

HIDROMEL: CARACTERIZAÇÃO, PROCESSO DE PRODUÇÃO E POTENCIALIDADES

Júlia Weinhardt Withers¹

Eliane Maria Zandonai Michielin²

Resumo

O Brasil é um grande produtor de mel e seus derivados, sendo responsável por uma parte significativa do mercado global desses produtos. O hidromel é uma bebida que vem ganhando espaço na mesa dos brasileiros, porém para sua popularização existe a necessidade de estudos e legislações em relação ao processo produtivo, classificação e padronização. O hidromel é uma bebida de fermentação longa, em função disso apresenta baixa produtividade e custo elevado. Dessa forma, se faz necessário melhorias em relação a esses pontos além da adição de insumos que possam tornar a bebida mais agradável e funcional. O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão sobre a caracterização, etapas do processo e do potencial bioativo do hidromel. Nesse sentido foi possível perceber que o processo produtivo ainda é realizado de forma artesanal e sem padronização, mas na literatura encontram-se várias pesquisas com adição de ingredientes naturais que buscam melhorar o potencial bioativo do hidromel e que mostram resultados promissores com vistas ao perfil sensorial e funcional da bebida.

Palavras-Chave: Fermentação alcoólica. Mel. Bebida funcional.

¹ Acadêmica do curso de Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos com Ênfase em Alimentos Funcionais do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). julia.ww@aluno.ifsc.edu.br

² Professora e Orientadora do curso de Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos com Ênfase em Alimentos Funcionais do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). eliane.michielin@ifsc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O hidromel é uma bebida que vem ganhando espaço no mercado nos últimos anos, apesar de ser produzida e consumida há milhares de anos. Segundo Schwarz (2019) é considerada a bebida mais antiga, foi importante para os rituais celtas, anglo-saxões e escandinavos, além de ser precursora de outras bebidas alcoólicas fermentadas como a cerveja e o vinho, e que em seu formato inicial era obtida somente de água e mel fermentados.

Atualmente a produção de hidromel ainda é pequena, se comparada à outras bebidas fermentadas em virtude do tempo de fermentação do mosto que pode levar de meses a anos, em função do teor alcoólico a ser alcançado, além da falta de uniformidade do produto final devido às mudanças no teor de água e composição química do mel nos diferentes anos (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Segundo a legislação brasileira o hidromel é uma bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20°C, advinda da fermentação alcoólica de uma solução de mel de abelha, sais nutrientes além de água potável (BRASIL, 2009). Ainda se encontram algumas classificações na literatura a depender da tecnologia de fabricação como licoroso, seco, doce e espumoso (DE ALCÂNTARA; LIBERATO, 2021).

No processo de produção do hidromel, o mel, matéria-prima principal, que é um produto com alta viscosidade, açucarado e com aroma característico constitui a fonte de carboidratos utilizada pelas leveduras para a fermentação, ele é composto de diversos açúcares simples entre eles a glicose e a frutose que representam cerca de 70% do total de carboidratos do mel (QUEIROZ *et al.*, 2014; BRITO, 2015).

A fermentação alcoólica é um processo biológico em que os carboidratos provenientes de frutas, seivas, cereais e mel ao sofrerem reações bioquímicas são transformados em álcool etílico e gás carbônico através do metabolismo de leveduras (QUEIROZ *et al.*, 2014). A adição de frutas, sais e ácidos orgânicos, pode auxiliar na fermentação, melhorar as características sensoriais como sabor e aroma, além de produzir variedades diferenciadas de hidromel (DE ALCÂNTARA; LIBERATO, 2021).

Os componentes base para a produção do hidromel são o mel, a água e a levedura, podendo-se adicionar outros ingredientes que melhoram as características sensoriais e químicas da bebida, como ervas, frutas, especiarias, entre outros, ainda

é sabido que o tipo de mel, a levedura e os nutrientes adicionados durante o processo produtivo interferem nas características do produto final (SIMÃO, 2022).

A adição de ingredientes no hidromel, como cereais, ervas, especiarias ou frutas pode valorizar o produto final, influenciando tanto na atividade das leveduras, na formação de metabólitos, e ainda na incorporação de compostos bioativos e compostos fenólicos (CAVANHOLI *et al.*, 2021).

O mel possui uma grande quantidade de compostos fenólicos que por sua vez são antioxidantes e antibacterianos, por esse motivo é uma boa alternativa para a prevenção de diversas doenças (DE ALCÂNTARA; LIBERATO, 2021).

Dessa forma, esse trabalho de revisão bibliográfica tem como justificativa a investigação acerca dos benefícios que a adição de ingredientes funcionais além dos componentes básicos do hidromel, pode gerar no produto final, tanto em relação às características sensoriais como à funcionalidade da bebida obtida. Também é foco desta pesquisa fazer uma revisão sobre a caracterização e processo de produção de hidromel, e como o produto final pode acarretar em benefícios à saúde do consumidor.

2 METODOLOGIA

A busca dos artigos científicos foi realizada através das seguintes bases de dados: Periódicos Capes, Google Acadêmico, Scielo e Science Direct. Ainda foram feitas pesquisas em teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso disponíveis nas plataformas de busca online, como Periódicos IFSC, Teses USP, catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, portal de periódicos Unoesc, entre outros.

Nas buscas se utilizou das palavras-chave: “hidromel”, “fermentação alcoólica”, “mel”, “microbiologia hidromel”, “bioquímica hidromel”, “antioxidantes”. Não se estabeleceu limite em relação ao ano de publicação, idioma, período, nem ao tipo de documento. A coleta do referencial teórico para a realização do projeto foi realizada entre os meses de abril de 2022 e novembro de 2023.

3 OBJETIVOS

Objetivos geral:

Aprofundar o assunto acerca da produção de hidromel de forma a sintetizar os conhecimentos sobre o tema.

Objetivos específicos:

Sumarizar os dados atuais em relação ao desenvolvimento do processo de fabricação de hidromel;

Realizar uma revisão da literatura sobre a adição de ingredientes funcionais no processo de produção do hidromel;

Identificar as variáveis que influenciam a obtenção de um hidromel com melhores características funcionais e sensoriais.

Descrever a caracterização e a classificação da bebida, conforme a legislação e as formas usuais comercialmente.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 História do Hidromel

O hidromel é umas das bebidas mais antigas, porém é difícil conhecer a data exata de seu descobrimento (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022). A partir de estudos encontrou-se a mais antiga descrição acerca do hidromel nos Hinos, texto da literatura indiana. Dentro da mitologia dos povos celtas, anglo-saxão e viking, o hidromel era considerado uma bebida nobre e dos deuses, oferecendo imortalidade, podendo curar feridas além de aumentar a força e fertilidade (GUPTA; SHARMA, 2009; CARVALHO, 2022). O termo “lua-de-mel” inclusive advém do consumo dessa bebida por recém casados durante o mês após a união em tempos remotos (BORGES, 2021; CASTRO, 2021).

No início do século XII, houve o declínio do hidromel devido à produção de vinho e cerveja em virtude da facilidade para produção da matéria prima dessas bebidas em detrimento do mel (BORGES, 2021; CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022).

No século XV, quando Portugal iniciou as grandes navegações, a introdução de itens antes exóticos nas vidas dos europeus foi facilitada, como por exemplo o açúcar, dessa forma diminuindo ainda mais o consumo do mel e conseqüentemente dos seus derivados. Apenas no Norte da Europa o hidromel continuou a ser produzido, devido à dificuldade de cultivo das vinhas por causa das temperaturas baixas (CARVALHO, 2022).

4.2 Definição e Legislação

De acordo com o Decreto nº6871, de 4 de junho 2009: “ Hidromel é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (BRASIL, 2009).

A Instrução Normativa MAPA nº 34, de 29 de novembro de 2012, traz a regulamentação para os requisitos físico-químicos do hidromel e proíbe a adição de açúcar na produção de hidromel. Não existe uma padronização para os processos envolvidos na fabricação de hidromel na Legislação Brasileira bem como a regularização do uso de frutas, ervas e especiarias (CASTRO, 2021).

4.2.1 Classificação do Hidromel

A Instrução Normativa nº 34 de 2012, estabelece diversas propriedades físico-químicas para o hidromel. Entre elas, destaca-se o limite máximo de 3 g/L para o teor de açúcar, considerando-se como suave ao atingir esse valor, e a faixa de graduação alcoólica, a qual deve situar-se entre 4% e 14% v/v a 20 °C. No entanto, não traz uma nomenclatura referente às diferentes variações encontradas na literatura.

Comercialmente encontram-se variedades de hidromel seco, meio doce e doce, essa doçura é referente ao teor de açúcar residual na bebida após a fermentação (CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022). O hidromel suave ou doce é obtido através da interrupção da fermentação por processos como filtração e pasteurização, que cessam o processo fermentativo e assim preserva parte do açúcar da bebida que não é totalmente metabolizado pelas leveduras. Já no hidromel seco há o consumo total dos açúcares e o semi seco tem um consumo intermediário (BORGES, 2021), o teor final de açúcar é ajustado em função da temperatura, teor inicial de açúcar no mosto e tempo de fermentação.

Outra classificação encontrada comercialmente é em relação a carbonatação, podendo ser natural (sem carbonatação), levemente gaseificado e espumante, com carbonatação resultante de uma segunda fermentação (CARVALHO, 2022).

Quanto aos ingredientes utilizados, o hidromel pode ser classificado de diferentes formas, entre elas pode-se citar o hidromel tradicional, aquele que apresenta um sabor único, produzido apenas com água, mel e fermento; o “Melomel” que tem seu sabor realçado a partir da adição de frutas e cereais (cevada, malte ou lúpulo), o “Methlglin” em que as características sensoriais são alteradas

para modificar sabores indesejáveis, dentre outras classificações apresentadas na literatura (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2012).

Na literatura científica numerosos estudos foram desenvolvidos com a adição de ingredientes naturais ao hidromel, como frutas em suas variadas formas (polpa, suco ou pedaços), com o intuito de melhorar as características sensoriais e funcionais da bebida final, que além de possibilitar uma melhora no processo fermentativo também podem auxiliar no crescimento celular (BORGES, 2021; TESORE; SANTOS, 2022). Também, são encontradas outras variações da bebida com misturas mais complexas com adição de especiarias como pimentas, cravos, baunilha, gengibre, entre outras (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021). Na Tabela 1 é possível verificar a diversidade de ingredientes que são adicionados ao hidromel e a sua denominação comercial.

Tabela 1. Denominação do hidromel conforme ingredientes adicionados.

Denominação	Ingredientes
Hidromel	Bebida fermentada de água e mel
<i>Great mead</i>	Hidromel envelhecido
<i>Melomel</i>	Hidromel adicionado de frutas (exceto uva e maçã)
<i>Cyser</i>	Hidromel adicionado de maçã e/ou suco de maçã
<i>Pymment</i>	Hidromel adicionado de uvas e/ou suco de uvas
<i>Hippocras</i>	<i>Pymment</i> com temperos
<i>Metheglin</i>	Hidromel aromatizado com ervas e/ou temperos
<i>Braggot</i>	Hidromel adicionado de cereais maltados
<i>Rhodomel</i>	Hidromel adicionado de pétalas de rosas
<i>Morat</i>	Hidromel adicionado de amoras
<i>Capsicumel</i>	Hidromel adicionado de pimentas
<i>Sack mead</i>	Hidromel com maior concentração de mel
<i>Tej</i>	Hidromel adicionado de cascas de árvores, raízes e ervas
<i>Bochet</i>	Hidromel caramelizado
<i>Acerglyn</i>	Hidromel adicionado de xarope de bordo nos EUA e Canadá
<i>Sima</i>	Hidromel adicionado de limão originário da Finlândia

Fonte: BORGES, 2021; TESORE, SANTOS, 2022.

4.3 Matérias-primas para a produção de Hidromel

Vários fatores interferem na composição química do produto final, como por exemplo o mel utilizado, utilização de aditivos, cepa de levedura empregada, componentes do mosto e ainda o processo produtivo utilizado, além dos parâmetros utilizados na etapa de fermentação (CAVANHOLI, 2020).

O sabor e aroma do produto final dependem do tipo de mel e da origem floral, das leveduras e condições de fermentação, e da presença de aditivos e frutas (CHITARRINI *et al.*, 2020).

Os componentes principais para a produção de hidromel são o mel, a água e a levedura. Tanto o mel quanto a água precisam atender aos requisitos da legislação brasileira (TESORE; SANTOS, 2022).

Para que a água esteja em conformidade com a legislação sanitária ela não deve apresentar qualquer odor ou sabor, precisa ser incolor e inodora e deve corresponder aos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos. Uma característica importante da água é o perfil mineral que pode afetar o sabor e as características do hidromel. Alguns minerais na água, como cálcio, magnésio e sulfatos, podem influenciar na fermentação e no sabor final do produto, a ausência de cloro é importante, pois o mesmo pode inibir ou inativar as leveduras (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021).

As abelhas melíferas produzem o mel recolhendo o néctar das flores ou as secreções de partes de plantas ou ainda a excreção de alguns insetos sugadores de plantas, em seguida combinando essa matéria prima com substâncias de seu próprio organismo, e por fim deixando madurar nos favos das colméias (BRASIL, 2000). O mel floral é aquele proveniente do néctar das flores, já o mel de melato é aquele que tem origem das secreções das partes das plantas como da bracinga ou das excreções dos insetos (CASTRO, 2021).

A qualidade, composição química e sabor do mel dependem da região, espécie da abelha, estirpe, época do ano e da florada, que por sua vez interfere na complexidade de sabores do hidromel e perfil químico (CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022). O mel possui em sua composição a maior parte de açúcares simples, como a glicose e a frutose (QUEIROZ *et al.*, 2014). Além desses monossacarídeos, o mel ainda apresenta em sua composição, componentes em menor escala como enzimas (catalase, peroxidase e glicose oxidase), proteínas, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, pólen e polifenóis que influenciam diretamente na atividade antioxidante (CAVANHOLI, 2020; CASTRO, 2021).

As abelhas nativas brasileiras são as abelhas sem ferrão (*Melipona sp.*, e *Trigona sp.*) que possuem uma produção menor em comparação com as *Apis*, dessa forma seu mel tem valor de mercado maior, além de seu produto ter um teor de umidade diferente, resultando em um mel menos denso, portanto, menos viscoso (CASTRO, 2021).

As leveduras do gênero *Saccharomyces*, são utilizadas na produção do hidromel, devido à sua alta tolerância às concentrações de álcool, açúcares e ácidos orgânicos, além de possuírem uma grande velocidade de fermentação e um bom poder floculante, são responsáveis por colaborar com o sabor e aroma do produto final, devido aos compostos aromáticos que produzem em seu ciclo. Algumas leveduras podem produzir estilos mais secos, enquanto outras podem preservar mais açúcar residual, resultando em um hidromel mais doce. Além disso, diferentes cepas podem trazer características únicas de frutados, especiarias ou outros aromas desejados (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; DE ALCÂNTARA; LIBERATO, 2021; CARVALHO, 2022; TESORE; SANTOS, 2022).

Além dos ingredientes básicos, se pode adicionar cereais, frutas, ervas e especiarias de forma a aumentar o potencial bioativo do produto final advindos desses vegetais (CAVANHOLI, 2020).

4.4 Processo de Produção do Hidromel

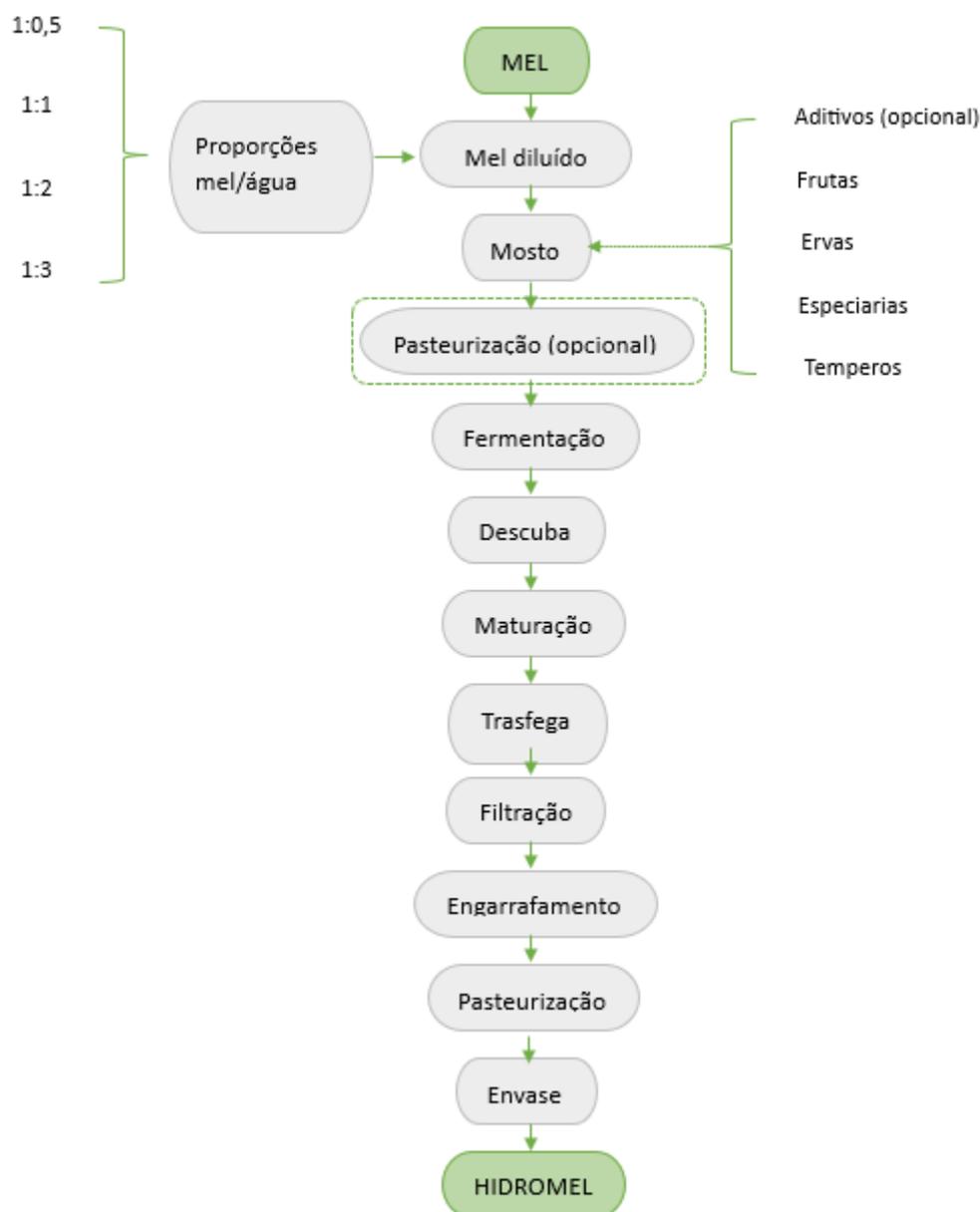
Embora as etapas de produção do hidromel possam diferir entre os produtores, algumas etapas comuns são encontradas na maioria dos processos analisados: preparação do mosto e do inóculo, fermentação alcoólica, estabilização e engarrafamento (CARVALHO, 2022).

Ainda podem ser encontradas etapas provenientes da produção de vinho, como descuba, maturação, trasfega, clarificação e pasteurização (GUPTA; SHARMA, 2009; CASTRO, 2021; TESORE; SANTOS, 2022).

Os fatores que influenciam diretamente no produto final são: qualidade da matéria prima, tipo de microorganismo, aditivos, maturação entre outros (TESORE; SANTOS, 2022).

Na Figura 1 apresenta-se o processo de produção de hidromel.

Figura 1. Fluxograma do processo de produção do hidromel.



Fonte: Adaptado de Gupta e Sharma (2009).

4.3.1 Preparo do mosto

Etapa em que ocorre a diluição do mel em água, podendo utilizar as proporções mel:água 1:0,5, 1:1, 1:2 ou 1:3, sabendo-se que quanto maior for a concentração de mel, maior a inibição da levedura, além de que a diluição do mel influencia diretamente no teor alcoólico do produto final (BRUNELLI, 2015;

CAVANHOLI, 2020; CASTRO, 2021; BORGES, 2021; TESORE; SANTOS, 2022). As duas primeiras diluições podem inibir a levedura em virtude da alta concentração de açúcar que causa alta pressão osmótica, nesse caso o acompanhamento do processo deve ser mais rigoroso (CARVALHO, 2022).

Nessa etapa também podem ser acrescentados os aditivos, caso sejam utilizados, além das frutas, temperos e especiarias. A Portaria nº540, de 27 de outubro de 1997, define aditivo alimentar como “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais” (BRASIL, 1997).

Na produção de hidromel utilizam-se aditivos para ajustar o pH do mosto que deve ficar entre 3,7 e 4,0, para favorecer o crescimento das leveduras, reduzir microrganismos contaminantes e equilibrar a acidez fixa (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022; TESORE; SANTOS, 2022). Os conservantes mais utilizados são os sulfitos, bissulfitos e o metabissulfito de sódio ou potássio, que reduzem o tempo de fermentação, evitam a proliferação de microrganismos contaminantes e conseqüentemente aumentam a vida útil da bebida (GUPTA; SHARMA, 2009; BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; TESORE; SANTOS, 2022).

O grão de pólen pode ser adicionado também com o intuito de aumentar as taxas de fermentação pois é rico em compostos nitrogenados, além de também alterar características sensoriais no produto final (BRUNELLI, 2015; MATSUO; STEFFEN, 2018; CASTRO, 2021; TESORE; SANTOS, 2022). O grão de pólen é responsável pela produção de grandes concentrações de etanol, além de ser uma fonte de vitaminas, minerais, proteínas e lipídios (BORGES, 2021).

Há também uma necessidade de aquecimento do mosto para que ocorra a sua pasteurização, de forma a desativar os microrganismos deteriorantes que possivelmente estão presentes no mel, porém perde-se em aroma e sabor do hidromel (GUPTA; SHARMA, 2009; BRUNELLI, 2015; MATSUO; STEFFEN, 2018; BORGES, 2021; CASTRO, 2021; TESORE; SANTOS, 2022). Caso a pasteurização não seja efetuada as propriedades bioativas do mel são melhor preservadas, o tempo de fermentação é reduzido e aumenta-se a possível presença de microrganismos indesejáveis (BORGES, 2021).

Os estudos que envolvem a adição de especiarias e frutas a esse mosto pasteurizado, podem trazer uma alternativa a essas perdas nas propriedades

bioativas além de manter as boas práticas de fabricação e assepsia do produto final (BORGES, 2021).

4.3.2 Fermentação

O hidromel é uma bebida alcoólica fermentada por meio da ação de leveduras, sendo que esse tipo de fermentação ocorre através de reações bioquímicas em que açúcares são metabolizados pelas leveduras com a produção de vários metabólitos como ésteres, álcoois superiores e ácidos orgânicos (QUEIROZ *et al.*, 2014). Esse processo de transformação dos açúcares (glicose e frutose) presentes no mel em etanol é dividido em duas etapas: a glicólise que é a conversão do monossacarídeo em ácido pirúvico ou também chamado de piruvato (em uma sequência de dez reações enzimáticas) e na segunda etapa que a partir do ácido pirúvico, com a falta de oxigênio (anaerobiose), a ocorrência da reação que resulta no etanol e há o desprendimento de CO₂ (BORGES, 2021; CASTRO, 2021; DE ALCÂNTARA; LIBERATO, 2021).

A *Saccharomyces cerevisiae* é um tipo de microrganismo chamado de aeróbio facultativo, ou seja, pode se multiplicar tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. Quando na presença de oxigênio, os produtos do seu metabolismo são ATP (energia) e dióxido de carbono, já na ausência os microrganismos utilizam o açúcar na produção de energia (ATP) para o seu ciclo de vida, e como resíduo desse processo tem-se o etanol e o CO₂ (DE GÓES-FAVONI *et al.*, 2018; CARVALHO, 2022; CASTRO, 2021). Essa espécie é a mais utilizada, porém podem ser utilizadas outras espécies, como a *Saccharomyces boulardii*, que além de ter um alto potencial para a fermentação ainda é uma espécie com potencial probiótico (ALMEIDA *et al.*, 2021). Também encontrou-se referência à utilização das leveduras *Saccharomyces bayanus* e *Torulaspota delbrueckii* (BORGES, 2021).

A fermentação ocorre com condições controladas para que seja obtida a melhor eficiência do processo de reprodução das leveduras, esse processo ocorre em dornas que armazenam o mosto e devem estar com os parâmetros físicos controlados, como temperatura, arejamento e iluminação, além disso a taxa de fermentação do hidromel tem dependência direta de outros parâmetros como: a cepa da levedura utilizada, a composição do mel, o meio de cultura e do pH extracelular (QUEIROZ *et al.*, 2014). O controle dos processos fermentativos se deve de forma que os carboidratos possam ser transformados em etanol e/ou

compostos que são esperados no processo, de forma a minimizar o desenvolvimento de aromas e sabores indesejáveis, bem como maximizar os desejáveis (BRITO, 2015).

Esse processo é dependente diretamente da temperatura, que deve ser de 18°C, para uma taxa ótima de fermentação (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; TESORE; SANTOS, 2022). Segundo Queiroz *et al.*, (2014), as temperaturas mais utilizadas em proporções industriais são de 26 a 35°C, visto que a temperatura é diretamente proporcional à velocidade de fermentação, porém aumentando-se o risco de contaminação por bactérias. Também pode-se utilizar a faixa de temperaturas de 22 a 25°C junto a um monitoramento frequente para evitar que haja finalização do processo fermentativo em curto espaço de tempo (BORGES, 2021).

Outro fator que influencia na fermentação é a adição de inóculo de forma que quanto maior a quantidade de inóculo, menor é o tempo que leva para que se efetive a fermentação (BRUNELLI, 2015; TESORE; SANTOS, 2022). Ou seja, a concentração de microrganismos no início do processo interfere diretamente no tempo de fermentação (BORGES, 2021). Porém, ocorre a perda em relação ao perfil aromático da bebida, pois diminuem os álcoois superiores, ésteres e fenóis voláteis (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021).

Os níveis de pH são de extrema importância, sendo que pode variar de 4 a 5,5 e que quanto menores, melhor a produtividade por inibir o crescimento de microrganismos deteriorantes e favorecer a seleção das leveduras (QUEIROZ *et al.*, 2014).

As grandes concentrações de açúcares também diminuem o tempo de fermentação e podem promover a refermentação do mosto por bactérias, tendo como consequência a produção de ácido láctico e acético, o que aumenta a acidez e produzem ésteres voláteis. O fim dessa etapa se dá quando ocorre a estabilização do teor de sólidos solúveis do produto fermentado (BRUNELLI, 2015; TESORE; SANTOS, 2022).

Um maior tempo na fermentação está ligado a uma produção de *flavors* não favoráveis, além disso outros fatores também são responsáveis, como falta de nutrientes, temperatura fora da faixa ótima, presença de contaminantes, entre outros (CARVALHO, 2022).

4.3.3 Descuba e Maturação

Após o fim da fermentação alcoólica, o desprendimento de gás carbônico acaba e ocorre a sedimentação de partículas (cepas de leveduras, sais insolúveis, proteínas, etc), ou seja, há a formação da borra no fundo do fermentador, que pode ser fonte de contaminação além de poder ocorrer reações químicas e bioquímicas que resultam em sabor e odor indesejáveis, por esse motivo a etapa de descuba existe, e é nessa etapa que a borra é separada do resto do líquido (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022; TESORE; SANTOS, 2022).

Em seguida ocorre a etapa de maturação em que o produto é mantido em repouso para o seu envelhecimento, sendo necessário a ausência de ar e temperatura abaixo de 12°C por um período de 1 a 6 meses (GUPTA; SHARMA, 2009; TESORE; SANTOS, 2022). É nessa etapa que os compostos aromáticos do buquê do hidromel serão formados, além da ocorrência da clarificação do hidromel após a sedimentação de sólidos em suspensão (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; TESORE; SANTOS, 2022).

Quando nessa etapa o recipiente é de vidro, confere características como sabor agridoce e aroma picante. Dessa forma, a depender do material do maturador pode-se obter características distintas como cor, aroma e sabor (CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022).

4.3.4 Tráfega e filtração

Na etapa de tráfega ocorre uma nova separação da borra formada na etapa anterior, sendo que a quantidade e o tempo para a realização devem ser definidos caso a caso a depender da matéria-prima, tipo de hidromel, metodologia de elaboração, temperatura, e tipo de recipiente (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022; TESORE; SANTOS, 2022).

O processo de filtração é recomendado junto ao uso dos agentes clarificantes para a remoção das partículas em suspensão, bem como as leveduras e os sólidos insolúveis (CASTRO, 2021).

4.4.5 Pasteurização e envase

A pasteurização é uma etapa recomendada para que se elimine microrganismos deteriorantes. A bebida deve ser mantida a 65°C por 30 min (BRUNELLI, 2015; CASTRO, 2021; CARVALHO, 2022; TESORE; SANTOS, 2022).. Em seguida deve ser feito o envase a quente para cessar a fermentação e acabar

com os microrganismos patogênicos (BRUNELLI, 2015; CARVALHO, 2022; TESORE; SANTOS, 2022). É feito em garrafas que são fechadas de forma hermética para manter a esterilidade do hidromel (BRUNELLI, 2015; TESORE; SANTOS, 2022).

4.5 Potencial bioativo do Hidromel

A ANVISA não estabelece uma definição direta para "alimento funcional", porém fornece diretrizes sobre a alegação de propriedades funcionais, as quais se referem "ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente exerce no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano" (BRASIL, 1999).

A utilização de tal alegação é opcional. A aplicação dessa alegação é voluntária. Assim, os alimentos que a mencionam podem oferecer efeitos metabólicos, fisiológicos e/ou vantagens à saúde, além das funções nutricionais essenciais, e o consumo deles deve ser seguro mesmo sem a supervisão médica (ANVISA, 1999).

Com o intuito de agregar propriedades funcionais ao hidromel são adicionadas frutas, ervas, e especiarias devido aos compostos bioativos presentes (CAVANHOLI, 2020; TESORE; SANTOS, 2022).

Os compostos bioativos do hidromel que possuem ação antioxidante e são provenientes do mel são os flavonóides, taninos e ácidos fenólicos, sua ação está ligada à capacidade de inibir os radicais livres presentes no organismo humano (BORGES, 2021). Há também aqueles que podem estar presentes em sua maioria em frutas e hortaliças e tem propriedades funcionais que se relacionam a atividade antiinflamatória, antioxidante dentre outras benéficas à saúde humana. Esses compostos se apresentam em estruturas químicas diferentes, dessa forma pertencem a grupos distintos também, e podem estar presentes em pigmentos, como os carotenóides e os flavonóides, ou ainda em grupos de polifenóis e glicosinolatos (TESORE; SANTOS, 2022).

Nesse sentido, pesquisas científicas realizadas indicam que a adição de espécies vegetais acarretam em um aumento de diferentes classes de polifenóis, os quais possuem importante atividade biológica, além da composição volátil e boa aceitabilidade sensorial pelos consumidores (SIMÃO, 2022). Nas frutas cítricas, por

exemplo, o potencial antioxidante é evidenciado em virtude da existência de vitaminas C e E, além de compostos fenólicos, flavonoides, glicosídeos e carotenóides, e ácido ascórbico (DE ALCÂNTARA; LIBERATO, 2021).

Os ácidos orgânicos afetam tanto as propriedades sensoriais do produto final, bem como proporcionam um ambiente ácido de forma a garantir a estabilidade e a pureza microbiológica do hidromel, além do mais podem ter de forma adicional uma ação antioxidante. Os polifenóis (flavonóides e ácidos fenólicos) são os fornecedores dessas ações e apesar de a fonte principal desses compostos ser o mel, as especiarias adicionadas também têm esse papel (IWANEK *et al.*, 2023).

O ácido glucônico é o principal ácido orgânico encontrado no mel, e por consequência foi um dos ácidos com maior concentração encontrado nos hidroméis testados, porém ele também pode ser resultado da fermentação, segundo trabalho realizado por IWANEK *et al.*, (2023). O ácido succínico e acético são subprodutos da produção de etanol durante o processo de fermentação. O ácido fórmico foi encontrado em todos os hidroméis examinados também, porém em menor concentração em comparação aos outros, pois é sabido que ele ocorre de forma natural no mel e pode diminuir durante a fermentação em virtude do metabolismo da levedura (IWANEK *et al.*, 2023).

Como resultado de seu experimento Iwanek *et al.*, (2023) mostraram que há uma correlação positiva entre o teor total de polifenóis, a concentração de ácido cítrico e o potencial antioxidante dos hidroméis analisados de forma a indicar que esses compostos podem contribuir para essa propriedade das bebidas. Foram analisadas 32 amostras de hidroméis produzidos na Polônia, de diferentes origens, e se percebeu que quanto maior o conteúdo fenólico total e a atividade antioxidante mais escuros são os méis. Porém, não houve diferenças significativas quando se observou os diferentes tipos de hidromel, isto provavelmente aconteceu devido à adição de sucos de frutas e especiarias aos mostos na produção dos hidroméis, pois esses são fonte adicional dos compostos já mencionados anteriormente (IWANEK *et al.*, 2023).

Os compostos que apresentam atividade antioxidante como característica e são advindos da fermentação são o glicerol, ésteres, nitrogênio residual, ácidos e compostos fenólicos (BORGES, 2021).

Em seus estudos Chitarrini *et al.*, (2020) abordaram sobre a diferença entre o mel de melato que possui um sabor mais marcante e menos doce que o mel de

florada e em contrapartida possui uma maior atividade antioxidante e maior concentração de oligossacarídeos, e os méis de melato mais escuros possuem uma maior concentração de compostos fenólicos totais e maior capacidade antioxidante.

Chitarrini *et al.*, (2020) adicionaram groselha preta (*Ribes nigrum*) devido à elevada complexidade em sua composição química, de forma a originar uma variante de hidromel rica em polifenóis, minerais e vitaminas, que poderia ter um efeito positivo no processo de fermentação ou na qualidade do produto final. O estudo de Chitarrini *et al.*, (2020) consistiu em preparar quatro hidroméis, sendo eles o de mel multifloral (H) que tinha menos conteúdo polifenólico, o de mel de melato (B), o de mel multifloral com groselha preta (HC) e o de mel de melato com groselha preta (BC). Os produtos preparados com groselhas (BC e HC) apresentaram concentrações muito mais elevadas de polifenóis do que os hidroméis tradicionais, como esperado. As groselhas pretas adicionaram cerca de 200 mg/L de polifenóis ao hidromel. Juntamente com a cor vermelha, a groselha preta conferiu ao hidromel uma maior capacidade de neutralizar a oxidação, devido à maior quantidade de composto antioxidativo.

Segundo Cavanholi *et al.*, (2021) a adição de erva-mate no hidromel mostrou-se promissora em relação ao aumento do teor de compostos fenólicos além de aumentar a atividade antioxidante da bebida.

5 CONCLUSÃO

Considerando os dados apresentados percebe-se que o hidromel é um produto com grande potencial, visto que até mesmo na versão tradicional existem variações na matéria-prima e nos estágios do processo produtivo que influenciam tanto as propriedades bioativas quanto às características sensoriais do produto final.

Além disso, a diversidade de ingredientes disponíveis para adição ao hidromel oferece a oportunidade de aprimorar suas características funcionais e sensoriais. Os estudos encontrados nesse contexto revelam resultados promissores, mostrando um aumento no potencial antioxidante da bebida final sem comprometer a qualidade sensorial do produto.

O processo produtivo é bastante artesanal e tem um longo caminho para ser explorado em relação à padronização para melhores resultados de tempo versus qualidade da bebida. É um mercado promissor que está em crescimento e com

grande carência na questão de regulação do processo produtivo, na análise da qualidade e ainda com relação às normativas brasileiras que são bem escassas e com pouca informação de padronização e tipificação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.M. de, OLIVEIRA, F. C. de, & SILVA, R. R. da. **Acompanhamento da fermentação na produção de hidromel com utilização *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardii***. 2021. Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável, 11(1), 22–28. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.11476>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BORGES, J. P. **Hidromel: produção, desafios e perspectivas futuras**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009**. Regulamenta a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Secretaria de Vigilância Sanitária, 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm. Acesso em: 25 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deve cumprir o mel destinado ao consumo humano direto. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/copy_of_suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/IN11de2000.pdf. Acesso em: 29 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 19 de 30/04/1999**. Aprovar o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de propriedades Funcionais e/ou de Saúde em sua Rotulagem.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares**. PORTARIA Nº540, DE 27 DE OUTUBRO DE 1997. Brasília, DF, 27 out 1997. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau delegis/svs1/1997/prt0540_27_10_1997.html. Acesso em: 20 set. 2023.

BRITO, A. F. S. **Análise cinética e estudo dos parâmetros fermentativos para a produção de hidromel**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos) – Universidade Federal de Campina

Grande, Sumé, 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/5534> Acesso em: 15 abr. 2022.

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.

CARVALHO, P. C. **Análise das Propriedades Químicas do Hidromel: uma revisão da literatura**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Picos, 2022.

CASTRO, M. G. **Pontos Relevantes da Produção de Hidromel**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Biotecnologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021.

CAVANHOLI, M. G.; WANDERLEY, B. R. da S. M.; SANTETTI, G. S.; AMBONI, R. D. de M. C.; FRITZEN-FREIRE, C. B. **Influence of the addition of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) in powder on the physicochemical characteristics and bioactive potential of meads**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 9, p. e25010917821, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i9.17821. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17821>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CAVANHOLI, M. G. **Caracterização de Hidromel Elaborado com diferentes extratos aquosos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.)**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

CHITARRINI, G.; DEBIASE, L. D.; STUFFER, M.; UEBEREGGER, E.; ZEHETNER, E.; JAEGER, H.; ROBATSCHER, P.; CONTERNO, L. **Volatile Profile of Mead Fermenting Blossom Honey and Honeydew Honey with or without *Ribes nigrum***, Molecules, v. 25, 2020.

DE ALCÂNTARA, O. A.; LIBERATO, M. da C. T. C. **Análise físico-química e biológica do mel de abelha *Melipona subnitida* D. E produção de hidromel com suco de tangerina**. Produção Acadêmica do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual do Ceará Volume 1, p. 32, 2021. Disponível em:

https://web.archive.org/web/20210317152709id_/https://poisson.com.br/livros/individuais/Producao_Lab_Bioquimica/volume1/Producao_Lab_Bioquimica.pdf#page=32.

Acesso em: 23 mai. 2022.

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.

FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, S. L. **Avaliação de diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel**,

utilizando méis residuais do processo de extração. Evidência, [S. l.], v. 9, n. 1-2, p. 29–42, 2012. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1879>. Acesso em: 20 jul. 2022.

GUPTA, J. K.; SHARMA, R. **Production technology and quality characteristics of mead and fruithoney wines: a review.** Natural Product Radiance, New Delhi, v. 8, p. 345355, 2009.

IWANIEK, J. D.; KWIT, M.; FOŁTA, M.; RUSIN, M.; GALANTY, A.; ZAGRODZKI, P. **Chemical analysis of selected meads produced in Poland European.** Food Research and Technology. 2023. 249:2583–2593 Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00217-023-04315-9>>. Acesso em: 20 out 2023.

MAPA. **Instrução Normativa MAPA nº 34/2012**, o Art. 7º BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012.

MATSUO, N. Y.; STEFFEN, R, D. A. **Efeito do processo fermentativo na cinética e qualidade de hidromel.** 2018. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

QUEIROZ, J. C. F., *et al.* **Produção de hidromel de forma artesanal e avaliação dos parâmetros durante o processo fermentativo.** Revista Saúde e Ciência - On line, 2014; 3 (3): 321-329, set-dez, 2014. Disponível em: <https://rsctemp.sti.ufcg.edu.br/index.php/RSC-UFCG/article/view/197>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SCHWARZ, L. V. **Hidromel: suplementação nutricional, efeito de leveduras e caracterização de "Moscatto-Pyment"**. 2019. Dissertação (Pós Graduação em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/4778>. Acesso em 20 jul. 2022.

SIMÃO, L. **Hidromel: uma abordagem teórica sobre as principais características da bebida, mapeamento de patentes e perspectivas.** 2022. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/234855>. Acesso em: 20 jul. 2022.

TESORE, A. G.; SANTOS, S. S. A. **Produção de Hidromel com adição de frutas.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2022.