

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS**

DAYARA GOMES DA COSTA

**PRODUÇÃO DE MEL, CONTROLE DE QUALIDADE E ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

TOLEDO, PR

2023

DAYARA GOMES DA COSTA

**PRODUÇÃO DE MEL, CONTROLE DE QUALIDADE E ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**HONEY PRODUCTION, QUALITY CONTROL AND ANTIMICROBIAL
ACTIVITY: A LITERATURE REVIEW**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos (COPEQ) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Orientador (a): Dr^a. TATIANA SHIOJI TIUMAN

TOLEDO, PR

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DAYARA GOMES DA COSTA

**PRODUÇÃO DE MEL, CONTROLE DE QUALIDADE E ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, câmpus Toledo, como parte das exigências para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Aprovado em, ___ de _____ de 2023

Banca Examinadora

Prof^a Dr^a. Tatiana Shioji Tiunan
UTFPR, câmpus Toledo
Orientadora

Prof^a Dr^a Joselia Langer Manfio
UTFPR, Câmpus Toledo
Avaliador

Prof^a Dr^a Nathielle Miranda
UNIPAR, câmpus Toledo
Avaliador

OBS: A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Processos Químicos.

Resumo

Cuidado e higiene são essenciais desde o cultivo até o armazenamento para manter a qualidade, segurança e nutrientes do mel. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica a respeito da produção de mel, controle de qualidade e sua atividade antimicrobiana, com o intuito de identificar como o tema é tratado e contribuir para futuros trabalhos que sejam relacionados ao assunto. Para isso foram consultados artigos científicos publicados em periódicos que abordassem a produção de mel, o controle de qualidade, sua importância e seus métodos, além da atividade antimicrobiana. As bases de dados consultadas foram Google Acadêmico, Scielo e CAPES. Informações técnicas sobre o controle de qualidade e atividade antimicrobiana foram consultados em sites governamentais e regulamentadores como no Ministério da Agricultura e Pecuária, Anvisa e Embrapa. Para a pesquisa utilizou-se os descritores: “mel”, “controle de qualidade” e “atividade antimicrobiana”. Os principais resultados encontrados indicaram que há muitos anos o mel é utilizado pelos homens e o uso desse produto natural foi descoberto através de outros animais que utilizavam na alimentação. Até hoje é consumido por diversas espécies de animais e está presente na alimentação de muitas pessoas no mundo inteiro. Além disso, é bastante utilizado em benefício da saúde, por meio de seus nutrientes. Portanto, o controle de qualidade e atividade antimicrobiana do mel são aspectos fundamentais para garantir a segurança, autenticidade e valor do produto. Desta forma, conclui-se que a realização de testes de qualidade é fundamental para assegurar a qualidade do mel, proteger a saúde dos consumidores e garantir a conformidade com as regulamentações e padrões estabelecidos. Além disso, a atividade antimicrobiana do mel desempenha um papel importante na sua conservação, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis e prolongando sua vida útil.

Palavras-chave: história do mel; composição química do mel; testes microbiológicos; abelhas; testes de qualidade.

Abstract

Care and hygiene are essential from cultivation to storage to maintain honey's quality, safety, and nutrients. The present work aimed to carry out a bibliographical review regarding the production of honey, quality control and its antimicrobial activity, in order to identify how the theme is treated and contributes to future works that are related to the subject. For this, scientific articles published in journals that addressed honey production, quality control, its importance, methods, and antimicrobial activity were consulted. The databases consulted were Google Scholar, Scielo, and CAPES. Technical information on quality control and antimicrobial activity was consulted on government and regulatory websites such as the Ministry of Agriculture and Livestock, Anvisa, and Embrapa. For the research, the following descriptors were used: "honey", "quality control" and "antimicrobial activity". The main results indicated that men had used honey for many years, and this natural product was discovered through other animals that used it in food. Until today it is consumed by several species of animals and is present in the food of many people worldwide. In addition, it is widely used to benefit health through its nutrients. Therefore, quality control and the antimicrobial activity of honey are fundamental aspects to guarantee the product's safety, authenticity, and value. In this way, it is concluded that carrying out quality tests is essential to ensure the quality of honey, protect consumers' health and ensure compliance with established regulations and standards. In addition, the antimicrobial activity of honey plays an essential role in its conservation, inhibiting the growth of undesirable microorganisms and prolonging its shelf life.

Keywords: history of Honey; chemical composition of honey; microbiological tests; bees; quality tests.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivos específicos	10
3. JUSTIFICATIVA	11
4. METODOLOGIA	12
5. DESENVOLVIMENTO	13
5.1 História do mel	13
5.2 Comercialização do mel	14
5.3 Produção do mel	18
5.3.1 Extração	18
5.3.2 Embalagem	18
5.3.3 Rotulagem.....	19
5.3.4 Distribuição	19
5.3.5 Marketing	19
5.3.6 Consumidor final	19
5.4 Abelhas e a produção de mel	20
5.4.1 Espécies de abelhas presentes no Brasil	21
5.5 Composição química do mel	25
5.5.1 Processos de síntese do mel.....	28
5.6 Controle de qualidade do mel	28
5.6.1 Legislação brasileira para o controle de qualidade do mel.....	31
5.6.2 Metodologia dos testes de qualidade do mel	32
5.7 Metodologia da análise microbiológica	34
5.7.1 Contagem de bactérias aeróbicas mesófilas:	34
5.7.2 Contagem de bolores e leveduras:	34
5.8 Patógenos	35
5.8.1 Análises de coliformes totais, termotolerantes e <i>Escherichia coli</i>	35
5.8.2 <i>Staphylococcus aureus</i> :	35
5.9 Testes atividade antimicrobiana aplicados ao mel	36
5.9.1 Método de difusão em disco:.....	37
5.9.2 Método de Concentração Inibitória Mínima (CIM):	37
5.9.3 Benefícios dos testes microbiológicos aplicados ao mel.....	38

5.9.4 Processo de avaliação da qualidade mel antes dos testes microbiológicos	39
6. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A história do mel remonta a milhares de anos, sendo um dos primeiros alimentos naturalmente doces a serem consumidos pelo ser humano. Desde os tempos antigos, o mel tem sido valorizado tanto por seu sabor quanto por suas propriedades medicinais. Sua importância econômica ao longo da história é evidente, sendo um produto de grande valor comercial em diversas culturas ao redor do mundo (ANJOS *et al.*, 2018).

Os primeiros registros do consumo de mel remontam à pré-história, onde os humanos primitivos descobriram colmeias de abelhas selvagens em cavidades de árvores e começaram a coletar o mel produzido por elas. O mel era considerado um alimento sagrado em muitas culturas antigas, sendo utilizado em cerimônias religiosas e como oferendas aos deuses. Na Grécia antiga, o mel era associado à imortalidade e era utilizado na medicina tradicional (LUDWIG *et al.*, 2020).

Com o advento da apicultura, ou seja, a criação de abelhas em colmeias artificiais, a produção de mel em larga escala tornou-se possível. Os egípcios foram pioneiros nesse sentido, desenvolvendo técnicas avançadas de apicultura e estabelecendo colmeias comerciais. O mel egípcio era altamente valorizado e era utilizado como moeda de troca em transações comerciais (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019).

Ao longo dos séculos, o mel continuou a desempenhar um papel importante na economia global. Na Idade Média, o comércio de mel era lucrativo e cidades como Londres, na Inglaterra, estabeleceram associações de apicultores para regular a produção e o comércio. Durante as grandes navegações, o mel era levado a bordo dos navios como um alimento essencial para os marinheiros devido à sua longa vida útil (LUDWIG *et al.*, 2020).

A importância econômica do mel também está relacionada às suas propriedades medicinais. Em muitas culturas tradicionais, o mel era usado para tratar uma variedade de doenças e feridas. Hoje em dia, o mel ainda é valorizado por seus benefícios à saúde, sendo utilizado em produtos farmacêuticos, cosméticos e na indústria de alimentos. Além disso, o mel desempenha um papel fundamental na polinização das plantas, sendo um dos principais agentes polinizadores da natureza. As abelhas, responsáveis pela produção do mel, ajudam na polinização de culturas agrícolas, garantindo a reprodução das plantas e contribuindo para a produção de alimentos. Dessa forma, o mel tem um impacto direto na agricultura e na segurança alimentar (OKANEKU *et al.*, 2020).

No contexto atual, a indústria do mel continua a desempenhar um papel significativo na economia global. A produção de mel está presente em muitos países ao redor do mundo, com

diferentes variedades e sabores sendo valorizados pelos consumidores. Além disso, o mel é exportado e importado em larga escala, contribuindo para o comércio internacional e gerando receitas para muitos países produtores (CALDAS *et al.*, 2020).

Na composição natural do mel há a presença de microrganismos que são incorporados pelas abelhas ainda na colônia, como bactérias no estado esporulado do gênero *Bacillus*, podendo ocorrer durante o processo contaminações acidentais de fungos do gênero *Penicillium*, *Mucor* e *Saccharomyces*. (SNOWDON *et al.*, 1996)

A contaminação do mel pode ocorrer de muitas maneiras, isso ocorre pela falta das boas práticas sanitárias desde o momento da colheita deixando os quadros de mel no chão, no processamento utilizando equipamentos mal higienizados e no armazenamento se não utilizar recipientes adequados e limpos, todos esses fatores podem trazer contaminação através de microrganismo para o produto (SEREIA *et al.*, 2011).

As análises microbiológicas são necessárias para verificar se o mel está contaminado com algum tipo de bactéria ou fungo. Com os resultados das análises se consegue verificar como está a qualidade daquela determinada produção de mel.

Está presente no mel a propriedade de atividade antimicrobiana que é reconhecida desde de 350 A.C por Aristóteles em pesquisas *in vivo*, após anos as pesquisas são direcionadas para verificar de onde vem essa característica e quais são os fatores que trazem essa característica para o mel, sendo ainda observada esse fator presente mesmo no mel estando diluído, sendo que inicialmente a característica foi identificada devido os fatores físicos de acidez (BAZONI, 2012).

Muitos estudos são realizados sobre a atividade antimicrobiana do mel para verificar como os microrganismos podem reagir em contato com os diferentes tipos de méis, pois os fatores que fazem a atividade antimicrobiana acontecer ainda não são conhecidos por sua totalidade de identificação. A utilização do mel contra infecções bacterianas faz parte da medicina tradicional há séculos, no entanto foi substituída por antibióticos sintéticos e/ou semissintéticos (BATISTON, 2017)

2. OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é realizar uma revisão bibliográfica a respeito do controle de qualidade e da atividade antimicrobiana do mel, com o intuito de identificar, na literatura científica, sobre como o tema é tratado, a fim de contribuir para futuros trabalhos no assunto.

2.1 Objetivos específicos

- Descrever a história do mel;
- Verificar as espécies de abelhas produtoras de mel presentes no Brasil;
- Analisar a atividade econômica do mel no país;
- Relatar a importância dos testes microbiológicos;
- Verificar quais são as análises microbiológicas que são realizadas no mel;
- Observar a legislação vigente sobre o controle de qualidade do mel;
- Apresentar estudos de atividade antimicrobiana presente no mel.

3. JUSTIFICATIVA

Para se manter a segurança, confiança e qualidade de um produto que será comercializado é necessário ter diversos cuidados antes, durante e após a produção. Com o mel não poderia ser diferente. Por ser um produto que pode ser usado em diversos ramos desde de farmacêuticos até culinários, a sua pureza deve ser preservada, evitando qualquer desvio de qualidade. Para se manter a qualidade do mel, uma das necessidades é realizar o controle de qualidade, que deve ser seguido rigorosamente. Dentre as diversas análises que são necessárias para o controle de qualidade do mel, estão as análises microbiológicas.

As análises microbiológicas são necessárias para verificar se existe alguma contaminação no produto, essa contaminação pode ser por bactérias, fungos ou algum outro microrganismo. Contaminações por microrganismos podem afetar a qualidade do produto, perdendo a conservação, efeitos medicinais e ter até um efeito contrário que se era esperado. As contaminações podem ocorrer em qualquer momento da produção do mel, caso não sejam tomados os devidos cuidados higiênicos antes, durante o manuseio e até mesmo após o produto final.

A comprovação que o mel tem propriedades antimicrobianas existem há muito tempo. Há estudos que comprovam essas propriedades desde do século 19, de modo que tais características foram comprovadas com testes *in vitro*. Essa característica desde então vem sendo estudada, realizando análises, testes e comprovando cada vez mais essa propriedade excepcional existente no mel.

Através dos anos foram se aprimorando as formas de comprovar essa propriedade antimicrobiana do mel, dentre eles existe o teste de micro diluição, que se utiliza placas para cultivo de células e o teste de diluição que utiliza discos de papel. Ambos os testes serão pesquisados neste trabalho, para se obter informações que assim será possível ter dados sobre a atividade antimicrobiana.

4. METODOLOGIA

Para o presente trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica baseada no levantamento de literatura científica e documentos publicados, foram consultados artigos científicos publicados em periódicos que abordassem o controle de qualidade do mel, sua importância e seus métodos. As bases de dados consultadas foram Google Acadêmico, Scielo, portal da CAPES, e informações técnicas sobre o controle de qualidade e atividade antimicrobiana foram consultados em sites governamentais e regulamentadores como no Ministério da Agricultura e Pecuária, Anvisa e Embrapa, utilizando os descritores: “mel”, “controle de qualidade” e “atividade antimicrobiana”.

5. DESENVOLVIMENTO

5.1 História do mel

O mel é um alimento doce e viscoso produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores. Sua história remonta a milhares de anos, e o uso do mel está presente em várias culturas e civilizações ao longo do tempo (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019). As primeiras evidências do consumo de mel datam de cerca de 8.000 anos atrás, com pinturas rupestres encontradas em cavernas na Espanha. Essas pinturas retratam a caça a colmeias de abelhas selvagens para obter o mel (LUDWIG *et al.*, 2020).

No antigo Egito, o mel era altamente valorizado e utilizado em rituais religiosos, na medicina e como alimento. Os egípcios usavam o mel para embalsamar seus mortos, acreditando em suas propriedades de preservação. Além disso, o mel era um ingrediente essencial na produção de bebidas fermentadas, como o hidromel (SANTOS *et al.*, 2023).

Durante a Grécia Antiga, o mel também tinha um papel importante. O médico grego Hipócrates, considerado o pai da medicina moderna, usava o mel como um remédio natural para tratar uma variedade de doenças. Além disso, os atletas gregos consumiam mel para melhorar seu desempenho físico (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

Na Idade Média, os mosteiros desempenharam um papel fundamental na produção e cultivo de abelhas. Os monges aperfeiçoaram as técnicas de apicultura e utilizavam o mel tanto como alimento como para a produção de medicamentos. Durante o período das Grandes Navegações, os europeus descobriram novas terras e trouxeram consigo a técnica da apicultura. O mel tornou-se um alimento amplamente consumido em todo o mundo, além de ser usado para adoçar bebidas e como ingrediente na culinária (LUDWIG *et al.*, 2020).

No século XIX, o surgimento da colmeia moderna, chamada de colmeia de quadros móveis, revolucionou a apicultura, facilitando o manejo das abelhas e aumentando a produção de mel. Hoje, o mel é produzido em todo o mundo e é utilizado em várias culturas gastronômicas. É apreciado como um adoçante natural e por suas propriedades medicinais. Além disso, a apicultura desempenha um papel importante na polinização das plantas e na preservação da biodiversidade (OKANEKU *et al.*, 2020).

A história das abelhas no Brasil começou no século 19 com um padre que trouxe a espécie de abelha *Apis mellifera*, para fins de produção de velas para as igrejas, alguns anos depois outros imigrantes trouxeram outra espécie de abelha conhecida como abelha africana, que tinha uma elevada produção de mel (SANAR, MA 2016).

No Brasil existem várias espécies de abelhas nativas como a Jatai, Irapuã, Mombuca, Moçabranca, Mandaçaia, Uruçu, Jandira, Mirian e Mosquito. Existem várias espécies essas são apenas algumas.

5.2 Comercialização do mel

A comercialização do mel é uma atividade essencial tanto para os apicultores quanto para os consumidores. O mel é um produto naturalmente doce, produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores. Além de ser um alimento saboroso e versátil, o mel possui propriedades nutricionais e medicinais valiosas, tornando-o um item procurado no mercado (KASMIRSKI; TENFEN, 2021).

A comercialização do mel envolve várias etapas, desde a produção até a distribuição e venda. Os apicultores desempenham um papel fundamental nesse processo, pois são responsáveis por criar e cuidar das colmeias, garantindo que as abelhas tenham acesso a fontes de néctar de qualidade. Eles devem conhecer bem as diferentes espécies de flores que as abelhas visitam para produzir méis com características específicas, como aroma, cor e sabor diferenciados (FERNANDES *et al.*, 2020).

Uma vez coletado o mel, ele passa por um processo de extração e filtragem, a fim de remover impurezas e garantir sua qualidade. Em seguida, é embalado em potes ou frascos adequados, devidamente rotulados com informações importantes, como origem, data de produção, tipo de flor predominante e possíveis alergênicos (LUDWIG *et al.*, 2020).

A venda do mel pode ocorrer de diferentes formas. Os apicultores podem comercializá-lo diretamente em feiras, mercados locais, lojas especializadas ou através de canais online. Muitos apicultores também estabelecem parcerias com restaurantes, padarias e outros estabelecimentos comerciais, oferecendo seu mel como um ingrediente de qualidade para uso culinário ou como um produto natural e saudável a ser consumido diretamente (CASTRO *et al.*, 2022).

A conscientização dos consumidores sobre os benefícios do mel tem impulsionado a demanda por produtos apícolas de qualidade. O mel é valorizado não apenas por seu sabor único, mas também por suas propriedades antioxidantes, antibacterianas e anti-inflamatórias. Além disso, é uma alternativa natural ao açúcar refinado, sendo utilizado em diversas receitas e como adoçante para bebidas quentes, como chás e cafés (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

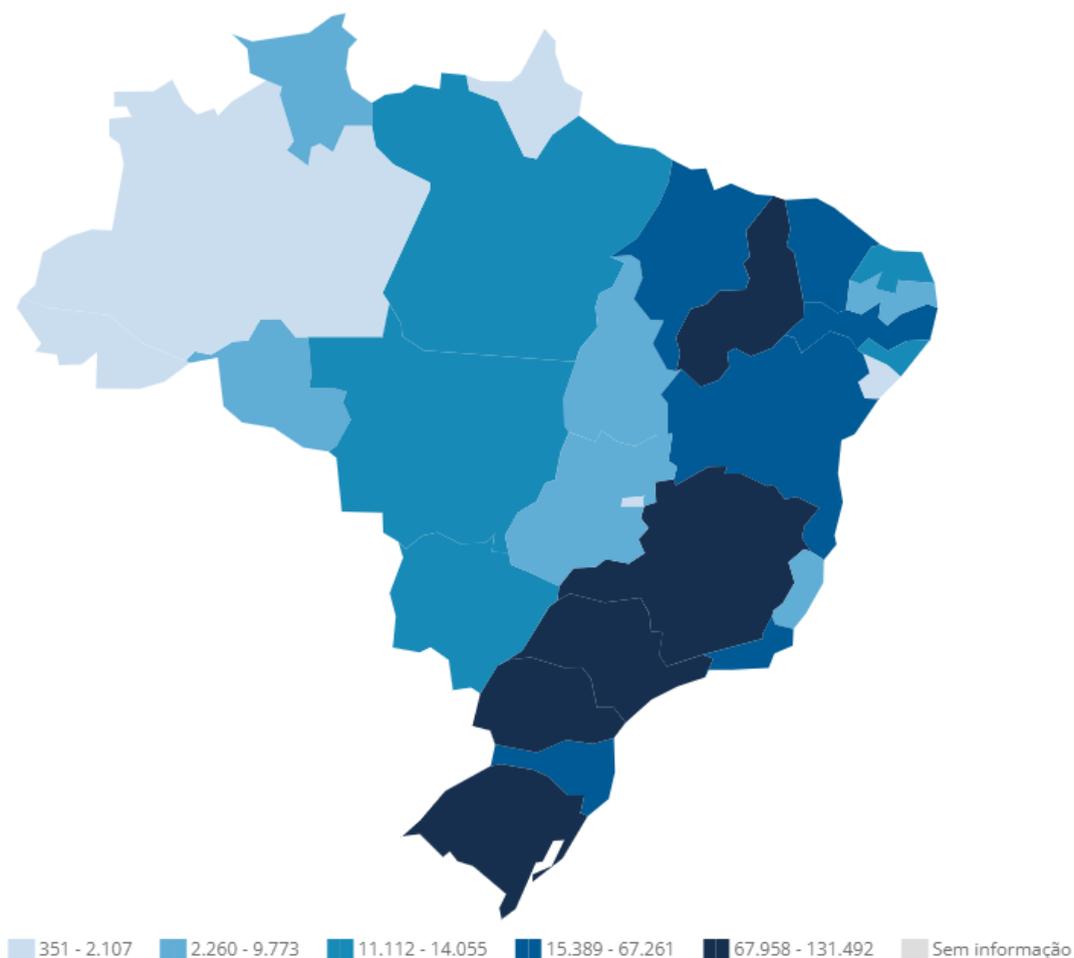
No entanto, para garantir a qualidade do mel e conquistar a confiança dos consumidores, é fundamental que os apicultores adotem boas práticas de produção, seguindo as normas sanitárias e de segurança alimentar. Isso inclui a manutenção adequada das colmeias, o uso responsável de tratamentos veterinários, a higiene durante o processo de extração e embalagem, além de garantir a rastreabilidade do produto (OKANEKU *et al.*, 2020).

A comercialização do mel também pode contribuir para o desenvolvimento econômico de regiões rurais, incentivando a agricultura sustentável e a preservação dos ecossistemas naturais (SPINOSA *et al.*, 2021). A atividade apícola promove a polinização das plantas, favorecendo a reprodução e a diversidade das espécies vegetais, além de gerar empregos e renda para comunidades locais. Assim, a comercialização do mel é um processo complexo que envolve desde a produção até a venda final do produto. Os apicultores desempenham um papel crucial na obtenção de um mel de qualidade, e a conscientização dos consumidores sobre os benefícios (KASMIRSKI; TENFEN, 2021).

O mel é um produto importante na economia do Brasil, tanto para o mercado interno quanto para a exportação. A apicultura, atividade responsável pela produção de mel, contribui para a geração de empregos e renda em áreas rurais, além de promover a preservação do meio ambiente e a polinização das culturas agrícolas (OKANEKU *et al.*, 2020).

Segundo dados do IBGE estima-se que em 2020 cerca de 51,5 mil toneladas de mel foram produzidas no Brasil (TREVISOL *et al.*, 2022).

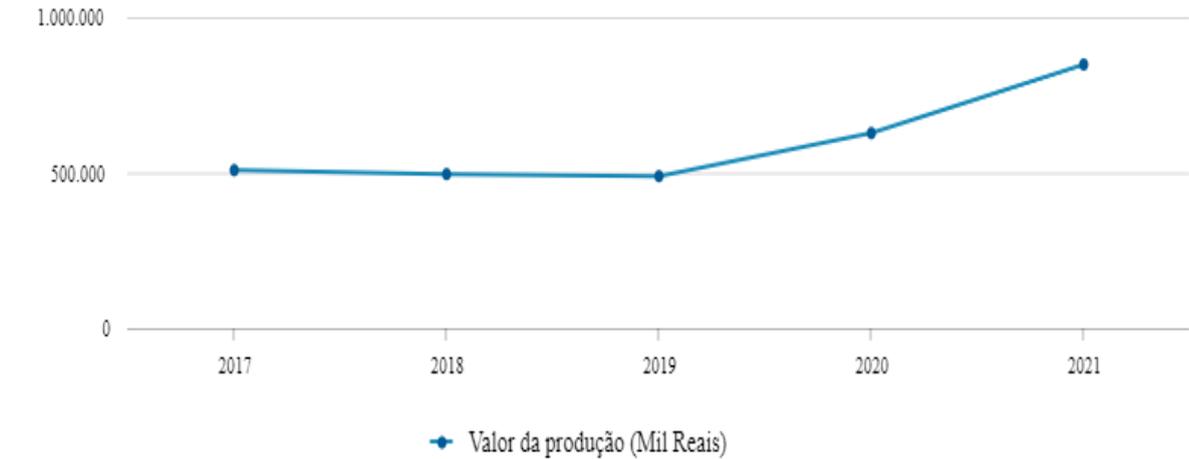
No Brasil, a produção de mel está distribuída em várias regiões do país (Figura 1), com destaque para os estados de Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Piauí, que concentram a maior parte da produção. As condições climáticas favoráveis e a diversidade da flora brasileira contribuem para a produção de mel de diferentes variedades e sabores (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

Figura 1: Produção de mel no Brasil**Mapa (BR) - Mel de abelha - Valor da produção (Mil Reais)****Fontes**

[PPM](#): Valor da produção, Quantidade produzida, Maior produtor

Fonte: IBGE, 2021

Em termos de mercado interno, o consumo de mel tem apresentado um crescimento gradual nos últimos anos como mostra a Figura 2, impulsionado pela demanda por alimentos mais saudáveis e naturais. O mel é apreciado por seus benefícios nutricionais e suas propriedades medicinais, sendo utilizado tanto como adoçante natural quanto em produtos de panificação, confeitaria e cosméticos (CASTRO et al., 2022).

Figura 2: Crescimento do valor da produção do mel**Série histórica (BR) - Mel de abelha - Valor da produção****Fontes**

[PPM](#): Valor da produção, Quantidade produzida, Maior produtor

Fonte: IBGE, 2021

Além do mercado interno, o Brasil é um importante exportador de mel. Os principais destinos das exportações brasileiras de mel incluem os Estados Unidos, a Alemanha, o Japão, o Reino Unido e a Arábia Saudita. A qualidade do mel brasileiro, a diversidade de suas variedades e a capacidade de atender às exigências dos mercados internacionais têm contribuído para a expansão das exportações (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

O Brasil em 2020 realizou a exportação de cerca de 45,7 mil toneladas de mel, o principal comprador foram os Estados Unidos com cerca de 72% do volume exportado (TREVISOL *et al.*, 2022)

No entanto, é importante mencionar que a apicultura no Brasil também enfrenta desafios. A variação climática, o uso indiscriminado de agrotóxicos, as doenças das abelhas e a falta de infraestrutura adequada são alguns dos problemas enfrentados pelos apicultores. Além disso, a concorrência com mel importado e a questão da rotulagem e certificação também são aspectos relevantes para o setor (KASMIRSKI; TENFEN, 2021).

O governo brasileiro tem buscado promover a apicultura e o setor do mel por meio de programas de capacitação, apoio técnico, estímulo à organização dos produtores e acesso a linhas de crédito. A valorização e a divulgação do mel brasileiro como um produto de qualidade

e origem confiável são aspectos importantes para impulsionar o setor e aumentar sua competitividade no mercado internacional (CASTRO et al., 2022).

Em resumo, o mel desempenha um papel significativo na economia do Brasil, gerando empregos, renda e contribuindo para a preservação ambiental. Com a demanda crescente por produtos naturais e saudáveis, o mel brasileiro tem potencial para expandir sua presença tanto no mercado interno quanto nas exportações, desde que sejam superados os desafios existentes e sejam implementadas estratégias de valorização e fortalecimento do setor (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

5.3 Produção do mel

Os apicultores são responsáveis por criar e cuidar das colmeias de abelhas, que produzem o mel. Eles fornecem as condições adequadas para as abelhas, como alimento, água e abrigo, e coletam o mel das colmeias quando está pronto para ser extraído (OKANEKU *et al.*, 2020).

5.3.1 Extração

O mel é extraído das colmeias após um período em que as abelhas depositam o néctar das flores nas células de cera. Os apicultores removem os favos de mel das colmeias e retiram o mel utilizando técnicas adequadas, como centrifugação ou prensagem. O mel é então filtrado para remover quaisquer impurezas ou resíduos (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

5.3.2 Embalagem

O mel é embalado em recipientes adequados, como potes de vidro ou plástico, frascos ou baldes. As embalagens devem ser higiênicas e seladas para garantir a qualidade e evitar a contaminação (SPINOSA *et al.*, 2021).

5.3.3 Rotulagem

Os rótulos são anexados às embalagens de mel, fornecendo informações essenciais, como nome do produtor, local de origem, data de produção, tipo de mel, instruções de armazenamento e qualquer outro detalhe relevante (OKANEKU *et al.*, 2020).

5.3.4 Distribuição

O mel embalado e rotulado é distribuído para os pontos de venda, como supermercados, lojas especializadas em produtos naturais, feiras agrícolas ou diretamente aos consumidores por meio de vendas online ou em lojas de propriedade dos apicultores (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

5.3.5 Marketing

Os produtores de mel podem realizar atividades de marketing e promoção para aumentar a conscientização e a demanda pelo produto. Isso pode incluir campanhas publicitárias, participação em eventos relacionados à apicultura, demonstrações de degustação e compartilhamento de informações sobre os benefícios do mel (OKANEKU *et al.*, 2020).

5.3.6 Consumidor final

O mel é adquirido pelos consumidores nos pontos de venda ou por meio de canais online. Os consumidores podem utilizar o mel para diversos fins, como adoçar alimentos e bebidas, como ingrediente em receitas, para cuidados com a saúde (SPINOSA *et al.*, 2021).

É importante ressaltar que as regulamentações e práticas de comercialização do mel podem variar de acordo com o país e região. Além disso, certas certificações de qualidade, como a certificação orgânica ou de origem, podem agregar valor ao produto e abrir oportunidades de mercado específicas impurezas (SANTOS *et al.*, 2019).

5.4 Abelhas e a produção de mel

As abelhas e a produção de mel estão intrinsecamente ligadas, formando um ecossistema vital tanto para a natureza quanto para os seres humanos. As abelhas desempenham um papel crucial na polinização das plantas, permitindo que elas se reproduzam e mantenham a diversidade do reino vegetal. Além disso, a partir dessa interação entre as abelhas e as flores, surge o mel, um alimento doce e valioso (KASMIRSKI; TENFEN, 2021).

As abelhas são insetos sociais e altamente organizados, vivendo em colmeias com uma estrutura hierárquica bem definida. Cada colmeia é liderada por uma rainha, cuja principal função é a reprodução (SANTOS *et al.*, 2019). As abelhas operárias são as responsáveis por coletar o néctar das flores e realizar outras tarefas dentro da colmeia, como a construção dos favos e o cuidado com as larvas. Os zangões, por sua vez, têm a função de fecundar a rainha (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

De acordo com Spinosa *et al.* (2021, p. 14):

A produção de mel começa quando as abelhas operárias saem em busca de néctar nas flores. O néctar é uma solução açucarada produzida pelas plantas para atrair os polinizadores, como as abelhas. As abelhas coletam o néctar com suas línguas longas e o armazenam em seu "estômago melgueiro". Ao retornarem à colmeia, elas regurgitam o néctar para outras abelhas operárias, que o recebem em suas bocas e continuam o processo de transformação (SPINOSA *et al.*, 2021, p. 14).

Dentro da colmeia, as abelhas operárias depositam o néctar em favos de cera, onde ocorre a evaporação da água presente no líquido. Essa evaporação é realizada pelas abelhas através do batimento de suas asas, criando uma corrente de ar que acelera o processo. Gradualmente, o néctar se transforma em mel, um líquido viscoso e doce (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Após a maturação do mel, as abelhas operárias selam os favos com uma fina camada de cera, preservando-o para uso posterior. Quando as condições são favoráveis, os apicultores retiram os favos de mel da colmeia, utilizando métodos que garantam o bem-estar e a segurança das abelhas. Em seguida, o mel é extraído dos favos e passa por um processo de filtragem para remover impurezas (SANTOS *et al.*, 2019).

O mel é um alimento altamente nutritivo, composto principalmente por açúcares naturais, como frutose e glicose. Além disso, contém pequenas quantidades de vitaminas,

minerais e antioxidantes. O sabor, a cor e a textura do mel podem variar dependendo das espécies de flores que as abelhas visitaram para coletar o néctar. Existem diferentes tipos de mel, como o mel de flor de laranjeira, o mel de eucalipto, o mel silvestre, entre outros (SOUZA *et al.*, 2021).

O mel é produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores. O néctar é uma solução açucarada secretada pelas glândulas das flores para atrair polinizadores, como as abelhas. A composição do néctar varia entre diferentes espécies de flores, e essas diferenças na composição afetam as características do mel produzido (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

Quando as abelhas coletam o néctar, elas o armazenam em seu "estômago melgueiro", onde ocorrem transformações bioquímicas. Nesse processo, as enzimas presentes na saliva das abelhas convertem os açúcares complexos do néctar em açúcares simples, como a glicose e a frutose. Além disso, o néctar contém outras substâncias, como aminoácidos, minerais, vitaminas e compostos orgânicos, que também são incorporados ao mel (SANTOS *et al.*, 2019).

A variedade de flores visitadas pelas abelhas durante a coleta de néctar determina a composição do mel final. Cada espécie de flor possui uma composição única de açúcares, minerais e outros componentes. Portanto, quando as abelhas visitam predominantemente uma determinada espécie de flor, o néctar coletado terá uma influência significativa sobre o mel produzido (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Essas diferenças na composição do néctar resultam em características distintas no mel, como cor, aroma, sabor e textura. Por exemplo, o néctar de flores de laranjeira pode resultar em um mel mais claro e delicado, enquanto o néctar de flores de eucalipto pode produzir um mel mais escuro e com sabor mais intenso. O pólen também pode ser incorporado ao mel durante a coleta, adicionando mais diversidade de nutrientes e possíveis alergênicos. Portanto, o néctar das diferentes flores determina as características específicas do mel, tornando-o uma substância única e variada, dependendo do ambiente em que as abelhas coletam o néctar (OKANEKU *et al.*, 2020).

5.4.1 Espécies de abelhas presentes no Brasil

A produção de mel no Brasil é uma atividade de grande relevância, impulsionando a economia, preservando a biodiversidade e fornecendo um alimento natural e saudável para os consumidores. O país é reconhecido internacionalmente como um dos principais produtores e

exportadores de mel, devido à sua vasta extensão territorial e à diversidade de flora (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

A apicultura brasileira é diversificada, abrangendo desde a criação de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), até a produção de mel de abelhas nativas sem ferrão, como a Jataí (*Tetragonisca angustula*) e a Mandaguari (*Melipona quadrifasciata*). Essa variedade de espécies contribui para uma ampla gama de méis, cada um com suas características distintas, como cor, sabor e aroma (OKANEKU *et al.*, 2020).

Costa *et al.* (2020, p. 9) apontam que:

O Brasil possui uma imensa diversidade de flora, com uma infinidade de plantas melíferas, que fornecem néctar e pólen para as abelhas. Entre as plantas mais comumente exploradas pelas abelhas na produção de mel, destacam-se o eucalipto, a laranjeira, o cajueiro, a acácia, o maracujá, entre muitas outras. Essa abundância de recursos naturais favorece a produção de méis com sabores variados e de alta qualidade (COSTA *et al.*, 2020, p. 9).

Os apicultores brasileiros dedicam-se a cuidar das colmeias, garantindo o bem-estar das abelhas e a saúde dos enxames. Eles adotam boas práticas de manejo, como a preservação de áreas de alimentação e a utilização de técnicas de manejo sustentável. Além disso, existem regulamentações e normas sanitárias que asseguram a qualidade e a segurança do mel produzido (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

A produção de mel no Brasil não se limita apenas à obtenção do produto final. A atividade apícola desempenha um papel fundamental na polinização de plantas cultivadas e nativas, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a reprodução das espécies vegetais. Sem a polinização realizada pelas abelhas, muitas culturas agrícolas seriam afetadas, comprometendo a produção de alimentos (OKANEKU *et al.*, 2020).

Além disso, a apicultura promove o desenvolvimento socioeconômico em áreas rurais, gerando empregos e renda para comunidades locais. Muitos apicultores estabelecem parcerias com produtores agrícolas, oferecendo serviços de polinização em suas plantações. Essa colaboração entre apicultores e agricultores fortalece a produção agrícola e beneficia ambos os setores.

O mel produzido no Brasil é altamente valorizado, tanto no mercado interno quanto no mercado internacional. O país exporta uma quantidade significativa de mel, atendendo a demanda de consumidores ao redor do mundo. A qualidade, a diversidade e a sustentabilidade da produção brasileira de mel têm contribuído para consolidar sua reputação como um produtor confiável e de excelência (COSTA *et al.*, 2020).

5.4.1.1 Abelha africanizada (*Apis mellifera*)

Também conhecida como "abelha africanizada" ou "abelha africana", é uma espécie híbrida resultante do cruzamento entre abelhas europeias e africanas. Elas são conhecidas por sua alta produtividade de mel, mas também por serem mais defensivas (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Figura 3: Abelha Africanizada (*Apis Mellifera*)



Fonte: Costa *et al.*, 2020.

As abelhas Africanizadas foram importadas para o Brasil com o objetivo de melhorar a produção de mel, mas algumas delas escaparam e se dispersaram rapidamente, cruzando com as abelhas europeias já existentes na região. Essa hibridação resultou em abelhas africanizadas, que têm características distintas em relação às abelhas europeias (COSTA *et al.*, 2020).

Uma das principais características das abelhas africanizadas é sua maior agressividade e defensividade em comparação com as abelhas europeias. Elas tendem a ser mais suscetíveis a estímulos e podem responder de forma mais agressiva, formando grandes enxames e atacando em maior número em caso de ameaça ao ninho (OKANEKU *et al.*, 2020).

É importante ressaltar que nem todas as abelhas africanizadas são extremamente agressivas, e o comportamento pode variar dependendo do local e das condições ambientais. Além disso, as abelhas africanizadas também possuem algumas características positivas, como uma maior resistência a certas doenças e uma capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Devido ao comportamento defensivo presente nas abelhas africanizadas, é necessário tomar precauções ao trabalhar com essas abelhas para evitar acidentes e garantir a segurança tanto das abelhas quanto das pessoas (OKANEKU et al., 2020).

5.4.1.2 Abelha jataí (*Tetragonisca angustula*)

Uma abelha nativa do Brasil, também conhecida como "uruçu-amarela" ou "jataí-amarela". São abelhas sociais sem ferrão, muito importantes para a polinização de plantas nativas. Produzem um mel saboroso, embora em quantidades menores se comparadas às abelhas africanizadas (OKANEKU et al., 2020).

Figura 4 – Abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*).



Fonte: Costa et al., 2020.

Essas abelhas são sociais, vivendo em colônias que consistem em uma rainha, operárias e zangões. As colônias de Jataí são relativamente pequenas em comparação com outras abelhas sem ferrão, geralmente variando de algumas centenas a alguns milhares de indivíduos. Elas constroem seus ninhos em cavidades naturais, como ocos de árvores, ou em locais protegidos, como cupinzeiros abandonados. Uma característica interessante das abelhas Jataí é a construção de favos em formato de tubos, chamados de "cachos". Esses cachos são construídos com cera e resinas vegetais, e servem para armazenar mel, pólen e criar as células para a reprodução (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

5.4.1.3 Abelha mandaguari (*Melipona quadrifasciata*)

Essa espécie de abelha sem ferrão é endêmica do Brasil, especialmente encontrada na região nordeste do país. Também conhecida como "jandaíra" ou "uruçu-do-nordeste", é altamente valorizada por sua capacidade de polinização e pela produção de um mel de sabor diferenciado (COSTA *et al.*, 2020).

Figura 5 – Abelha Mandaguari (*Melipona quadrifasciata*)



Fonte: Costa *et al.*, 2020.

Essas abelhas constroem seus ninhos em cavidades naturais, como ocos de árvores, ou em locais protegidos, como cupinzeiros abandonados. Assim como outras espécies de abelhas sem ferrão, as colônias de Mandaguari consistem em uma rainha, operárias e zangões. A abelha Mandaguari é conhecida por sua importância na polinização de diversas plantas nativas, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a reprodução das espécies vegetais. Elas possuem uma relação simbiótica com várias plantas, sendo responsáveis pela polinização dessas espécies (BRITO *et al.*, 2023).

Assim como outras abelhas sem ferrão, as Mandaguari também produzem mel. No entanto, a produção de mel por colônias de Mandaguari é geralmente menor em comparação com as abelhas europeias. O mel produzido por elas tem um sabor característico e é valorizado por sua qualidade e propriedades nutricionais (OKANEKU *et al.*, 2020).

5.5 Composição química do mel

O mel é um alimento naturalmente doce e nutritivo, apreciado por suas propriedades sensoriais e benefícios para a saúde. Sua composição química é complexa e variada, resultante da interação entre as abelhas, as flores e o meio ambiente. A maior parte do mel é composta por

açúcares simples, sendo a frutose e a glicose os principais. Esses açúcares representam cerca de 70-80% da composição total do mel e são responsáveis por sua doçura característica. A proporção de frutose para glicose pode variar em diferentes tipos de mel, resultando em diferentes sabores e consistências (OKANEKU *et al.*, 2020).

Em termos gerais, o mel é composto principalmente por água e diversos tipos de açúcares, além de conter pequenas quantidades de outros componentes. Os principais componentes do mel incluem os elementos descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do mel.

ELEMENTO	COMPOSIÇÃO
Água	O teor de água no mel pode variar, mas geralmente está na faixa de 17% a 20%. O baixo teor de água é um fator importante para a durabilidade do mel, uma vez que a umidade reduzida dificulta o crescimento de microrganismos.
Açúcares	Os açúcares mais comuns encontrados no mel são a glicose e a frutose. Esses açúcares representam a maior parte do conteúdo de carboidratos do mel e são responsáveis pelo seu sabor doce. A proporção de glicose para frutose pode variar, mas geralmente está em torno de 1:1.
Carboidratos	Além da glicose e frutose, o mel também contém outros carboidratos em quantidades menores, como sacarose, maltose e oligossacarídeos.
Vitaminas e minerais	O mel contém pequenas quantidades de vitaminas e minerais, embora a concentração exata varie dependendo das fontes de néctar das abelhas. Alguns dos minerais encontrados no mel incluem potássio, cálcio, magnésio, fósforo e traços de zinco, cobre e selênio. Quanto às vitaminas, o mel pode conter vitaminas do complexo B (como tiamina, riboflavina, niacina) e vitamina C em quantidades mínimas.
Enzimas	O mel contém enzimas produzidas pelas abelhas, como a invertase, que ajuda a converter a sacarose em glicose e frutose, facilitando a digestão e absorção desses açúcares.
Compostos fenólicos	O mel também contém compostos fenólicos, que são antioxidantes naturais. Esses compostos incluem flavonoides e ácidos fenólicos, como o ácido cafeico e o ácido gálico, que podem contribuir para os benefícios antioxidantes do mel.

Fonte: Costa et al, 2020; Lima et al. 2021.

No que diz respeito aos fitoquímicos presentes no mel, várias pesquisas científicas têm investigado suas propriedades e benefícios potenciais para a saúde. Os estudos indicaram que o

mel contém uma variedade de fitoquímicos, como flavonoides, ácidos fenólicos e compostos aromáticos, que exibem atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (LIMA *et al.*, 2021).

Esses fitoquímicos podem contribuir para a capacidade do mel de combater o estresse oxidativo, reduzir a inflamação e ajudar na prevenção de certas doenças. No entanto, é importante ressaltar que os benefícios à saúde associados ao consumo de mel variam de acordo com a qualidade do mel e sua composição específica, assim como a quantidade consumida (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

É fundamental destacar que o mel não deve ser considerado como um medicamento, e seu consumo deve ser equilibrado e fazer parte de uma alimentação saudável e variada. Se você tiver alguma preocupação específica relacionada à sua saúde, é sempre recomendado buscar orientação de profissionais da saúde qualificados.

Costa *et al.* (2020, p. 12) destacam que:

Além dos carboidratos e da água, o mel contém uma variedade de compostos bioativos, incluindo vitaminas, minerais e antioxidantes. Embora as quantidades desses compostos sejam relativamente baixas, eles podem contribuir para os benefícios à saúde associados ao consumo de mel. Em termos de vitaminas, o mel é uma fonte modesta de vitaminas do complexo B, como tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico. Também pode conter pequenas quantidades de vitamina C e vitamina E (COSTA *et al.*, 2020, p. 12).

Em relação aos minerais, o mel contém traços de elementos como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e ferro. A quantidade e a variedade de minerais podem variar dependendo das plantas e flores utilizadas pelas abelhas na produção do mel. Os antioxidantes são compostos presentes no mel que ajudam a combater os radicais livres e a proteger o organismo contra o estresse oxidativo. Alguns dos antioxidantes encontrados no mel incluem flavonoides, ácidos fenólicos e enzimas antioxidantes, como a catalase e a peroxidase (LIMA *et al.*, 2021).

A composição química do mel também pode ser influenciada por fatores como a região geográfica, as espécies de abelhas envolvidas na produção e as flores disponíveis para a coleta de néctar. Esses fatores podem contribuir para a diversidade de sabores e aromas encontrados nos diferentes tipos de mel. É importante ressaltar que a composição química do mel pode variar de um tipo para outro, e é sempre recomendado adquirir mel de fontes confiáveis e seguir as orientações de armazenamento e consumo adequados (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

5.5.1 Processos de síntese do mel

O processo de síntese do mel envolve várias etapas que ocorrem dentro do corpo das abelhas operárias. As abelhas operárias voam até as flores e coletam o néctar, que é uma solução açucarada produzida pelas glândulas das flores. Elas usam sua língua longa, chamada de probóscide, para sugar o néctar das flores e armazená-lo em seu "estômago melgueiro" especial. Feito isso, retornam à colmeia com o néctar armazenado em seu estômago melgueiro (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Durante o voo de volta, ocorre uma evaporação parcial do conteúdo de água do néctar. Ao chegar à colmeia, as abelhas operárias transferem o néctar para outras abelhas operárias através de um processo chamado trofalaxia. Isso ajuda a espalhar o néctar entre as abelhas e permite que as abelhas que ainda estão coletando néctar possam voltar rapidamente para o campo. As abelhas operárias depositam o néctar coletado em células hexagonais nos favos de mel. Nesse estágio, ocorre um processo de evaporação, em que as abelhas agitam suas asas para ventilar o ar quente sobre o néctar, removendo o excesso de água. Esse processo reduz o teor de umidade do néctar e aumenta a concentração de açúcares (LIMA et al., 2021).

No armazenamento do néctar nas células dos favos de mel, as abelhas adicionam enzimas específicas, como a invertase, glicose oxidase e amilase. Essas enzimas ajudam a quebrar os açúcares complexos do néctar em açúcares simples, como glicose e frutose, tornando o mel mais fácil de ser digerido pelas abelhas e prolongando sua vida útil. Quando o néctar é considerado maduro, as abelhas operárias lacram a célula do favo de mel com uma fina camada de cera, formando uma tampa. Essa tampa protege o mel do ambiente externo e ajuda a manter sua qualidade (OKANEKU et al., 2020).

Essas etapas básicas do processo de síntese do mel ocorrem dentro da colmeia, onde as abelhas operárias trabalham em conjunto para transformar o néctar coletado em mel, um alimento rico em nutrientes e de longa duração.

5.6 Controle de qualidade do mel

O controle de qualidade do mel é uma etapa fundamental para garantir a segurança, a autenticidade e a qualidade do produto final. Através de análises e testes, é possível verificar se

o mel está de acordo com os padrões estabelecidos, atendendo às exigências regulatórias e às expectativas dos consumidores (OKANEKU *et al.*, 2020).

Uma das primeiras etapas do controle de qualidade é a identificação precisa da origem do mel. Isso envolve rastrear a procedência das colmeias, a região geográfica em que foram coletados e as plantas utilizadas pelas abelhas na produção do néctar. Essas informações são importantes para determinar a autenticidade do mel e evitar adulterações (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

O teor de umidade é um parâmetro crucial a ser monitorado no controle de qualidade do mel, os testes de qualidade são importantes para determinar esses parâmetros estão dentro dos limites aceitáveis. Um teor de umidade excessivo pode favorecer a fermentação, a deterioração do produto e o crescimento de microrganismos indesejáveis, enquanto um teor muito baixo pode indicar uma possível desidratação inadequada. Ao medir o teor de umidade, é possível garantir que o mel esteja dentro dos limites aceitáveis, assegurando sua qualidade e estabilidade (LIMA *et al.*, 2021).

Outro aspecto importante é a análise da pureza do mel. O mel puro não deve conter aditivos, como açúcares adicionados, xaropes ou substâncias estranhas. A presença de tais adulterantes pode comprometer a qualidade e a autenticidade do mel. Para detectar possíveis adulterações, são realizados testes laboratoriais, como análises de açúcares, análises de isótopos estáveis e análises de enzimas específicas (COSTA *et al.*, 2020).

Gomes, Gramacho e Gonçalves (2019, p. 23) apontam que:

A análise sensorial também desempenha um papel relevante no controle de qualidade do mel. Através dessa análise, é possível avaliar características organolépticas, como cor, aroma, sabor e textura. Especialistas sensoriais treinados são capazes de identificar características indesejáveis, como sabores fermentados, odores desagradáveis ou cores anormais (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019, p. 23).

A análise microbiológica é realizada para verificar a presença de microrganismos indesejáveis, como bactérias, leveduras e fungos. A contagem de microrganismos é feita para assegurar que o mel esteja dentro de limites aceitáveis de segurança e qualidade. Além disso, são realizadas análises físico-químicas para avaliar parâmetros como acidez, pH, condutividade elétrica, atividade diastásica (presença de enzimas) e perfil de açúcares. Essas análises ajudam a verificar a integridade do mel e a determinar sua qualidade (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Dentro da instrução normativa vigente referente ao mel, não exige que sejam realizadas análises de controle de qualidade do mel, apenas que devem ser seguidas todas as boas práticas de higiene em todo o processo de produção, extração e armazenamento do mel, assim evitando as contaminações que podem ocorrer no processo (BRASIL, 2000).

Na instrução normativa - IN N° 161, DE 1° de julho de 2022, contempla alguns requisitos para sobre os padrões microbiológicos para alimentos, com exceção dos alimentos comercialmente estéreis, onde se pode ter a informação de contaminação padrão de melado, melaço, caldas, xarope conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Padrão de microbiológicos para alimentos

Categorias Específicas	Micro-organismo/Toxina/Metabólito	n	c	m	M
Melado, melaço, caldas, xarope	Bolores e Leveduras/g	5	2	50	10 ²
Alimentos preparados prontos para o consumo contendo produtos de origem animal, elaborados sem emprego de calor, consumidos crus	<i>Salmonella</i> /25g	5	0	Aus	-
	<i>Estafilococos coagulase</i> positiva/g	5	1	10 ²	10 ³
	<i>Escherichia coli</i> /g	5	2	10	10 ²

*n= número de unidades colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente; c= número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M; m= limite que separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável; M= limite que separa o produto aceitável do inaceitável

Fonte: BRASIL, 2023

O controle de qualidade do mel também envolve a análise de resíduos de pesticidas e contaminantes químicos. Esses testes são realizados para garantir que o mel esteja livre de substâncias nocivas, que possam ter sido introduzidas durante o processo de produção ou armazenamento (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019).

É importante ressaltar que o controle de qualidade do mel deve ser realizado em conformidade com as regulamentações e normas específicas de cada país. Existem órgãos reguladores e certificadoras que estabelecem padrões de qualidade e fiscalizam a produção e comercialização do mel (COSTA *et al.*, 2020).

A realização de testes de qualidade do mel garante a segurança alimentar, autenticidade e qualidade do produto, testes no qual são essenciais para proteger os consumidores, assegurar a conformidade com as regulamentações e promover a transparência no setor apícola (ANJOS *et al.*, 2018).

De acordo com Gomes, Gramacho e Gonçalves (2019, p. 23):

O mel é um alimento perecível e, se não for devidamente processado e armazenado, pode se tornar um meio propício para o crescimento de microrganismos indesejáveis, como bactérias, leveduras e fungos. A realização de análises microbiológicas ajudam a identificar a presença desses microrganismos e garantir que o mel esteja livre de contaminação e seja seguro para consumo (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019, p. 23).

Além disso, os testes de qualidade permitem verificar a pureza do mel. Infelizmente, existem casos de adulteração, nos quais substâncias estranhas, como açúcares adicionados ou xaropes, são misturadas ao mel para aumentar seu volume ou melhorar sua aparência. A realização de análises específicas ajuda a identificar possíveis adulterações e assegurar a autenticidade do mel (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Dentro os vários testes de qualidade que são realizados para avaliar o mel tem se as características sensoriais do mel, como cor, aroma, sabor e textura. Essas análises sensoriais são fundamentais para determinar a qualidade organoléptica do mel e garantir que ele atenda às expectativas dos consumidores. Avaliadores sensoriais treinados são capazes de identificar características indesejáveis, como sabores fermentados, odores desagradáveis ou cores anormais (ANJOS *et al.*, 2018).

A realização de testes de qualidade do mel também contribui para a padronização e uniformidade do produto. Ao estabelecer critérios e parâmetros de qualidade, é possível garantir que o mel produzido atenda a esses padrões, resultando em um produto consistente e confiável. Isso é importante tanto para o mercado interno quanto para as exportações, pois fortalece a reputação do mel brasileiro como um produto de qualidade e confiável (DORTZBACH *et al.*, 2020).

Além disso, os testes de qualidade permitem a rastreabilidade do mel. Através da identificação da origem, data de envase, lote e outras informações presentes no rótulo do mel, é possível rastrear sua procedência e garantir que todas as etapas de produção tenham sido realizadas de acordo com as boas práticas (CALDAS *et al.*, 2020).

5.6.1 Legislação brasileira para o controle de qualidade do mel

A legislação brasileira estabelece normas e regulamentações específicas para o controle de qualidade do mel, visando garantir a segurança alimentar, a autenticidade e a qualidade do produto. Essas regulamentações são importantes para proteger os consumidores e promover a transparência no setor apícola (LIMA *et al.*, 2021).

No Brasil, o controle de qualidade do mel é regido principalmente pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, e suas atualizações. Essa normativa estabelece os padrões de identidade e qualidade do mel, além dos requisitos para a sua produção, processamento, armazenamento, transporte e comercialização (ROLIM *et al.*, 2018).

De acordo com a legislação, o mel deve ser produzido por abelhas do gênero *Apis*, a partir do néctar das flores ou de secreções de partes vivas das plantas. É proibido o uso de qualquer tipo de aditivo, como açúcares adicionados, xaropes ou substâncias estranhas que possam adulterar o produto (ANJOS *et al.*, 2018).

A legislação também define requisitos quanto ao teor de umidade do mel, que deve estar entre 17 % e 20 %. Um teor de umidade excessivo pode levar à fermentação e à deterioração do produto. Para garantir o cumprimento dessa exigência, o mel deve ser submetido a análises laboratoriais (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019).

Além disso, a legislação brasileira estabelece critérios para a rotulagem e a identificação dos potes de mel. O rótulo deve conter informações obrigatórias, como nome do produtor, endereço, número de registro no órgão competente, data de envase, lote, prazo de validade e demais informações necessárias para a identificação e rastreabilidade do produto (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

A fiscalização do cumprimento das normas de controle de qualidade do mel é realizada pelos órgãos competentes, como o MAPA e as Agências Estaduais de Defesa Agropecuária. Esses órgãos têm a responsabilidade de realizar inspeções, coletar amostras e realizar análises laboratoriais para verificar a conformidade do mel com os padrões estabelecidos (LIMA *et al.*, 2021).

Caso sejam identificadas irregularidades ou não conformidades, podem ser aplicadas sanções e penalidades, como advertências, multas, apreensão do produto ou suspensão das atividades do estabelecimento produtor. É importante destacar que a legislação brasileira está em constante atualização e aprimoramento, buscando acompanhar as demandas e os avanços tecnológicos do setor apícola. Os apicultores e demais envolvidos na produção de mel devem estar atentos às exigências legais e buscar a conformidade, assegurando a qualidade e a segurança do produto (ANJOS *et al.*, 2018).

5.6.2 Metodologia dos testes de qualidade do mel

Existem diversas metodologias e testes utilizados para aferir a qualidade do mel. Essas técnicas são fundamentais para garantir a autenticidade, segurança e qualidade do produto. A primeira é a análise de umidade. A determinação do teor de umidade do mel é essencial para garantir sua estabilidade e qualidade. Para isso, são utilizados refratômetros, que medem a refração da luz através do mel, ou técnicas laboratoriais mais precisas, como a destilação a vácuo ou a secagem em estufa. Esses métodos permitem verificar se o teor de umidade do mel está dentro dos limites aceitáveis (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019).

Posteriormente, tem-se a análise de açúcares. A análise do perfil de açúcares do mel é realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) ou cromatografia gasosa (GC). Essa análise permite verificar a composição dos açúcares presentes no mel, identificando possíveis adulterações, como a adição de açúcares externos (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Ademais, outra metodologia é a análise de atividade diastásica. A atividade diastásica do mel é medida através da determinação da quantidade de enzimas diastásicas presentes. Essas enzimas são produzidas pelas abelhas e são responsáveis por transformar o amido em açúcares mais simples. A atividade diastásica é avaliada por testes que medem a taxa de hidrólise do amido (GOMES; GRAMACHO; GONÇALVES, 2019).

Também se tem a análise microbiológica. Conforme Lima *et al.* (2021, p. 19):

A análise microbiológica é realizada para verificar a presença de microrganismos indesejáveis no mel, como bactérias, leveduras e fungos. As técnicas incluem a contagem de microrganismos totais, pesquisa de patógenos específicos e análise de indicadores de qualidade microbiológica, como a contagem de coliformes e de bactérias aeróbias mesófilas (LIMA *et al.*, 2021, p. 19).

Outra metodologia existente é a análise de resíduos de pesticidas e contaminantes. O mel pode estar sujeito à contaminação por resíduos de pesticidas ou outros contaminantes químicos. Para verificar a presença dessas substâncias, são utilizadas técnicas como cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa (LC-MS/MS) ou cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS). Essas análises permitem a detecção de resíduos de pesticidas e outras substâncias indesejáveis no mel (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Por fim, tem-se a análise sensorial. A análise sensorial é realizada por avaliadores treinados, que avaliam as características organolépticas do mel, como cor, aroma, sabor e textura. Essa análise é subjetiva, mas desempenha um papel importante na determinação da qualidade sensorial do mel (CARVALHO *et al.*, 2021).

É importante ressaltar que essas são apenas algumas das metodologias utilizadas para aferir a qualidade do mel. A escolha dos testes a serem realizados depende dos parâmetros de qualidade estabelecidos pelas regulamentações e da finalidade do produto.

5.7 Metodologia da análise microbiológica

Com base na Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003, o processo de análises é realizado conforme o microrganismo desejado.

5.7.1 Contagem de bactérias aeróbicas mesófilas:

Para se realizar uma análise é necessário pesar 25g de amostra de mel e ser adicionado em um frasco estéril com 225 mL de água peptonada na concentração de 0,1% (1:9) podendo ser nomeando de solução 1, e na sequência utilizar um tubo contendo 9mL de água peptonada, onde adiciona-se 1mL da solução 1, podendo ser nomeado de solução A. O meio com a amostra (solução A) deve-se incubar em temperatura de 35°C por 24 horas, para dar continuidade nas análises patogênicas. A diluição da amostra (Solução 1) deverá ser semeada (1 mL) em uma placa de petri, utilizando a técnica de “pour plate” em Ágar para Contagem (PCA) e incubada na estufa em temperatura de 35°C por 48 horas. Após este período verifica-se se houve o crescimento de bactérias para contagem das colônias. (BRASIL, 2003)

5.7.2 Contagem de bolores e leveduras:

Para esta análise, 1 mL da solução1 é pipetada em uma placa de Petri vazia e estéril, e pelo método de “pour plate” com Ágar Saboraud para Contagem. Após, as placas devem ser incubadas a 25°C por 5 dias, e assim verifica-se se houve o crescimento de bolores e leveduras e posterior contagem caso houver colônias (BRASIL, 2003).

5.8 Patógenos

5.8.1 Análises de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*:

As análises de patógenos pesquisadas na literatura foram de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. A técnica utilizada para as análises é do método de Número Mais Provável (NMP), técnica considerada um método clássico de contagem de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* que pode ser utilizada tanto em água e/ou em alimentos, método que é realizado em várias etapas que demandam tempo de incubação para cada etapa (BRASIL, 2003).

A primeira etapa a ser realizada para análise de coliformes, é utilizando três alíquotas da solução A, que é inoculada em uma série de três tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). O caldo LST contém lactose em sua composição, caso ocorra a presença do microrganismo faz com que ocorra a produção de gás devido a lactose observável, o caldo com a amostra deve ser incubado por 24 horas em temperatura de 35 °C, caso ocorra a produção ou alteração do meio considera-se suspeita (positiva) a presença de coliformes (BRASIL, 2003).

Caso ocorra a presença de coliformes na etapa anterior, a próxima etapa realizada para a confirmação dos coliformes totais e termotolerantes, se utiliza uma alçada de cada tubo com aspecto suspeito de presença de coliformes, transferido para os meios seletivos que contém na sua formulação lactose, uma alçada para o tubo de Caldo Verde Brilhante Bile (VB) que deve ficar incubado por 24 horas em temperatura de 35°C, e outra para o Caldo E. coli (EC), que fica incubado por 24 horas em temperatura de 45°C. Após o tempo de incubação com a temperatura ideal para o crescimento dos microrganismos, observa-se o crescimento com produção de gás nos tubos de VB onde se considerar confirmativa da presença de coliformes totais. E para o crescimento com produção de gás nos tubos de EC, caso seja considerada confirmativa a presença de coliformes termotolerantes (BRASIL, 2003).

Caso ocorra a confirmação de presença nos meios anteriores deve-se utilizar os tubos de EC positivos para coliformes termotolerantes que serão suspeitos da presença de *E. coli*. Para a confirmação de presença de *E. coli* utiliza-se o meio seletivo Ágar Levine Eosina Azul de Metileno (L-EMB), onde se utiliza uma alçada de cada tubo semeando a no ágar seletivo (L-EMB), meio de cultura que distingue a *E. coli* de outros coliformes (BRASIL, 2003).

5.8.2 *Staphylococcus aureus*:

Para esta análise pode-se ainda utilizar-se a solução A nomeada anteriormente, e assim dar continuidade com as análises de controle de qualidade relacionadas a microbiologia.

Da solução A, inocula 1 mL da diluição em séries de três tubos contendo o caldo telurito manitol glicina (GC), após adiciona aos tubos de caldo GC uma camada de mais ou menos 1 a 2 mL de um selo estéril como por exemplo vaselina, óleo mineral ou parafina líquida, que deve ser estéreis e previamente fundido, após deve incubar a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas. Após o período de incubação caso haja a presença de *Staphylococcus aureus* o caldo CG apresenta escurecimento do meio ou precipitado escuro.

5.9 Testes atividade antimicrobiana aplicados ao mel

Os testes de atividade antimicrobiana aplicados ao mel têm como objetivo verificar a presença de substâncias com atividade antimicrobiana no produto, bem como avaliar sua eficácia na inibição ou eliminação de microrganismos indesejáveis. Esses testes desempenham um papel importante na garantia da segurança e qualidade do mel, assegurando que esteja livre de microrganismos patogênicos ou em quantidades que possam comprometer sua integridade. Existem várias técnicas utilizadas nos testes de atividade antimicrobiana do mel (GARCIA *et al.*, 2018).

Nos testes de atividade antimicrobiana, o mel é avaliado quanto à sua capacidade de inibir o crescimento de microrganismos. Uma técnica comum é o método de difusão em disco, no qual pequenos discos de papel impregnados com o mel são colocados em placas de Petri contendo culturas de microrganismos-alvo. A presença de uma zona de inibição ao redor dos discos indica a atividade antimicrobiana do mel contra esses microrganismos (LIMA *et al.*, 2021).

Destaca-se, ainda, que existe o teste de atividade enzimática. O mel possui enzimas naturais, como a glicose oxidase, que produz peróxido de hidrogênio (água oxigenada) quando entra em contato com a glicose. Esse peróxido de hidrogênio apresenta atividade antimicrobiana. O teste de atividade enzimática mede a quantidade de peróxido de hidrogênio produzido pelo mel, indicando sua atividade antimicrobiana (COSTA *et al.*, 2020).

Por fim, tem-se o teste de diluição seriada. Nesse teste, o mel é submetido a diluições seriadas em meio de cultura apropriado, e as diluições são incubadas para permitir o crescimento de microrganismos presentes. O objetivo é determinar a menor concentração do mel que inibe o crescimento desses microrganismos, conhecida como Concentração Inibitória

Mínima (CIM). Esse teste é frequentemente realizado para avaliar a eficácia antimicrobiana do mel contra uma variedade de microrganismos (GARCIA *et al.*, 2018).

É importante destacar que os testes de atividade antimicrobiana devem ser realizados por laboratórios especializados, seguindo protocolos e metodologias apropriados (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

5.9.1 Método de difusão em disco:

Para a realização da análise pelo método de difusão em disco a preparação do microrganismo que pode ser utilizado a preparação do meio de cultura com o inóculo seguindo conforme o método usado na NCCLS. (NCCLS, 2003).

Para a realização desta análise é necessário utilizar cepas dos microrganismos escolhidos conforme o objetivo de cada análise desejada, que deverão estar bem isoladas e bem cultivados de forma adequada, para cada tipo de cepa será necessário realizar a mistura da cepa nos meios de culturas que favorecem o crescimento dos microrganismos (NCCLS, 2003).

A cepa preparada deverá ser inoculada no meio de cultura ágar *Müller-Hinton* que estará na fase líquida em temperatura +/- 25°C (ambiente) para que não prejudique o crescimento do microrganismo. O meio de cultura com a cepa deverá ser adicionado na placa petri com aproximadamente 20 a 25 mL por placa. A preparação dos discos com as amostras pipetadas com 10µL da diluição do mel, posicionados de forma ordenada 6 discos, de uma forma que tenha o completo contato com a superfície de ágar. As placas após a aplicação dos discos deverão ser incubadas invertidas numa estufa, a 35° C (NCCLS, 2003).

5.9.2 Método de Concentração Inibitória Mínima (CIM):

Para a preparação do microrganismo a ser utilizado na CIM será necessário a diluição de forma que fica a concentração desejada, a diluição deve ser feita através de uma solução salina a 0,85% tendo como referência a escala de 0,5 de MacFarland até a obtenção de aproximadamente $1,5 \times 10^8$ Unidades Formadoras de Colônia (UFC.mL⁻¹) para bactérias $1,5 \times 10^6$ UFC.mL⁻¹ (NCCLS, 2003).

Para a análise de CIM utiliza-se microplacas com poços em forma de U, onde será utilizado 100 µL de uma solução contendo aproximadamente 1,0g de mel e 1,0 mL de caldo Mueller Hinton. Após isso adiciona-se 100 µL de Caldo Mueller Hinton em cada poço. Após a adição do meio de cultura com o mel na microplaca se realiza a diluição seriada e adicionado 10µL de suspensão da bactéria em todos os poços. A micro placa deve-se ser incubada em estufa por 24h à 35°C, temperatura ideal para o crescimento de bactérias. Após o tempo de incubação retirar da incubadora a microplaca com as amostras para a realização da leitura de crescimento ou inibição do microrganismo (NCCLS, 2003).

5.9.3 Benefícios dos testes microbiológicos aplicados ao mel

Os testes microbiológicos aplicados ao mel desempenham um papel crucial na indústria apícola, oferecendo uma série de benefícios para a qualidade, segurança e valor do produto. O primeiro benefício que se pode apontar é a garantia da segurança alimentar (BRITO *et al.*, 2023). Os testes microbiológicos permitem verificar a presença de microrganismos indesejáveis no mel, incluindo bactérias, leveduras, fungos e patógenos. Ao detectar a presença desses microrganismos, os testes ajudam a garantir que o mel esteja livre de contaminação microbiológica que possa representar riscos para a saúde dos consumidores (COSTA *et al.*, 2020).

Outro benefício é a manutenção da qualidade e estabilidade. O mel é naturalmente um produto com atividade antimicrobiana devido à presença de enzimas, baixo teor de umidade e pH ácido. Os testes antimicrobianos ajudam a avaliar a eficácia dessa atividade antimicrobiana, garantindo que o mel tenha propriedades de conservação adequadas para uma boa qualidade e estabilidade. Isso é especialmente importante para aumentar a vida útil do produto e evitar deterioração microbiológica (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Também se pode apontar a verificação da eficácia de processos de tratamento. Os testes antimicrobianos permitem avaliar a eficácia de diferentes processos de tratamento utilizados na indústria apícola, como aquecimento, filtragem, pasteurização e radiação ultravioleta. Ao testar a atividade antimicrobiana do mel antes e depois desses tratamentos, é possível garantir que eles tenham sido eficientes na redução ou eliminação de microrganismos indesejáveis, mantendo a qualidade do produto (NASCIMENTO, 2019).

O cumprimento de regulamentações e padrões de qualidade também é outro benefício. Os testes microbiológicos são essenciais para garantir o cumprimento das regulamentações e

padrões de qualidade estabelecidos pelas autoridades sanitárias e órgãos reguladores. Essas normas definem limites aceitáveis para a presença de microrganismos no mel, assegurando a proteção da saúde pública e a confiança dos consumidores (CAVALIERI *et al.*, 2018).

Por fim, tem-se a valorização do produto. A realização de testes microbiológicos e a garantia de um mel de alta qualidade têm um impacto direto na valorização do produto. Os consumidores estão cada vez mais preocupados com a qualidade e segurança dos alimentos, e um mel que tenha passado por estes testes e apresente resultados satisfatórios possui um maior valor agregado no mercado (COSTA *et al.*, 2020).

Em resumo, os testes microbiológicos aplicados ao mel desempenham um papel fundamental na garantia da segurança alimentar, proteção contra adulterações, manutenção da qualidade, verificação da eficácia de processos de tratamento (BRITO *et al.*, 2023).

5.9.4 Processo de avaliação da qualidade mel antes dos testes microbiológicos

Antes do desenvolvimento dos testes microbiológicos modernos, a avaliação da qualidade do mel era realizada de maneira mais limitada e baseada principalmente em características sensoriais e observações visuais. A análise da qualidade do mel era mais dependente da experiência e do conhecimento dos apicultores e especialistas na área (BORGES *et al.*, 2021).

Uma das formas mais básicas de avaliar a qualidade do mel era por meio da observação visual. Os apicultores e especialistas examinavam o mel para identificar características como cor, transparência e textura. O mel de alta qualidade costumava ter uma cor clara, brilhante e uniforme, além de uma consistência viscosa e homogênea (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

Outra opção a era por meio da análise sensorial. A avaliação sensorial desempenhava um papel crucial na determinação da qualidade do mel. Os especialistas analisavam o aroma, sabor e textura do mel, utilizando seus sentidos para detectar possíveis características indesejáveis, como sabores fermentados, odores desagradáveis ou texturas granuladas. Essa análise era feita por meio de provas organolépticas realizadas por especialistas treinados (BRITO *et al.*, 2023).

Além disso, tinha-se o exame do favo de mel. Além de avaliar o mel propriamente dito, o exame do favo de mel também fornecia informações sobre a qualidade do produto. Os apicultores observavam a aparência e a condição dos favos, verificando se estavam bem

formados, limpos e livres de impurezas. A saúde das colmeias e a higiene durante a produção do mel também eram consideradas importantes para garantir a qualidade final (JESUS *et al.*, 2020).

Por último, uma forma muito utilizada era através da avaliação da origem e manejo das colmeias. A qualidade do mel também estava relacionada à origem e ao manejo das colmeias. Os apicultores levavam em consideração fatores como a localização das colmeias, o tipo de flora presente na área e as práticas de manejo adotadas. Colmeias localizadas em áreas com flora diversificada e longe de fontes potenciais de contaminação eram consideradas mais propícias para produzir mel de qualidade (CARVALHO *et al.*, 2021).

É importante ressaltar que, embora esses métodos tenham sido utilizados por muitos anos e ainda sejam relevantes em certa medida, os testes microbiológicos modernos forneceram uma abordagem mais precisa e quantitativa para avaliar a qualidade do mel. Os testes microbiológicos permitem a detecção direta de microrganismos indesejáveis e a avaliação da atividade antimicrobiana do mel, garantindo uma análise mais objetiva e confiável da qualidade do produto (JESUS *et al.*, 2020).

Com o avanço da tecnologia e dos conhecimentos científicos, os testes microbiológicos se tornaram uma ferramenta valiosa na indústria apícola, complementando as avaliações sensoriais e visuais tradicionais. Eles proporcionam uma maior segurança ao consumidor, garantindo a qualidade, autenticidade e integridade do mel (MENEZES; MATTIETTO; LOURENÇO, 2018).

6. CONCLUSÃO

Diante da pesquisa realizada, pode-se constatar que o controle de qualidade e atividade antimicrobiana do mel são aspectos fundamentais para garantir a segurança, autenticidade e valor do produto. O mel é um alimento naturalmente dotado de propriedades antimicrobianas devido à presença de enzimas, baixa umidade e pH ácido. No entanto, para assegurar a qualidade e eliminar possíveis riscos à saúde, é essencial realizar testes específicos.

O controle de qualidade do mel envolve uma série de etapas que visam garantir que o produto atenda aos padrões e regulamentações estabelecidos. Essas etapas incluem desde a verificação da origem e manejo das colmeias até a avaliação sensorial, análises físico-químicas e testes microbiológicos.

As análises microbiológicas têm como objetivo identificar e quantificar a presença de microrganismos indesejáveis no mel, como bactérias, leveduras, fungos e patógenos. Para avaliar a atividade antimicrobiana, existem testes que podem ser realizados de diferentes maneiras, como o método de difusão em disco, o teste de concentração inibitória mínima e o teste de atividade enzimática.

Além dos testes microbiológicos, o controle de qualidade do mel também envolve análises físico-químicas, como a determinação da umidade, teor de açúcares, acidez, cor, índice de diastase, entre outros parâmetros. Essas análises fornecem informações adicionais sobre a qualidade, autenticidade e conservação do mel.

A realização desses testes é fundamental para assegurar a qualidade do mel, proteger a saúde dos consumidores e garantir a conformidade com as regulamentações e padrões estabelecidos. Além disso, a atividade antimicrobiana do mel desempenha um papel importante na sua conservação, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis e prolongando sua vida útil.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, Ofélia *et al.* Avaliação da qualidade de aguardente de mel: potencialidade das utilizações da técnica de espectroscopia de infravermelho. In: **Livro de resumos do V Congresso Ibérico de Apicultura, 1 a 3 de fevereiro, Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra.** 2018. p. 58.
- BATISTON, Thaisa Francielle Topolski Pavan. **ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE DIFERENTES MÉIS DE ABELHA SEM FERRÃO.** 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc, Chapecó, 2017. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00003a/00003ac8.pdf>. Acesso em: 01 MAIO 2023.
- BAZONI, Matheus de Oliveira; **Atividade antimicrobiana dos méis produzidos por Apis Mellifera e abelhas sem ferrão nativas do Brasil.** 116 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.
- BORGES, Marcella Silva *et al.* Utilização do mel como terapia complementar: uma revisão sobre as propriedades biológicas associadas ao mel. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 2, p. 1027-1045, 2021.
- BRITO, Gabriel Rodrigues *et al.* Atividade antibacteriana da solução aquosa bruta de flores de *Brugmansia suaveolens*. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e7112238140-e7112238140, 2023.
- BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.** Diário Oficial da União, Brasília, 26 de agosto de 2003. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. **Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados.** Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. (2000). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/in_11_2000.htm>. Acesso em de 25 abr de 2023.
- CALDAS, Maiara Janine Machado *et al.* Qualidade e perfil antimicrobiano do mel de *Melipona asilvai*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32760-32768, 2020.
- CASTRO, Lícia *et al.* Determinação das propriedades físico-químicas e constituição melissopalínológica do mel de *Melipona (Michmelia) paraensis* Ducke (Jandaíra) originário de Mojuí dos Campos–PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 23744-23758, 2022.
- CARVALHO, Érica Larissa Silva *et al.* Atividade antibacteriana, antioxidante e compostos fenólicos de méis produzidos por *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Apidae, Meliponini). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e48101018424-e48101018424, 2021.

CAVALIERI, Natália Furtado *et al.* Propriedades físicas e antimicrobianas de filmes biodegradáveis de amido e mel. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

COSTA, Ana Carolina *et al.* Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera*: Boas práticas de produção e extração. **Boletim Didático**, n. 148, 2020.

DORTZBACH, Denilson *et al.* Influência do meio geográfico nas características do mel de melato da bracatinga. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e198997191-e198997191, 2020.

FERNANDES, Rachel Torquato *et al.* Características de qualidade do mel de abelha sem ferrão (*Melipona fasciculata*) produzidos na baixada maranhense. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41268-41275, 2020.

GARCIA, Lorena Natalino Haber *et al.* Qualidade físico-química de mel de abelha *Apis mellifera* de diferentes floradas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 1, p. 11-20, 2018.

GOMES, Renata Valéria; GRAMACHO, Kátia; GONÇALVES, Lionel. Melhoramento genético e qualidade de abelhas rainhas matrizes selecionadas para produção de mel. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Produção Agropecuária | IBGE. [Ibge.gov.br](https://www.ibge.gov.br). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>>. Acesso em: 26 jun. 2023.

JESUS, Marcel Carvalho *et al.* Caracterização botânica e avaliação do potencial antimicrobiano do mel produzido por *Apis mellifera* L, *Melipona scutellaris* Latreille e *Tetragonisca angustula* Latreille (Hymenoptera: Apidae) em um fragmento de floresta ombrófila densa no estado da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, v. 3, n. 2, p. 37-50, 2020.

KASMIRSKI, Gustavo; TENFEN, Adrielli. Controle de qualidade de mel de *Apis mellifera* scutellata e *tetragonisca angustula* coletados em Massaranduba–SC Honey quality control of *Apis mellifera* scutellata and *tetragonisca angustula* collected at Massaranduba–SC. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 60296-60310, 2021.

LIMA, Ítalo Abreu *et al.* Análises de amostras de mel comercializados em feiras-livres da cidade de Barreiras-Bahia. **Conjecturas**, v. 21, n. 6, p. 427-442, 2021.

LUDWIG, Danieli *et al.* Mel colonial: parâmetros de qualidade. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 92312-92323, 2020.

MERCÊS, Manuela Dória *et al.* Atividade antimicrobiana de méis de cinco espécies de abelhas brasileiras sem ferrão. **Ciência Rural**, v. 43, p. 672-675, 2013.

MENEZES, Blenda do Amor Divino; MATTIETTO, Rafaella de Andrade; LOURENÇO, Lúcia de Fátima Henriques. Avaliação da qualidade de méis de abelhas africanizadas e sem ferrão nativas do nordeste do estado do Pará. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, 2018.

NASCIMENTO, Andrezza Lóren. Análise polínica e atividade antimicrobiana do mel produzido na Bahia. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 23, 2019.

OKANEKU, Bruna Mie *et al.* Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*apis mellifera*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18607-18620, 2020.

RIBEIRO, Rayanne; STARIKOFF, Karina Ramirez. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 111-118, 2019.

ROLIM, Maria Betânia *et al.* Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: revisão. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 12, n. 1, p. 73-81, 2018.

SANTOS, Brenda Maria Silva *et al.* Contribuições para a construção da indicação geográfica do mel Jequitinhonha. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e20212139642-e20212139642, 2023.

SANTOS, Sebastião Pereira *et al.* Perfil da produção apícola e qualidade físico-química de méis produzidos no agreste paraibano. **Arch Vet Sci**, v. 24, n. 4, 2019.

SANAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Mel brasileiro tem história e qualidade – Portal Senar Maranhão. Senar-ma.org.br. Disponível em: <<https://senar-ma.org.br/mel-brasileiro-tem-historia-e-qualidade/>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

SEREIA, M. J.; ALVES, E. M.; TOLEDO, V. A. A.; MARCHINI, L. C.; FAQUINELLO, P.; SEKINE, E. S.; WIELEWSKI, P.; **Microbial flora in organic honey samples of africanized honeybees from Parana river islands. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 462-466, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612011000200028>. Acesso em 02 maio 2023.

SOUZA, Camila Filgueira *et al.* Parâmetros de qualidade de méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e28710110959-e28710110959, 2021.

SPINOSA, Wilma Aparecida *et al.* Extensão inovadora para agregação de renda à cadeia produtiva de mel de abelhas-sem-ferrão. **Caminho Aberto: revista de extensão do IFSC**, p. 33-41, 2021.

TREVISOL, Graciela; BUENO, Miriam Pinheiro; OLIVEIRA, João Paulo Leonardo de; MACEDO, Karla Gonçalves. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 352-368, 19 out. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1321>.