

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**MARCOS GALLETTI JÚNIOR**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE HIDROMÉIS  
PRODUZIDOS A PARTIR DE MEL SILVESTRE OU MEL DE AROEIRA,  
UTILIZANDO OU NÃO PÓLEN APÍCOLA NA SUA FABRICAÇÃO**

Belo Horizonte  
2020

MARCOS GALLETTI JÚNIOR

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE HIDROMÉIS  
PRODUZIDOS A PARTIR DE MEL SILVESTRE OU MEL DE AROEIRA,  
UTILIZANDO OU NÃO PÓLEN APÍCOLA NA SUA FABRICAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Escola de Veterinária da Universidade  
Federal de Minas Gerais (EV-UFMG), como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Tecnologia e Inspeção de Produtos de  
Origem Animal.

Orientadora: Profa. Débora Cristina Sampaio de Assis

Coorientador: Prof. Leorges Moraes da Fonseca

Belo Horizonte  
Escola de Veterinária – UFMG

2020

- J95c Júnior, Marcos Galletti- 1986.  
Características Físico-Químicas e sensoriais de Hidroméis produzidos a partir de mel silvestre ou mel de aroeira, utilizando ou não pólen apícola na sua fabricação/ Marcos Galletti Júnior - 2020.
- 68p:il.
- Orientadora: Débora Cristina Sampaio de Assis  
Coorientador: Leorges Moraes da Fonseca
- Dissertação de Mestrado apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.
- 1- Hidromel - Teses - 2- Produção – Teses - 3 – Fermentação – Teses – I – Assis, Débora Cristina Sampaio de - II – Fonseca, Leorges Moraes da – III - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – IV – Título.

**CDD – 636.009**

FOLHA DE APROVAÇÃO

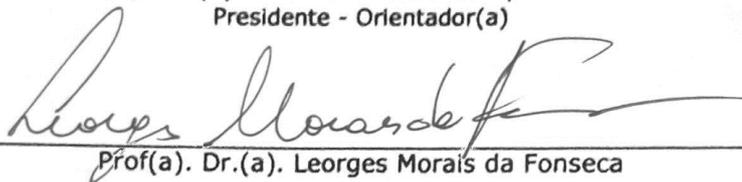
MARCOS GALLETI JUNIOR

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal.

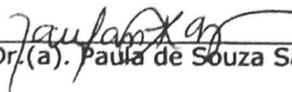
Aprovado(a) em 31 de março de 2020, pela banca constituída pelos membros:



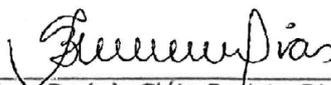
Prof(a). Dr.(a). Débora Cristina Sampaio de Assis  
Presidente - Orientador(a)



Prof(a). Dr.(a). Leorges Moraes da Fonseca



Prof(a). Dr.(a). Paula de Souza São Thiago Calaça



Prof(a). Dr.(a). Cléia Baústa Dias Ornellas



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Agradeço à minha esposa Thaís por todo apoio, confiança e amor, e ao meu filho Bernardo, que mesmo tão novo, me faz uma pessoa melhor a cada dia.

Aos meus pais, minhas irmãs e a todos os meus familiares que sempre estiveram ao meu lado.

À minha orientadora, a professora Débora, pela paciência e dedicação durante todo o período do meu mestrado.

A todos os professores do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal – DTIPOA, pelos ensinamentos e colaboração. Aos funcionários, alunos de pós-graduação e iniciação científica do DTIPOA pela disposição em me ajudarem sempre que necessário.

A todos os amigos e colegas que de alguma forma fizeram parte ou contribuíram para a realização deste projeto.

Ao apicultor José de Calazans Rodrigues pelo fornecimento das amostras de mel utilizadas no experimento e ao Serviço de Recursos Vegetais e Opoterápicos (SRVO) da Fundação Ezequiel Dias (FUNED) pelo auxílio com as análises.

Por fim, agradeço à CAPES pelo auxílio financeiro que me permitiu concluir esta etapa.

## RESUMO

O hidromel é uma bebida fermentada cujos ingredientes essenciais são o mel, água e levedura, sendo considerada como a primeira bebida alcoólica da humanidade. Sua produção na maioria das vezes é feita de maneira artesanal e por sua facilidade de produção pode ser uma boa alternativa para os apicultores aumentarem seus ganhos. O presente estudo teve por objetivo avaliar a utilização de mel silvestre e mel de aroeira, com ou sem a adição de pólen apícola, para a produção de hidromel. Para isto, foram utilizados os seguintes tratamentos: T1- mel de aroeira, T2- mel de aroeira adicionado de 30g/L de pólen, T3- mel silvestre e T4- mel silvestre adicionado de 30g/L de pólen. Previamente à realização do estudo, tanto os méis quanto o pólen foram analisados segundo os requisitos físico-químicos estabelecidos pela legislação brasileira. A fermentação do mosto foi conduzida em temperatura média de 20°C, e, diariamente, foram avaliados: °Brix, perda de peso e contagem total de leveduras (UFC/mL). Após a fermentação, os hidroméis obtidos foram submetidos às análises físico-químicas (acidez fixa, total e volátil, cinzas, cloretos totais, extrato seco reduzido, graduação alcoólica) e sensoriais (aceitação de escala hedônica e escala de atitude e teste afetivo preferência por ordenação). Os resultados encontrados indicaram que os hidroméis suplementados com pólen (T2 e T4) tiveram uma fermentação mais acentuada no início e menor tempo para conclusão do processo, resultando em hidroméis com maiores níveis alcoólicos e menores valores de °Brix. Ao avaliar os parâmetros físico-químicos, observou-se que os tratamentos T3 e T4 não atenderam a legislação brasileira para o parâmetro acidez volátil, e os hidroméis produzidos a partir dos tratamentos T1 e T3 apresentaram valores abaixo dos níveis mínimos de cinzas. Na avaliação sensorial, os resultados encontrados nos testes afetivos de aceitação de escala hedônica e escala de atitude indicaram uma preferência dos consumidores ( $P < 0,05$ ) pelo hidromel obtido a partir do mel silvestre sem adição de pólen (T3), seguido do mel de aroeira sem adição de pólen (T1). Com relação ao parâmetro cor, os hidroméis que obtiveram melhor avaliação no teste afetivo de preferência por ordenação foram os produzidos a partir do mel de aroeira (T1 e T2). Pode-se concluir, portanto, que apesar de melhorar a fermentação, a adição de pólen no mosto, na concentração de 30g/L, influenciou negativamente nas características sensoriais do produto, pois os hidroméis produzidos sem pólen foram os preferidos pelos avaliadores, sendo o tratamento elaborado com mel silvestre sem adição de pólen (T3) significativamente superior aos outros na avaliação de sabor, escala hedônica de aceitação e atitude de compra.

---

**PALAVRAS CHAVE:** Hidromel. Análise sensorial. Pólen. Aroeira. Mel. Fermentação. *Saccharomyces cerevisiae*.

## ABSTRACT

Mead is a fermented drink whose essential ingredients are honey, water and yeast, being considered as the first alcoholic drink of humanity. Its production is mostly done by hand and due to its ease of production it can be a good alternative for beekeepers to increase their earnings. The present study aimed to evaluate the use of wild honey and aroeira honey, with or without the addition of bee pollen, to produce mead. The following treatments were used: T1- aroeira honey, T2- aroeira honey added with 30g/L of pollen, T3- wild honey and T4- wild honey added with 30g/L of pollen. The honeys and pollen used in the experiment were first evaluated for the legal standards of Brazilian legislation. The fermentation was carried out at an average temperature of 20°C, having periodically evaluated °Brix, weight loss and number of CFU/mL. After fermentation, the obtained meads were submitted to physical-chemical analyzes (fixed acidity, total acidity, volatile acidity, ash, total chlorides, reduced dry extract, alcoholic content) and sensory (acceptance tests of hedonic scale, attitude scale, and preference ordering test). The results found indicated that the meads that had their must supplemented with pollen (T2 and T4) had a more pronounced fermentation at the beginning and shorter time to complete the process, in addition to resulting in meads with higher alcohol levels and lower values of °Brix. Analyzing the produced meads, it is concluded that the T3 and T4 treatments did not meet the current Brazilian legislation for the volatile acidity parameter, presenting values slightly above those allowed, and the meads produced from the T1 and T3 treatments presented values of ashes below the minimum levels. In the sensory evaluation, the results found in the affective acceptance tests of the hedonic scale and attitude scale indicated a consumer preference ( $P < 0.05$ ) for the mead obtained from wild honey without the addition of pollen (T3), followed by aroeira honey without pollen (T1). Regarding the color parameter, the meads that obtained the best evaluation in the affective preference test by ordering were those produced from aroeira honey (T1 and T2). It can be concluded, therefore, that although pollen can be used as a supplement to improve fermentation, there is a preference for meads produced without pollen supplementation, where the mead produced with wild honey (T3) was significantly superior to the others in the evaluation of flavor, hedonic scale of acceptance and buying attitude.

---

**KEYWORDS:** Mead. Sensory evaluation. Pollen. Aroeira. Honey. Fermentation. *Saccharomyces cerevisiae*.

---

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1.</b> Principais produtores mundiais de mel no ano 2017 .....	16
<b>Tabela 2.</b> Requisitos físico-químicos do mel segundo legislação brasileira .....	17
<b>Tabela 3.</b> Escala de cores de Pfund para classificação da cor do mel .....	20
<b>Tabela 4.</b> Requisitos físico-químicos do pólen segundo legislação brasileira .....	21
<b>Tabela 5.</b> Requisitos físico-químicos do hidromel segundo legislação brasileira .....	23
<b>Tabela 6.</b> Caracterização físico-química do mel utilizado na produção do hidromel .....	40
<b>Tabela 7.</b> Caracterização físico-química do pólen utilizado na produção do hidromel .....	42
<b>Tabela 8.</b> Caracterização do mosto antes do início da fermentação .....	43
<b>Tabela 9.</b> Caracterização físico-química dos hidroméis produzidos .....	49
<b>Tabela 10.</b> Ordem de preferência dos hidroméis por atributos .....	52
<b>Tabela 11.</b> Escala hedônica e atitude de consumo com relação aos hidroméis .....	54

---

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.</b> Produção anual (em mil toneladas) de mel no Brasil (1970 – 2018).....	14
<b>Figura 2.</b> Exportação anual (em mil toneladas) de mel no Brasil (2009 – 2019).....	15
<b>Figura 3.</b> Fluxograma de produção do hidromel.....	24
<b>Figura 4.</b> Equação de Gay-Lussac .....	27
<b>Figura 5.</b> Cabines individuais para análise sensorial.....	37
<b>Figura 6.</b> Apresentação das amostras aos julgadores .....	38
<b>Figura 7.</b> Variação do °Brix ao longo da fermentação .....	44
<b>Figura 8.</b> Perda de peso acumulada ao longo do tempo de fermentação.....	46
<b>Figura 9.</b> Curva de crescimento de leveduras durante fermentação .....	47
<b>Figura 10.</b> Coloração dos hidroméis produzidos .....	53
<b>Figura 11.</b> Gráfico de radar para o teste de ordenação de preferência .....	54

---

## LISTA DE ANEXOS

---

<b>Anexo 1.</b> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....	64
<b>Anexo 2.</b> Ficha para Avaliação do Teste Afetivo de preferência - Ordenação .....	66
<b>Anexo 3.</b> Ficha para Avaliação do Teste Afetivo de Aceitação – Escala hedônica.....	67
<b>Anexo 4.</b> Ficha para Avaliação do Teste Afetivo Aceitação – Escala de Atitude .....	68

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

DTIPOA	Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal
EV-UFMG	Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais
FUNED	Fundação Ezequiel Dias
HMF	Hidroximetilfurfural
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
SIF	Serviço de Inspeção Federal
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

---

## SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
3.1 Apicultura .....	14
3.2 Mel .....	16
3.3 Pólen apícola desidratado .....	20
3.4 Hidromel .....	22
3.5 Produção de Hidromel .....	24
3.5.1 Preparo do mosto .....	25
3.5.2 Fermentação.....	26
3.5.3 Descuba / Tráfega .....	29
3.5.4 Envase e pasteurização .....	30
3.6 Análise sensorial .....	30
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
4.1 Locais de realização do experimento .....	32
4.2 Leveduras .....	32
4.3 Mel .....	32
4.4 Pólen apícola desidratado .....	33
4.5 Tratamentos.....	33
4.6 Produção do hidromel .....	34
4.6.1 Preparo do mosto e inoculação da levedura .....	34
4.6.2 Fermentação.....	35
4.6.3 Tráfegas.....	36

4.6.4	Envase e Pasteurização.....	36
4.7	Análises sensoriais .....	37
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
5.1	Caracterização do mel.....	40
5.2	Caracterização do pólen apícola desidratado .....	42
5.3	Processo fermentativo .....	43
5.4	Caracterização dos hidroméis produzidos .....	49
5.5	Avaliação sensorial dos hidroméis.....	52
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mel vem sendo consumido e utilizado pela humanidade desde as civilizações muito antigas e é o principal produto obtido na apicultura. No cenário da apicultura mundial, o Brasil aparece em posição de destaque, tendo sido no ano de 2018 o 11º maior produtor mundial com 42,3 mil toneladas produzidas (FAO, 2020). Desse total, foram exportadas 28,52 mil toneladas, o que corresponde a aproximadamente 67% da produção nacional (MDIC, 2020). Apesar de significativa, a participação do país no mercado de produtos apícolas ainda pode ser ampliada, devido à grande disponibilidade de áreas que possuem recursos alimentares para as abelhas, especialmente aqueles originados a partir da flora nativa, que dá ao país uma grande vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes diretos (PEROSA *et al.*, 2004; PAULA, 2008).

Nos produtos apícolas, é comum encontrar variações na sua composição física e química, devido à influência de diversos fatores, tais como as condições climáticas da região em que são produzidos, espécie de abelha, condições de processamento e armazenamento, bem como dos recursos alimentares utilizados pelas abelhas (CAMPOS *et al.*, 2003). Devido a estas variações, é possível encontrar no mercado méis de produção corrente ou heteroflorais denominados de “mel silvestre” e, em menor frequência, os méis monoflorais, cujo néctar é proveniente, predominantemente, de determinada espécie botânica. Existem ainda méis que não são produzidos a partir das exsudações açucaradas (nectários florais e extraflorais) das plantas, mas das excreções açucaradas de um grupo de homópteros (pulgões), sugadores da seiva elaborada dos vegetais e que são classificados como melato. Pode haver ainda um produto resultante da mistura do mel floral e de melato em proporções variáveis (BARTH, 1989).

Entre os tipos de méis encontrados no mercado brasileiro, o mel de aroeira, produzido na região do norte de Minas Gerais, tem sido bastante estudado e valorizado por suas características marcantes, como sua cor escura e sabor acentuado (DEMIER, 2018).

Um dos produtos que podem ser obtidos a partir dos diferentes tipos de méis é o hidromel, caracterizado como uma bebida alcoólica fermentada. Embora pouco conhecida no Brasil, esta bebida é considerada como o produto fermentado mais antigo fabricado no mundo (GUPTA; SHARMA, 2009), sendo mais popular principalmente em alguns países da Europa onde a produção de uvas para fabricação de vinho é prejudicada pelas condições climáticas.

Os maiores países consumidores no mundo estão localizados na Europa, e, alguns, na África (PEREIRA, 2008). Embora em termos gerais o consumo de hidromel ainda seja baixo, recentes aparições desse produto em obras literárias e cinematográficas vêm estimulando a procura e consumo no mundo e até mesmo no Brasil (BARBOSA; MARTINS, 2017).

Considerando as características de produção de mel no Brasil e o baixo valor muitas vezes recebido pelos produtores, pode-se considerar a fabricação de hidromel como uma opção rentável para os apicultores brasileiros, que podem aumentar seus lucros agregando um valor significativo ao mel com a produção da bebida (BRUNELLI, 2015), podendo inclusive utilizar na sua produção, resíduos de mel de baixo valor comercial que não poderiam ser comercializados como mel puro (FERNANDES; SCARTAZZINI; LOCATELLI, 2009; PIRES *et al.*, 2013). Porém, como a produção de hidromel se dá na maioria das vezes de maneira artesanal, por pequenos produtores, que muitas vezes tem dificuldade de padronizar a qualidade do produto (PEREIRA, 2008), mais estudos são necessários para avaliar as características físico-químicas e sensoriais da bebida obtida a partir de diferentes tipos de matéria-prima e sob diferentes condições de produção.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar as características físico-químicas e sensoriais de hidroméis produzidos a partir de mel silvestre e mel de aroeira, utilizando ou não pólen apícola como nutriente durante a fermentação.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar as características físico-químicas dos méis (pH, umidade, teor de sólidos insolúveis em água, cinzas, açúcares redutores, acidez livre, acidez lactônica, acidez total, atividade diastásica, condutividade elétrica, cor, proteína e hidroximetilfurfural - HMF) utilizados como matéria-prima para a produção dos hidroméis.

Avaliar as características físico-químicas do pólen apícola desidratado (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, açúcares totais, fibra bruta, acidez livre e pH) utilizados como matéria-prima para a produção dos hidroméis nos tratamentos adicionados de pólen.

Analisar o processo de fermentação alcoólica de cada um dos tratamentos, acompanhando a perda de peso durante o processo, a variação do °Brix, e curva de crescimento das leveduras pela contagem de UFC/mL.

Avaliar as características físico-químicas dos hidroméis produzidos (acidez fixa, acidez total, acidez volátil, cinzas, cloretos totais, extrato seco reduzido, graduação alcoólica) verificando se estes atendem aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

Avaliar sensorialmente os diferentes tipos de hidroméis produzidos, por meio dos testes afetivos de aceitação por escala hedônica e escala de atitude e o teste afetivo de preferência por ordenação.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

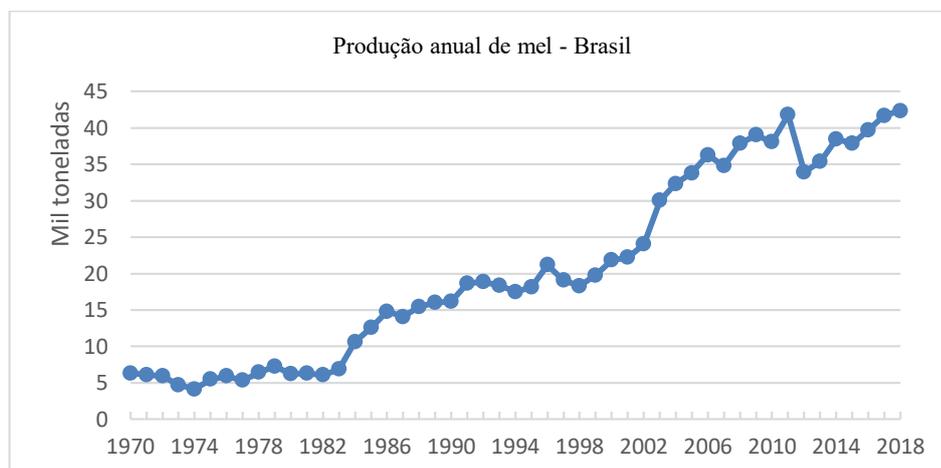
#### 3.1 Apicultura

A apicultura é um importante setor do agronegócio brasileiro, não só pela obtenção de produtos como o mel, a própolis, o pólen, a cera, a geleia real e a apitoxina, mas também pela grande contribuição da atividade para o aumento da produtividade das culturas agrícolas por meio da polinização (BARBOSA *et al.*, 2017).

Trata-se de uma atividade econômica importante para o homem do campo, devido à capacidade de geração de empregos e renda (MILESKI, 2016), sendo, portanto, uma opção lucrativa para os pequenos agricultores (BARBOSA; MARTINS, 2017), capaz de melhorar a qualidade de vida, contribuindo para a fixação do homem no meio rural (ALVES *et al.*, 2011). Na maioria dos casos a apicultura é vista como uma atividade secundária nas propriedades, que utilizam mão de obra familiar e que exploram até 150 colmeias (FERNANDES; SCARTAZZINI; LOCATELLI, 2009).

A produção brasileira de mel no ano de 2018 foi de 42,3 mil toneladas, sendo os principais produtores os estados o Rio Grande do Sul com 15,2% do total nacional, o Paraná com 14,9%, seguido do Piauí, São Paulo e Minas Gerais, que produziram 12,3%, 9,8% e 9,6% do total nacional, respectivamente (IBGE, 2019). Essa produção vem crescendo desde o início da década de 80, quando apresentava valores abaixo de 10 mil toneladas/ano (Fig.1) (FAO, 2020).

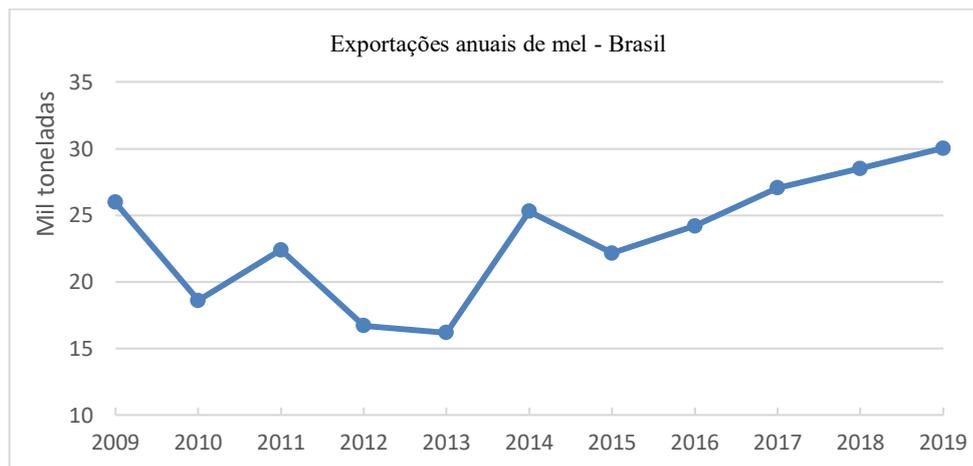
**Figura 1.** Produção anual (em mil toneladas) de mel no Brasil (1970 – 2018)



Fonte: Adaptado de FAO (2020).

Do volume total de mel produzido em 2018, foram exportadas 28,52 mil toneladas, o que corresponde à 67,4% da produção nacional. Em 2019, o país atingiu o volume máximo histórico de exportações, com 29,8 mil toneladas exportadas (Fig.2). Os principais compradores do mel brasileiro no ano de 2019 foram os Estados Unidos e Alemanha, responsáveis pela aquisição de 77% e 12% do volume total de mel exportado, respectivamente (MDIC, 2020).

**Figura 2.** Exportação anual (em mil toneladas) de mel no Brasil (2009 – 2019)



Fonte: Adaptado de MDIC (2020)

A produção de mel no mundo também vem crescendo ao longo dos últimos anos, sendo a China o maior produtor, com 543 mil toneladas produzidas no ano de 2017, o que representou 28% da produção mundial. Outros países que se destacaram na produção mundial de mel no ano de 2017 foram a Turquia, com 114,471 mil toneladas produzidas e a Argentina com 76,379 mil toneladas. O Brasil apresentou-se apenas como 11º colocado entre os maiores produtores de mel, com 41,594 mil toneladas produzidas em 2017 (Tab.1) (FAO, 2020).

Apesar de significativa, a participação do Brasil no mercado mundial de produtos apícolas ainda pode ser ampliada, pois o país apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento da apicultura, tais como sua extensão territorial, a existência de floradas diversificadas e clima que possibilita produção ao longo de todo ano. Além disso, com o aumento da demanda brasileira e mundial por produtos saudáveis, percebe-se também um aumento da procura por produtos considerados naturais, como complementos à dieta ou com fins terapêuticos. Dessa maneira, encontra-se um cenário favorável para o aumento no consumo e, conseqüentemente, para o aumento da produção de produtos apícolas (MARTINS, 2010).

**Tabela 1.** Principais produtores mundiais de mel no ano 2017

<b>Posição</b>	<b>País</b>	<b>Produção (ton.)</b>
1º	China	543.000
2º	Turquia	114.471
3º	Argentina	76.379
4º	Irã	69.699
5º	Estados Unidos	66.698
6º	Ucrânia	66.231
7º	Rússia	65.678
8º	Índia	64.981
9º	México	51.066
10º	Etiópia	50.000
11º	Brasil	41.594
12º	Canadá	39.180

Fonte: FAO (2020). Elaboração própria

### 3.2 Mel

O mel é um produto que vem sendo consumido e utilizado pela humanidade desde civilizações muito antigas, tendo indícios de seu uso em pinturas rupestres desde os tempos da pré-história. Por milhares de anos foi a única fonte de açúcar concentrado utilizado pela humanidade, o que levou nossos antepassados a atribuírem significados mágicos a ele, tendo sido utilizado no passado em cerimônias religiosas e com fins medicinais. Mesmo que poucas de suas propriedades médicas tenham sido cientificamente confirmadas, o produto ainda hoje continua em alguns casos sendo utilizado com objetivos de tratamentos terapêuticos (FAO, 1996).

É o principal produto obtido da apicultura, sendo atualmente um produto largamente consumido em todo o mundo. Também é amplamente utilizado na indústria de alimentos, farmacêutica e de cosméticos (PEREIRA, 2008).

De acordo com o e com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de mel, (BRASIL, 2000) e com o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (BRASIL, 2017) entende-se por mel: “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 as partes vivas de plantas que as abelhas

recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia”.

O mel possui uma composição complexa, podendo conter em torno de 200 substâncias diferentes, como açúcar, água, minerais, proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, compostos fenólicos e outros (PEREIRA, 2008). Os padrões de identidade e qualidade desse produto foram estabelecidos pela Instrução Normativa 11, de 2000 (BRASIL, 2000), que inclui requisitos mínimos de composição, características sensoriais e físico-químicas (Tab.2).

**Tabela 2.** Requisitos físico-químicos do mel segundo legislação brasileira

Parâmetros	Especificação	
	Mel floral	Melato
Açúcares redutores (g/100g)	Mínimo 65	Mínimo 60
Sacarose aparente (g/100g)	Máximo 6	Máximo 15
Umidade (g/100g)		Máximo 20
Sólidos insolúveis em água (g/100g)		Máximo 0,1
Minerais - cinzas (g/100g)	Máximo 0,6	Máximo 1,2
Acidez (mEq/kg)		Máximo 50
Atividade diastásica (escala Göthe)	Mínimo 8 (ou 3 se HMF inferior a 15)	
Hidroximetilfurfural (mg/ kg)		Máximo 60

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2000)

A composição do mel pode variar dependendo principalmente da sua origem botânica. Seu principal componente é o açúcar que representa em torno de 95 a 99% da base seca. A maior porção é composta por açúcares simples como a frutose e glicose, que representam 89 – 95% do total de açúcares (FAO, 1996). Entre os açúcares encontrados no mel, a maior parte é caracterizada por açúcares redutores (frutose e glicose), que são monossacarídeos capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Também podem ser encontrados no mel açúcares não redutores, como a sacarose (SILVA *et al.*, 2003).

O segundo componente mais presente no mel é a água. A quantidade de água no mel afeta diretamente a sua vida de prateleira, pois quando se apresenta em quantidades superiores a 18%, o mel apresenta riscos de fermentação durante a sua estocagem. Outros componentes importantes do mel são os ácidos orgânicos, que são responsáveis pela acidez do mel e contribuem com seu sabor característico, e os minerais que são presentes em pequenas quantidades, sendo os méis de melato os que tem maior porcentagem de minerais em sua composição (FAO, 1996).

Segundo o RTIQ de mel (BRASIL, 2000), o mel pode ser caracterizado segundo a sua origem em mel floral ou de melato. Quando o mel é obtido a partir do néctar das flores, este pode ser caracterizado como mel floral, e quando obtido principalmente de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de partes vivas das plantas, este é caracterizado como melato ou mel de melato.

Segundo Barth (1989), o melato refere-se às excreções líquidas de espécies de pulgões parasitas sugadores da seiva das plantas. Como essas excreções são açucaradas, elas são coletadas pelas abelhas e aproveitadas como se fossem o néctar das flores, tendo como produto o mel de melato.

O mel de aroeira, produzido no Norte de Minas Gerais, era frequentemente considerado como de baixa qualidade devido ao seu sabor acentuado e sua cor escura (DEMIER, 2018), porém após a realização de estudos para sua caracterização, este produto vem sendo valorizado por suas prováveis propriedades medicinais, como atividade antioxidante e antibacteriana (VIANA et al., 2008). Sua produção ocorre principalmente na época da seca, entre maio e outubro, que coincide também com o período de floração da Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (BASTOS et al., 2016). Sua obtenção pode representar de 30 a 50% da produção, e seu baixo valor comercial, foi durante muito tempo considerado um entrave para o desenvolvimento da apicultura no Norte de Minas Gerais (DEMIER, 2018).

Segundo Campos *et al.* (2003) é comum as abelhas utilizarem os recursos que encontram para elaboração do mel, portanto podendo ocorrer a produção de mel floral misturado com mel de melato. As diferenças físico-químicas entre o mel floral e o mel de melato são encontradas principalmente nos teores de glicose, frutose, cinzas, pH e teores de nitrogênio.

Para a identificação da origem botânica do mel, a metodologia empregada é conhecida como análise palinológica, que consiste em identificação dos grãos de pólen presentes na amostra, possibilitando assim determinar a origem do mel (BARTH, 1989).

Considerando-se méis de diferentes regiões geográficas e florísticas do Brasil, a análise palinológica qualitativa pode fornecer importantes dados para a caracterização dos méis quanto à sua origem botânica e também sua época de coleta.

Alves *et al.* (2011), ao realizarem análises físico-químicas e sensoriais de sete tipos diferentes de méis, observaram que o mel de aroeira apresentou maior porcentagem relacionada à atitude

de compra, sendo que 50% dos participantes informaram que certamente comprariam este mel, sendo portanto considerado como um produto de potencial comercial elevado em comparação com os outros méis analisados no estudo. Com relação às análises físico-químicas, foi constatado que o mel de aroeira apresentou porcentagem de acidez acima do máximo considerado pela legislação brasileira, tendo encontrado 51,31 mEq/kg quando o valor máximo deveria ser 50 mEq/kg. Também foi constatado que o mel de aroeira apresentou porcentagem de cinzas de 0,26%, sendo a maior entre os sete tipos de mel analisados.

O HMF pode ser utilizado como um indicador de qualidade do mel, pois a concentração desse componente varia de acordo com o tempo de armazenamento do produto. Quando o mel é fresco, os valores de HMF são baixos e podem se apresentar elevados após armazenamento prolongado, após superaquecimento, ou então pode indicar adulterações pela adição de açúcares invertidos (SILVA; QUEIROZ; FIGUEIRÊDO, 2004). Azeredo *et al.* (1999) avaliaram 60 amostras de méis armazenados ao longo do período de um ano e observaram aumento gradual dos níveis de HMF nesse período, sendo que até 180 dias todas as amostras apresentavam HMF dentro do padrão estabelecido pela legislação brasileira, e à partir de 270 dias, a maioria das amostras já apresentava teores de HMF superiores ao permitido.

Assim como os valores de HMF, a atividade diastásica é um parâmetro importante para caracterização da qualidade do mel. A enzima diastase é uma enzima presente no mel, porém esta é sensível ao calor. Quando esta apresenta-se em níveis baixos, pode ser um indicativo de que o mel foi superaquecido, estocado em ambiente inadequado, é velho ou até mesmo adulterado. O valor mundialmente aceito para atividade diastática do mel é 8,0 na escala Gothe (VIEIRA; SCHIMIDT, 2014).

A sacarose aparente encontrada no mel segundo Azeredo *et al.* (1999) apresenta-se em torno de 2 a 3%, sendo que valores superiores a isso podem indicar uma colheita prematura do mel, que é quando a invertase ainda não atuou transformando a sacarose em glicose e frutose. Também pode indicar adulteração do produto.

A cor do mel pode variar de acordo com a origem floral deste, sendo possível diferenciar floradas diferentes utilizadas na obtenção do mel. Este parâmetro pode variar desde quase incolor até pardo escura. Além disso, outros fatores podem influenciar na cor do mel, como seu conteúdo em minerais, sendo que quanto maior a quantidade de minerais, mais escuro

será o mel, e fatores climáticos, como temperatura e tempo de armazenamento (RESENDE; RODRIGUES, 2015).

Segundo Cardoso (2011), a cor de uma amostra de mel pode ser determinada utilizando espectrofotômetro a 560nm, tendo como base a diferença nos graus de absorção da luz em diferentes comprimentos de onda, dependendo da conteúdo da amostra de mel. Para determinação de cor utiliza-se a escala de cores de Pfund (Tab.3).

**Tabela 3.** Escala de cores de Pfund para classificação da cor do mel

Cor	Escala de Pfund	Absorbância (leitura no espectrofotômetro)
Branco d'água	1 a 8 mm	0,030 ou menos
Extra branco	8 a 17 mm	0,030 a 0,060
Branco	17 a 34 mm	0,060 a 0,120
Extra âmbar claro	34 a 50 mm	0,120 a 0,188
Âmbar claro	50 a 85 mm	0,188 a 0,440
Âmbar	85 a 114 mm	0,440 a 0,945
Âmbar escuro	> 114 mm	> 0,945

Fonte: Cardoso (2011)

Moreti *et al.* (2006) avaliaram em seu trabalho a cor de 346 amostras de mel, oriundas de seis estados brasileiros (Bahia, Tocantins, Piauí, Ceará, Minas Gerais e Santa Catarina), utilizando a escala de Pfund. O objetivo dessa trabalho foi caracterizar segundo a coloração os méis brasileiros. As cores encontradas nesse trabalho apontaram que as colorações predominantes no Brasil foram âmbar claro, âmbar extra claro e âmbar, com respectivamente 44,6%, 17,05% e 12,42% dos resultados.

### 3.3 Pólen apícola desidratado

O pólen apícola é um produto cujo início da produção no Brasil data do final da década de 80. O aumento de procura por esse produto para utilização como complemento ou suplemento alimentar, tanto no mercado interno, quanto no mercado externo, tem impulsionado a sua produção (MARTINS, 2010).

Trata-se de um produto com elevado valor nutritivo, composto de aproximadamente 40% de carboidratos, 35% de proteínas, 5% de água, 5% de lipídeos e 5 a 15% de outras substâncias, incluindo algumas vitaminas (BASTOS *et al.*, 2003).

O pólen apícola é obtido a partir do pólen coletado das flores pelas abelhas, que o aglutinam com substâncias salivares e o fixam em suas corbículas, transportando-o para colmeia, onde será utilizado como alimento.

O pólen para as flores tem função reprodutiva, sendo o elemento masculino da planta que irá fecundar o elemento feminino e gerar novos seres (MARTINS, 2010). Para a sobrevivência das abelhas, o pólen apícola coletado das flores é a mais importante fonte de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas (ROLDÁN *et al.*, 2011).

De acordo com o RTIQ de Pólen Apícola (BRASIL, 2001), “Entende-se por Pólen Apícola o resultado da aglutinação do pólen das flores, efetuada pelas abelhas operárias, mediante néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido no ingresso da colmeia”. Este produto pode ser comercializado como pólen apícola (em sua forma natural) ou pólen desidratado, quando passa por processamento de desidratação em temperatura inferior a 42°C e teor de umidade final menor que 4%.

**Tabela 4.** Requisitos físico-químicos do pólen segundo legislação brasileira

Parâmetros	Especificação	
	Pólen Apícola	Pólen Apícola Desidratado
Umidade (%)	Máximo 30	Máximo 4
Cinzas (% ; m/m, na base seca)	Máximo 4	
Lipídios (% ; m/m, na base seca)	Mínimo 1,8	
Proteínas (% ; m/m, na base seca)	Mínimo 8	
Açúcares totais (% ; m/m, na base seca)	14,5 a 55,0	
Fibra bruta (% ; m/m, na base seca)	Mínimo 2	
Acidez livre (mEq/kg)	Máximo 300	
pH	4 a 6	

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2001)

Martins (2010), ao analisar 154 amostras de pólen apícola desidratado, de várias partes do Brasil, observou que existe uma grande variabilidade nos resultados das suas análises físico-químicas, encontrando valores que variavam da seguinte maneira: 3,00 a 9,39 % para umidade; 1,33 a 4,13 g/100g para cinzas; 4,01 a 13,32 g/100g para lipídeos, 12,28 a 27,07 g/100g para proteínas e 105,3 a 609,9 mEq/kg para acidez.

Martins (2010) também indicou que uma grande variedade de minerais pode ser encontrada em pólen apícola, sendo a quantidade destes relacionada com a origem floral, composição do

solo e origem geográfica. Entre os minerais encontrados em maior quantidade, destacam-se o potássio, fósforo, cálcio e magnésio, enquanto sódio, ferro, manganês, zinco e cobre são encontrados em menores proporções.

### 3.4 Hidromel

Um dos produtos que podem ser obtidos a partir do mel é o Hidromel, uma bebida alcoólica fermentada que contém 8-18% (v/v) de álcool. Trata-se de um produto de origem ancestral, sendo considerado o produto fermentado mais antigo fabricado pelo homem. Evidências arqueológicas da produção dessa bebida na antiguidade foram encontradas no norte da China, onde foram achados recipientes de cerâmica datados de 7000 a.C, com indícios de que estes contiveram uma mistura de hidromel, arroz e outras frutas, com compostos orgânicos de fermentação (GUPTA; SHARMA, 2009).

O hidromel encontrou sua maior popularidade no norte da Europa, devido principalmente à disponibilidade de matéria prima para a sua produção e às condições climáticas desfavoráveis ao cultivo de uvas para elaboração de vinho na região. Posteriormente, o consumo de hidromel nessa região caiu quando a importação de vinho do sul da Europa se tornou mais acessível. Entre os países que ainda consomem hidromel, destacam-se a Inglaterra, Polônia, Alemanha, Eslovênia, e países da África, como Etiópia e África do Sul (PEREIRA, 2008).

No Brasil, o consumo do hidromel ainda é baixo, principalmente por se tratar de uma bebida pouco conhecida e de baixa produção, sendo produzida, na maioria dos casos, de forma artesanal. Porém, percebe-se que a procura pela bebida tem aumentado nos últimos anos, decorrente do seu aparecimento em séries de TV, filmes e livros, o que leva o consumidor a procurar conhecer e consumir o hidromel (BARBOSA; MARTINS, 2017).

O Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009 (BRASIL, 2009), que regulamenta a padronização, classificação e registro de bebidas no Brasil caracteriza o hidromel como: *“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.”*

Os padrões legais para o hidromel (Tab.5) são apresentados na Instrução Normativa 34 – MAPA (BRASIL, 2012).

**Tabela 5.** Requisitos físico-químicos do hidromel segundo legislação brasileira

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

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2012)

Apesar do processo de fabricação de hidromel ser conhecido há milhares de anos e ser semelhante ao de outras bebidas como o vinho, ainda são necessárias mais pesquisas para entendimento e melhoria do processo de fermentação desse produto, visto que esta etapa é tida como a que mais vai influenciar na qualidade final do produto. As características do mosto como o pH, quantidade de açúcares e os níveis de nutrientes influenciam diretamente na velocidade da fermentação e, conseqüentemente, no resultado final (CUENCA *et al.*, 2016).

Como o hidromel é um produto de produção majoritariamente artesanal, a maioria dos produtores tem problemas para manter a sua padronização. Isso acontece principalmente porque o teor de umidade do mel pode variar de um ano para o outro, ou de um produtor para o outro, e falta aos produtores informação e tecnologia para fazer os ajustes necessários (PEREIRA, 2008). Associa-se a isso o fato de que na maioria dos países produtores de hidromel, o processo de fermentação alcoólica do mel decorre do crescimento de microrganismos naturalmente presentes no mel, sendo um processo sem o devido controle, sofrendo muitas vezes com contaminações que podem levar a um produto de características indesejáveis. Para tentar evitar problemas como esse e melhorar a padronização do produto, podem ser utilizadas culturas comerciais de leveduras, mas estas devem ser adequadas às condições de preparo e composição físico-química do mosto (MENDES-FERREIRA *et al.*, 2010).

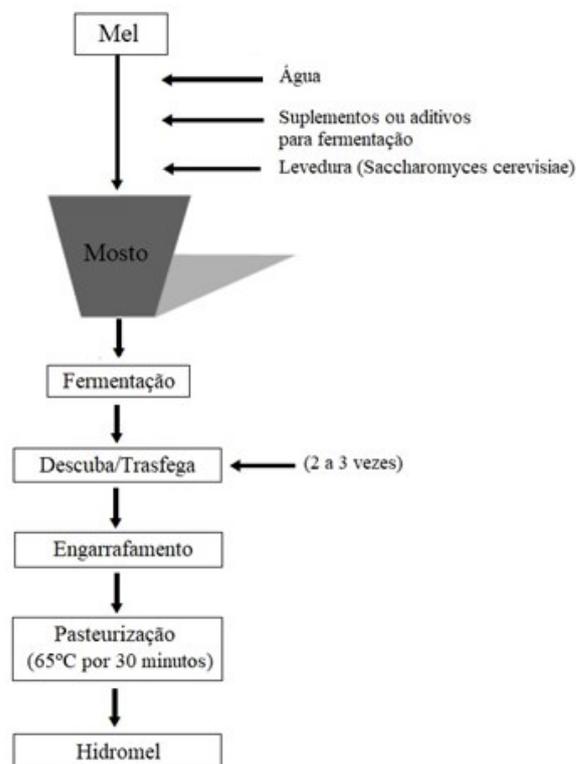
Considera-se a produção de hidromel uma opção bastante rentável para os pequenos produtores de mel, devido ao seu valor agregado. Considera-se também a importância do mercado de bebidas alcoólicas no Brasil e o baixo interesse por esse produto pela indústria brasileira de bebidas, sendo assim um nicho inexplorado com potencial de crescimento (BRUNELLI, 2015).

Além disso, no processo de obtenção do mel, ocorrem perdas do produto decorrentes da retenção de mel em utensílios e do mel que fica retido nos opérculos. Estes resíduos não podem ser comercializados como mel puro, porém podem ser utilizados para a produção do hidromel, sendo uma alternativa para os apicultores os utilizarem para produção de um produto de maior rentabilidade, agregando valor e reduzindo os custos finais da atividade apícola (FERNANDES; SCARTAZZINI; LOCATELLI, 2009; PIRES *et al.*, 2013).

### 3.5 Produção de Hidromel

O fluxograma de elaboração do hidromel é apresentado abaixo (Fig.3):

**Figura 3.** Fluxograma de produção do hidromel



Fonte: Adaptado de (KEMPKA; MANTOVANI, 2013; GUPTA; SHARMA, 2009)

A seguir é apresentada a descrição de cada uma das etapas descritas no fluxograma de produção do hidromel.

### 3.5.1 Preparo do mosto

A primeira etapa de produção do hidromel é o preparo do mosto, que consiste na diluição de mel em água em proporção (mel:água) que pode variar de 1:0,5; até 1:3, considerando que grandes concentrações de mel podem inibir o início da fermentação alcoólica devido à pressão osmótica excessiva, e por isso nos casos de diluição 1:0,5 e 1:1 o mel deve ser adicionado gradativamente ao longo da fermentação (SROKA; TUSZYNSKI, 2007).

Segundo Gupta e Sharma (2009), podem ser adicionados ao mosto nutrientes, com o intuito de favorecer a fermentação alcoólica. Entre estes nutrientes estão descritos o ácido cítrico, fosfato de monoamônio, bitartarato de potássio, de cloreto de magnésio, cloreto de cálcio, e o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>).

Existem estudos que indicam que a suplementação do mosto com nutrientes, ou com pólen, podem acelerar o processo de fermentação e melhorar as características do produto. Além disso, o tipo de mel utilizado também irá influenciar no produto final, e a utilização de mel de melato, que tem uma maior quantidade de minerais, pode ser favorável ao preparo da bebida (PEREIRA *et al.*, 2015a).

Segundo Pereira *et al.* (2015a), o tipo de mel utilizado no mosto pode influenciar mais na fermentação do que a suplementação do mosto com nutrientes, considerando que os méis escuros apresentam melhores índices de fermentação, pelo seu maior conteúdo mineral e pH. Nesse trabalho, foi avaliada a produção de hidroméis com mel escuro puro e com adição de vitaminas e sais. O resultado final foi que a suplementação não influenciou no tempo de fermentação e na qualidade final dos hidroméis, sugerindo que o mel escuro utilizado no experimento já possuía composição adequada para a fermentação.

O pólen apícola também pode ser utilizado como suplementação para o mosto (PEREIRA *et al.*, 2015a). Em seu trabalho, Roldán *et al.* (2011), avaliaram a influência da utilização do pólen apícola na produção de hidroméis. Foram produzidas bebidas com o mosto apresentando concentrações diferentes de pólen (0, 10, 20, 30, 40 e 50 g/L) com objetivo aumentar a quantidade de nitrogênio assimilável pelas leveduras e melhorar o desempenho fermentativo. Para identificar a influência da concentração de pólen na fermentação e na

qualidade dos produtos produzidos eles avaliaram a cinética da fermentação, as características físico-químicas dos hidroméis e os aspectos sensoriais. Os resultados obtidos mostraram que houve diferença na velocidade de fermentação de acordo com as diferentes concentrações de pólen utilizadas, sendo o mosto que não foi acrescido de pólen o que apresentou taxas de fermentação mais baixas e maior tempo para atingir a taxa máxima de fermentação. As melhores taxas de fermentação e menores tempos de conclusão da fermentação foram alcançadas com adição acima de 3% de pólen no mosto. Na avaliação sensorial, os hidroméis adicionados de pólen apresentaram diferenças significativas nos parâmetros cor, aroma, sabor e aceitabilidade quando comparado ao controle (sem adição de pólen). Os melhores resultados sensoriais no critério sabor foram encontrados nos hidroméis acrescidos de 3 e 4% de pólen. Os autores concluíram que o pólen é um bom suplemento para fornecimento de aminoácidos para o processo de fermentação do mosto e que a adição de 3% de pólen ao mosto é a mais apropriada porque produziu um hidromel com maior fermentação e melhor qualidade do que os hidroméis com 0, 1 e 2% de pólen. A utilização de 4% e 5% de pólen apresentou um maior gasto do produto sem apresentar melhorias significativas quando comparado ao adicionado de 3%.

No mosto também são adicionadas as leveduras, que serão as responsáveis pelo processo de fermentação que ocorrerá numa próxima etapa, uma vez que ele por si só não contém leveduras suficientes para o processo de fermentação adequado. As leveduras mais comuns de serem encontradas no mel, *Zygosaccharomyces*, crescem bem apenas em soluções concentradas com mais de 50% de açúcar (FAO, 1996).

### **3.5.2 Fermentação**

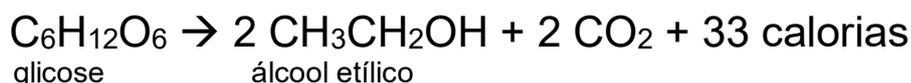
O processo de fermentação alcoólica vem sendo utilizado pela humanidade desde a antiguidade. Pesquisas indicam que os egípcios já produziam bebidas alcoólicas fermentadas há mais de 4000 anos, embora essas fermentações se originassem de processos espontâneos, com métodos empíricos, já que o conhecimento das leveduras e seu papel nessa fermentação são bem mais recentes, tendo sido descrito no século XVII. Em 1863, Pasteur demonstrou a fermentação alcoólica como um processo anaeróbio, ou seja, que acontece na ausência de oxigênio (LIMA *et al.*, 2001).

A fermentação do hidromel é um processo demorado que pode levar de semanas até meses para se completar. A qualidade do produto final é variável, assumindo que a produção desse produto muitas vezes ocorre de maneira artesanal, sem a devida padronização (PEREIRA *et al.*, 2015a).

As leveduras são responsáveis pela fermentação alcoólica nas bebidas, sendo as principais espécies utilizadas para fermentação alcoólica aquelas do gênero *Saccharomyces*, que de modo geral podem apresentar resistência a concentrações de álcool entre 8° a 18° GL (AQUARONE *et al.*, 2001). As leveduras *Saccharomyces cerevisiae* vem sendo utilizadas há milhares de anos para produção de alimentos e bebidas (FERREIRA; SOUSA; LIMA, 2010).

O processo de fermentação alcoólica de açúcares conduzido pelas leveduras tem como principais produtos o álcool etílico e gás carbônico, descrito pela equação de Gay-Lussac (Fig.4). (AQUARONE *et al.*, 2001).

**Figura 4.** Equação de Gay-Lussac



Fonte: Adaptado de AQUARONE *et al.*, 2001

A equação de Gay-Lussac mostra de forma resumida um processo composto por várias outras etapas intermediárias, descritas por Tortora *et al.* (2016). A fermentação alcoólica é iniciada com a glicólise de uma molécula de glicose, produzindo duas moléculas de ácido pirúvico e duas moléculas de ATP. Posteriormente, em condições de anaerobiose, as duas moléculas de ácido pirúvico geradas na primeira reação são convertidas em duas moléculas de acetaldeído e duas moléculas de CO<sub>2</sub>. Por último as moléculas de acetaldeído são então reduzidas por duas moléculas de NADH, formando duas moléculas de etanol.

Além do etanol, outros produtos que contribuem para o sabor e aroma da bebida são gerados no processo de fermentação. É estimado que 5% dos açúcares utilizados pelas leveduras são para formação desses compostos, enquanto os outros 95% são utilizados para produção de etanol. Porém em condições industriais, sujeitas a outras variações que podem interferir no processo, a estimativa é que rendimento obtido é em torno de 90%. (AQUARONE *et al.*, 2001).

Alguns fatores externos e internos podem prejudicar o processo de fermentação alcoólica, fazendo com que as leveduras entrem em processo de latência, se esporulando, e paralisando o processo. Isso acontece principalmente quando o meio não é favorável à vida da levedura, tais como temperatura baixa ou elevada, falta de açúcares ou de outros elementos e baixa atividade de água. A levedura esporulada pode retomar o processo de fermentação caso encontre um meio favorável. Por isso, entende-se que é necessário controle do processo, principalmente relacionado à temperatura de fermentação e presença de açúcares (LIMA *et al.*, 2001).

Além dos fatores já descritos, é importante para a fermentação que o mosto contenha substâncias nutritivas para ocorrência da fermentação. Entre estas, as substâncias nitrogenadas são essenciais para a fermentação das leveduras, podendo ser adicionadas ao mosto substâncias nitrogenadas antes do início da fermentação (LIMA *et al.*, 2001)

O processo de fermentação inicia-se do contato das leveduras com o mosto, em condições adequadas. A partir desse momento, as leveduras começam seu processo de crescimento, que pode ser analisado na forma de um gráfico denominado de curva de crescimento. A primeira fase do crescimento microbiológico, denominado fase de latência (lag), ocorre logo após a inoculação da levedura no mosto. É uma fase na qual os microrganismos estão se adaptando às condições do meio, portanto caracterizada por pouco crescimento. Porém essa fase pode ser encurtada pela densidade do inóculo inicial. A segunda é a fase exponencial, em que o crescimento atinge a sua velocidade máxima, levando a um consumo mais significativo de nutrientes e maior crescimento celular. Com a diminuição de nutrientes essenciais ou pelo acúmulo de produtos finais do metabolismo que inibem o crescimento, inicia-se a fase estacionária, caracterizada pela parada total do crescimento celular, com a população microbiana mantendo-se metabolicamente ativa, até que se desenvolva a fase de declínio, caracterizada pela diminuição exponencial da população (FERREIRA; SOUSA; LIMA, 2010).

O crescimento dos microrganismos pode ser avaliado utilizando metodologias para quantificação do número de células ao longo do período da fermentação. Um dos principais métodos utilizados para quantificação de células viáveis é o de contagem em placas. Ele se baseia no princípio de espalhamento do material diluído em uma diluição conhecida, sobre a superfície de uma placa contendo material favorável ao crescimento do microrganismo

pesquisado. Cada célula viável crescerá e dará origem a uma colônia, porém, como duas células muito próximas podem dar origem a uma mesma colônia, o resultado é expresso em unidades formadoras de colônias (UFC) (FERREIRA; SOUSA; LIMA, 2010).

Existem processos sintéticos de obtenção de álcool, mas para a fabricação de bebidas alcoólicas estes não devem ser utilizados, porque é durante a fermentação que se formam aromas e sabores característicos das bebidas (AQUARONE *et al.*, 2001).

A utilização de leveduras selecionadas e secas para fermentação alcoólica iniciou-se por volta de 1980. Trata-se de um processo prático, seguro e mais rápido, bastando apenas executar uma reidratação da levedura por aproximadamente 20 minutos em uma temperatura controlada. As cepas dessas leveduras são selecionadas em laboratório seguindo critérios como: alto poder fermentativo, baixa produção de espuma, alta tolerância ao álcool, capacidade fermentativa a baixas temperaturas e capacidade de eliminar leveduras selvagens indesejáveis no mosto. Dessa maneira, pode-se selecionar leveduras apropriadas para cada tipo de bebida que será produzida (AQUARONE *et al.*, 2001).

Durante o processo de fermentação alcoólica, a concentração de leveduras no mosto em plena atividade é da ordem de  $8 \times 10^6$  a  $12 \times 10^6$  UFC por mL (AQUARONE *et al.*, 2001). Neste processo podem ser desenvolvidos aromas e sabores desagradáveis e talvez por isso as receitas antigas de hidromel recomendavam a adição de frutas ou ervas aromáticas no produto. Porém, estudos mais recentes dos processos de fermentação levaram ao melhor entendimento das condições necessárias para produção de produtos de melhor qualidade, resultando em melhor aceitação sensorial dos hidroméis produzidos. Isso contribuiu para o retorno do interesse da produção e consumo do produto (FAO, 1996).

Odores e aromas desagradáveis também podem ocorrer devido à fermentação secundária por leveduras ou bactérias contaminantes, gerando sabores estranhos de compostos indesejáveis, como acetato de metila, ácido octanóico e ácido hexanóico. A ocorrência destes alterará a qualidade sensorial do hidromel (BRUNELLI, 2015).

### 3.5.3 Descuba / Trasfega

Quando se dá o final do processo fermentativo, as células das leveduras juntamente com os sais menos solúveis se depositam, formando uma camada de borra do fundo do recipiente.

Isso acontece porque neste momento elas apresentam maior densidade e também pela ausência do efeito de agitação causado pelo desprendimento de CO<sub>2</sub> oriundo da fermentação. Essa decantação é que permite que seja realizado o processo de descuba, que também pode ser chamado de trasfega, onde a bebida é separada das leveduras que foram decantadas (LIMA *et al.*, 2001).

Na trasfega é feita a separação da borra (parte sólida) do fermentado (parte líquida). Após o fim da fermentação, quando é possível observar visualmente essa separação, é realizada a remoção da fração líquida do recipiente onde ocorreu a fermentação para outro recipiente, podendo ser realizada pela gravidade ou por meio de bombeamento (BRUNELLI, 2015).

A borra formada deve ser retirada o mais rápido possível, pois os microrganismos ali presentes podem alterar o produto, causando reações químicas produtoras de odores desagradáveis, como sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) (AQUARONE, *et al.*, 2001). Ao final da primeira trasfega, o produto normalmente ainda se encontra turvo, por isso deve-se aguardar nova sedimentação para realização de outra trasfega. Esse processo normalmente é repetido por duas a três vezes até que seja obtida a clarificação do produto (LIMA *et al.*, 2001).

#### **3.5.4 Envase e pasteurização**

Após a obtenção do produto clarificado, o hidromel deve ser engarrafado em garrafas de vidro previamente sanitizadas. Para garantir o fim do processo fermentativo e aumentar a vida de prateleira do hidromel, as garrafas deste devem ser pasteurizadas por 30 minutos a 65°C. A pasteurização também eliminará possíveis microrganismos patogênicos que possam ser encontrados no produto. É importante resfriar imediatamente as garrafas com água corrente após o processo de pasteurização. Após este processo, os hidroméis poderão ser armazenados em temperatura ambiente por longos períodos. A recomendação de consumo do produto é sempre gelado (MATTIETTO *et al.*, 2006).

#### **3.6 Análise sensorial**

É de suma importância a realização de análises sensoriais para as indústrias de alimentos poderem identificar e atender as necessidades do público consumidor em relação ao produto,

uma vez que a qualidade de um produto não leva em conta somente as suas características químicas, físicas ou microbiológicas, e sim se este produto atende as necessidades e desejos de quem for consumir (MINIM, 2013).

A análise sensorial é uma disciplina científica utilizada para avaliar como as características dos alimentos são percebidas pelos órgãos dos sentidos dos consumidores do produto analisado. Essa análise baseia-se na interação entre as características do produto, como aparência, sabor e textura, com as percepções do indivíduo (DUTCOSKY, 2011).

Os métodos conhecidos para realização das análises sensoriais são classificados em três tipos: os discriminatórios, que definem se existe diferença entre dois ou mais produtos, os afetivos, que definem se um produto é aceito pelos consumidores, e os descritivos, que descrevem quais e em qual intensidade são as diferenças entre os produtos (MINIM, 2013).

Segundo Chaves e Sproesser (2013), o método de ordenação é utilizado para fazer comparações simultâneas de alguma característica de duas ou mais amostras, sendo indicado para as etapas de desenvolvimento de produtos. A utilização deste método, porém, pode apresentar uma desvantagem quando as diferenças entre os produtos são pequenas, pois os provadores podem ter dificuldades em distinguir as amostras.

Os testes afetivos de aceitação com o uso de escala hedônica e com escala de atitude são de grande importância, pois expressam as opiniões dos consumidores sobre os produtos testados (DUTCOSKY, 2011). Quando utilizado o teste afetivo da escala hedônica de aceitação nas etapas de desenvolvimento de um produto, obtêm-se informações sobre como o mercado provavelmente aceitará esse produto. Já o teste afetivo de atitude é uma técnica muito utilizada para avaliar produtos com os quais os consumidores não estão familiarizados, registrando uma atitude mais realista sobre o produto do que na escala hedônica. Para realização destes testes sensoriais em uma triagem inicial, é recomendado a utilização de 30 a 50 avaliadores não treinados (CHAVES; SPROESSER, 2013).

Entre os usos da análise sensorial que se aplicam para este trabalho, destacam-se segundo Dutcosky (2011) a sua aplicação no desenvolvimento de produtos, na avaliação do efeito das alterações de matéria prima sobre o produto final, a avaliação do nível de qualidade do produto e o teste de mercado de um novo produto.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Locais de realização do experimento

A etapa de produção dos hidroméis foi realizada no Laboratório de Bactérias Láticas do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal (DTIPOA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG). As análises físico-químicas do mel, do pólen apícola, do mosto e do hidromel foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Produtos de Origem Animal do DTIPOA da EV-UFMG e no Laboratório de Físico-química do Serviço de Recursos Vegetais e Opoterápicos (SRVO) da Fundação Ezequiel Dias (FUNED), enquanto as análises microbiológicas para acompanhamento da fermentação foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do DTIPOA da EV-UFMG. As análises sensoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial do DTIPOA da EV-UFMG.

### 4.2 Leveduras

Para a produção da bebida, foi utilizada a levedura comercial Lalvin ICV-D47 (Lallemand, Montreal, Canada) - *Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae*, que segundo o fabricante possui baixa demanda de nitrogênio e temperatura de fermentação entre 15-30°C. A escolha desta levedura foi justificada por ser amplamente utilizada para fabricação de hidromel, e por ter tolerância ao álcool de 15% v/v (LALLEMAND, 2008). O modo de uso e quantidade seguiu as recomendações do fabricante.

### 4.3 Mel

Os méis utilizados para a produção dos hidroméis foram recebidos de um mesmo estabelecimento, localizado na região Norte do estado de Minas Gerais, registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF), de modo a garantir homogeneidade e inocuidade da matéria prima. Foram utilizados no preparo dos hidroméis dois tipos de mel: o mel de Aroeira e o mel silvestre.

Antes de iniciar o preparo das bebidas, os méis foram analisados para avaliar suas características físico-químicas, e verificar se estavam de acordo com os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA (BRASIL, 2000).

Foram realizadas as análises de: teor de sólidos insolúveis em água, umidade, cinzas, açúcares redutores, acidez livre, acidez lactônica, acidez total, HMF, pH, condutividade elétrica, cor, proteína e atividade diastásica.

As análises de sólidos insolúveis em água, umidade, pH, cinzas, açúcares redutores, acidez livre, acidez total e acidez lactônica, HMF e atividade diastásica foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Foi utilizada a metodologia descrita pela A.O.A.C (1998) para as análises de nitrogênio, de condutividade elétrica e de cor.

#### **4.4 Pólen apícola desidratado**

O pólen apícola desidratado utilizado no experimento foi proveniente de um estabelecimento produtor registrado no SIF e foi adquirido no comércio local. Previamente à utilização, o pólen foi submetido a análises físico-químicas para verificação de atendimento aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, conforme descrito na Instrução Normativa Nº 3/2001 do MAPA, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pólen, em seu Anexo V.

As análises realizadas foram: umidade, cinzas, lipídios, proteínas, açúcares totais, fibra bruta, acidez livre e pH, seguindo a metodologia descrita no Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal do MAPA (BRASIL, 2018) e no Manual de métodos físico-químicos para análises de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### **4.5 Tratamentos**

Os tratamentos, definidos de acordo com o tipo de mel utilizado e com a adição ou não de pólen como nutriente durante a fermentação, foram os seguintes:

Tratamento 1 (T1): uso de mel de aroeira sem pólen

Tratamento 2 (T2): uso de mel de aroeira com pólen, na concentração de 30g/L

Tratamento 3 (T3): uso de mel silvestre sem pólen

Tratamento 4 (T4): uso de mel silvestre com pólen, na concentração de 30g/L

A concentração de pólen utilizada nos tratamentos T2 e T4 (30g/L) foi definida com base no trabalho de Roldán *et al.* (2011), pois segundo esses autores, essa proporção de pólen foi a que apresentou os melhores resultados, tanto na fermentação quanto nas análises sensoriais.

## 4.6 Produção do hidromel

Os hidroméis foram elaborados tendo como base o fluxograma (Fig.3) descrito por Gupta e Sharma (2009), seguindo-se as etapas de preparação do mosto, fermentação, descuba/trasfega envase e pasteurização.

### 4.6.1 Preparo do mosto e inoculação da levedura

Para o preparo do mosto, cada tipo de mel foi diluído em água mineral comercial e a proporção de mel:água foi padronizada para que o teor de sólidos solúveis no mosto atingisse 29 °Brix. Nos tratamentos suplementados com pólen apícola a inclusão foi realizada neste momento, utilizando-se a concentração de 30g de pólen por litro de mosto.

A levedura Lalvin ICV-D47 foi preparada para a inoculação do mosto seguindo-se as instruções do fabricante. Para isto, a levedura liofilizada foi reidratada, utilizando um béquer contendo 50mL de água destilada, em temperatura entre 35 - 37°C, e permaneceu em estufa nesta mesma faixa de temperatura por 20 minutos, sendo então adicionada ao mosto .

O volume total de mosto produzido foi de 4,5 L para cada um dos quatro tratamentos. Após o preparo do mosto e a inoculação da levedura, este volume foi distribuído em três recipientes com capacidade de 1,5 litros cada, sendo cada recipiente considerado uma repetição.

Imediatamente após a inoculação do mosto, foram coletadas alíquotas de 200 mL de cada um dos tratamentos, para a realização das análises de °Brix, pH, nitrogênio inicial, acidez titulável, acidez volátil e acidez total e contagem direta em placas (UFC/mL).

As análises de pH, acidez titulável, acidez volátil e acidez total foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A determinação de °Brix foi feita com refratômetro seguindo metodologia descrita por (RIZZON, 2010).

Foi utilizada a metodologia descrita pela A.O.A.C (1998) para as análises de nitrogênio.

Para a contagem total de leveduras em placa (UFC/mL) foi utilizado o ágar levedura peptona dextrose, conforme descrito por Pereira *et al.* (2015a) (20g/L glicose, 10g/L de peptona, 5g/L de extrato de levedura e 20g/L de ágar) e as contagens foram realizadas após a incubação por 48h à 25°C.

#### 4.6.2 Fermentação

A fermentação em cada um dos tratamentos foi realizada em triplicata, utilizando recipientes de polietileno com capacidade total de 1,5 litros. Estes foram hermeticamente fechados com válvula de fermentação do tipo “airlock”, que permite a saída do gás carbônico produzido durante a fermentação e impede a entrada do oxigênio e outros agentes contaminantes. A fermentação foi conduzida com os recipientes mantidos a temperaturas monitoradas entre 20 a 25°C e com pouca luminosidade.

A fermentação foi monitorada diariamente pela perda de peso, como uma estimativa da produção de CO<sub>2</sub> e °Brix, como uma estimativa do consumo de açúcares. A determinação de °Brix foi feita com refratômetro de acordo com a metodologia descrita por (RIZZON, 2010). Todas as repetições foram pesadas diariamente usando balança digital semi analítica e as massas encontradas foram registradas para posterior análise dos dados e determinação da perda de peso diária.

Nos dias zero (momento da inoculação da levedura no mosto), um, três, nove, 15, 21, 24, 27 e 30, foram retiradas assepticamente com o auxílio de seringa acoplada a uma mangueira plástica, alíquotas de cada um dos tratamentos para avaliação do crescimento das leveduras, por meio de contagem direta em placas (número de UFC/mL). A contagem direta em placas (número de UFC/mL) foi realizada utilizando-se o ágar levedura peptona dextrose descrito por Pereira *et al.* (2015a) (20g/L glicose, 10g/L de peptona, 5g/L de extrato de levedura e 20g/L de ágar) e as contagens foram realizadas após a incubação por 48h à 25°C.

Após finalização da fermentação, indicada pela estabilização nos valores de °Brix e perda de peso, os recipientes de polietileno contendo o produto foram acondicionados em geladeira à temperatura de 0 a 5°C por 72 horas, para auxiliar no processo de decantação das leveduras e na sedimentação das partículas em suspensão.

#### **4.6.3 Trasfegas**

Após a finalização da decantação dos sólidos do hidromel, 72 horas após o fim da fermentação e acondicionamento sobre refrigeração, foi realizada a primeira trasfega do produto, para separar a parte sólida decantada (borra) do líquido (fermentado). O líquido proveniente da trasfega foi depositado em do tipo erlenmeyer com capacidade de 2 litros, devidamente esterilizados. O precipitado que permaneceu no fundo do recipiente de polietileno da fermentação foi descartado. O produto foi novamente acondicionado em geladeira à temperatura de 0 a 5°C, onde permaneceu por mais sete dias, até que ocorresse novamente a decantação da borra. Em seguida ele foi submetido a mais uma etapa de trasfega.

Foram retiradas alíquotas de 200mL dos hidroméis obtidos para realização das análises físico-químicas de acidez fixa, acidez total, acidez volátil, cinzas, cloretos totais, extrato seco reduzido, graduação alcoólica e teor de açúcar para verificação da conformidade do produto à legislação brasileira vigente (Instrução Normativa nº 34/2012 do MAPA) (BRASIL, 2012). As análises de acidez fixa, acidez total, acidez volátil, cinzas, cloretos totais, extrato seco reduzido, graduação alcoólica foram realizadas de acordo com a metodologia o Manual de métodos físico-químicos para análises de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### **4.6.4 Envase e Pasteurização**

Os hidroméis obtidos após o segundo processo de trasfega foram envasados em erlenmeyers e estes foram imediatamente submetidos ao processo de pasteurização em banho-maria, a temperatura de 65°C por 30 minutos. O objetivo da pasteurização foi cessar completamente a fermentação do produto e a eliminação de possíveis microrganismos patogênicos. Após a pasteurização, os hidroméis foram armazenados em refrigerador, a uma temperatura de 0 a 5°C por 24 horas, até a realização das análises sensoriais.

#### 4.7 Análises sensoriais

Para avaliar as características sensoriais dos hidroméis, foram adotados os testes afetivos de aceitação (escala hedônica e escala de atitude) e o teste afetivo de preferência por ordenação. Os testes sensoriais foram realizados conforme metodologia descrita por Chaves e Sproesser (2013).

Foram utilizados 63 avaliadores não treinados de sexo masculino e feminino, entre estudantes e funcionários da UFMG, comprovadamente maiores de 18 anos, que possuem o hábito de consumo de bebidas alcoólicas e que tenham declarado ser saudáveis. Estes avaliadores foram convidados voluntariamente a participarem da análise sensorial e a eles foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TLCE), informando-lhes sobre os pesquisadores envolvidos na pesquisa, os objetivos do projeto e como se dará sua participação na análise (Anexo 1). A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos (LASA) do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG, utilizando cabines específicas para esse fim.

As amostras codificadas com algarismos de 3 dígitos foram apresentadas aos julgadores em ordem aleatória e em cabines individuais (Fig.5). As amostras foram servidas em copos plásticos rígidos e transparentes contendo aproximadamente 30 mL de hidromel, na temperatura aproximada de 5°C (Fig.6). Os julgadores foram orientados a fazer a rinsagem da boca com água entre as amostras.

**Figura 5.** Cabines individuais para análise sensorial



**Figura 6.** Apresentação das amostras aos julgadores



No teste afetivo de preferência por ordenação (Anexo 2), os avaliadores classificaram as amostras recebidas de forma crescente em relação aos parâmetros cor, aparência, odor e sabor. Para cada um dos parâmetros, eles indicaram a sua preferência atribuindo o valor 1 à amostra mais preferida e o valor 4 a menos preferida (CHAVES; SPROESSER, 2013)

Para o teste afetivo de aceitação com escala hedônica (Anexo 3), os julgadores avaliaram cada amostra e indicaram sua aceitação de acordo com uma escala de 5 pontos, adaptada da escala de 9 pontos de Chaves & Sproesser (2013): 1- desgostei muito, 2- desgostei moderadamente, 3- indiferente, 4- gostei moderadamente 5- gostei muito.

Para o teste afetivo de aceitação com escala de atitude (Anexo 4), os avaliadores indicaram o quão regularmente consumiriam esse produto de acordo com a escala: 1- só consumiria isso se fosse forçado, 2- só consumiria isso se não pudesse escolher outro produto, 3- raramente consumiria isso, 4- não gosto disso, mas consumiria ocasionalmente, 5- consumiria isso se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isso, 6- gosto disto e consumiria de vez em quando, 7- consumiria isto frequentemente, 8- consumiria isto muito frequentemente, 9- consumiria isto sempre que tivesse oportunidade (CHAVES; SPROESSER, 2013).

Para a realização dessa análise sensorial, o projeto foi submetido à apreciação e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CAAE 24850719.0.0000.5149).

Os resultados do teste afetivo de preferência por ordenação foram analisados por meio de estatística não-paramétrica, utilizando o teste de Friedman, conforme indicado por Dutcosky

(2011), para identificar se as amostras diferem entre si com relação a cada parâmetro a um nível de significância de 5%.

Os resultados dos testes afetivos de aceitação com escala hedônica e com escala de atitude foram analisados utilizando o teste de estatística não-paramétrica de Kruskal-Wallis, para identificar se houve diferença significativa de aceitação. No caso de diferença significativa a um nível de 5%, foi utilizado o teste de Dunn para detectar quais amostras diferem entre si, conforme indicado por Kemp *et al.* (2009).

Os testes estatísticos foram realizados no software R (R CORE TEAM, 2014) com ajuda do pacote PMCMR.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização do mel

Antes da utilização dos méis para fabricação da bebida, foram realizadas análises para caracterização físico-química, a fim de observar se estes atendiam aos padrões vigentes na legislação brasileira. Os resultados são apresentados abaixo (Tab.6):

**Tabela 6.** Caracterização físico-química do mel utilizado na produção do hidromel

Parâmetros	Resultados mel Silvestre	Resultados mel Aroeira	Padrão legal
Sólidos insolúveis em água (g/100g.)	0,0095	0,0050	Máximo 0,1
Umidade (g/100g.)	18,0	16,5	Máximo 20
Minerais - Cinzas (g/100g.)	0,173	0,277	Máximo 0,6
Açúcares redutores (gramas/100g.)	66,27	67,48	Mínimo 65 (mel floral) Mínimo 60 (mel de melato)
Acidez livre (mEq./kg)	40,75	26,43	50
Acidez lactônica (mEq./kg)	11,71	11,72	NA
Acidez total (mEq./kg)	52,46	38,16	NA
HMF (mg/kg)	25,38	Não detectável	Máximo 60
pH	3,98	5,25	NA
Condutividade elétrica	0,48	0,625	NA
Cor (absorbância 560 nm)	0,318 âmbar claro	0,777 âmbar	NA
Proteína	0,27	0,28	NA
Atividade diastásica (escala Göthe)	9,32	24,55	Mínimo 8 na escala Gothe ou 3 se HMF inferior a 15

Valores expressos como médias dos resultados em duplicata. O padrão legal é estabelecido pela IN MAPA nº 11/2000 (BRASIL, 2000). Quando não existe padrão legal estabelecido na legislação Brasileira foi utilizada a sigla NA, não se aplica.

Os resultados demonstraram que ambos os méis utilizados como matéria-prima para a produção do hidromel, apresentaram valores de acordo com os padrões estabelecidos no Regulamento de Identidade e Qualidade de Mel (BRASIL, 2000).

Embora os valores de umidade permitidos na legislação brasileira sejam de até 20 g/100g, a FAO (1996), indica que valores acima de 18 g/100g de umidade facilitam a deterioração dos méis, diminuindo sua vida e prateleira, pois estes apresentam risco de fermentação durante a estocagem. Ambos os méis utilizados apresentam valores de umidade dentro do recomendado pela FAO, (18 g/100g e 16,5g/100g) indicando sua boa qualidade.

Em relação à concentração de minerais (cinzas), o mel de aroeira apresentou 0,277 g/100g quando comparado com o mel silvestre que apresentou 0,173 g/100g. Segundo a FAO (1996), méis mais escuros, como o mel de aroeira, apresentam maior teor de cinzas quando comparados, a méis mais claros, o que pode justificar os resultados encontrados.

A condutividade elétrica dos méis foi maior no mel de aroeira (0,625) quando comparado ao mel silvestre (0,480). Segundo Pereira (2008), a condutividade é um parâmetro útil para selecionar méis de diferentes origens florais, e está relacionada com a concentração de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas. Além disso é provável que exista uma correlação linear entre os teores de cinzas a condutividade elétrica. Nos méis analisados, a condutividade elétrica e o teor de cinzas foram mais baixos no mel silvestre quando comparado ao mel de aroeira. Este resultado é semelhante ao encontrado por Pereira (2008) que encontrou menor condutividade elétrica e teor de cinzas no mel claro quando comparado ao mel escuro.

Segundo Pereira (2008), alguns autores relataram que existe uma correlação linear entre os teores de cinzas a condutividade elétrica e isso pode ser observado nos resultados obtidos.

A absorbância encontrada no mel de aroeira foi de 0,777 sendo, portanto, considerado na escala de Pfund como cor âmbar e assim apresenta-se mais escuro quando comparado com o mel de florada silvestre que apresentou 0,318, sendo considerado como âmbar claro na mesma escala. Este resultado está de acordo com o descrito por Demier (2018) que descreve o mel de aroeira com coloração mais escura que o de méis florais.

A acidez livre e acidez total encontradas no mel de aroeira foram menores que as encontradas no mel silvestre, indo de encontro com a caracterização físico-química do mel de aroeira feita por Bastos et al. (2016). Alves *et al.* (2011) encontraram para o mel de aroeira valor de acidez de 51,31 mEq/ kg, superior ao permitido pelo padrão legal brasileiro, o que diferiu do resultado de 26,43 mEq/kg encontrado na análise do mel de aroeira utilizado nesse trabalho.

Com relação aos valores de pH encontrados, o mel silvestre apresentou valores mais baixos que o do mel de aroeira, ou seja, este apresentou-se mais ácido, estando em conformidade com os valores de acidez livre encontrados.

O HMF encontrado em ambos os méis foi dentro do padrão da legislação brasileira (BRASIL, 2000), sendo que no mel de aroeira este não foi detectável. Segundo Silva *et al.*, (2004) isto

indica a qualidade e frescor dos produtos, pois os índices de HMF aumentam com o tempo de armazenamento do mel e podem indicar adulterações dele.

Os teores de açúcares redutores, proteínas e acidez lactônica não apresentaram diferença entre os dois tipos de mel analisados.

## 5.2 Caracterização do pólen apícola desidratado

Foram feitas análises físico-químicas do pólen apícola desidratado utilizado no experimento afim de verificar se este atende aos padrões da legislação Brasileira (BRASIL, 2001). Os resultados encontrados na análise físico-química do pólen são apresentados abaixo (Tab.7):

**Tabela 7.** Caracterização físico-química do pólen utilizado na produção do hidromel

Parâmetros	Resultados do pólen apícola desidratado	Padrão legal
Umidade (%)	3,89	Máximo 4
Cinzas (%; m/m, na base seca)	3,52	Máximo 4
Lipídios (%; m/m, na base seca)	9,38	Mínimo 1,8
Proteínas (%; m/m, na base seca)	22,37	Mínimo 8
Açúcares totais (%; m/m, na base seca)	54,63	14,5 a 55,0
Fibra bruta (%; m/m, na base seca)	6,19	Mínimo 2
Acidez livre (mEq/kg)	203,90	Máximo 300
pH	4,60	4 a 6

Valores expressos como médias dos resultados em triplicata. O padrão legal é estabelecido pela IN MAPA nº 3/2001 – Anexo V (BRASIL, 2001).

Os resultados demonstraram que o pólen apícola desidratado utilizado como matéria-prima para a produção dos hidroméis cuja formulação incluíam pólen, apresentaram valores de acordo com os padrões estabelecidos no Regulamento de Identidade e Qualidade de Pólen Apícola Desidratado (BRASIL, 2001).

Os resultados encontrados nas análises físico-químicas do pólen estão de acordo com os resultados encontrados por Martins (2010), que analisou 154 amostras de pólen apícola desidratado de várias partes do Brasil.

Entre os resultados encontrados na análise físico-química do pólen que irão alterar o processo fermentativo dos hidroméis acrescidos de pólen, destacam-se os valores de cinzas e de proteínas. O aumento nesses parâmetros nos hidroméis suplementados com pólen pode ser percebido na análise físico-química dos hidroméis (Tab. 9)

### 5.3 Processo fermentativo

Antes de iniciar o processo fermentativo dos hidroméis foram feitas análises do mosto, ou seja, logo após a mistura do mel, água, leveduras e pólen, nos tratamentos que o continha. É importante a realização das análises do mosto, pois segundo Cuenca *et al.* (2016) as características do mosto como o pH, quantidade de açúcares e os níveis de nutrientes irão influenciar diretamente na velocidade da fermentação e, conseqüentemente, no resultado final (CUENCA *et al.*, 2016).

Os parâmetros encontrados no mosto são apresentados abaixo (Tab.8):

**Tabela 8.** Caracterização do mosto antes do início da fermentação

Parâmetros	Tratamentos			
	T1 aroeira	T2 aroeira + pólen	T3 silvestre	T4 silvestre + pólen
Acidez fixa, em mEq/L	11,5	21,5	11,9	21,5
Acidez total, em mEq/L	13,5	23	13	23,5
Acidez volátil, em mEq/L	2	1,5	1,1	2,0
pH	4,52	4,29	3,75	3,84
Grau Brix	29	29	29	29
Proteína (%)	0,20	0,53	0,14	0,49

Valores expressos como médias dos resultados em triplicata. Não existe padrão legal estabelecido para o mosto.

Os valores encontrados demonstraram que nos tratamentos suplementados com pólen (T2 e T4) foram encontrados maiores valores de acidez fixa e acidez total em comparação aos tratamentos sem suplementação (T1 e T3). Isto foi possivelmente influenciado pela acidez do pólen utilizado, que na análise físico-química apresentou acidez livre de 203,90 mEq/kg. Os valores de acidez volátil encontrados em todos os mostos foram baixos. O pH encontrado no mosto foi superior nos tratamentos elaborados com o mel de aroeira em comparação ao mel silvestre, acompanhando o resultado encontrado na análise físico-química dos méis (Tab.6).

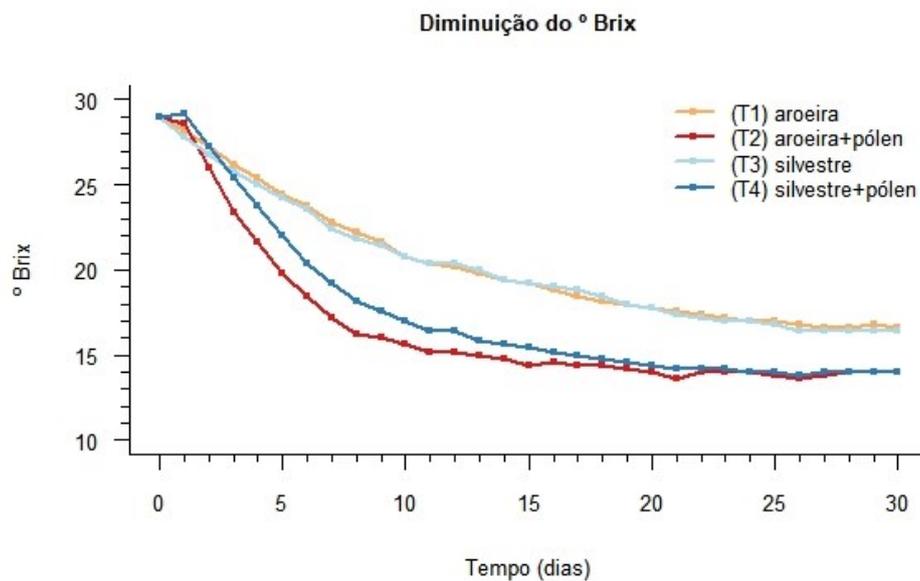
Para acompanhar o processo de fermentação do mosto, foi realizado o acompanhamento diário ao longo de 30 dias, dos valores de °Brix e da perda de peso de cada tratamento. A análise destes parâmetros serve como um indicativo da ocorrência e da velocidade do processo de fermentação.

O acompanhamento da fermentação e definição do momento em que essa cessa é de extrema importância para a qualidade do hidromel, pois conforme descrito por Aquarone *et al.* (2001),

o produto deve passar pelo processo de trasfega o mais rápido possível, pois os microrganismos ali presentes podem causar reações químicas produtoras de odores desagradáveis.

A figura 7 mostra a variação média do °Brix dos quatro tratamentos longo dos 30 dias de fermentação do hidromel.

**Figura 7.** Variação do °Brix ao longo da fermentação



Todos os tratamentos iniciaram no tempo 0 (zero) com um valor padronizado de 29 °Brix. Este foi reduzindo ao longo dos 30 dias de fermentação, à medida que os açúcares diluídos no meio foram sendo consumidos, produzindo álcool e CO<sub>2</sub>.

A análise do gráfico (Fig.7) permite identificar que os tratamentos T1 (aroeira) e T3 (silvestre) apresentaram o mesmo ritmo de redução dos valores de °Brix ao longo do tempo de fermentação. Ambos apresentaram velocidade de diminuição do °Brix inferior aos tratamentos T2 (aroeira + pólen) e T4 (silvestre + pólen), que apesar de finalizarem os 30 dias com valores semelhantes de °Brix, apresentaram no início uma leve diferença de velocidade, com o tratamento T2 sendo um pouco mais rápido inicialmente.

Pode-se observar que os valores de °Brix começaram a se estabilizar a partir do 21º dia para os tratamentos T2 e T4 e em torno do 26º dia para os tratamentos T1 e T3. Essa estabilização é importante pois com ela é possível identificar o final do processo fermentativo.

A análise do gráfico de diminuição do °Brix ao longo do tempo de fermentação também permite perceber que os tratamentos que tiveram o mosto suplementado com 30g/L de pólen (T2 e T4) apresentaram melhor eficiência fermentativa e desempenho no consumo de açúcares, enquanto os tratamentos que não foram suplementados com pólen (T1 e T3) apresentaram desempenho mais baixo e semelhante entre eles. A ausência de diferença entre os tratamentos T1 (aroeira) e T3 (silvestre), indica que a cinética da fermentação não sofreu variação pela origem botânica dos méis.

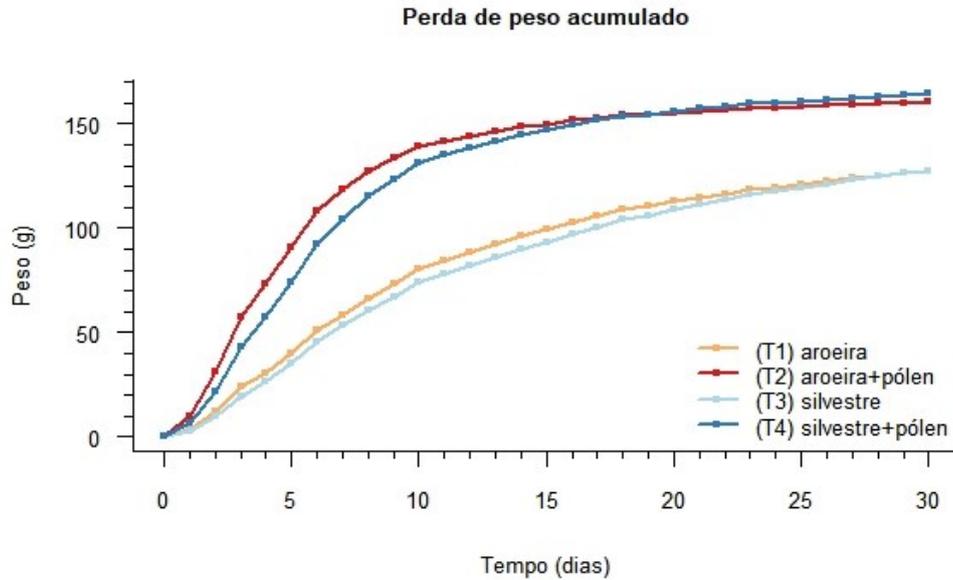
A redução inicial mais acelerada dos tratamentos T2 quando comparado com o tratamento T4 possivelmente está relacionada à origem botânica do mel de aroeira (T2). Este mel apresentou-se com maiores teores de minerais (cinzas) quando comparado ao mel silvestre. Segundo Pereira *et al.* (2015a) os maiores níveis de minerais no mel escuro são favoráveis à fermentação do hidromel.

A maior velocidade de redução do °Brix dos mostos suplementados por pólen são explicáveis pois neste caso a suplementação aumentou a quantidade de compostos nitrogenados no mosto, que segundo Lima *et al.*, (2011) são essenciais às leveduras para fermentação do mosto. Resultado semelhante foi observado por Roldán *et al.* (2011) que suplementaram o mosto com quantidades de 0, 10, 20, 30, 40, 50 g/L de pólen e concluíram que o hidromel sem suplementação apresentou taxa de fermentação significativamente menor e maior tempo para finalização da fermentação. Por outro lado, os hidroméis com concentrações de pólen acima de 30g/L de pólen foram os que apresentaram taxas mais altas de fermentação e menor tempo para conclusão do processo.

A perda de peso também é um importante parâmetro de avaliação da fermentação pois este serve de estimativa para determinação da produção de CO<sub>2</sub> durante a fermentação. A produção de CO<sub>2</sub> indica a evolução do processo fermentativo, pois, conforme descrito por Aquarone *et al.* (2011), no processo de fermentação alcoólica de açúcares conduzido pelas leveduras, os principais produtos obtidos são o álcool etílico e o gás carbônico (Fig.4).

A figura 8 apresenta a perda de peso média dos tratamentos, acumulada ao longo do tempo de fermentação.

**Figura 8.** Perda de peso acumulada ao longo do tempo de fermentação



Ao analisar o do gráfico (Fig.8) pode-se observar que os tratamentos T1 e T3 apresentaram-se com curvas de perda de peso acumulada bastante semelhantes, apresentando uma pequena diferença no início da fermentação, onde o tratamento T1 apresentou perda de peso ligeiramente maior. Nesse mesmo parâmetro, ao comparar os tratamentos T2 e T4, também foram obtidas curvas semelhantes, com um favorecimento inicial para o tratamento T2. Porém ao final do período de 30 dias de fermentação, o tratamento T4 apresentou valores ligeiramente maiores de perda de peso acumulada.

Assim como foi observado para os valores de redução do °Brix (Fig.7) pode-se perceber que os tratamentos suplementados com pólen (T2 e T4) tiveram uma perda de peso acumulada maior e mais rápida quando comparados com os tratamentos sem suplementação de pólen (T1 e T3), corroborando os achados de Lima *et al.*, (2011), que relataram que os compostos nitrogenados (oriundos do pólen) são essenciais ao processo fermentativo.

Também é possível perceber na Fig. 8 que os tratamentos com mel de aroeira (T1 e T2) tiveram uma maior velocidade de perda de peso no início quando comparados com os mostos produzidos com mel silvestre (T1 x T3 e T2 x T4). Isso ocorreu provavelmente pelo maior quantidade de minerais (cinzas) no mel de aroeira, uma vez que isto pode influenciar no processo de fermentação.

Diante do que foi observado tanto no acompanhamento da variação do °Brix (Fig.7) quanto na velocidade da perda de peso que indica a produção de CO<sub>2</sub> (Fig.8), os tratamentos que foram

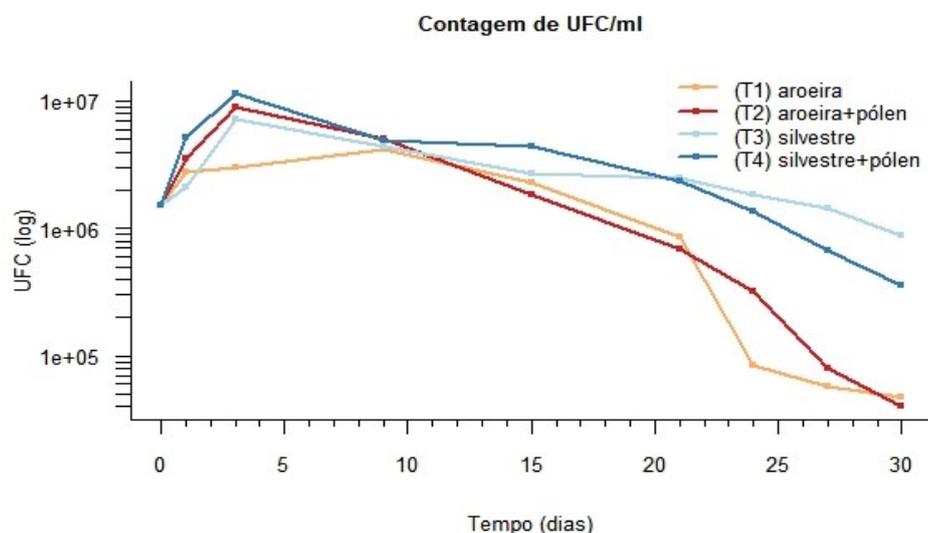
adicionados de 30 g/L de pólen: T2 (aroeira + pólen) e T4 (silvestre + pólen) se destacaram com uma velocidade significativamente superior tanto na perda de peso quanto na queda do °Brix quando comparados aos tratamentos T1 (aroeira) e T3 (silvestre) que não receberam suplementação. Os valores finais de °Brix também foram mais baixos nos tratamentos suplementados com pólen, indicando um maior consumo de açúcares e possivelmente um maior teor alcoólico desses hidroméis, que foi comprovado posteriormente nas análises físico-químicas.

Não foi possível observar diferenças claras na comparação entre o processo fermentativo dos tratamentos compostos por mel de aroeira quando comparado aos tratamentos com uso de mel de florada silvestre pois tanto a variação do °Brix (Fig.7) quanto a perda de peso acumulada (Fig.8) apresentaram comportamento semelhante nos tratamentos T1 e T3 e também nos tratamentos T2 e T4.

Para elaboração da curva de crescimento das leveduras durante o processo de fermentação foi feita a contagem de UFC/mL nos dias 0, 1, 3, 9, 15, 21, 24, 27 e 30. O acompanhamento desse parâmetro é importante para determinar quando o crescimento das leveduras sai da fase estacionária e entra no processo de declínio. Este momento deve ser considerado para concluir que a fermentação do mosto terminou.

A figura 9 apresenta as curvas de crescimento das leveduras ao longo dos 30 dias de fermentação.

**Figura 9.** Curva de crescimento de leveduras durante fermentação



Todos os tratamentos iniciaram com uma contagem de  $1,5 \times 10^6$  UFC/mL. Inicialmente ao primeiro dia, observa-se no gráfico que todos os tratamentos tiveram aumento nas suas contagens de UFC, sendo que os tratamentos suplementados com pólen (T2 e T4) se destacaram com maiores contagens quando comparado aos tratamentos sem pólen (T1 e T3). Ao terceiro dia, os tratamentos T4, T2 e T3 atingiram seu auge de fermentação, com valores de contagens de UFC de respectivamente  $1,1 \times 10^7$ ,  $8,9 \times 10^6$  e  $7,6 \times 10^6$ . O tratamento T1 apresentou-se ao terceiro dia com valor de  $3,0 \times 10^6$ , tendo atingido seu auge somente ao nono dia com  $4,2 \times 10^6$  UFC. Pode-se observar no gráfico que houve uma redução do número de UFC/mL a partir do dia 15, tendo isso se agravado a partir do dia 21. Ao final do processo de fermentação, os tratamentos apresentaram as seguintes contagens de UFC: T1 ( $4,8 \times 10^4$ ); T2 ( $4,0 \times 10^4$ ); T3 ( $8,7 \times 10^5$ ) e T4 ( $3,6 \times 10^5$ ).

A análise das curvas de crescimento das leveduras ao longo do processo de fermentação permitiu perceber diferenças entre os tratamentos que receberam suplementação de pólen (T2 e T4) que atingiram maiores valores de UFC no auge da fermentação quando comparado com os tratamentos (T1 e T3) que não receberam suplementação.

As fases do processo de crescimento microbiano descritas por Ferreira *et al.* (2010) podem ser observadas na curva de crescimento das leveduras durante a fermentação (Fig.9). A fase lag (latência) foi encurtada pela contagem inicial elevada de leveduras inoculadas no mosto, que foi de  $1,5 \times 10^6$  em todos os tratamentos, mas ainda pode-se perceber pelo gráfico que os tratamentos T1 e T4 tiveram uma fase lag mais persistente quando comparado aos outros. A fase exponencial iniciou-se após um dia de fermentação e progrediu até o seu pico no dia 3, com exceção do tratamento T1 que apresentou seu pico de crescimento somente ao nono dia. A fase estacionária mostrou-se persistente até o vigésimo primeiro dia de fermentação em todos os tratamentos, quando iniciou-se a fase de declínio. Esta fase mostrou-se com mais intensidade nos tratamentos acrescidos de 30 g/L de pólen (T2 e T4). Isso pode ser explicado pelo declínio mais elevado do °Brix ocorrido nestes tratamentos (Fig.7), demonstrando provavelmente um esgotamento das substâncias nutritivas necessárias para ocorrência da fermentação.

Analisando todos os gráficos apresentados (Fig.7, Fig.8, Fig.9) pode-se perceber que apesar de ter conduzido a fermentação por um período de 30 dias, a partir de aproximadamente 21 dias de fermentação, a variação do °Brix e a perda de peso em todos os 4 tratamentos foi

pequena, e a curva de crescimento demonstrou que os microrganismos já se encontravam em processo de declínio, sugerindo possivelmente que a fermentação já teria finalizado.

Para efeitos de padronização na produção de hidroméis, considera-se que ao repetir o processo de fermentação mantendo as mesmas condições experimentais, ou seja, utilizando os mesmos tipos de mel, a mesma proporção mel:água, a mesma levedura e mesma quantidade inicial, espera-se que o processo de fermentação finalize em 26 dias para os tratamentos T1 e T3 e 21 dias para os tratamentos T2 e T4.

#### 5.4 Caracterização dos hidroméis produzidos

Ao final da fermentação alcoólica, logo após os processos de trasfegas e pasteurização foi obtido o hidromel, que teve amostras retidas para realização de análises da sua composição final, conforme apresentado abaixo (Tab. 9).

Os resultados demonstraram que os hidroméis obtidos através dos tratamentos T1, T3 e T4 não atendem a todos os requisitos estabelecidos pela Instrução Normativa 34 (BRASIL, 2012) que estabelece os padrões para o produto. Os tratamentos T1 (aroeira) e T3 (silvestre) apresentaram valores de cinzas menores que o padrão legal, e os tratamentos T3 (silvestre) e T4 (silvestre + pólen) apresentaram-se com valores de acidez volátil acima do permitido.

**Tabela 9.** Caracterização físico-química dos hidroméis produzidos

Parâmetros	Tratamentos				Padrão legal
	T1	T2	T3	T4	
Acidez fixa, em mEq/L	28	43,2	45,0	63,75	> 30
Acidez total, em mEq/L	48	61,5	67,5	85,5	Entre 50 - 130
Acidez volátil, em mEq/L	20	18,3	22,5	21,75	< 20
Cinzas, em g/L	1,128	1,603	0,922	1,569	> 1,5
Cloretos totais, em g/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,5
Extrato seco reduzido, em g/L	12,8	8,34	12,55	8,2	> 7
Gradação alcoólica, em % v/v a 20 °C	11	14	10	14	Entre 4 – 14
Grau brix	16,6	14,0	16,4	14,0	NA
Proteína (%)	0,15	0,30	0,10	0,25	NA

Os valores são médias dos resultados em triplicata. O padrão legal é estabelecido pela IN MAPA nº34/2012 (BRASIL, 2012). Quando não existe padrão legal estabelecido na legislação Brasileira foi utilizada a sigla NA, não se aplica.

Segundo essa normativa (BRASIL, 2012), o hidromel necessita apresentar no mínimo 1,5 g/L de cinzas na sua análise físico-química, porém os hidroméis obtidos no tratamento T1 e T3

apresentaram respectivamente resultados de cinzas de 1,128 g/L e 0,922 g/L. Os hidroméis elaborados com suplementação de pólen apresentaram valores de cinzas dentro do padrão legal, de 1,603 g/L para o tratamento T2 e 1,569 g/L para o T4.

Os resultados encontrados na análise de cinzas do hidromel estão dentro do esperado para os tratamentos, considerando que ao comparar o T1 e T3, foi encontrada maior quantidade de cinzas no hidromel obtido à partir do mel de aroeira, que como apontado por Demier (2018) e pelas análises apresentadas na tabela 6, tem maiores teores de cinzas que o mel silvestre. Os hidroméis suplementados com pólen (T2 e T4) apresentaram cinzas mais elevadas que os sem suplementação, possivelmente pelo uso do pólen apícola desidratado, que conforme apresentado por Martins (2010) pode apresentar valores de cinzas entre 1,33 a 4,13 g/100g, o que contribuiu para aumento de cinzas no produto final.

A pesquisa por trabalhos científicos no mundo que apresentem o conteúdo de cinzas em hidroméis não retornou resultados e aparentemente este parâmetro não é um requisito físico-químico exigido em outros mercados. As análises de conteúdo de cinzas são mais representativas em análises físico-químicas de vinho, onde valores baixos podem ser indicativos de fraude por adição de água.

Os valores de acidez volátil encontrados em todos os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) encontraram-se acima dos valores encontrados por Pereira *et al.* (2015b) e por Mendes-Ferreira *et al.* (2010).

Pereira *et al.* (2015b) elaboraram hidroméis com e sem adição de suplementação de fosfatos, utilizando a mesma levedura (*Lalvin ICV D47*) utilizada neste trabalho. Os hidroméis produzidos apresentaram-se com acidez volátil de 10,5 mEq/L para o hidromel suplementado e 8,83 mEq/L para o hidromel sem suplementação. Mendes-Ferreira *et al.* (2010), conduziram um experimento afim de avaliar diferenças físico-químicas e nos parâmetros de fermentação de hidroméis produzidos com diferentes suplementações no mosto, sendo um hidromel produzido sem suplementação (controle) e os outros 4 com diferentes tipos de suplementos. Nesse trabalho, os valores de acidez titulável encontrados por ele foram de 10,5 mEq/L no controle, e valores variando entre 9,5 mEq/L – 14 mEq/L nos mostos suplementados.

A acidez volátil segundo Barnabé (2006) pode ser um indicativo de contaminação do produto por bactérias produtoras de ácidos (acético, fórmico, butírico e propiônico). Um dos motivos

que pode ter causado os níveis mais elevados de acidez volátil que nos trabalhos citados, foi a persistência das leveduras no hidromel mesmo após a finalização do processo fermentativo, levando a maior produção de ácidos.

A graduação alcoólica dos hidroméis obtidos em todos os tratamentos mostrou-se dentro do padrão apresentado por Gupta & Sharma (2009), que indicou que os hidroméis podem apresentar-se com graduação alcoólica entre 8-18%, embora a legislação brasileira aceite valores de graduação alcoólica entre 4-14%. Como os hidroméis produzidos apresentaram teores alcoólicos entre 10 e 14%, eles atendem ambos os padrões. A diferença obtida na graduação alcoólica dos hidroméis era esperada ao analisar a figura 7, pois os valores finais de °Brix dos tratamentos suplementados com pólen (T2 e T4) foram menores, indicando um maior consumo de açúcares e possivelmente um maior teor alcoólico desses hidroméis, que foi comprovado.

Os valores de proteínas encontrados no hidromel demonstraram a influência do tipo de mel utilizado, com maiores valores no T1 (0,15%) em comparação com o T3 (0,10%). E na utilização de pólen, pois valores maiores de proteínas foram encontrados nos hidroméis suplementados com pólen, tendo o T2 apresentado 0,30% e o T4 0,25%. O pólen apícola pode apresentar valores de proteínas de até 35% segundo BASTOS *et al.*, (2003) o que justifica o aumento significativo dos níveis de proteína dos hidroméis suplementados.

O valor de acidez total, encontrado nos hidroméis produzidos com méis de aroeira foram inferiores quando comparados aos hidroméis méis produzidos com o mel silvestre. Esse resultado era esperado, pois ao analisar os méis utilizados para a fabricação da bebida, também foram encontrados menores níveis de acidez livre no mel de aroeira em comparação ao mel silvestre.

Ao analisar a acidez total dos hidroméis, também foi possível perceber a influência da utilização de pólen nos níveis de acidez, já que nos tratamentos onde este foi utilizado esta foi maior em comparação aos tratamentos sem pólen.

### 5.5 Avaliação sensorial dos hidroméis

De acordo com Dutcosky (2011) a análise sensorial pode ser utilizada, entre outros motivos, para auxiliar no desenvolvimento de um novo produto, para avaliar sua qualidade e o efeito das alterações da matéria prima, e para a testar a aceitação do mercado consumidor.

Neste sentido, foi realizada a análise sensorial dos hidroméis obtidos ao fim do processo de fabricação, visando avaliar com três testes diferentes a aceitação do produto, a intenção de compra, e a preferência dos julgadores considerando os parâmetros de cor, aparência, odor e sabor. Para isso, os julgadores realizaram testes afetivos de aceitação com escala hedônica e escala de atitude, bem como testes afetivos de preferência por ordenação.

A tabela 10 apresenta a média da ordenação de preferência dos hidroméis pelos atributos cor, aparência, odor e sabor, obtidos a partir do teste de ordenação (Anexo 2).

Os julgadores classificaram sua preferência atribuindo o número 1 – para a amostra de maior preferência, 2 – para a amostra de segunda preferência, 3 – para a amostra de terceira preferência, 4 – para a amostra de menor preferência.

**Tabela 10.** Ordem de preferência dos hidroméis por atributos

Atributos	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Cor	2,02 ± 0,94 a	1,86 ± 0,78 a	3,03 ± 0,86 b	3,10 ± 1,24 b
Aparência	2,21 ± 0,92 a	1,90 ± 0,89 a	2,84 ± 1,02 b	3,05 ± 1,24 b
Odor	2,83 ± 1,17 b	2,86 ± 1,08 b	1,89 ± 0,95 a	2,43 ± 1,01 b
Sabor	2,13 ± 0,99 b	3,24 ± 0,80 c	1,65 ± 0,85 a	2,98 ± 1,04 c

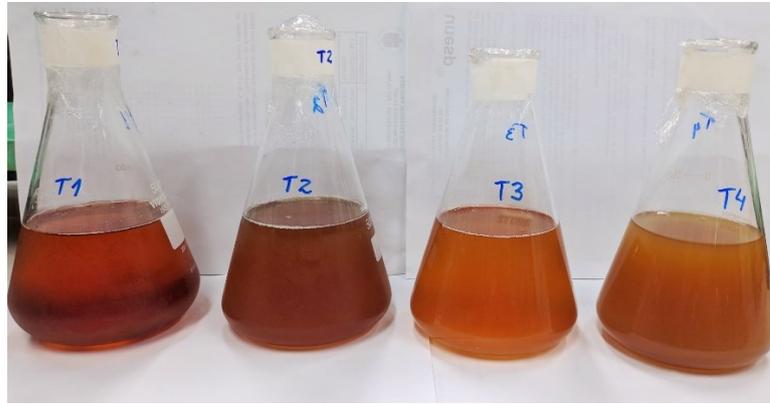
Os resultados referem-se às médias das ordenações de preferência (de 1 a 4) atribuídas pelos julgadores para cada amostra, seguidas do respectivo desvio padrão. Valores de média menores representam amostras com maior preferência. Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não diferem entre si ( $p>0,05$ ) segundo o teste não-paramétrico de Friedman.

Os julgadores classificaram sua preferência atribuindo o número 1 – para a amostra de maior preferência, 2 – para a amostra de segunda preferência, 3 – para a amostra de terceira preferência, 4 – para a amostra de menor preferência.

Com relação aos atributos cor e aparência, houve uma preferência dos julgadores pelos hidroméis produzidos nos tratamentos T1 e T2, diferindo estatisticamente dos resultados dos tratamentos T3 e T4. Ambos tratamentos preferidos nesses parâmetros (T1 e T2) foram

produzidos com o mel de aroeira, o que conferiu a eles uma cor mais escura, que pode ser percebido na foto dos hidroméis produzidos (Fig.10)

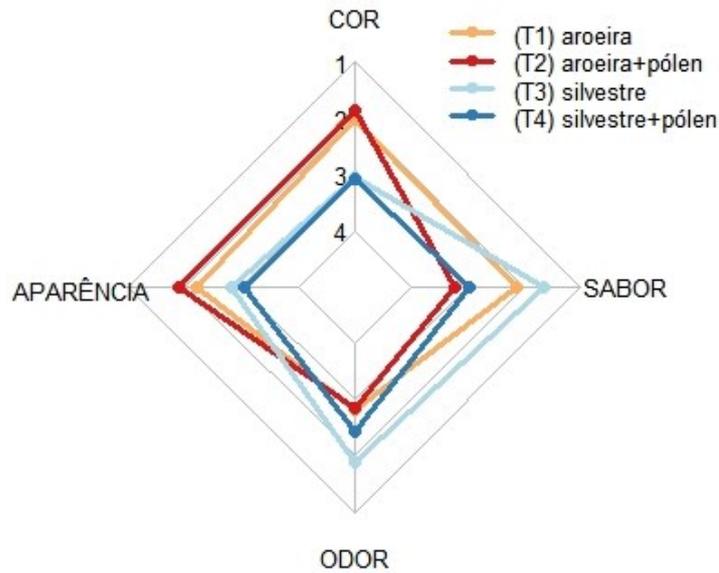
**Figura 10.** Coloração dos hidroméis produzidos



O atributo odor teve uma percepção diferente dos julgadores, que consideraram como tendo melhor classificação o tratamento T3, diferindo estatisticamente dos outros três tratamentos (T1, T2 e T4). Os tratamentos T1 e T2 podem ter o seu odor alterado pela quantidade de compostos fenólicos presentes no mel de aroeira, e o tratamento T4 pelo odor característico do pólen.

O último atributo avaliado neste teste foi o sabor. Neste atributo percebe-se que o tratamento T3 foi o preferido, diferindo estatisticamente do tratamento T1 que ficou em segundo lugar na preferência dos julgadores, e seguido pelos tratamentos T2 e T4, que não apresentaram diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre eles. Os tratamentos que obtiveram menor preferência com relação ao sabor foram aqueles em que foi acrescentado pólen apícola (T2 e T4), enquanto os tratamentos sem a adição de pólen foram mais apreciados. Os hidroméis obtidos nos tratamentos T1 e T3 foram preferidos pelos avaliadores apesar de terem apresentado valores de acidez volátil (Tab. 9) superiores aos hidroméis adicionados de pólen (T2 e T4), demonstrando que apesar de outros autores relacionarem a acidez volátil à produção de ácidos indesejáveis, os valores encontrados não tiveram influência na aceitação sensorial dos produtos.

A Figura 11 apresenta um gráfico de radar com as médias da preferência dos julgadores para cada tratamento de acordo com os atributos cor, aparência, odor e sabor.

**Figura 11.** Gráfico de radar para o teste de ordenação de preferência

O gráfico (Fig.11) demonstra a conclusão de que os tratamentos T1 e T2 obtiveram classificação de preferência superior com relação à cor e aparência, enquanto o tratamento T3 foi o preferido nos atributos odor e sabor. A preferência com relação à cor e aparência dos tratamentos T1 e T2 pode ser um diferencial para esses hidroméis, pois segundo Faria e Yotsuyanagi (2008), estes são os principais fatores que os consumidores levam em conta no momento de decidir sobre a compra de um produto desconhecido.

A tabela 11 apresenta a média obtida no teste de aceitação de escala hedônica (Anexo 3) de 1 (desgostei muito) a 5 (gostei muito) para cada tratamento, e a média obtida no teste afetivo de aceitação com escala de atitude (Anexo 4) de 1 (só consumiria isso se fosse forçado) a 9 (consumiria isso sempre que tivesse oportunidade) para cada tratamento.

**Tabela 11.** Escala hedônica e atitude de consumo com relação aos hidroméis

Atributos	T1	T2	T3	T4
Escala hedônica	3,35 ± 1,26 b	2,16 ± 1,07 c	4,21 ± 0,95 a	2,60 ± 1,44 c
Atitude de consumo	4,78 ± 1,95 b	3,38 ± 1,7 c	6,19 ± 1,97 a	4,19 ± 2,28 bc

Os resultados referem-se às médias das notas atribuídas pelos julgadores para cada amostra, seguidas do respectivo desvio padrão. Para o teste de aceitação do produto a escala hedônica variou de 1 a 5 e para a intenção de consumo a escala variou de 1 a 9. Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) segundo o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

No teste de preferência com escala hedônica, a avaliação estatística apontou que o tratamento T3 apresentou o hidromel com melhor aceitação. A média dos julgamentos em relação a esse tratamento foi de 4,21, o que coloca esse hidromel com uma classificação na escala hedônica entre gostei muito (5) e gostei moderadamente (4). Em seguida, diferiu-se estatisticamente o tratamento T1, que teve a segunda melhor aceitação, com uma média de 3,35, numa classificação da escala hedônica entre gostei moderadamente (4) e indiferente (3). Os tratamentos T2 e T4 não diferiram estatisticamente entre si, apresentando as piores avaliações, com média de 2,16 e 2,60 respectivamente, sendo classificados entre indiferente (3) e desgostei moderadamente (2). Este resultado é similar ao encontrado no teste de ordenação do atributo sabor, onde esses tratamentos também foram preteridos aos outros.

No teste de atitude de consumo, os resultados encontrados foram similares ao teste de preferência. Neste teste, a avaliação estatística apontou que o hidromel do tratamento T3 diferiu-se estatisticamente dos outros, com uma média de 6,19 sendo classificado na escala apresentada entre consumiria isto frequentemente (7) e gosto disto e consumiria de vez em quando (6). O tratamento T1 teve uma média de 4,78, sendo classificado entre consumiria isto se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isso (5) e não gosto disso, mas consumiria ocasionalmente (4). Este não apresentou diferença estatística significativa da média do tratamento T4 (4,19), mas diferiu-se estatisticamente do tratamento T2 que teve média de 3,38. As médias dos tratamentos T2 e T4 não apresentaram diferença significativa entre elas.

Os resultados encontrados em todas as análises sensoriais mostram uma preferência de sabor e aceitação aos tratamentos produzidos sem o acréscimo de pólen, e evidencia a preferência dos julgadores ao hidromel feito com mel silvestre em comparação ao hidromel feito com o mel de aroeira.

A baixa receptividade dos produtos acrescidos de pólen diferiu do resultado da avaliação sensorial de hidroméis com diferentes níveis de pólen feita por Roldán *et al.* (2011), que observaram maior preferência para hidroméis com 3 e 4% de pólen acrescido, quando comparado ao controle sem adição de pólen. A diferença encontrada em relação ao resultado desse trabalho pode ser devido ao tipo de pólen utilizado, uma vez não existe uma padronização para este produto, sendo comum encontrar variações na composição e, conseqüentemente nas características sensoriais, em decorrência da origem botânica, região geográfica e até mesmo época do ano em que foi produzido. O perfil dos julgadores também

pode ter influenciado neste resultado, considerando que o trabalho de Roldán et al. (2011) foi conduzido com julgadores treinados. Além disso, o trabalho foi realizado na Espanha, onde os julgadores podem ter preferências diferentes dos brasileiros.

## 6. CONCLUSÕES

Os méis (aroeira e silvestre) e o pólen utilizados no experimento atendem os parâmetros físico-químicos da legislação brasileira vigente.

Analisando o processo de fermentação dos quatro tratamentos, conclui-se que os tratamentos que tiveram o mosto suplementado com pólen apícola (T2 aroeira + pólen e T4 silvestre + pólen) tiveram o processo de fermentação acelerado, finalizando a fermentação em 21 dias, sendo, portanto, cinco dias mais rápido em comparação com os tratamentos não suplementados (T1 aroeira e T3 silvestre). Além disso, os hidroméis suplementados com pólen resultaram em produtos com teores alcoólicos superiores.

Quanto ao atendimento aos padrões de identidade e qualidade, foi concluído que apenas o tratamento T2 (aroeira + pólen) atendeu totalmente a legislação brasileira vigente. Os tratamentos T1 (aroeira) e T3 (silvestre) apresentaram teores de cinzas inferiores ao mínimo exigido. Entretanto, a legislação de outros países não determina a avaliação desse parâmetro em hidromel e estabelece valores mínimos de cinzas somente para vinhos. Os tratamentos T3 (silvestre) e T4 (silvestre + pólen) não atenderam a legislação brasileira vigente para o parâmetro acidez volátil, apresentando valores ligeiramente acima dos permitidos. Um dos motivos que pode ter levado aos níveis elevados de acidez volátil foi a não realização da trasfega imediatamente após o final do processo fermentativo. Apesar disso, estes hidroméis não apresentaram rejeição na análise sensorial.

Em relação às análises sensoriais dos hidroméis produzidos, verifica-se uma maior aceitação dos hidroméis produzidos sem a suplementação com pólen, sendo o hidromel produzido com mel silvestre significativamente superior aos outros na avaliação de sabor, escala hedônica de aceitação e atitude de compra. Na avaliação da cor, os hidroméis produzidos com o mel de aroeira foram os preferidos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**, Maryland - EUA, n. 16, 1998.

ALVES, T. T. L. et al. Caracterização Físico-Química e avaliação sensorial dos méis produzidos por abelhas *Apis mellifera L.* oriundos de diversas floradas da região do Cariri Cearense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró , v. 6, n. 2, p. 169-175, abril/junho 2011.

AQUARONE, E. et al. **Biotechnologia Industrial - Biotechnologia na Produção de Alimentos**. 1ª. ed. São Paulo. SP: Blucher, v. IV, 2001.

AZEREDO, A. A.; AZEREDO, L. D. C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidelis - RJ. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, 1999.

BARBOSA, A. B.; MARTINS, E. A. Produção Artesanal de Hidromel. **6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu** , Botucatu, SP, 23-27 Outubro 2017.

BARBOSA, D. B., CRUPINSKI, E. F., SILVEIRA, R. N., & LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, Porto Alegre v. 3 n. 4, p. 694-703, dezembro 2017.

BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara, Rosada e Bordô: Análises físico-químicas, sensorial e recuperação do etanol a partir do Bagaço**. Tese (Tese em Agronomia) - Faculdade de Ciências. Botucatu, p. 89. 2006.

BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz , 1989.

BASTOS, D. H. M. et al. Composição e qualidade de pólen apícola comercializado em algumas cidades nos estados de São Paulo e Minas Gerais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, SP, v. 62, n. 3, p. 239 - 244, 2003.

BASTOS, E. M. A. F. et al. Characterization of the honey from *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae - Aroeira) in the Dry Forest of northern of Minas Gerais/Brazil. **Advances in Agricultural Science**, v. 4, n. 04, p. 64-71, 2016.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 11, de 20 de Outubro de 2000. **Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel**, Brasília, DF, Out 2000.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 03, de 19 de Janeiro de 2001. **Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geléia Real, Geléia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis**, Brasília DF, 2001.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 62, de 26 de Agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**, Brasília, 2003.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.**, Brasília, DF, jun 2009.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 34, de 29 de Novembro de 2012. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade para bebidas fermentadas**, Brasília, DF, 29 nov 2012.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.**, Brasília, DF, mar 2017.

BRASIL. **Manual de métodos Oficiais para análise de alimentos de origem animal**. 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, v. 1, 2018.

BRUNELLI, L. T. **Caracterização Físico-química, energética e sensorial de hidromel**. Tese (Tese em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP. Botucatu, SP. 2015.

CAMPOS, G. et al. Classificação do mel em floral ou mel de melato. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 23, n. 1, p. 1-5, jan.-abr. 2003.

CARDOSO, K. F. D. G. **Qualidade do mel de *Apis mellifera L.* produzido na região do pólo Cuesta, estado de São Paulo.** Tese (Tese em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Botucatu, SP. 2011.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas.** 1ª. ed. Viçosa, MG: UFV, v. 1, 2013.

CUENCA, et al. Mead fermentation monitoring by proton transfer reaction mass spectrometry and medium infrared probe. **European Food Research and Technology**, v. 242, p. 1755-1762, 2016.

DEMIER, A. D. M. **Doces Matas do Norte de Minas: Atores, Instituições e a Obtenção do Registro de Indicação Geográfica do Mel de Aroeira.** Dissertação (Dissertação em Sociedade, Ambiente e Território) - Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros, MG. 2018.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de alimentos.** 3ª. ed. Curitiba: Champagnat, v. 1, 2011.

FAO. Value-added products from beekeeping. **FAO Agricultural Services Bulletin**, Roma - Itália, 1996.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Estatísticas de Produção Mundial**, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QL>>. Acesso em: 20 Janeiro 2020.

FARIA, E. V. D.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial.** 2ª. ed. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2008.

FERNANDES, D.; SCARTAZZINI, L. S.; LOCATELLI, G.. Avaliação de diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. **Evidência**, Joaçaba, SC, v. 9, n. 1-2, p. 29-42, 2009.

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

GOMES, T. M. D. C. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**. Dissertação (Dissertação em Biotecnologia) - Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança. 2010.

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

IAL. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2018**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], v. 46, 2019.

KEMP, S. ; HOLLYWOOD, T.; HORT, J. **Sensory Evaluation - A Practical Handbook**. Oxford: Wiley-Blackwell, v. I, 2009.

KEMPKA, A. P.; MANTOVANI, G. Z. Produção de Hidromel utilizando méis de diferentes qualidades. **Revista Brasileira de produtos agroindustriais**, Campina Grande - PB, v. 15, n. 3, p. 273-281, 2013.

LALLEMAND. Technical Data Sheet ICV-D47. **Site da Lallemand Brewing com descrição da levedura ICV-D47**, 2008. Disponível em:

<<https://www.lallemandbrewing.com/en/united-states/product-details/lalvin-icv-d47/>>.

Acesso em: 2020.

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

MARTINS, M. C. T. **Pólen apícola brasileiro: valor nutritivo e funcional, qualidade e contaminantes inorgânicos**. Campinas SP. Tese (Tese em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2010.

MATTIETTO, R. D. A. et al. Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce. **Comunicado Técnico Embrapa 170**, Belém, PA, Dezembro 2006.

MDIC. Portal para acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil. **Comex Stat - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - (MDIC)**, 2020. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 20 Janeiro 2020.

MENDES-FERREIRA, A. et al. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. **International Journal of Food Microbiology**, v. 144, p. 193-198, 2010.

MILESKI, J. P.. **Produção e Caracterização de Hidromel Utilizando Diferentes Cepas de Leveduras *Saccharomyces***. Dissertação (Dissertação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, p. 87. 2016.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial - Estudos com Consumidores**. 3ª. ed. Viçosa, MG: UFV, v. 1, 2013.

MORETI, A. C. D. C. C. et al. Cor de amostras de mel de *Apis mellifera L.* de diferentes estados brasileiros. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v. 63, n. 3, p. 159-164, 2006.

PAULA, J. **Mel do Brasil: as exportações brasileiras de mel no período 2000/2006 e o papel do Sebrae**. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae. Brasília. 2008.

PEREIRA, A. P. et al. Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation. **Journal of the institute of Brewing**, v. 121, p. 405-410, 2015a.

PEREIRA, A. P. et al. Mead production: effect of nitrogen supplementation on growth, fermentation profile and aroma formation by yeasts in mead fermentation. **Journal of the institute of Brewing**, v. 121, n. 1, p. 122-128, 2015b.

PEREIRA, A. P. R. **Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel**. Dissertação (Dissertação em Qualidade e Segurança) - Instituto Politécnico. Bragança - Portugal, p. 68. 2008.

PEROSA, J. et al. Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. **Revista Informações Econômicas**, v. 34, n. 3, p. 41-48, 2004.

PIRES, E. A. et al. Estudo prospectivo do hidromel sob o enfoque de documento de patentes. **Revista Geintec**, São Cristóvão, SE, v. 3, n. 5, p. 33-41, Jan. 2013.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, Vienna, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RESENDE, R. F. M.; RODRIGUES, T. V. D. **Caracterização do mel e hidromel produzido visando a produção de vinagre e mel**. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Pampa - Bagé. Bagé. 2015.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de mosto e suco de uva**. 1ª. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 2010.

ROLDÁN, A. et al. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v. 126, n. 2, p. 574-582, May 2011.

SILVA, C. L. D.; QUEIROZ, A. J. D. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. D. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 8, n. 2/3, p. 260-265, 2004.

SILVA, R. D. N. et al. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas SP, v. 23, n. 3ª, Dezembro 2003. ISSN 1678-457X.

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

TORTORA G. J.; FUNKE B. R.; CASE C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed Editora p. 127-131, 2016.

VIANA, F. R.; CARMO, L. S. D.; BASTOS, E. M. A. F. Antibacterial activity of Aroeira honeys produced in Minas-Gerais. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 40, 2008.

VIEIRA, L. R.; SCHIMIDT, F. L. Cinética de Degradação da Atividade Diastásica com o Aquecimento do Mel. **UNOPAR Científica - Ciências exatas e Tecnológicas**, Londrina, PR, v. 13, n. 1ª, p. 35-38, Novembro 2014.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

**Título:** Características físico-químicas e sensoriais de hidroméis produzidos a partir de mel floral ou mel de melato, utilizando ou não pólen apícola na sua fabricação.

**Pesquisadores envolvidos:** Débora Cristina Sampaio de Assis e Marcos Galletti Júnior.

As informações contidas nesta folha, fornecida pelos pesquisadores acima referidos, que será assinada em duas vias – uma para o pesquisador principal e outra para o (a) voluntário (a), tem por objetivo firmar acordo escrito com o (a) voluntário (a) para a avaliação da pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que será submetido (a).

**1 - Natureza da pesquisa:** o senhor (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Características físico-químicas e sensoriais de hidroméis produzidos a partir de mel floral ou mel de melato, utilizando ou não pólen apícola na sua fabricação”. Esse trabalho tem como finalidade avaliar a influência do tipo de mel (aroeira e florada silvestre) e da utilização de pólen (sem pólen e com 3% de pólen) sobre as características da fermentação e sensoriais do hidromel obtido nessas condições. A partir dos dados gerados será possível avaliar qual dos produtos apresentou maior aceitação dos consumidores, possibilitando inferir qual o produto tem melhor qualidade. Caso decida aceitar o convite, o (a) senhor (a) deverá comparecer, na data definida para a análise sensorial, ao Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos (LASA) do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG onde será encaminhado à uma cabine específica para este fim e receberá as fichas de avaliação sensorial, bem como as amostras de hidromel para serem provadas. O tempo previsto para sua participação é de aproximadamente 10 minutos.

**2 – Participantes da pesquisa:** serão convidados a participar da análise sensorial, servidores e estudantes da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Poderão participar desta pesquisa, apenas voluntários que sejam maiores de idade (18 anos). As análises sensoriais serão realizadas no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos (LASA) do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG. Caso após a realização da análise sensorial venha a surgir alguma dúvida, o (a) senhor (a) poderá entrar em contato com os pesquisadores a partir dos telefones e e-mail disponibilizados ao final deste TCLE.

**3 – Envolvimento na pesquisa:** ao participar da pesquisa o (a) senhor (a) receberá quatro amostras de hidromel, codificadas com números de três dígitos aleatórios, que serão servidas em copos plásticos transparentes contendo cerca de 30 mL. Juntamente com as amostras o (a) senhor (a) receberá as fichas de análise sensorial com instruções a respeito de como preencher e expressar suas opiniões. No teste discriminatório de ordenação, o (a) senhor (a) classificará as amostras de forma crescente após prová-las, indicando a sua preferência na ficha que será fornecida, atribuindo o valor 1 à mais preferida e o valor 4 à menos preferida. No teste afetivo, o (a) senhor (a) indicará na ficha de análise sensorial se desgostou, desgostou moderadamente, nem gostou/nem desgostou, gostou moderadamente ou gostou muito das amostras provadas. No teste afetivo de aceitação, o (a) senhor (a) indicará o quão regularmente consumiria esse produto.

Rubrica pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica participante: \_\_\_\_\_

**4 – Riscos e desconfortos:** o (a) senhor (a) deverá se identificar e não participar da pesquisa caso: não esteja habituado (a) ou não seja adepto (a) ao consumo de bebidas alcoólicas, seja menor de idade ou apresente restrições clínicas ao consumo de álcool, mel ou derivados de mel.

**5 – Confidencialidade:** todas as informações coletadas nesse estudo serão estritamente confidenciais. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim a sua privacidade. Porém, os resultados da pesquisa serão utilizados em trabalhos científicos publicados ou apresentados oralmente em congressos e palestras sem revelar sua identidade. Os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e não serão usados para outros fins.

**6 – Benefícios:** o (a) senhor (a) não terá nenhum tipo de despesa ao autorizar sua participação nesta pesquisa, bem como nada será pago pela sua participação. Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo contribua com informações importantes sobre a produção de hidromel que devem acrescentar elementos importantes à literatura, pois os pesquisadores se comprometem a divulgar os resultados obtidos. Ao desenvolver este projeto, espera-se definir alguns parâmetros que são críticos durante a elaboração para que o produto obtido atenda os critérios estabelecidos pela legislação vigente e apresente características sensoriais desejáveis ao serem colocados à disposição do consumidor.

**7 – Liberdade de recusa ou retirar o consentimento:** o (a) senhor (a) como voluntário (a), pode recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer penalização ou prejuízo ao tratamento a que está sendo submetido nesta instituição.

Confirmo que recebi uma via deste termo de consentimento e, autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo ao assinar o presente documento.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

---

Nome do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Pesquisador Principal: Débora Cristina Sampaio de Assis

Em caso de dúvidas quanto aos procedimentos envolvidos na pesquisa, sinta-se à vontade para entrar em contato com o Pesquisador Principal: Débora Cristina Sampaio de Assis (31 3409-2153 – debora@vet.ufmg.br). Em caso de dúvidas quanto aos procedimentos éticos envolvidos na pesquisa, sinta-se à vontade para entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) – Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º Andar – Sala 2005 – Campus Pampulha – Belo Horizonte/MG – Brasil – CEP: 31270-901 – Tel: (31) 3409-4592 – E-mail: coep@prpq.ufmg.br

## Anexo 2 – Ficha para Avaliação do Teste Afetivo de Preferência - Ordenação

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie as amostras fornecidas da esquerda para a direita. Ordene as amostras de acordo com sua preferência para **COR, ODOR e SABOR**, atribuindo o número *1 – para a amostra de maior preferência, 2 – para a amostra de segunda preferência, 3 – para a amostra de terceira preferência, 4 – para a amostra de menor preferência.*

Atributo a ser avaliado				
	<b>COR</b>	<b>APARÊNCIA</b>	<b>ODOR</b>	<b>SABOR</b>
<b>Amostra</b>	Ordem de preferência	Ordem de preferência	Ordem de preferência	Ordem de preferência
<b>582</b>				
<b>649</b>				
<b>371</b>				
<b>938</b>				

Comentários:

---



---



---



---

**Anexo 3 - Ficha para Avaliação do Teste Afetivo de Aceitação – Escala Hedônica**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie as amostras fornecidas utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra. Marque a posição na escala que melhor reflita o seu julgamento.

<b>Código da amostra:</b> _____
<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito

<b>Código da amostra:</b> _____
<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito

<b>Código da amostra:</b> _____
<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito

<b>Código da amostra:</b> _____
<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito

### Anexo 4 - Ficha para Avaliação do Teste Afetivo de Aceitação – Escala de atitude

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Por favor, prove as amostras servidas e marque a resposta que melhor corresponde ao seu julgamento (atitude) sobre cada amostra.

**Código da amostra:** \_\_\_\_\_

- Consumiria isto sempre que tivesse oportunidade
- Consumiria isto muito frequentemente
- Consumiria isto frequentemente
- Gosto disto e consumiria de vez em quando
- Consumiria isto se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isso
- Não gosto disso, mas consumiria ocasionalmente
- Raramente consumiria isto
- Só consumiria isto se não pudesse escolher outro produto
- Só consumiria isto se fosse forçado (a)

**Código da amostra:** \_\_\_\_\_

- Consumiria isto sempre que tivesse oportunidade
- Consumiria isto muito frequentemente
- Consumiria isto frequentemente
- Gosto disto e consumiria de vez em quando
- Consumiria isto se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isso
- Não gosto disso, mas consumiria ocasionalmente
- Raramente consumiria isto
- Só consumiria isto se não pudesse escolher outro produto
- Só consumiria isto se fosse forçado (a)

**Código da amostra:** \_\_\_\_\_

- Consumiria isto sempre que tivesse oportunidade
- Consumiria isto muito frequentemente
- Consumiria isto frequentemente
- Gosto disto e consumiria de vez em quando
- Consumiria isto se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isso
- Não gosto disso, mas consumiria ocasionalmente
- Raramente consumiria isto
- Só consumiria isto se não pudesse escolher outro produto
- Só consumiria isto se fosse forçado (a)

**Código da amostra:** \_\_\_\_\_

- Consumiria isto sempre que tivesse oportunidade
- Consumiria isto muito frequentemente
- Consumiria isto frequentemente
- Gosto disto e consumiria de vez em quando
- Consumiria isto se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isso
- Não gosto disso, mas consumiria ocasionalmente
- Raramente consumiria isto
- Só consumiria isto se não pudesse escolher outro produto
- Só consumiria isto se fosse forçado (a)