ainda é pouco explorada e estudada no Brasil.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a construção deste trabalho foi empregado o método de pesquisa bibliográfica, que permitiu conhecer o processo de produção do hidromel desde o método de criação das abelhas para a produção do mel – principal produto para a produção da bebida – por meio da apicultura até o desfecho de seu processo produtivo, passando por todas as etapas necessárias para a fabricação da bebida. Para isso foram utilizadas diversas fontes confiáveis de pesquisa, como livros, revistas, artigos, monografias, dissertações e teses para se fazer um vasto levantamento da bibliografia referente ao tema escolhido.

Segundo Garcia (2020), a partir de uma pesquisa bibliográfica aprofundada, é possível conseguir obter uma visão ampla sobre o assunto e um ponto de partida fundamentado em fatos. Isso ocorre pois, por meio desse estudo, a compreensão sobre o que já foi publicado a respeito do assunto se torna mais fácil.

Sendo assim, este trabalho teve como finalidade uma pesquisa básica, onde se procurou conhecer e aprofundar sobre um determinado tema. Desta maneira, foi feita uma pesquisa sobre um assunto já existente, apenas aprofundando alguns tópicos específicos relacionados ao conteúdo.

3 APICULTURA

3.1 História

A princípio, o homem defendia a verdadeira “caça do mel”, onde enxames de abelhas devem ser encontrados e localizados, muitas vezes em locais de difícil acesso e de alto risco para os exploradores. Naquela época, as pessoas ingeriam uma mistura de mel, pólen, ninhada e cera, porque os humanos ainda não sabiam separar esses produtos dos favos. As colônias muitas vezes morriam ou fugiam, forçando as pessoas a encontrar novos ninhos toda vez que precisam retirar o mel para comer (EMBRAPA, 2022).

Com isso, fica claro que o mel, que é utilizado como alimento pelo homem desde a pré-história, vem sendo retirado das colônias de abelhas há séculos de forma predatória e extrativista. Com o tempo, porém, o ser humano foi aprendendo a proteger sua colônia, estabelecendo-as em colmeias sensatas e gerindo-as de forma a aumentar a produção de mel sem prejudicar as abelhas. Assim nasceu a apicultura, atividade milenar que conquistou o mundo e se tornou uma importante fonte de renda para diversas famílias. Hoje, além do mel, produtos como pólen de abelha, geleia real, própolis, rainhas, polinização, apitoxina e cera podem ser explorados por meio da criação racional de abelhas. Em algumas ocasiões o produtor realiza o comércio de enxames e crias (SEBRAE, 2006).

Os primeiros apicultores da história são os egípcios, visto que em 2.400 anos a.C. eles já criavam abelhas em colmeias de barro (VILELA e ARAÚJO, 2006).

Um fato histórico curioso é que, segundo Crane (1987), durante a Idade Média, em certos territórios europeus, as árvores começaram a ser declaradas propriedade do governo e o corte de árvores foi explicitamente proibido por constituírem refúgio natural para colônias de abelhas. Os enxames eram tidos como produtos economicamente importantes, fazendo com que sua propriedade fosse registrada em cartório, compondo uma lista de bens deixados para as gerações futuras herdarem. Na época, o roubo de colônias de abelhas ou mel era considerado crime e poderia até levar à pena de morte.

3.1.1 História da atividade apícola no Brasil

A apicultura no Brasil teve início no período colonial com a inserção da abelha europeia *Apis mellifera* no estado do Rio de Janeiro em 1839 pelo padre Antônio Carneiro, porém, grandes avanços ocorreram com a introdução da abelha africana (*Apis mellifera scutellata*) em 1956, o que acabou por levar à existência de outras subespécies africanizadas (PIRES, 2011).

A especialização decorre de melhorias estruturais nos armazéns de mel, incentivadas pela introdução de produtos inovadores no mercado, como méis compostos e sprays de mel com própolis e ervas (SEBRAE, 2006).

3.2 Definição e características

Uma das mais antigas e importantes atividades já realizadas pelo ser humano é a apicultura. Ela se mostra muito lucrativa e pode ser praticada pelo pequeno produtor rural (BARBOSA *et al.*, 2007).

O produto primordial oriundo da apicultura é o mel, alimento natural com riquíssimo valor nutricional. Contém aproximadamente 200 substâncias, sendo as principais: açúcares, água, minerais, proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, compostos fenólicos enzimas e outros fitoquímicos (PEREIRA, 2008).

É uma atividade que apresenta uma enorme contribuição para o meio ambiente, porque promove a formação de um conhecimento nos homens que vivem no campo e dependem do meio em que vivem para suscitar o mínimo ao equilíbrio sustentável de seu grupo familiar (SOUZA, 2019).

Uma das características que favorecem seu crescimento envolve as condições favoráveis em que esses insetos são encontrados em todas as regiões do Brasil. Ademais, a apicultura dispensa cuidados diários, permitindo ao apicultor conciliar esta atividade com outras, tornando-a mais uma fonte de renda (VIEIRA *et al.*, 2004).

Além disso, esta atividade não só requer um menor investimento inicial, como também aumenta a renda das famílias e estimula a fixação no campo, tem baixo impacto no meio ambiente, melhora a qualidade de vida dos produtores e, principalmente, pode contribuir para a proteção da terra e da biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Outra essencial razão da atividade apícola é fomentar os camponeses apicultores para conservação da vegetação local. A partir do momento em que o homem começa a se identificar

com a criação de abelhas, começa a desabrochar dentro de si uma consciência ecológica, e a partir da criação de um apiário, faz-se importante ter a sua volta um ambiente florístico preservado para que essa atividade seja bem-sucedida (SOUZA, 2019).

3.2.1 Produção apícola

De acordo com Winston (2003), as abelhas são insetos sociais da ordem *Hymenoptera* que apresentam uma combinação de características individuais e de colaboração jamais encontrada em nenhum outro representante do reino animal.

Tanto a apicultura como a meliponicultura são atividades que estão relacionadas à criação de abelhas de forma racional. No entanto, a apicultura está relacionada à geração das abelhas do gênero *Apis*, as mais utilizadas comercialmente, a meliponicultura se ocupa da geração de abelhas do gênero *Melipona* (VENTURIERI, 2003).

O Brasil é estimado como um país com alta potencialidade para produção apícola. A apicultura brasileira vem aos poucos se consolidando e ganhando espaço no cenário mundial (SILVA, 2014).

3.2.2 Flora apícola

A flora apícola de uma localidade é formada pelo conjunto de plantas que desempenham função essencial para sobrevivência das abelhas (BARTH, 2005).

Conhecer a flora permite que o produtor obtenha maiores ganhos em sua produção, porque a quantidade de pólen e néctar disponíveis podem atrapalhar no desenvolvimento da colônia, causando problemas como a diminuição da quantidade de cria e se intrometer nas atividades dos indivíduos adultos incorporados na colmeia (MICHENER, 1979).

3.2.3 Apifauna

Este grupo de insetos destaca-se como principais polinizadores porque possuem adaptações morfológicas para a coleta do pólen e néctar e precisam visitar um elevado número de flores para posse de alimento, muitas vezes sendo fiéis às espécies visitadas (SILVA, 2014).

Desta maneira, inúmeros aspectos em escala local e regional acabam por ser encarregados da variedade na composição florística relacionada à comunidade de abelhas, porém o fato de existirem diversos habitats onde esses insetos podem se hospedar ajuda na coexistência entre as espécies (RICKLEFTS e SCHLUTER, 1993 *apud* SABINO, FERREIRA e ANTONINI, 2007).

3.2.4 Localização do apiário

A localização de um apiário é outra causa que tem importância na produção, no controle e nos custos envolvidos na atividade. O elemento chave determinante na produção é a florada presente na localidade. Assim, quanto mais variadas e duradouras forem às floradas, maior será a produção. É essencial também ponderar a distância em que essa florada se encontra com relação às colmeias. (FAVERO *et al.*, 2011 *apud* SOUZA, 2019).

No momento em que irá se escolher o local onde ficará o apiário já podem ser feitas algumas análises e estudos para se evitar dificuldades para as abelhas e limitações para os apicultores. Deste modo, evita-se resultados ruins no projeto, visto que estas decisões influenciarão diretamente na eficiência do apiário (EMBRAPA, 2006).

3.2.5 Influência dos fatores climáticos na apicultura

A atividade apícola acaba por sofrer enorme influência de condições ambientais, isto porque, tanto a fauna como a flora são afetadas frontalmente por esses fatores. Alterações climáticas têm impacto no desenvolvimento das abelhas, podendo acarretar desde o abandono de enxames até mesmo o óbito delas em circunstância de alterações drásticas. Com relação à flora, influenciam de maneira direta na produção dos recursos florais, pólen e néctar, que são essenciais ao desenvolvimento e sobrevivência das abelhas (SILVA, 2014).

A temperatura no interior das colmeias, particularmente na área de cria deve manter-se entre 34 °C e 35 °C, pois temperaturas mais altas ou mais baixas afetam o desenvolvimento, provocando a mortalidade das crias ou um desenvolvimento imperfeito e incompleto. Para resfriar a colônia, as abelhas batem as asas e espalham gotas d'água pelos favos; já para aquecê-las, em épocas de menores temperaturas, elas se juntam em cachos e vibram o corpo gerando calor (BARBOSA *et.al.*, 2007).

3.3 Os produtos da apicultura

3.3.1 Mel

O mel é um alimento natural de grande valia. Comporta açúcares, água, sais minerais, pequenas quantidades de vitaminas e mais alguns outros nutrientes. É produzido pelas abelhas que colhem e transformam o néctar, um líquido açucarado achado nas flores. Esse líquido, depois de algumas modificações, é colocado nos alvéolos dos favos, local em que o mel amadurece, isto é, fica preparado para o consumo. Nesse momento, as abelhas tampam os alvéolos juntamente com uma pequena camada de cera para que o mel fique salvaguardado até que seja usado como alimento. A coloração, o gosto (sabor), o cheiro (aroma) e a consistência do mel variam de acordo com as floradas e com o clima, além de outros fatores. A manipulação do mel feita pelo apicultor também pode transformar suas características (EMBRAPA, 2007).

O mel é considerado o produto apícola mais fácil de ser explorado, sendo também o mais famoso e aquele com maiores possibilidades de comercialização. Além de ser um alimento, é também aproveitado em indústrias farmacêuticas e cosméticas pelas suas conhecidas ações terapêuticas (FREITAS *et al.*, 2004).

3.3.2 Cera

A cera produzida pelas abelhas é utilizada na construção dos favos e no fechamento dos alvéolos (operculação) (EMBRAPA, 2007).

As indústrias de cosméticos, medicamentos e velas são as principais consumidoras de cera; no entanto, também é utilizada na indústria têxtil, na fabricação de polidores e vernizes, no processamento de alimentos e na indústria tecnológica (EMBRAPA, 2002).

3.3.3 Própolis

A própolis é produzida no momento em que as abelhas misturam a cera junto com a resina das plantas. Essa resina é extraída dos botões de flores, das gemas e dos cortes nas cascas. A própolis é aproveitada pelas abelhas para proteger a colmeia, fazendo com que ela fique livre de doenças e para bloquear as frestas e a entrada do ninho, o que evita correntes de ar frio no

período do inverno. Nos dias atuais, a própolis é usada especialmente pelas indústrias de produtos de beleza e de remédios. Possui efeitos cicatrizantes e é considerada um antibiótico natural (EMBRAPA, 2007).

3.3.4 Pólen

O pólen apícola é retirado das flores e manipulado pelas abelhas, sendo em seguida colocado nos alvéolos. É usado para nutrir as larvas e abelhas adultas com até 18 dias de idade. Graças a seu elevado valor nutritivo, é usado como alimento. É vendido seco, mesclado com mel, em cápsulas ou tabletes. (EMBRAPA, 2007)

É um produto que apresenta grandes quantidades de proteínas, lipídios, minerais e vitaminas (EMBRAPA, 2002).

3.3.5 Geleia real

A geleia real é produzida pelas abelhas operárias mais novas (aquelas que têm até 15 dias de idade). Na colmeia, as crias e a rainha utilizam-na como alimento. É rica em proteínas, água, açúcares, gorduras e vitaminas. Possui cor branco-leitosa e sabor ácido forte. A geleia real é produzida por alguns apicultores para a venda em condição natural, misturada com mel ou até mesmo seca e em tabletes. As indústrias de produtos de beleza e de medicamentos utilizam-se deste produto (EMBRAPA, 2007).

3.3.6 Apitoxina

O veneno das abelhas operárias, ou apitoxina, é produzido pelas glândulas de veneno nas duas primeiras semanas de existência da operária e armazenado no “saco de veneno” situado na base do ferrão. Apesar de a ação antirreumática do veneno ser comprovada e o preço no mercado seja extremamente atraente, trata-se de um produto de custosa comercialização, pois, ao contrário de outros produtos apícolas, o veneno tem obrigação de ser comercializado para farmácias de manipulação e indústrias de processamento químico, pelo motivo da sua ação tóxica (EMBRAPA, 2002).

3.4 Outros produtos

Além desses produtos principais de maior interesse que são explorados na apicultura, ainda há outros que não são muito conhecidos, mas que apresentam propriedades interessantes, tanto medicinais quanto nutritivas.

3.4.1 Apilarnil

A produção do Apilarnil é conseguida a partir da extração do conteúdo total das celas com larvas de zangões de sete dias de idade. É constituído por 65-70% de água, 9-12% de proteínas, 6-10% de carboidratos e 5-8% de lipídios e apresenta grande quantidade de vitaminas, minerais e aminoácidos (GOLYNSKI, 2009).

3.4.2 Mel de melato

O mel de melato é o mel obtido pelas excreções de plantas e insetos Himenópteros como, por exemplo, os pulgões e cochonilhas, que se alimentam das plantas. Este mel é de origem animal, visto que as abelhas sugam o líquido doce que estes determinados insetos excretam. Apresenta cor mais escura que o mel de flores, por isso é mais rico em minerais (GOLYNSKI, 2009).

3.4.3 Pão de abelhas

O pão de abelhas é a mescla encontrada interiormente nos favos, composta de mel, pólen e secreções glandulares das abelhas. É uma mistura de diferentes cores de grãos de pólen, para ser mais rico e completo, servindo de alimento para as larvas de abelhas. Quanto mais colorido for o pólen, com fonte em diversas plantas, mais rica é sua constituição (GOLYNSKI, 2009).

3.4.4 Opérculos

Opérculos são os lacres de cera que as abelhas depositam sobre os favos de mel. Sabe-se que eles são excelentes no combate a alergias, particularmente as alergias à poeira.

Igualmente são utilizados para preparar destilados de mel, através da lavagem dos opérculos, fermentação da água resultante e destilação, dando origem a deliciosos drinks de mel (GOLYNSKI, 2009).

3.4.5 Vinagre de mel

O vinagre de mel é alcançado através de soluções de mel em água, transformadas pela fermentação alcoólica. O mel é uma matéria-prima de grandiosíssimo valor biológico, o que garante ao vinagre de mel uma grande supremacia, em comparação àqueles que são elaborados de um só fruto. É tratado como um artigo de luxo, empregado na preparação de tempero de alimentos, em ocasiões especiais, devido ao seu elevado custo (GOLYNSKI, 2009).

4 MEL

4.1 História

Vários estudos apontam que o mel já existe aproximadamente há 42 milhões de anos. Há evidências do seu uso na pré-história, por meio de pinturas em rochas que retratam abelhas e favos (MILESKI, 2016).

Inicialmente era extraído de forma extrativista e predatória, o que causava danos a natureza, matando as abelhas. Mas com o passar do tempo, o homem foi aprendendo a manusear os enxames de forma sustentável, sem acarretar prejuízos às abelhas (EMBRAPA, 2002).

Na história da humanidade, o mel foi uma das primeiras fontes de açúcar para o homem. Tal fato é demonstrado por conta uso do mel e pólen das abelhas nativas sem ferrão nos períodos pré-hispânicos e a função que desempenharam na dieta das comunidades indígenas americanas. Em território brasileiro, até o século XIX, o mel e a cera utilizados na alimentação pelos índios e brancos e no fabrico de velas pelos jesuítas eram originários das abelhas sem ferrão (ALVES *et al.*, 2005).

Através dos tempos, o mel constantemente foi considerado um produto especial, aproveitado pelo homem desde os tempos mais remotos. Evidências de seu uso pelo ser humano aparecem a partir da Pré-história, com vastas referências em pinturas rupestres e em manuscritos e pinturas do antigo Egito, Grécia e Roma (EMBRAPA, 2002).

4.2 Definição

O mel é conceituado como um fluido viscoso, aromático e doce elaborado por abelhas através do néctar e/ou exsudatos sacarínicos de plantas, em especial de origens florais, os quais, após serem levados para a colmeia pelas abelhas, são amadurecidos por elas e estocados no favo para sua nutrição. O mel é natural das abelhas e algumas vespas, mas por conta da sua domesticação antiga e por ter sido originado dos principais países consumidores, a abelha *Apis mellifera* é a estirpe considerada como principal produtora do mel geralmente aproveitado para consumo humano, apesar da enorme variedade de espécies de abelhas existentes e que produzem mel de alta qualidade, como as abelhas que não possuem ferrão das tribos *Meliponini* e *Trigonini* (ALVES *et al.*, 2005).

Em suma o mel é composto de água, frutose, glicose, sacarose, maltose e outros dissacarídeos, sais minerais, vitaminas, enzimas, hormônios, proteínas, ácidos, aminoácidos e fermento. O mel é um dos poucos alimentos que apresentam ação antibactericida e de tranquila digestão, podendo ser aproveitado como alimento tanto na colmeia quanto para o ser humano (SANTOS, 2002).

Seu aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais estão frontalmente relacionadas com a fonte de néctar que o originam e com a espécie de abelha que o produziu (EMBRAPA, 2002).

A cor pode ir do quase transparente ao âmbar escuro e o gosto e níveis de açúcar estão relacionados ao paladar, à espécie, à época, à região e, principalmente, à florada. Além dos açúcares em solução, o mel também comporta ácidos orgânicos, enzimas, vitaminas, flavonoides, minerais e uma extensa diversidade de compostos orgânicos, que contribuem para sua cor, odor e sabor. (ALVES *et al.*, 2005).

Quanto mais escuro for o mel, mais rico será em minerais. Todavia, geralmente este é menos valorizado economicamente, uma vez que os méis de coloração mais clara são mais aceitos pelo mercado mundial (MILESKI, 2016).

O néctar pode derivar de uma única flor (mel monofloral) ou de várias (mel multifloral), podendo o primeiro não ser rigidamente monofloral devido à influência de outro néctar em pequena porção, não gerando interferência apreciavelmente no seu aroma, cor e sabor (ALVES *et al.*, 2005).

A utilização do mel na nutrição humana não deveria limitar-se unicamente a sua característica adoçante, como exímio substituto do açúcar, mas sobretudo por ser um alimento

de alta qualidade, rico em energia e inúmeras outras substâncias que trazem benefícios à harmonia dos processos biológicos de nosso corpo (EMBRAPA, 2022).

4.3 Legislação brasileira para o mel

Segundo a Instrução Normativa n. 11 de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000), o mel é o “produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.”

De acordo com a legislação que está em vigor (BRASIL, 2000), o mel é classificado quanto a sua origem, procedimento de obtenção e apresentação/processamento.

- Segundo sua origem

1. Mel floral: obtido dos néctares das flores.
 - a) Mel unifloral ou monofloral: quando o produto procede principalmente de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e 14 possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias.
 - b) Mel multifloral ou polifloral: obtido a partir de diferentes origens florais.
2. Melato ou Mel de Melato: obtido principalmente a partir de secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas.

- Segundo o procedimento de obtenção de mel

1. Mel escorrido: obtido por escorrimento dos favos desoperculados, sem larvas.
2. Mel prensado: obtido por prensagem dos favos, sem larvas.
3. Mel centrifugado: obtido por centrifugação dos favos desoperculados, sem larvas.

- Segundo sua apresentação e/ou processamento:

1. Mel: produto em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado.
2. Mel em favos ou mel em secções: produto armazenado pelas abelhas em células operculadas de favos novos, construídos por elas mesmas, que não contenha larvas e comercializado em favos inteiros ou em secções de tais favos.
3. Mel com pedaços de favo: produto que contém um ou mais pedaços de favo com mel, isentos de larvas.

4. Mel cristalizado ou granulado: produto que sofreu um processo natural de solidificação, como consequência da cristalização dos açúcares.
5. Mel cremoso: produto com estrutura cristalina fina e que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que o torne fácil de untar.
6. Mel filtrado: produto submetido a um processo de filtração, sem alterar o seu valor nutritivo.

Tabela 1 – Padrão de identidade e qualidade do mel

Parâmetro	Especificação	
	Mel floral	Melato
Açúcares redutores (g 100 g ⁻¹)	Mínimo 65	Mínimo 60
Sacarose aparente (g 100 g ⁻¹)	Máximo 6	Máximo 15
Umidade (g 100 g ⁻¹)	Máximo 20	
Sólidos insolúveis em água (g 100 g ⁻¹)	Máximo 0,1	
Minerais (g 100 g ⁻¹)	Máximo 0,6	Máximo 1,2
Acidez (mEq 100 g ⁻¹)	Máximo 50	
Hidroximetilfurfural (mg 100 kg ⁻¹)	Máximo de 60	

Fonte: Adaptado de Brasil (2000)

4.4 Composição do mel

A composição do mel vai depender, de maneira principal, das fontes vegetais das quais ele é resultante, mas também de fatores distintos, como o solo, a espécie da abelha, o estado fisiológico da colônia, o estado de maturação do mel, as condições meteorológicas quando da colheita, entre outros (ALVES *et al.*, 2005).

4.4.1 Carboidratos

Compondo cerca de 95% a 99% do peso seco do mel, os carboidratos existentes no meio são a frutose, glicose, sacarose, maltose, isomaltose, trissacarídeos e tetrassacarídeos. A variação da constituição de açúcar afeta expressamente as características físicas do mel, tal como viscosidade, granulação, densidade, valor energético, cristalização (ANKLAM, 1998).

4.4.2 Água

A água é o segundo elemento mais relevante do mel e sua percentagem pode variar conforme as condições climáticas, época de colheita e tratamentos empregados no período da armazenagem. A fração de água presente no mel tem influência direta em sua viscosidade, cristalização, sabor, tempo de conservação e crescimento microbiano (MARCHINI, 2004).

Quanto maior a porção de água presente no mel, com mais simplicidade ocorrerá a fermentação indesejável de leveduras in natura e o desenvolvimento de bactérias naturais ao produto, resultando na aparição de etanol e dióxido de carbono, sendo que em seguida, juntamente com a presença de oxigênio, o etanol é convertido em ácido acético, conferindo assim características indesejáveis ao mel (VARGAS, 2006).

4.4.3 Ácidos orgânicos

Estando presentes em 0,57% da composição do mel (m/m), os ácidos orgânicos são responsáveis pelo sabor ácido característico (ANKLAM, 1998).

A espécie presente em quantidade mais significativa no mel é o ácido glucônico, que é produzido a partir da enzima glicose-oxidase, e aquelas em menores quantidades são identificados como os ácidos pirúvico, málico, cítrico, fumárico e succínico (MATSUO e STEFFEN, 2018).

4.4.4 Minerais e cinzas

Presentes em quantidades extremamente pequenas, compõem de 0,04% (méis claros) a 0,2% (méis escuros), minerais como cálcio, cobre, ferros, manganês, fósforo e potássio, sendo esse último o mais quantioso, podem apresentar indícios da localização geográfica e índices de poluição do mel (ANKLAM, 1998).

De acordo com Finola, Lasagno e Marioli (2007), a quantidade de cinzas presentes no mel está frontalmente ligado com as quantidades minerais nele presentes, constatando também que dispersões elevadas no teor de cinzas podem indicar métodos inadequados de colheita.

4.4.5 Proteínas

As proteínas presentes no mel podem apresentar duas origens diferentes: derivadas das próprias abelhas, ou do néctar coletado, sendo que uma parcela pequena delas são enzimas oxidase, diastase, glucose, catalase, α -glucosidase e β -glucosidase. As proporções entre proteínas e enzimas variam, em conformidade com a espécie de abelha e com as condições climáticas no instante em que ocorre a síntese do mel, porém o valor médio de proteínas é de 0,2% (m/m) (ANKLAM, 1998).

4.4.6 Compostos voláteis

Os compostos voláteis provêm dos néctares de origem, e são os responsáveis por conferir ao mel o seu gosto característico. Entre os 300 já identificados estão ácidos, álcoois, aldeídos, terpenos, cetonas e ésteres. Uma análise destes compostos pode fazer com que se tenham indícios da origem botânica do mel (FINOLA *et al.*, 2007).

4.4.7 Compostos fenólicos e outros compostos

Os flavonoides, que fazem parte do grupo de flavanonas e flavonas, são os compostos fenólicos que mais estão presentes no mel (ANKLAM, 1998)

Estão entre eles miricetina, tricetina, quercetina, galangina e alguns outros que atingem patamares de 6 gramas a cada quilograma de mel. Além de tais compostos, estão também presentes no mel vitaminas (C, B, complexo B2) e matérias insolúveis, as quais podem ser uma indicação de que aquele produto está contaminado por impurezas (MATSUO e STEFFEN, 2018).

Tabela 2 – Composição química aproximada do mel de abelha

Nutrientes	Componentes presentes em 100g de mel
Água	17,1 g
Carboidratos (totais)	82,4 g
Frutose	38,5 g
Glicose	31 g
Maltose	7,2 g
Sacarose	1,5 g
Proteínas, Aminoácidos, Vitaminas e Minerais	0,5 g
Energia	304 Kcal

Fonte: Venturini, Sarcinelli e Silva (2007)

4.5 Produtos obtidos do mel

O mel é largamente empregado como adoçante natural em diversos pratos e bebidas, além disso, muitos outros produtos utilizados para a alimentação humana podem ser obtidos através do mel, como por exemplo, doces, balas, barras de cereais com mel, vinagre de mel, molho de mostarda ao mel, entre outros. Há também bebidas que são elaboradas a partir do mel, como é o caso da cachaça de mel, da poncha (aguardente com mel e suco de limão) e do hidromel, que é a mais relevante bebida obtida a partir desta iguaria (YUCEL e SULTANOGLU, 2013).

Pode-se também produzir produtos de beleza e higiene corporal através do mel, como é o caso do sabonete vegetal de mel e do óleo de amêndoas doces, recomendado sobretudo para pessoas que têm a pele sensível (MILESKEI, 2016).

Por conta de seu teor de açúcar ser muito alto, o mel é usado também como conservante de alimentos, sendo igualmente uma interessante opção nutricional devido aos seus vários benefícios demonstrados para a saúde a nível do efeito bactericida, antisséptico, antirreumático, diurético, digestivo, prevenção de gripes e constipações etc. (GOMES, 2010).

5 PROCESSO FERMENTATIVO

5.1 História

Os processos fermentativos são utilizados pelo homem aproximadamente há dez mil anos, no período em que as sociedades humanas desvendaram como gerar alimentos provenientes de fontes de açúcar disponíveis na natureza. Dentre estes alimentos estão presentes as bebidas alcoólicas, sendo o mel de abelha por meio do uso de sua microbiota natural, uma das primeiras fontes utilizadas em sua fabricação (GOMES, 2015).

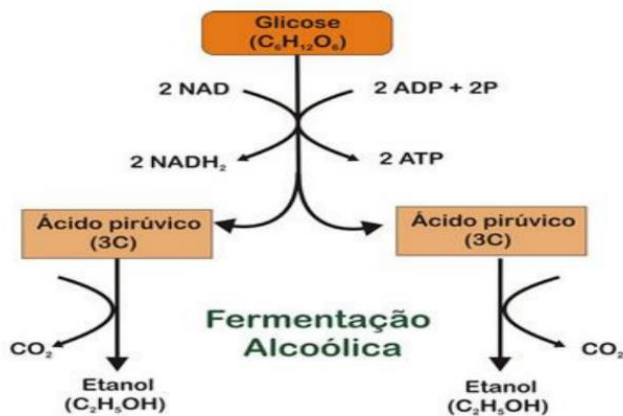
5.2 Definição

A fermentação alcoólica é a técnica de oxidação anaeróbica da glicose por atividade de leveduras, com a produção final de álcool etílico e dióxido de carbono, além de outros compostos secundários (SILVA, 2009).

Pode se fragmentar em três fases: uma introdutória, que é de adaptação da cultura ao meio, outra tumultuosa e, a fase complementar, em que ocorre o desfecho da fermentação (CORAZZA *et al.*, 2001).

No processo fermentativo as leveduras transformam os açúcares (glicose e frutose) em etanol (Figura 1). O processo de conversão que ocorre no interior da célula é fragmentado em duas etapas: a primeira etapa é a conversão do monossacarídeo em ácido pirúvico (piruvato). Isto acontece por meio de uma sequência de dez reações enzimáticas, ficando conhecida como glicólise. A segunda etapa ocorre a partir do ácido pirúvico, em condições de anaerobiose, ocorre fermentação alcoólica propriamente dita, originando então o produto mais frequente neste processo, o etanol (MADIGAN *et al.*, 2010).

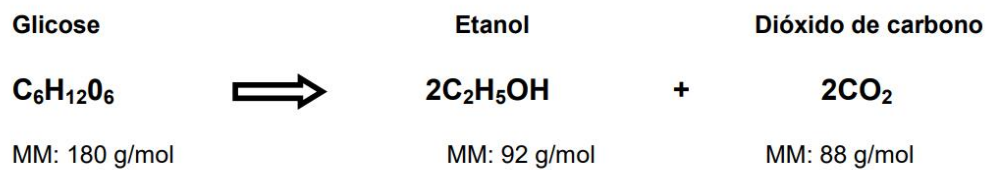
Figura 1 – Conversão da glicose em etanol pela ação das leveduras



Fonte: Madigan *et al.*, 2010

No processo fermentativo, por ação das leveduras, os principais produtos obtidos são o etanol e o dióxido de carbono.

Figura 2 – Conversão estequiométrica de glicose em etanol e dióxido de carbono



Fonte: Jackman (1991)

5.3 Cinética do processo fermentativo

A análise da cinética dos processos fermentativos resume-se primeiramente na análise do progresso dos valores de concentração de um ou mais componentes do sistema de cultivo, em função do tempo de fermentação. Compreende-se por componentes o microrganismo ou concentração celular (X), os produtos do metabolismo (P) e os nutrientes ou substrato (S) que compõem o meio de cultura (BORZANI, 2001).

5.4 Parâmetros importantes na fermentação

5.4.1 Temperatura

A temperatura é um dos mais importantes fatores em um processo fermentativo. A faixa considerada ideal fica entre 28°C e 32°C. Desse modo, valores muito abaixo ou muito acima do que estes podem gerar perda na eficiência da fermentação.

5.4.2 pH

O pH é outro fator extremamente importante no processo. Seus valores ideais ficam em torno de 4 a 4,5. Sendo assim, condições muito diferentes destas acabam por gerar uma ineficiência no desempenho das leveduras.

5.4.3 Sólidos solúveis

Em relação aos sólidos solúveis, Nogueira (2005), relata que o seu teor em um caldo destinado a ser fermentado depende da natureza e da composição química da matéria-prima, devendo ser conciliável com a espécie de levedura que será utilizada e com o processo empregado na fermentação alcoólica.

5.4.4 Viabilidade

A viabilidade é, com certeza, um aspecto imprescindível no controle de uma fermentação alcoólica. Quanto mais alto for esse valor melhor será a execução do processo. Temperaturas muito altas no processo fermentativo produzem um considerável decréscimo da viabilidade celular, devido à amplificação das taxas de produção e acúmulo de álcool no meio e nas células (STECKELBERG, 2001).

5.4.5 Nutrientes

Em relação aos nutrientes absorvidos pelas leveduras durante o período da fermentação, os compostos nitrogenados são de maneira quantitativa os mais importantes, em seguida dos compostos de carbono, que são fundamentais para o crescimento e metabolismo das leveduras (CASELLAS, 2005).

Um municiamento inadequado de nitrogênio assimilável no meio de fermentação pode fazer com que haja um crescimento imperfeito da levedura, fermentações prolongadas, taxas de crescimento reduzidas e por conseguinte, um decréscimo da produtividade (MILESKI, 2016).

6 HIDROMEL

6.1 História

Reconhecida como uma das mais antigas bebidas da história e descoberto até mesmo antes do vinho, o hidromel é provavelmente o antecessor da cerveja e foi uma das primeiras bebidas a ser consumida pelo homem (PEREIRA, 2008).

Há evidência arqueológica do fabrico de hidromel há 7.000 a.C., visto que nesse tempo, no norte da China foram encontrados vasos de cerâmicas com possíveis misturas de hidromel, arroz e outras frutas, com sinais de compostos orgânicos gerados pela fermentação (GUPTA e SHARMA, 2009).

A “bebida dos deuses”, como é chamado o hidromel, tinha seu consumo extremamente disseminado, havendo indícios da ocorrência deste fator na China e na África há milhares de anos (BERRY, 2007 *apud* FREITAS *et al.*, 2017).

Esta bebida foi abundantemente utilizada na Europa, contudo, depois do aparecimento e desenvolvimento de novas tecnologias, muitas civilizações acabaram por substituir a cultura e o costume de tomar hidromel pelo consumo de novas bebidas que estavam surgindo, como o vinho e a cerveja (PEREIRA, 2008).

O berço do hidromel provavelmente são os países da África e, mais tarde, toda a bacia do Mediterrâneo e Europa, onde passou a ser produzido, desempenhando um papel interessante nas antigas civilizações. As bebidas fermentadas de mel possivelmente são as mais antigas bebidas alcoólicas descobertas e consumidas pelo homem. (IGLESIAS *et al.*, 2014).

A primeira descrição conhecida da bebida foi detectada no Rigved, livro dos Hinos, que foi escrito entre 1.700 e 1.100 a.C.; é o documento mais vetusto da literatura hindu. Na mitologia celta, anglo-saxões e vikings, o hidromel era parcela imprescindível dos rituais, por ser estimado a bebida dos nobres e deuses. Para esses povos, essa bebida proporcionava diversos fatores benéficos ao ser humano, como a imortalidade, o conhecimento e o dom da poesia; acreditava-se também que aqueles que a consumiam possuiriam poderes mágicos e de cura, que seriam capazes de aumentar força, virilidade e fertilidade (GUPTA e SHARMA, 2009).

6.2 Definição e características

O vinho do mel, como também é tratado o hidromel, é uma bebida fermentada à base de mel, água e leveduras, onde se pode adicionar ervas, especiarias e frutas; em relação ao seu teor alcoólico, ele pode variar de 8 a 18% em volume de álcool (MILESKI, 2016).

Na preparação do mosto desta bebida, o mel pode ser diluído em diferentes proporções de água, como por exemplo: 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3 (mel: água) (BRUNELLI, 2015), sendo 1:3 a mais comum dentre estas.

A bebida tem diversas maneiras de ser classificada. São elas: seco, licoroso, doce e espumoso, variando de acordo com a sua tecnologia de fabricação. Esta produção depende do tempo em que o hidromel foi fermentado, da quantidade de mel que se utilizou e da graduação alcoólica resultante da adição de aguardente vínica (MILESKI, 2016).

As leveduras do gênero *Saccharomyces cerevisiae* são as responsáveis pela sua fermentação. Estas são as mesmas utilizadas no processo produtivo da cerveja e do vinho.

Além da qualidade da matéria prima, pH, temperatura, teor de açúcares e disponibilidade de nutrientes, a taxa de inoculação de leveduras é um fator de extrema importância no processo de geração do hidromel (MILESKI, 2016).

Ao longo da história, surgiram diversas modificações na maneira de se produzir essa bebida, fazendo com que além da maneira tradicional (mel e água), surgissem outras misturas mais complexas, com sucos de frutas e especiarias (pimentas, cravos, baunilha, entre outras) (BRUNELLI, 2015).

As condições dos processos de fermentação comercial, como por exemplo o pH, a temperatura e os componentes do meio, em sua maioria acabam por não serem divulgados, mas destinados a serem guardados em sigilo (MILESKI, 2016).

6.2.1 O hidromel no Brasil

Por possuir grande dimensão territorial e multiplicidade de flora, além de variados climas, o Brasil tem predisposição para a produção de hidromel com qualidade sensorial e características particulares (FERRAZ, 2015).

A cultura de se fabricar hidromel, além de ofertar um exímio valor agregado, faz com que os resíduos da extração do mel sejam utilizados, o que acaba por contribuir para o custo-benefício do produto e para o acréscimo de renda dos apicultores (FERNANDES, LOCATELLI e SCARTAZZINI, 2009).

No entanto, sua produção e consumo ainda não são muito difundidos e conhecidos pelo país, provavelmente pela carência de conhecimentos na área e de técnicas de elaboração da bebida (FERRAZ, 2015).

6.3 Matérias-primas para a produção de hidromel

6.3.1 Mel

O mel é conceituado como um fluido viscoso, aromático e doce elaborado por abelhas através do néctar e/ou exsudatos sacarínicos de plantas, em especial de origens florais, os quais, após serem levados para a colmeia pelas abelhas, são amadurecidos por elas e estocados no favo para sua nutrição. O mel é natural das abelhas e algumas vespas, mas por conta da sua domesticação antiga e por ter sido originado dos principais países consumidores, a abelha *Apis mellifera* é a estirpe considerada como principal produtora do mel geralmente aproveitado para consumo humano, apesar da enorme variedade de espécies de abelhas existentes e que produzem mel de alta qualidade, como as abelhas que não possuem ferrão das tribos *Meliponini* e *Trigonini* (ALVES *et al.*, 2005).

Em suma o mel é composto de água, frutose, glicose, sacarose, maltose e outros dissacarídeos, sais minerais, vitaminas, enzimas, hormônios, proteínas, ácidos, aminoácidos e fermento. O mel é um dos poucos alimentos que apresentam ação antibactericida e de tranquila digestão, podendo ser aproveitado como alimento tanto na colmeia quanto para o ser humano (SANTOS, 2002).

Seu aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais estão frontalmente relacionadas com a fonte de néctar que o originam e com a espécie de abelha que o produziu (EMBRAPA, 2002).

6.3.2 Água

Para que seja utilizada no processo de produção do hidromel a água obrigatoriamente deve ser potável, transparente, incolor, inodora e não apresentar qualquer sabor e aroma estranho e/ou desagradável, ou seja, deve ser própria para o consumo humano. A Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas, onde está inserido o hidromel, salienta que a água utilizada na elaboração dessa bebida a base de mel “deve obedecer às normas e aos padrões aprovados pela legislação específica para água potável e estar condicionada, exclusivamente, à padronização da graduação alcoólica do produto final” (BRASIL, 2012).

6.3.3 Aditivos

Aditivos alimentares são considerados todos aqueles ingredientes que são adicionados de maneira intencional aos alimentos sem o propósito de nutrir. Ou seja, possuem apenas a intenção de alterar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, no decorrer da fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento (BRASIL, 1997).

Na preparação do hidromel, os aditivos mais importantes e que possuem maior relevância são os conservadores, dado que eles auxiliam na prevenção e inibição da deterioração da bebida por microrganismos contaminantes. Os sulfitos, bissulfito e metabissulfito de sódio ou de potássio são usados de maneira habitual como conservantes na etapa de engarrafamento para evitar uma fermentação indesejável (GUPTA e SHARMA, 2009).

6.4 Microbiologia do hidromel

Quando se trata de alimentos, a microbiologia tem por dever estudar a influência que os microrganismos causam nas características dos produtos que são consumidos pela espécie humana (EEEP, 2012).

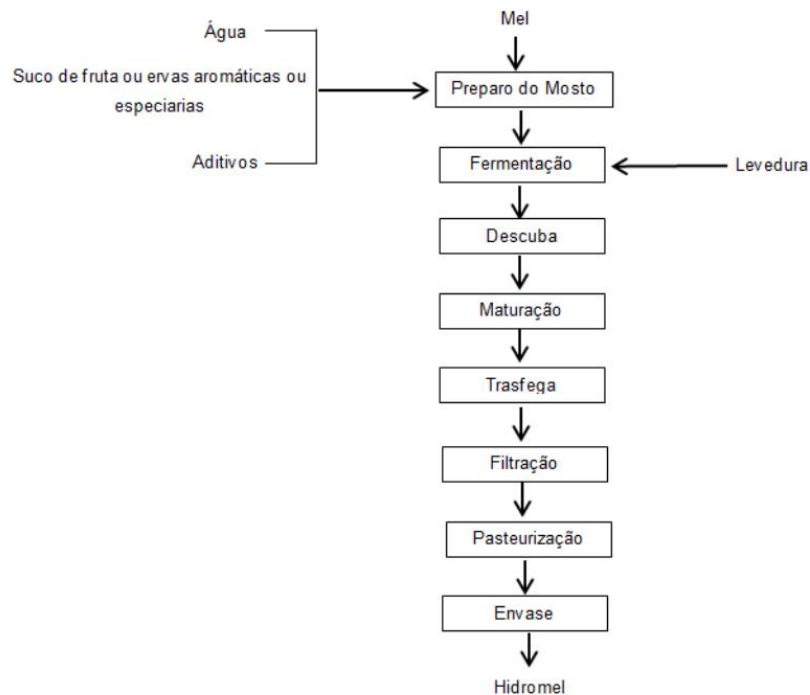
No que diz respeito ao hidromel, as leveduras aplicadas no seu processo de fermentação fazem parte do gênero *Saccharomyces*. Elas manifestam alta velocidade de fermentação, tolerância à elevada concentração de álcool, açúcares e ácidos orgânicos, elevado poder floculante, além de produzir compostos aromáticos que possam contribuir com o aroma e sabor da bebida (BRUNELLI, 2015).

6.5 Processamento do hidromel

A maneira precisa de como é realizada a produção do hidromel pode variar, devido ao fato de que ele é, em sua maioria, produzido de maneira artesanal tendo como base receitas empíricas. No entanto, todos os métodos seguem, de maneira geral, uma mesma ordem de processos. O resultado do produto final está totalmente ligado a alguns fatores, como a qualidade de matérias-primas, tipos de microrganismos presentes no mel, agente fermentador e aditivos (GUPTA e SHARMA, 2009).

A etapa que dá início ao processo constitui-se da elaboração do mosto adicionado de mel, água e aditivos, seguida da pasteurização para supressão da flora concorrente, resfriamento até a temperatura de fermentação, adição das leveduras, processo fermentativo, descuba, maturação, trasfega, filtração, envase e armazenamento (MATSUO e STEFFEN, 2018).

Figura 3 – Fluxograma do processamento do hidromel



Fonte: Adaptado de Gupta e Sharma (2009)

6.5.1 Preparo do mosto

Os mostos de hidromel têm características de apresentar na maioria das vezes um pH baixo e uma combinação de ácidos que são oriundos do mel, os quais podem acabar por interferir na taxa de fermentação. A taxa de fermentação do hidromel depende, especialmente, da variedade do mel, da espécie de levedura, da composição do meio de cultura e do pH extracelular (NAVRÁTIL *et al.*, 2001).

É deveras importante fazer com que o valor do pH do mosto se mantenha dentro de uma faixa de 3,7 - 4,0 para que se dê início a fermentação (MCCONNELL e SCHRAMM, 1995).

Visto isso, os aditivos mais apropriados para o ajuste do pH são: o carbonato de cálcio, carbonato de potássio, bicarbonato de potássio, ácido tartárico, cítrico ou láctico (BRUNELLI, 2015).

No processamento do hidromel, as diluições (mel:água) mais usuais são 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3, sendo 1:3 a mais utilizada. As misturas (1:0,5 e 1:1) que comportam concentrações mais altas de açúcar podem provocar a inibição da levedura alcoólica, por conta da pressão osmótica excessiva; deste modo, é necessário fracionar a quantidade de mel durante o processo de fermentação (SROKA e TUSZYŃSKI, 2007).

A adição de grão de pólen (10 a 50 g L⁻¹) junto ao mosto do hidromel pode ocasionar melhora nas taxas de fermentação, na produção de álcool e nas propriedades sensoriais da bebida. (BRUNELLI, 2015).

Na elaboração de hidroméis com adição frutas (como é o caso do Melomel e do Cyser) ou especiarias aromáticas (como é o caso do Metheglin), é neste momento em que a polpa ou suco de frutas entram no processo (GUPTA e SHARMA, 2009).

Há também a prática da adição de ácidos orgânicos, que é um procedimento importante que deve se levar muito em consideração, pois além de reduzir o pH do mosto, ele favorece o crescimento das leveduras, auxilia no controle de microrganismos contaminantes e proporciona o equilíbrio da acidez fixa na bebida final (BRUNELLI, 2015).

O mel, todavia, é insatisfatório em nitrogênio, minerais e nutrientes importantes para o desenvolvimento das leveduras; o que pode implicar durante o processo da fermentação alcoólica (GUPTA e SHARMA, 2009).

Por conta disto, é preciso que haja o emprego de suplementos nutricionais com o propósito de potencializar as condições de fermentação (MENDES-FERREIRA *et al.*, 2010).

Há ainda estudos científicos que recomendam que se faça o pré-aquecimento do mosto antes de começar a fermentá-lo, isto é, a pasteurização (BRUNELLI, 2015).

6.5.2 Fermentação

Por conta do alto teor de açúcares presentes no mel, o processo fermentativo é bastante demorado, sendo a variedade do mel, a família da levedura, os nutrientes disponíveis e o pH do meio (NAVRÁTIL *et al.*, 2001), variáveis importantes que têm influência direta na produção e qualidade do produto final (MILESKI, 2016).

A temperatura é um dos mais importantes fatores a serem considerados no momento da fermentação, em virtude de que para cada tipo de levedura há uma temperatura ótima adequada. Para a *Saccharomyces cerevisiae*, levedura utilizada na fabricação do hidromel, as taxas mais elevadas de fermentação são obtidas em temperaturas entre 20 e 30 °C, ao passo que temperaturas inferiores a 15 °C estão associadas a reduções significativas na sua velocidade. Sendo assim, também é fundamental que se observe que a taxa de fermentação também diminui quando a temperatura ultrapassa os 30°C (BRUNELLI, 2015).

As leveduras que são usualmente utilizadas na produção de hidromel são, as mesmas utilizadas na produção de vinho, cerveja e champanhe. Hoje em dia, existem diversas espécies diferentes de leveduras enológicas, que são, em maior parte, de *Saccharomyces cerevisiae*, cuja grande quantidade de compostos sintetizados podem variar bastante de acordo com a espécie (SCHULLER e CASAL, 2005).

O processo fermentativo mais utilizado na produção do hidromel é o descontínuo (GUPTA e SHARMA, 2009).

O elevado teor de açúcar no mosto pode afetar esta etapa, pois a fermentação propende a ser mais lenta, podendo estimular a refermentação do mosto por bactérias, que produzem ácido láctico e acético. Tais compostos podem elevar o teor de acidez e a produção de ésteres voláteis (CASELLAS, 2005).

A influência desses compostos (ácidos láctico e acético) pode modificar a qualidade organoléptica do hidromel, de maneira particular o aroma e sabor, interferindo sua aprovação pelos consumidores (BRUNELLI, 2015).

O buffer, substâncias responsáveis por manter o pH na faixa indicada durante o processo fermentativo, também é adicionado. As substâncias que geralmente mais se utilizam são: carbonato de cálcio, carbonato de potássio, bicarbonato de potássio e ácido tartárico (IGLESIAS *et al.*, 2014).

No que se refere às condições ideais do meio fermentativo, foi concluído que com o aumento da quantidade de mel que se coloca no início, houve uma maior quantidade de açúcares totais, diminuição no pH, aumento de acidez total e mais turbidez. Assim sendo, viu-se que bebidas produzidas a partir de mostos com menores concentrações de açúcar (20 °Brix) tiveram uma fermentação completa, devido à baixa taxa de açúcares redutores no produto final; entretanto, as que foram feitas com maiores concentrações (30 e 40 °Brix) apresentaram uma fermentação incompleta, fato ocorrido em vista da quantidade elevada de açúcares redutores no hidromel final. Desse modo, pode-se, então, relacionar a quantidade inicial de açúcares com seu efeito inibitório sobre as leveduras (BRUNELLI, 2015).

Para selecionar espécies de leveduras com as características esperadas é primordial que se considere alguns critérios, como tolerância a uma alta produção de etanol, esgotamento dos açúcares e elevada atividade fermentativa, crescimento a temperaturas altas e baixas, crescimento junto a concentrações de açúcar elevadas e boa produção de glicerol. Procura-se da mesma forma, uma produção reduzida de dióxido de enxofre, de espuma, de sulfureto de hidrogênio e de acidez volátil, bom perfil enzimático (atividades elevadas de β -glucosidase

proteolítica), produção baixa de acetaldeído e inexistência de formação de aminas biogénicas (NIKOLAOU *et al.*, 2006).

6.5.3 Imobilização celular

As técnicas de imobilização celular são empregadas, geralmente, de modo a proteger o imobilizado de condições ruins que o meio em que se encontra pode oferecer, resguardando-o dos danos que ele possa vir a sofrer, aumentando a estabilidade celular e diminuindo o custo de produção de produtos finais (CANILHA *et al.*, 2006).

Este procedimento é extremamente valioso e importante, já que facilitam as etapas de separação e clarificação, especialmente quando se trata de bebidas alcoólicas (MATSUO e STEFFEN, 2018).

6.5.4 Tratamento térmico

O estágio do tratamento térmico é realizado com o propósito de diminuir a carga microbiana inicial do mosto para impedir intervenções microbiológicas no momento da fermentação (IGLESIAS *et al.*, 2014).

Alguns estudos científicos comprovam que o tratamento térmico também melhora a clarificação do produto e proporciona uma melhor conservação ao longo da estocagem (UKPABI, 2006).

De outra forma, alguns outros estudos indicaram que o tratamento térmico modifica o perfil de compostos fenólicos e acaba por influir na concentração de compostos voláteis do hidromel, ou seja, na perda de propriedades sensoriais do produto (MANCILLA-MARGALLI e LOPEZ, 2002)

6.5.5 Descuba

A descuba é uma parte indispensável no processo de produção do hidromel, pois é o procedimento que consiste na desintegração da borra (sólido) do fermentado (líquido). A extração da fração líquida de um fermentador para outro recipiente acontece por meio da gravidade ou por meio do bombeamento. Esta atividade deve ser realizada entre 7 e 10 dias

após o término da fermentação; nesse intervalo de tempo a borra já se depositou no fundo do recipiente e o líquido permanece por um tempo pequeno em contato com ela, não prejudicando a qualidade da bebida (BRUNELLI, 2015).

6.5.6 Maturação

Dentre as especificidades do hidromel, o tempo para o envelhecimento, também chamado de maturação, e as condições em que ele é armazenado podem atribuir características singulares a bebida. (MILESKI, 2016)

O líquido fermentado, após a descuba, é deixado em repouso para maturar, sem a presença de ar, a uma temperatura de 10 a 12°C, por um período de 1 a 6 meses, em recipiente que contenha botoque hidráulico ou válvula de Müller (GUPTA e SHARMA, 2009).

Essa etapa é imprescindível na fabricação da bebida, sobretudo em relação ao desenvolvimento de compostos aromáticos que irão compor o buquê do hidromel (BRUNELLI, 2015).

Desta maneira, o recipiente empregado na maturação afeta de maneira direta as características da bebida, podendo remover ou adsorver algumas substâncias como flavonoides e taninos. Além do mais, a decomposição parcial de macromoléculas da madeira (lignina, celulose, hemicelulose) em monômeros solúveis, como aldeídos e ácidos carboxílicos são anexados a bebida. Todas as transformações proporcionam aumento gradual de coloração e viscosidade além do sabor no produto sujeito ao envelhecimento (MAINIERI e CHIMELO, 1989).

Dentre as madeiras que são utilizadas para o se fazer o envelhecimento de bebidas, o carvalho é o que prevalece mundialmente (GONZÁLES-CENTENO, CHIRA e TEISSEDRE, 2016).

6.5.7 Trasfega e clarificação

Posteriormente à maturação, o fermentado é trasfegado, quer dizer, o líquido é levado para um outro recipiente, dissociando-o da borra depositada no fundo. A época e a frequência de trasfegas realizadas na produção do hidromel ficam por conta do técnico responsável pelo processamento; no entanto, podem variar com as características da matéria-prima, tipo de bebida,

metodologia de elaboração (uso de agente clarificante), temperatura da maturação e o tipo de recipiente (BRUNELLI, 2015).

A clarificação do hidromel, além do procedimento de trasfega, pode ser favorecida com a aplicação da filtração e a utilização de agentes clarificantes. A filtração tem como objetivo remover leveduras e o material que está em suspensão; além deste processo, pode-se fazer também o uso de agentes clarificantes como a argila bentonita; neste caso, os sólidos insolúveis da bebida são removidos por sedimentação. Esses processos de clarificação podem ser realizados de maneira isolada ou em conjunto (GUPTA e SHARMA, 2009).

6.5.8 Operações finais

Rivaldi *et al.* (2009) colocaram uma parte do hidromel produzido em garrações de vidro e outra em tonel de carvalho, para que fossem feitas avaliações de diferenças nas características sensoriais da bebida. Os hidroméis que foram armazenados em tonel de carvalho possuíam características sensoriais mais aceitáveis ao paladar em relação àquele envelhecido em frasco de vidro.

6.5.9 Problemas na produção

Mesmo com o mel apresentando excelentes propriedades, a produção de hidromel defronta-se com alguns problemas, sendo eles: atrasos e amuos da fermentação, falta de uniformidade do produto e produção de compostos, pelas leveduras, com aroma desagradável. Estas adversidades podem estar ligadas ao fato de que as leveduras utilizadas na fermentação são leveduras enológicas que, provavelmente, não estão adaptadas às condições de stress do mel (PEREIRA, 2008).

Uma condição de stress é, segundo Ivorra *et al.* (1999), qualquer fator ambiental que acabe por exercer um efeito adverso no crescimento celular.

Há também alguns outros problemas, como por exemplo: a graduação alcoólica não atingida, a falta de uniformidade do produto final, a refermentação, o aumento da acidez e a produção de ésteres voláteis podem comprometer a qualidade do hidromel tornando-o desagradável (CASELLAS, 2005).

6.5.10 Compostos voláteis no hidromel

A presença de compostos voláteis, tais como álcoois, ésteres, aldeídos e ácidos carboxílicos estão totalmente ligados às propriedades sensoriais do hidromel. A presença e concentração destes estão associadas com a qualidade da matéria prima, condições de fermentação e a maturação (MENDES-FERREIRA *et al.*, 2010).

Segundo Pereira *et al.* (2009), cuidados especiais no preparo do mosto são fundamentais para garantir uma fermentação sadia, livre de contaminação por bactérias que possuem capacidade de metabolizar os açúcares gerando ácidos carboxílicos, aumentando os níveis de acidez volátil da bebida e dando origem a ésteres anormais e indesejáveis.

Os ésteres são considerados os principais compostos voláteis que ajudam na formação do aroma no hidromel (MILESKI, 2016)

6.5.11 Otimização das condições de fermentação

Os modelos matemáticos usados na compreensão de processos de otimização e controle são mecanismos muito úteis nesse domínio. De forma a superar os problemas associados à preparação do hidromel mencionados anteriormente, no processo produtivo desta bebida poderá ser proveitoso proceder à otimização de alguns princípios, de maneira a desenvolver-se uma fermentação eficaz. Uma vez estabelecidos os parâmetros que devem ser otimizados, podem recorrer-se a um procedimento que permita determinar as melhores condições do processo, precavendo problemas que possam acontecer durante a fermentação. Um dos principais métodos utilizados para a otimização destas condições é o delineamento experimental (GOMES, 2010).

6.6 Qualidade do hidromel

Quando se trata de qualidade do hidromel, os parâmetros mais importantes utilizados para sua avaliação são o hidroximetilfurfural (HMF) e o conteúdo fenólico. O HMF é um aldeído cíclico formado pela degradação de açúcares, que resulta na redução do valor nutricional do mel e, em sequência, também resulta na redução do valor nutricional do hidromel (KAHOUN *et al.*, 2008)

6.7 Legislação brasileira para o hidromel

O Hidromel, de acordo com o Decreto n. 6871 de 4 de junho de 2009, “... é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20°C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (BRASIL, 2009).

A Instrução Normativa n. 34 de 29 novembro de 2012 é a que estabelece os parâmetros legais para o hidromel, além de dizer que não é permitido a utilização de açúcar (sacarose) no processo de fabricação dessa bebida (BRASIL, 2012).

6.8 Custo

Segundo Mileski (2016), o custo de produção do hidromel fica perto de R\$ 9,00 por garrafa, sem considerar os custos de investimento inicial e da mão de obra. Sendo assim, dependendo do mel que foi empregado na fabricação e do nível de qualidade do produto, esta bebida pode gerar um valor agregado de 300%, já que uma garrafa com volume de 750mL tem preço de venda de R\$ 40,00 a R\$ 100,00.

6.9 Tipos de hidromel

Estabelecido pela legislação brasileira, o hidromel é composto substancialmente de quatro ingredientes: mel, água, leveduras e aditivos. Todavia existem algumas variações da bebida em que são adicionados ingredientes extras para que se tenha uma pequena mudança no sabor, como frutas ou sucos de frutas, especiarias e temperos como baunilha, manjerição, pimenta, canela, lúpulo, malte, que podem ser acrescentados diretamente em qualquer parte do processo de produção. Dependendo dos ingredientes que forem adicionados à bebida, esta passa a ter nomes específicos (GUPTA e SHARMA, 2009).

Melomel: Hidromel adicionado de frutas.

Cyser: Hidromel adicionado de maçã e/ou suco de maçã.

Pyment: Hidromel adicionado de uvas e/ou suco de uvas. Também é denominado de pyment um vinho que tenha adição de mel antes de sua etapa de fermentação.

Hippocras: Pyment com temperos.

Metheglin: Hidromel aromatizado com ervas e/ou temperos.

Braggot: Hidromel adicionado de cereais maltados.

Rhodomel: Hidromel adicionado de pétalas de rosas.

Morat: Hidromel adicionado de amoras.

Capsicumel: Hidromel adicionado de pimentas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das pesquisas e estudos realizados foi possível compreender tudo aquilo que está relacionado ao processo de produção do hidromel, desde o preparo do mosto até as operações finais que compõem o processamento da bebida. Além disso, ainda foi permitido abranger informações sobre as técnicas de apicultura, os aspectos, características e fatores específicos do mel e como funciona o processo fermentativo. Desta maneira, o objetivo foi alcançado, porém observou-se que o hidromel, mesmo sendo uma bebida que existe há milhares de anos, ainda carece de pesquisas e estudos sobre determinados métodos e procedimentos que estão presentes em sua fabricação. No entanto, foi visto que o Brasil é um excelente local em que se pode investir na sua produção, muito em virtude de sua grande extensão territorial e multiplicidade de flora, o que proporcionaria o fabrico de diferentes tipos e estilos de hidromel.

REFERÊNCIAS

- ALVES R. M. O.; CARVALHO C. A. L.; SOUZA B. A.; SODRE G. S.; MARCHINI L. C. Physico-chemical characteristics of honey samples of stingless bee *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.644-650, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/F5fh4qscxwMDvMfB3wbv6fy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ANKLAM, Elke. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food chemistry**, v. 63, n. 4, p. 549-562, 1998. Disponível em: https://www.academia.edu/43926479/A_review_of_the_analytical_methods_to_determine_the_geographical_and_botanical_origin_of_honey. Acesso em: 15 abr. 2022.
- BARBOSA, A. L.; PEREIRA, F. M.; VIEIRA NETO, J. M.; REGO, J. G. S.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C. R. Criação de abelhas (apicultura). **ABC da Agricultura familiar – EMBRAPA**, Brasília, 122p, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11943/2/00081610.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- BARTH O. M. Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. **Mensagem Doce**, São Paulo, p. 2-6, 2005. Disponível em: <https://www.apacame.org.br/mensagemdoce/81/artigo.htm>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- BORZANI, W. **Biotecnologia Industrial**. Volume II. 1ª Edição. Engenharia Química. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda. 2001. 554p. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/livro10/biotecnologia-industrial-vol-2-valter-borzani-1-ed-pt>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm#:~:text=Decreto%20n%C2%BA%206871&text=DECRETO%20N%C2%BA%206.871%2C%20DE%204,e%20a%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o%20d e%20bebidas. Acesso em: 20 maio 2022.
- 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. Disponível em: https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Mel-completo-IN-11_2000.pdf. Acesso em: 27 abr. 2022.
- 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. Disponível em:

<https://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2018/04/IN-N%C2%BA-34-de-29-de-novembro-de-2012.pdf>. Acesso em: 22 maio 2022.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária; Ministério da Saúde (SVS/MS). Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Poder Executivo, 28 out. 1997. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA_540_1997.pdf/3c55fd22-d503-4570-a98b-30e63d85bdad. Acesso em: 12 abr. 2022.

BRUNELLI, Luciana Trevisan. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel**. 2015. vii, 85 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/145493>. Acesso em: 18 maio 2022.

CANILHA, L.; CARVALHO, W.; SILVA, J. B. de A. Biocatalisadores imobilizados: uso de células e enzimas imobilizadas em processos biotecnológicos. **Biotec Ciên e Desenv.** IX, v. 48, n. 36, p. 48-57, 2006.

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. Disponível em: <https://www.tdx.cat/handle/10803/8651>. Acesso em: 17 maio 2022.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, ago. 2001. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=687. Acesso em: 19 abr. 2022.

CRANE, E. **O livro do Mel**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 226p. Disponível em: <https://historiapt.info/capa-pdf-cdr.html?page=60>. Acesso em: 18 maio 2022.

DE CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues. **Produção de mel**. 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/67483>. Acesso em: 20 abr. 2022

FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, L.S. Avaliação de diferentes estirpes de levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. **Evidência, Joaçaba** v. 9, p. 29-42, janeiro/dezembro 2009. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1879>. Acesso em: 14 maio 2022.

FERRAZ, F. O. **Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico-químicas e sensoriais de hidromel**. Tese para obtenção do título em Doutor em Ciências do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Industrial. Universidade de São Paulo. Lorena-SP. 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97132/tde-24032015-165257/pt-br.php>. Acesso em: 19 abr. 2022.

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

https://www.researchgate.net/publication/222042882_Microbiological_and_chemical_characterization_of_honeys_from_Central_Argentina. Acesso em: 16 maio 2022.

FREITAS, Adriana Gonçalves et al. Hidromel: uma opção de renda para o apicultor. **Hig. aliment**, p. 36-40, 2017. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ens-36860>. Acesso em: 11 maio 2022.

FREITAS, D. G. F., KHAN, A. S., SILVA, L. M. R. Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, n.1, p.171-188. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/FCsRQXhj7k8SbysHnKVkSXf/?lang=pt>. Acesso em: 20 maio 2022.

GARCIA. **Revisão bibliográfica: aprenda 7 dicas de como fazer uma excelente**. 2020. Disponível em: <https://inglesinstrumentalonline.com.br/blog/como-fazer-uma-revisao-bibliografica/> Acesso em: 14 maio 2022.

GOLINSKY, A. **Avaliação da viabilidade econômica e nível tecnológico da apicultura no estado do Rio de Janeiro**. 2009. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-90773/avaliacao-da-viabilidade-economica-e-nivel-tecnologico-da-apicultura-no-estado-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 15 maio 2022.

GOMES, Flávia Simone. **Processo fermentativo de bebida alcoólica mista de mel de abelha e lúpulo**. 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/11083>. Acesso em: 22 maio 2022.

GOMES, Teresa. **Produção de hidromel: efeito das condições de fermentação**. 2010. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico de Braganca (Portugal). Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/2e7f9bf3d02285604d1cef4514ef1b56/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 19 abr. 2022.

GONZÁLES-CENTENO, M. R.; CHIRA, K.; TEISSEDER, P. L., Ellagitannin content, volatile composition and sensory profile of wines from different countries matured in oak barrels subjected to different toasting methods, **Food Chemistry**, v. 210, p.500- 511, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27211676/>. Acesso em: 18 maio 2022.

GUPTA, J. K.; SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: a review. **Natural Product Radiance**, New Delhi, v. 8, p. 345-355, 2009. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Production-technology-and-quality-characteristics-a-Gupta-Sharma/aa41e6d5b306abe2b6229e0cb4f085e9603f2e64>. Acesso em: 18 maio 2022.

IGLESIAS, A.; FEÁS, X.; RODRIGUES, S.; SEIJAS, J.A.; VÁZQUEZ-TATO, M.P.; DIAS, L.G.; ESTEVINHO, L.M. Comprehensive study of honey with protected denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specifications. **Molecules Basel**, Basel, v. 17, p. 8561–8577, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6268851/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

IGLESIAS, A; PASCOAL, A; CHOUPINA, AB; CARVALHO, CA; FEÁS, X; ESTEVINHO, LM. Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement

Strategies for Mead Production. *Molecules* Basel, **Basel**, v.19, n.8, p.12577-12590, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25153872/>. Acesso em: 22 maio 2022.

IVORRA, C., PÉREZ-ORTÍN, J. E., del OLMO, M., 1999. An inverse correlation between stress resistance and stuck fermentations in wine yeasts. A Molecular Study. **Biotechnology and Bioengineering**, 64, 698-708. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10417219/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

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

KAHOUN, D.; REZKOVÁ, S.; VESKRNOVÁ, K.; KRÁLOVSKY, J.; HOLCAPEK, M. Determination of phenolic compounds and hydroxymethylfurfural in meads using high performance liquid chromatography with coulometric–array and UV detection. **Journal of Chromatography**, Oxford, v. 1202, p. 19-33, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18620360/>. Acesso em: 26 maio 2022.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; DUNLAP, P.V.; CLARK, D.P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 1160 p. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-766446>. Acesso em: 15 maio 2022.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 419p. 1989. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/1989/01/fichas-de-caracteristicas-das-madeiras-brasileiras/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MANCILLA-MARGALLI, N. A.; LOPEZ, M. G. Generation of maillard compounds from inulin during the thermal processing of Agave tequilana. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 50, v.4, p. 806–812. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11829648/>. Acesso em: 17 maio 2022.

MATSUO, Nilson Yugo; STEFFEN, Renato Daher Augusto. **Efeito do processo fermentativo na cinética e qualidade de hidromel**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16451>. Acesso em: 04 maio 2022.

MCCONNELL, D. S.; SCHRAMM, K. D. Mead success: ingredients, processes and techniques. **Zymurgy**, Boulder, v. 4, p. 33–39, 1995. Disponível em: <https://www.homebrewersassociation.org/attachments/0000/1305/Springzym95-Mead.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20937538/>. Acesso em: 12 maio 2022.

MICHENER, C. D. Biogeography of the Bees. **Annals of Missouri Botanical Garden**. v. 66, n. 3, p. 227-347, 1979. Disponível em: <https://annals.mobot.org/index.php/annals/issue/archive>. Acesso em: 25 maio 2022.

MILESKI, João Paulo Fernando. **Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras Saccharomyces**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1901>. Acesso em: 14 abr. 2022.

NAVRATIL, M.; STURDIK, E.; GEMEINER, P. Batch and continuous mead production with pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. **Biotechnology Letters**, v.12, p.977-982, Jun 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010571208324>. Acesso em: 19 abr. 2022.

NIKOLAOU, E., SOUFLEROS, E. H., BOULOUMPASI, E., TZANETAKIS, N., 2006. Selection of indigenous Saccharomyces cerevisiae strains according to their oenological characteristics and vinification results. **Food Microbiology**, 23, 205-211. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16943006/>. Acesso em: 11 maio 2022.

NOGUEIRA, A.M.P.; VENTURINI FILHO, W.G. **Aguardente de cana**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. 2005. 66f. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Horticultura/aguardente-de-cana-2005.pdf>. Acesso em: 16 maio 2022.

OLIVEIRA, E. R.; et al. **Práticas extensionistas no desenvolvimento sustentável da comunidade quilombola de Dourados, Mato Grosso do Sul**. Em Extensão, v. 11, n. 2, p. 82- 95, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/21634>. Acesso em: 14 abr. 2022.

PEREIRA, A. P. R. **Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel**. Escola Superior Agrária de Bragança, Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar), 2008. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/1103>. Acesso em: 21 maio 2022.

PEREIRA, A. P.; DIAS, T.; ANDRADE, J.; RAMALHOSA, E.; ESTEVINHO, L. M. Mead production: Selection and characterization assays of Saccharomyces cerevisiae strains. **Food and Chemical Toxicology**, v.47, p.2057-2063. Aug 2009.

PEREIRA, Ana Paula Rodrigues. **Caracterização de mel com vista à produção de hidromel**. 2008. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico de Braganca (Portugal). Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/6f15fafec4d0793889e5595705954e9c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 29 abr. 2022

PIRES, ROSANA MARTINS CARNEIRO. **QUALIDADE DO MEL DE ABELHAS Apis mellifera Linnaeus, 1758 PRODUZIDO NO PIAUÍ**. Teresina, 2011. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2013/papers/qualidade-do-mel-de-abelhas-apis-mellifera-linnaeus--1758-produzido-no-piaui?lang=pt-br>. Acesso em: 12 abr. 2022.

RIVALDI, J. D.; SILVA, M.M.; COELHO, T.C.; OLIVEIRA, C.T.; MANCILHA, I.M. Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por Saccharomyces cerevisiae IZ 888. **Brazilian Journal of Food Techonology**, Campinas, VII BMCFB, p. 58-63, 2009. Disponível em: <http://bjft.ital.sp.gov.br/>. Acesso em: 25 maio 2022.

ROMANO P.; SUZZI G.; COMI G.; ZIRONI R. Higher alcohol and acetic acid production by apiculate wine yeasts. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 73, n. 2, p. 126-130, 1992. Disponível em: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2672.1992.tb01698.x>. Acesso em: 28 abr. 2022.

SANTOS, A. S. **A vida de uma abelha solitária**. Disponível em: <http://www.abelhas.noradar.com/artigos.htm>. Jan 2002. Acesso em: 11 maio 2022.

SCHULLER, D., CASAL, M., 2005. The use of genetically modified *Saccharomyces cerevisiae* strains in the wine industry. Mini-review. **Appl Microbiol Biotechnol**, 68, 292-304. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15856224/>. Acesso em: 09 maio 2022.

SEBRAE. **Informações de mercado sobre mel e outros derivados das abelhas: Relatório completo**. Brasília, 2006. 243p.

SILVA, C. G.; **Otimização do processo de produção da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares**. 2009. 235 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

SILVA, J. I. da. **Diversidade da flora apícola no município de São João do Piauí**. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

SODRÉ, Geni da Silva et al. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1139-1144, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/xdLWz4Yrz9Ht75sJJnhbMnm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2022.

SOUZA, Camila Ferreira. **O Uso da apicultura como atividade alternativa para pequenos produtores**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3034>. Acesso em: 19 maio 2022.

SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, Oxford, v. 104, p. 1250–1257, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Pawel-Sroka/publication/248510827_Changes_in_organic_acid_contents_during_mead_wort_fermentation/links/5bfd45b34585157b81718527/Changes-in-organic-acid-contents-during-mead-wort-fermentation.pdf. Acesso em: 14 abr. 2022.

STECKELBERG, C. **Caracterização de leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP, Brasil, 2001. Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1322381>. Acesso em: 11 maio 2022.

UKPABI, U. J. Quality evaluation of meads produced with cassava (*Manihot esculenta*) fl oral honey under farm conditions in Nigeria. **Tropical and Subtropical Agroecosystem**. n.6,

p.37–41, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93960106.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

VARGAS, Taís. **Avaliação da qualidade do mel produzido na Região dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-91155/avaliacao-de-qualidade-do-mel-produzido-na-regiao-dos-campos-gerais-do-parana>. Acesso em: 29 abr. 2022.

VENTURIERI, G. C.; RAIOL, V. de F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre agricultores familiares de Bragança – PA, Brasil. **Biota Neotrópica**, v.3, n. 2, p. 1-17, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/G5hfCv988fPSghc8CJzfvs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2022.

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Miryelle Freire; SILVA, LC da. Características do leite. **Boletim Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES**, v. 1007, n. 6, 2007. Disponível em: http://www.agais.com/telomc/b01007_caracteristicas_leite.pdf. Acesso em: 21 maio 2022.

VIDRIH, Rajko; HRIBAR, Janez. Studies on the sensory properties of mead and the formation of aroma compounds related to the type of honey. **Acta alimentaria**, v. 36, n. 2, p. 151-162, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250007235_Studies_on_the_sensory_properties_of_mead_and_the_formation_of_aroma_compounds_related_to_the_type_of_honey. Acesso em: 15 maio 2022.

VIEIRA, G. H. da C.; et al. **Uso da Apicultura como Fonte Alternativa de Renda para Pequenos e Médios Produtores da Região do Bolsão, MS**. In: 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2004, Belo Horizonte. Anais... Minas Gerais, 2004. V. 1, p. 1-7. Disponível em: <https://www.ufmg.br/congrext/Desen/Desen29.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

VILELA, D., ARAÚJO, P. M. M. (Eds). **Contribuições das Câmaras Setoriais e Temáticas à Formulação de Políticas Públicas e Privadas para o Agronegócio**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2006. 496p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Duarte-Vilela/publication/299232261_Contribuicoes_das_Camaras_Setoriais_e_Tematicas_a_Formulacao_de_Politicas_Publicas_e_Privadas_para_o_Agronegocio/links/56efd76f08ae01ae3e70de57/Contribuicoes-das-Camaras-Setoriais-e-Tematicas-a-Formulacao-de-Politicas-Publicas-e-Privadas-para-o-Agronegocio.pdf. Acesso em: 28 abr. 2022.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha** – Porto alegre: Magister, 2003.

YUCEL, Y.; SULTANOGLU, P. Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. **Food Chemistry**, v.140, p. 231-237, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23578638/>. Acesso em: 20 maio 2022.

ZUZUARREGUI, A., del OLMO, M., 2004. Analyses of stress resistance under laboratory conditions constitute a suitable criterion for wine yeast selection. **Antonie van Leeuwenhoek**, 85, 271-280. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:ANTO.0000020162.21248.53>. Acesso em: 18 abr. 2022.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Gabriel Dalla Vecchia Garcia Camargo, [REDACTED], [REDACTED] aluno regularmente matriculado no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **O processo fermentativo na produção de hidromel é ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 14 de outubro de 2022.



Gabriel Dalla Vecchia Garcia Camargo