

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JULIA CHIQUETI

**O MEL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS ANÁLISES DE CONTROLE DE
QUALIDADE E DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

**TOLEDO
2022**

JULIA CHIQUETI

**O MEL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS ANÁLISES DE CONTROLE DE
QUALIDADE E DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

**THE HONEY: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW OF QUALITY CONTROL AND
ANTIOXIDANT ACTIVITY ANALYSES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
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): Solange Maria Cottica

TOLEDO, PR
2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/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) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JULIA CHIQUETI

O MEL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS ANÁLISES DE CONTROLE DE QUALIDADE E DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

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 15, de junho de 2022.

Banca examinadora

Profª Drª Solange Maria Cottica
UTFPR, câmpus Toledo
Orientadora

Profª Drª Tatiana Shioji Tiuman
UTFPR, câmpus Toledo
Avaliador

Dr Tales Prado Alves
Avaliador

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



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/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) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

Resumo

A apicultura é uma fonte sustentável de emprego e renda, que contribui no equilíbrio do ecossistema, bem como, com a manutenção da biodiversidade, tendo como principal produto o mel, o mesmo produzido naturalmente pelas abelhas a partir dos pólenes e néctares encontrados em ramos e flores. A proposta dessa breve revisão foi apresentar e discutir os parâmetros de controle de qualidade necessários, assim como algumas análises de quantificação da atividade antioxidante desse produto. Sendo assim, foram reportadas informações relacionadas à amostragem, umidade, pH, hidroximetilfurfural, atividade diastásica, cinzas, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, pólen, fermentação e acidez, bem como, análises de DPPH, FRAP, ABTS, compostos fenólicos totais e flavonoides. Portanto, essa revisão demonstra a importância desses parâmetros mínimos como forma de assegurar a identidade e qualidade do mel e ajudar na quantificação da atividade de antioxidantes, visto que o mel apresenta níveis significativos.

Palavras-chave: Compostos fenólicos. Flavonoides. DPPH. FRAP. ABTS.

Abstract

Beekeeping is a sustainable source of employment and income that contributes to the balance of the ecosystem as well as the maintenance of biodiversity, with honey as its main product, the same produced naturally by bees from pollens and nectar found in branches and flowers. The purpose of this brief review was to present and discuss the necessary quality control parameters, as well as some analyzes to quantify the antioxidant activity of this product. Therefore, information related to sampling, humidity, pH, hydroxymethylfurfural, diastase activity, ash, reducing sugars, apparent sucrose, insoluble solids, pollen, fermentation and acidity were reported, as well as, analysis of DPPH, FRAP, ABTS, total phenolic compounds and flavonoids. Therefore, this review demonstrates the importance of these minimum parameters as a way to ensure the identity and quality of honey and help in the quantification of antioxidant activity, since honey has significant levels.

Keywords: Phenolic compounds. Flavonoids. DPPH. FRAP. ABTS.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	08
2.	OBJETIVOS	09
3.	METODOLOGIA	10
4.	DESENVOLVIMENTO	11
4.1	ABELHAS.....	11
4.2	FLORA.....	11
4.3	MEL	12
4.4	COMPOSIÇÃO	13
4.5	ANÁLISE DE CONTROLE DE QUALIDADE.....	15
4.5.1	Amostragem	15
4.5.2	Maturidade.....	15
4.5.2.1	Açúcares redutores	15
4.5.2.2	Umidade	16
4.5.2.3	Sacarose aparente	17
4.5.3	Pureza	17
4.5.3.1	Sólidos insolúveis em água	17
4.5.3.2	Determinação de cinzas	18
4.5.3.3	Pólen	18
4.5.4	Deterioração	18
4.5.4.1	Acidez	19
4.5.4.2	Atividade diastásica	19
4.5.4.3	HMF(Hidroximetilfural)	19
4.5.5	pH.....	20
4.6	ANTIOXIDANTES.....	20

4.7	ANÁLISE DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	21
4.7.1	Determinação da atividade antioxidante DPPH.....	21
4.7.2	Redução de Fe (III) pelo método de FRAP	22
4.7.3	Método de sequestro do radical ABTS	23
4.7.4	Flavonoides.....	23
4.7.5	Compostos Fenólicos	25
5.	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Na história da evolução da vida, é dito que as abelhas surgiram a milhões de anos, juntamente com as flores, visto que uma necessita da outra para sua sobrevivência, afinal as abelhas encontram nas flores o néctar e o pólen para se alimentarem e as mesmas são responsáveis por fecundar novas flores (BACAXIXI et al., [s.d.]). Acredita-se que a apicultura surgiu com os egípcios, na época eles colocavam abelhas em potes de barro e coletavam o mel. Desde então, foi uma das primeiras fontes de açúcar conhecida.

O mel é um produto natural produzido pelas abelhas, obtido a partir de ramos, flores, dos pólenes e néctar. Na apicultura, é o produto mais conhecido e utilizado, pois é um alimento muito rico e com alto valor energético, utilizado também por indústrias farmacêuticas e cosméticas (SILVA et al., 2006). O mesmo tem propriedades antioxidantes, os quais são compostos que protegem o sistema biológico de reações causadas por oxidação excessiva. No nosso organismo ocorre naturalmente a formação de radicais livres, originados do processo de redução do oxigênio molecular, sendo responsáveis por várias doenças como câncer, envelhecimento, doenças cardiovasculares, mal do Alzheimer, entre outras. Devido às suas propriedades, o mel ajuda a reduzir os riscos dessas doenças. Dessa forma, pelo fato dos antioxidantes terem tantos benefícios, aumentou-se a busca por novos compostos oriundos principalmente de substâncias naturais (LOPES, 2019).

Em consequência desse aumento, é essencial o controle de qualidade de mel, que determina as condições adequadas para industrialização e consumo desse produto. A Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 determina os parâmetros mínimos e máximos de cada análise que deve ser feita, separado pela pureza, deterioração e maturidade do mel.

2. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento de informações analisadas e publicadas a partir de artigos, teses, dissertações e legislações focados nas metodologias para determinação de características físico-químicas e da determinação de antioxidantes do mel, afim de contribuir para futuros trabalhos no assunto.

3. METODOLOGIA

Para o presente trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica baseada no levantamento de dados publicados a partir do ano de 2006 até 2022. Foram consultados artigos, teses e dissertações focados na análise de antioxidantes do mel e suas características físico-químicas. Além disso, informações relevantes sobre a apicultura no Brasil e legislação vigente frente à produção e comercialização do mel, segundo as regras de controle de qualidade e boas práticas apícolas também foram consultadas. Para tal, sítios eletrônicos governamentais da Embrapa, Ministério da Agricultura, Ministério da Saúde e ANVISA foram utilizados. Além destes, também foram consultados Google Acadêmico, Scielo e Science Direct, com as seguintes palavras-chave: mel, apicultura, características físico-químicas do mel, boas práticas apícolas, atividade antioxidante do mel, DPPH, ABTS, FRAP, Flavonoides e Compostos fenólicos.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 ABELHAS

Tendo registro de sua existência há mais de 40 milhões de anos, as abelhas são os insetos polinizadores mais eficientes e com isso de grande importância para a perpetuação de espécies vegetais.

Cada colmeia possui aproximadamente de 80.000 abelhas, sendo em sua maioria operárias (responsáveis por todo o trabalho), 1 rainha (responsável pela produção de ovos e manutenção da ordem da colmeia) e por até 400 zangões, as abelhas machos (responsáveis por fecundar a rainha) (PAIXÃO; LOPES, 2010).

Existem, aproximadamente, 300 espécies de abelhas na América Latina, entre elas as abelhas nativas que são as sem ferrão, em sua maioria produtoras de mel de grande aceitação comercial. A espécie *Tretagonisca angustula* é a mais conhecida e criada com a finalidade de comercialização do seu mel (GRZEGOZESKI, 2015).

Mas, as abelhas que predominam na produção de mel no Brasil, são as africanizadas, provenientes do cruzamento das abelhas europeias com as de origem africanas. A abelha *Apis mellifera scutellata* foi introduzida no Brasil em 1956, uma espécie exótica, com a intenção de aumentar a produção de mel, visto que as abelhas preexistentes não apresentavam o resultado esperado. A espécie *A. mellifera* é uma excelente alternativa para a polinização, já que ela apresenta um olfato extremamente desenvolvido e também consegue ser treinada para buscar um aroma ou uma mistura particular de aromas (SEKINE, 2022).

4.2 FLORA

As abelhas necessitam de proteínas, carboidratos, sais minerais, lipídeos, vitaminas e água para sobreviverem e se desenvolverem, que obtêm por meio do néctar e pólen das flores. Por isso, é de grande importância que as plantas em que as abelhas vão ter acesso seja de boa qualidade e abundância. Depende também, da floração e crescimento das plantas, influenciada pela temperatura, pluviosidade da região (GRZEGOZESKI, 2015).

A abelha coleta o néctar das plantas e com isso acaba trazendo junto o pólen, levando até a sua colmeia para a produção do mel. O conhecimento da morfologia do pólen e a identificação dos grãos do pólen presentes são formas de identificar a origem floral do

produto (BARTH et al., 2004) e pode ser observado em microscopia para sua identificação.

O mel pode ser classificado como monofloral/unifloral quando é originado de apenas uma espécie de planta, bifloral quando é de duas espécies, ou de heterofloral/polifloral originário de várias espécies diferentes de plantas. O que varia também com os fatores climáticos e a espécie da abelha, fazendo assim com que se tenha muitas variedades de méis disponíveis (SEKINE, 2022).

4.3 MEL

O mel é considerado um líquido viscoso, que contém aroma e sabor adocicado, elaborado por abelhas a partir do néctar e exsudatos sacarinos encontrados em plantas, principalmente nas florais, levados pelas abelhas até sua colmeia em que elas amadurecem e estocam em seus favos, esse conteúdo retirado das delas torna-se assim o mel conhecido (ALVES et al., 2005). O mel é um alimento utilizado mundialmente, pois além de ser utilizado como um adoçante natural em várias receitas, ele também é utilizado como fonte energética, antibacteriana, anti-inflamatória e imunológica, utilizado não somente por indústrias alimentícias, mas também por indústrias de cosméticos e farmacêuticas.

A produção brasileira de mel atingiu 46 mil toneladas em 2019, apresentado um aumento de 8,5% comparado ao ano anterior, tendo na Região Sul a liderança com 38,2% da produção brasileira de mel, enquanto a Região Nordeste chegou a 34,3% do total nacional, seguida pela Região Sudeste com 21,4%. O Paraná se destacou com o maior volume, sendo responsável por 15,7%. Com isso, o Brasil ocupa a 10ª posição e segue avançando como um dos maiores exportadores do produto no mundo (BARTCUS, 2020).

Variedades de mel podem ser identificadas por sua cor, gosto, sabor e maneira de cristalização. Sua cor pode variar do quase transparente ao âmbar escuro. O gosto e os níveis de açúcar dependem do paladar, da espécie, da época, da região e principalmente da florada utilizada. Ele pode variar da textura líquida até a textura sólida (SILVA et al., 2006).

A densidade do mel a 20 °C varia de 1,38 a 1,45 g/cm³. A viscosidade também depende da temperatura que se encontra, tendo uma viscosidade menor quando estão mais altas. Com isso, quando a temperatura estiver acima de 40 °C, a quantidade de água alcança valores entre 16,4 e 20%, não tendo efeito significativo na viscosidade do mesmo. A viscosidade não depende somente da quantidade de açúcar, água e temperatura presentes no mel, mas também, do conteúdo de dextrina, trissacarídeos e proteínas. Outro fator afetado é a

cristalização, que ocorre entre 5° e 8°C, e o crescimento dos cristais entre 13° e 17°C. (ALVES et al., 2005).

4.4 COMPOSIÇÃO

O mel é constituído essencialmente de vários açúcares, predominantemente D-frutose e D-glicose, como também de outros componentes e substâncias como ácidos orgânicos, enzimas, vitaminas, flavonoides, minerais e uma extensa variedade de compostos orgânicos e partículas sólidas coletadas pelas abelhas (SILVA et al., 2006). Sua composição pode variar dependendo de diversos fatores como as fontes vegetais que as abelhas têm acesso, o solo da região, a espécie de abelha do mel coletado, o estado fisiológico da colônia, as condições meteorológicas de quando foi realizada a colheita, entre outros. Por isso existem tantas variedades de mel, podendo ser distintas até mesmo na mesma colmeia (ALVES et al., 2005).

Segundo a Embrapa (2006), o mel é constituído por açúcar, água e diversos outros componentes. Mesmo aparentando ser um alimento simples, sabemos que se trata de um produto biológico de grande complexidade. Já foram encontrados mais de 181 diferentes tipos de méis, sendo que suas características e composição dependem das diferentes fontes florais.

Os principais açúcares encontrados no mel são os monossacarídeos, frutose e glicose, 80% da quantidade total, e outros 10% são divididos entre sacarose e maltose. Esse percentual pode variar entre a quantidade de frutose e glicose. Caso apresente uma maior concentração de frutose, o mel fica com um sabor mais adocicado. A quantidade de açúcares presentes vai influenciar também na viscosidade, densidade, higroscopicidade, cristalização e no valor calórico.

O teor de água no mel pode variar de 15% a 21% no seu conteúdo, influenciando na viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (EMBRAPA, 2006).

Fazem parte da composição também os ácidos orgânicos, que correspondem a 0,5% e tem influência no paladar bem como sabor. Esse valor varia dependendo da quantidade e dos mineiras presentes. O ácido em maior quantidade é o glucônico, mas há também a presença dos ácidos acético, butírico, cítrico, fórmico, láctico, maleico, málico, oxálico, succínico, fumárico, málico, maleico, pirúvico e ascórbico (PAIXÃO; LOPES, 2010).

Paixão e Lopes (2010) ainda dizem que a proteína também faz parte da composição

do mel em menos de 0,5%, dependendo da origem vegetal e do tipo de abelha. Podem estar presentes os aminoácidos leucina, isoleucina, histidina, metionina, alanina, fenilalanina, glicina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, valina, cisteína, tirosina, lisina e arginina. Destes, a prolina se encontra em maior quantidade, sendo responsável por um percentual entre 50 a 85% do total de proteínas no mel.

Há a presença de algumas enzimas, como a invertase, que quebra as moléculas de sacarose em glucose e frutose. São encontradas também enzimas como a glucose oxidase, diastase, catalase, alfa-glicosídase, peroxidase, lipase, amilase, fosfatase ácida e inulase. A diastase é a responsável pela quebra do amido e a glucose oxidase responsável por fazer a glicose formar o ácido glucônico e peróxido de hidrogênio, principais compostos antimicrobianos existentes no mel.

Estão presentes ainda as vitaminas do complexo B, entre elas a B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 e as vitaminas C e D, além de alguns minerais, como o cálcio, cloro, cobre, ferro, manganês, magnésio, fósforo, boro, potássio, silício, sódio, enxofre, zinco, nitrogênio, iodo, rádio, estanho, ósmio, alumínio, titânio e chumbo, sendo o potássio o mais abundante. A quantidade desses minerais influencia diretamente na cor do mel, sendo observado nos méis claros até 0,04% e nos mais escuros até 0,2% de minerais (PAIXÃO; LOPES, 2010).

O mel possui uma significativa atividade antioxidante, visto que na sua composição apresenta grupos fenólicos, presentes nos néctares das plantas (MONTENEGRO, 2018). Estima-se que a capacidade de absorvência do radical oxigênio do mel seja de 3 - 17 $\mu\text{mol ET/g}$ (SILVA et al., 2006). É um alimento rico em compostos bioativos, que variam pelas espécies de abelha, origem floral, região geográfica, sazonalidade, condições ambientais, umidade, temperatura, composição do solo e seu armazenamento (MONTENEGRO, 2018).

4.5 ANÁLISES DE CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade do mel avalia parâmetros e especificações já definidos pela Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministro de Estado, Interino, da Agricultura e do Abastecimento sendo separado por maturidade, deterioração e pureza.

Um dos objetivos é identificar possíveis adulterações, como a adição de açúcares comerciais, entre elas glicose comercial, solução ou xarope de sacarose, melado, solução de sacarose invertida e xarope de milho. Outra forma de adulteração praticada é através de um processo que consiste em levar o caldo de cana-de-açúcar ao fogo até concentrar o açúcar, clarificar com aditivos químicos e, em seguida, adicionar ao mel.

Outro fator importante é garantir se não há nenhum malefício para a saúde do consumidor e que atenda aos parâmetros industriais e comerciais.

4.5.1 Amostragem

Para uma coleta do mel correta, o responsável deve lavar muito bem as mãos em água corrente e sabão, utilizar vestimentas adequadas e luvas. Caso o coletor transpire muito, é recomendado não utilizar luvas, pois o suor pode ser uma fonte de contaminação para o mel. Além disso, deve ocorrer em local fechado, para evitar exposição a poeira e outras sujeiras e também para não contaminar pela exposição ao vento. Os méis devem ser transferidos para potes esterilizados, com tampas e bem limpos, armazenados em geladeira a 4 °C, por no máximo 30 dias (EMBRAPA, 2011).

4.5.2 Maturidade

A análise de maturidade do mel é dividida em açúcares redutores, umidade e sacarose aparente. Através destes parâmetros, pode-se estabelecer o grau de maturidade do mel, bem como, o quanto o produto está apto e pronto para o consumo.

4.5.2.1 Açúcares redutores

Conforme norma brasileira ABNT NBR 15174-10, açúcares redutores são aqueles que reduzem o reagente Fehling sob condições específicas. É um método de titulometria da solução de Fehling no seu ponto de ebulição, contra a solução de açúcares redutores, tendo o azul de metileno como indicador (ABNT, 2020).

O valor mínimo, pela especificação, é de 65 g/100 g (BRASIL, 2000). Os açúcares são um dos principais compostos do mel, sendo 80% de monossacarídeos e 10 % de dissacarídeos da quantidade total, que alteram características físicas, como viscosidade, densidade e cristalização (MESQUITA et al., 2009). Por isso, a importância de se estudar esse parâmetro.

Os açúcares analisados aqui são a frutose, maltose e glicose, enquanto que a sacarose é determinada pela análise de sacarose aparente.

4.5.2.2 Umidade

A umidade revela o grau de maturação alcançado pelo mel na colmeia. Se o mel tiver um alto teor de umidade, pode causar uma maior fermentação no mel durante seu armazenamento e provocar um gosto mais azedo. Já quando tem um teor baixo de umidade

proporciona um maior tempo de vida útil de prateleira (SMETANSKA; ALHARTHI; SELIM, 2021).

A água também afeta características do mel tais como a viscosidade, a cristalização, a cor, o sabor, a solubilidade e a conservação. Um indicativo da alta umidade é a colheita precoce e armazenamento incorreto dos favos de mel (LIMA et al., 2020).

Segundo a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, a umidade máxima é de 20 % (BRASIL, 2000) para méis e pode ser determinada conforme norma brasileira ABNT NBR 15174-2, pelo método de determinação do índice de refração do mel a 20°C, que é convertido para o teor de umidade através de uma tabela de referência (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela de Chataway – Relação entre índice de refração e o conteúdo de água do mel.

Índice de refração a 20 °C	Conteúdo de água %	Índice de refração a 20 °C	Conteúdo de água %	Índice de refração a 20 °C	Conteúdo de água %	Índice de refração a 20 °C	Conteúdo de água %
1,504 4	13	1,469 1	16,2	1,488 0	19,4	1,480 0	22,6
1,503 8	13,2	1,495 6	16,4	1,487 5	19,6	1,479 5	22,8
1,503 3	13,4	1,495 1	16,6	1,487 0	19,8	1,479 0	23
1,502 8	13,6	1,494 6	16,8	1,486 5	20	1,478 5	23,2
1,502 3	13,8	1,494 0	17	1,486 0	20,2	1,478 0	23,4
1,501 8	14	1,493 5	17,2	1,485 5	20,4	1,477 5	23,6
1,501 2	14,2	1,493 0	17,4	1,485 0	20,6	1,477 0	23,8
1,500 7	14,4	1,492 5	17,6	1,484 5	20,8	1,476 5	24
1,500 2	14,6	1,492 0	17,8	1,484 0	21	1,476 0	24,2
1,499 7	14,8	1,491 5	18	1,483 5	21,2	1,475 5	24,4
1,499 2	15	1,491 0	18,2	1,483 0	21,4	1,475 0	24,6
1,498 7	15,2	1,490 5	18,4	1,482 5	21,6	1,474 5	24,8
1,498 2	15,4	1,490 0	18,6	1,482 0	21,8	1,474 0	25
1,497 6	15,6	1,489 5	18,8	1,481 5	22		
1,497 1	15,8	1,489 0	19	1,481 0	22,2		
1,496 6	16	1,488 5	19,2	1,480 5	22,4		

Fonte: ABNT, 2020

4.5.2.3 Sacarose aparente

A concentração da sacarose aparente é um dos parâmetros que possibilitam perceber a diferença entre o mel monofloral dos poliflorais. O teor elevado indica uma colheita

prematura do mel, visto que, não foram todas as moléculas de sacarose ainda quebradas em frutose e glicose (MESQUITA et al., 2009).

O limite de sacarose aparente é de 6g/100g (BRASIL, 2000). Conforme norma brasileira da ABNT NBR 15174-10, é determinada através do método titulométrico de uma solução de Fehling no seu ponto de ebulição, contra uma solução de açúcares redutores, usando azul de metileno como indicador. Em seguida, multiplica-se a diferença dos açúcares totais com os açúcares redutores por 0,95, e obtém-se o conteúdo de sacarose aparente (ABNT, 2020).

4.5.3 Pureza

As análises de pureza do mel revelam se há alguma impureza ou adulteração nas amostras. Tais impurezas podem ser originadas tanto na colmeia, como na colheita ou pós colheita. Para tanto, os parâmetros analisados são sólidos insolúveis em água, pólen e teor de cinzas.

4.5.3.1 Sólidos insolúveis em água

O teor máximo de sólidos insolúveis em água permitido é de 0,1 g/100 g., exceto no mel prensado, que se tolera até 0,5 g/100 g, unicamente em produtos acondicionados para sua venda direta ao público (BRASIL, 2000).

Este parâmetro determina possíveis adulterações e contaminações de impurezas que o mel pode ter, como grãos de pólen ou outros pedaços das plantas, partículas de cera, fragmentos de insetos, como asas e patas das abelhas, além de outros elementos inerentes do mel ou do processamento que este sofreu (MEDEIROS; SOUZA, 2015).

De acordo com a norma brasileira ABNT NBR 15174-5, o teor de sólidos insolúveis em água é determinado através do método de verificação gravimétrica a partir de lavagem e secagem do mel (ABNT, 2020).

4.5.3.2 Determinação de cinzas

O teor de cinzas ou minerais demonstra as condições ambientais e as origens botânicas e geográficas do mel.

Conforme a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, o valor máximo é de 0,6 g em cada 100g (BRASIL, 2000). Em conformidade com a norma brasileira ABNT NBR 15174-3, é determinado através da análise gravimétrica de um resíduo inorgânico

obtido a partir do aquecimento da amostra (carbonização e incineração) de mel numa temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ (ABNT, 2020).

O teor de cinzas do mel está altamente relacionado com sua composição mineral, que por sua vez é afetada pelos seguintes fatores: solo, condições climáticas, composição química envolvida na formação do néctar, técnicas de colheita e extração. Os principais minerais são potássio, cálcio, sódio e magnésio, enquanto os elementos menos abundantes são ferro, cobre, manganês e cloro (BOBIS et al., 2020). O teor de cinzas também influencia na cor do mel, sendo que um maior teor resulta em uma cor mais escura.

4.5.3.3 Pólen

O pólen possui vários aminoácidos essenciais em sua composição e é rico também em proteínas, por isso tem sido empregado na alimentação humana, considerado um alimento nutricional completo.

A instrução normativa nº 11 especifica que o mel deve, necessariamente, apresentar grãos de pólen (BRASIL, 2000). Pode ser feita pela análise melissopalínológica, um método capaz de avaliar as possíveis visitas das abelhas às flores, identificando os pólenes coletados microscopicamente, através dos espectros polínicos das amostras de mel. Segundo esta avaliação, é possível reconhecer a vegetação apícola regional, identificando as principais fontes nectaríferas e poliníferas utilizadas pelas abelhas, bem como os principais períodos de produção de néctar e pólen (FREITAS et al., 2010).

4.5.4 Deterioração

Através da análise de deterioração, observa-se a estabilidade e tempo de prateleira do mel. Os parâmetros investigados são o teor de acidez, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF) e pH.

4.5.4.1 Acidez

A acidez do mel se dá pela presença de ácidos orgânicos, derivados da fonte do néctar e secreções e excreções sacarínicas das plantas utilizadas pelas abelhas. No processo de fermentação, ocorre a transformação de açúcares presentes em ácidos orgânicos por meio das leveduras, assim, aumentando a acidez (LIMA et al., 2020).

Conforme a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, o parâmetro máximo é de 50 mil equivalentes por quilograma (BRASIL, 2000). Em conformidade com

a norma brasileira ABNT NBR 15174-6, é obtida a acidez através da titulação da amostra de mel com hidróxido de sódio até o pH igual a 8,5 (ABNT, 2020).

4.5.4.2 Atividade diastásica

A diástase é o conjunto de enzimas α e β -amilase, oriundo da secreção das abelhas que promove a hidrólise do amido em menores partículas de monômeros. Essa enzima contribui para a digestão do pólen pelas abelhas. Essa atividade varia conforme a quantidade de enzimas presente nas salivas da abelha, quantidade de néctar, das condições fisiológicas das abelhas da colmeia, da temperatura e das condições de estocagem do mel (LIMA et al., 2020).

Com isso, é um fator de análise de qualidade também, que indica o frescor do mel. Pela instrução normativa, o valor como mínimo é de 8 na escala de Göthe. Os méis com baixo conteúdo enzimático devem ter como mínimo uma atividade diastásica correspondente a 3 na escala de Göthe, sempre que o conteúdo de hidroximetilfurfural não exceda a 15 mg/kg (BRASIL, 2000).

Conforme a norma brasileira ABNT NBR 15174-7, a atividade diastásica é determinada através de uma solução-padrão de amido, em que se apresenta uma coloração em contato com o iodo, em uma faixa definida de intensidade, ao interagir com uma enzima presente no mel. A diminuição da intensidade da cor, que é azul, é medida em intervalo de tempo, e avaliada espectrofotometricamente (ABNT, 2020).

4.5.4.3 HMF (hidroximetilfurfural)

A análise de hidroximetilfurfural indica o frescor e pureza do mel. O teor de sacarose, tipo de açúcares presentes, temperatura, pH, origem floral são alguns dos fatores que influenciam no HMF do mel (SMETANSKA; ALHARTHI; SELIM, 2021).

O máximo permitido pela Instrução normativa é de 60 mg/kg (BRASIL, 2000). Conforme norma brasileira ABNT NBR 15174-9, é determinado através da diferença de sua absorvância nos comprimentos de onda de 284 nm e 336 nm. O HMF é formado pela desidratação da frutose em meio ácido, influenciado pela temperatura, em que se estiver em uma temperatura mais alta é acelerado o processo de reação (ABNT, 2020).

Este composto é gradualmente formado durante o aquecimento ou armazenamento. Alguns fatores, como açúcar, pH, acidez, umidade, armazenamento prolongado e aquecimento, podem influenciar e aumentar esse teor. Além disso, o composto é considerado

tóxico em determinadas concentrações, o que reforça a importância de se analisar o nível presente de HMF no mel (LIMA et al., 2020).

4.5.5 pH

Em concordância com a norma brasileira ABNT NBR 15174-6, o pH influencia na textura, estabilidade e tempo de vida útil do mel, podendo variar de 2,9 a 4,0. É determinado através do preparo de solução de mel a 10% com água e determinado diretamente no medidor de pH (ABNT, 2020).

O nível do pH influencia nas características antioxidantes e nos seus compostos fenólicos, impactando na sua qualidade e funcionalidade nutricional e nutracêutica do mel (AHMAD et al., 2022). Além disso, tem um importante impacto na conservação devido à sua capacidade de inibição e eliminação do crescimento microbológico, visto que o mel tem um pH mais ácido. Esse baixo pH é causado devido a presença de ácidos orgânicos como o glucônico, acético, fumárico, glioxílico, láctico e succínico (MAJTAN et al., 2021).

4.6 ANTIOXIDANTES

Uma das bioatividades que o mel apresenta é a atividade antioxidante. Os antioxidantes são capazes de impedir os radicais livres que são gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, não permitindo o ataque sobre as moléculas, mastambém de lipídios, proteínas, carboidratos e vitaminas, evitando que ocorra danificação ou perda da formação celular. São formados por substâncias como vitaminas, minerais, pigmentos naturais, outros compostos vegetais e enzimas. Os radicais livres são controlados pela ação dos antioxidantes (NASCIMENTO, 2022).

Halliwell e Gutteridge (1990) definem os antioxidantes “como uma substância que pode diminuir ou prevenir significativamente a oxidação de outra substância, sempre que presente em menor concentração comparada à substância oxidável de interesse”.

Os antioxidantes são separados em dois grupos, os com atividades enzimáticas e os não enzimáticos, ou seja, são compostos com poder de impedir que inicie a oxidação através de enzimas que removem as substâncias que são reativas ao oxigênio. Os outros são compostos que interagem com as substâncias radicalares e com isso são consumidas durante a reação, podendo ser de origem natural ou sintética, respectivamente (LOPES, 2019).

São vários os métodos para a determinação da atividade antioxidante de um produto, sendo dividido em duas classificações: o primeiro se baseia em capturar os radicais livres e o outro na determinação da oxidação de uma molécula em específico. Os principais são o método do radical ABTS, o método do radical DPPH e o método FRAP (SUCUPIRA et al., 2012).

4.7 ANÁLISES DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

4.7.1 Determinação da atividade antioxidante DPPH•

O método de DPPH• é um método considerado fácil, muito sensível, rápido e econômico, em que acontece pela transferência de elétrons, ou seja, a transferência de hidrogênio entre o radical do DPPH• e do antioxidante (AH) presente na amostra (OLIVEIRA, 2015).

O radical possui uma cor púrpura/violeta com absorção em solução de etanol ou metanol em 515-520 nm. Uma substância antioxidante pode doar um átomo de hidrogênio ou transferir um elétron para a molécula de DPPH•, que aceita para se tornar uma molécula estável diamagnético. Assim, origina-se a forma reduzida DPPH-H com a perda da cor violeta com o tempo para amarelo. Essa mudança pode ser monitorada pelo espectrofotômetro UV/visível para a determinação capacidade antioxidante, visto que é a diminuição de absorbância do radical DPPH•. É necessário que seja realizado no escuro, pois a luz é um fator que interfere na reação (OLIVEIRA, 2015).

Conforme norma brasileira ABNT NBR 16956-5 o método baseia-se na reação redox entre o radical DPPH e a substância doadora de elétrons, o mel, sendo a cinética da reação monitorada em 517 nm. É feita uma curva de descoloração do DPPH• e uma da CE₅₀ (concentração que elimina 50% dos radicais livres em mg/mm) e é calculada por meio de uma regressão linear (ABNT, 2020). Uma curva padrão de Trolox deve ser preparada para comparação da quantidade de antioxidante pela absorbância. Nesta metodologia, quanto mais a coloração é reduzida, maior será o potencial antioxidante da amostra (RUFINO et al., 2007; Re et al, 2007).

Há vários estudos da atividade antioxidante do mel por DPPH•, os autores Bueno-Costa et al., (2016) obtiveram como atividade do radical (DPPH•) o valor significativo entre a maioria das amostras de mel, tendo a maior atividade antioxidante (17,21 mgAEQ·100 g⁻¹) observada na amostra de mel de eucalipto da região do Rio Grande do Sul.

4.7.2 Redução de Fe (III) pelo método FRAP

Este método observa a reação redox, em que os antioxidantes atuam como redutores e um oxidante facilmente reduzido (Fe^{3+}). Neste método é utilizado estequiométrico em excesso o Fe^{3+} , que resulta em um complexo ferroso azul ao reagir com os antioxidantes.

Ocorre reações de transferência de elétrons, em que a reação ocorre pela formação de um complexo TPTZ com o Fe (III), de coloração amarela, e na presença de um antioxidante o ferro é reduzido dando origem ao $[\text{Fe(II)(TPTZ)}_2]^{3+}$, apresentando uma coloração azulada escuro, com absorvância máxima em 593nm (TIVERON, 2010).

O FRAP pode ser realizado conforme descrito em Benzie e Strain (1996) usando uma solução aquosa de mel (0,2 g/mL). O reagente FRAP é preparado misturando 300 mmol/L de tampão acetato de sódio (pH 3,6), 10 mmol/L de solução de TPTZ (2,4,6-Tris(2-pridil)-s-triazina) e 20 mmol/L de solução de cloreto férrico na proporção de 10:1:1 v/ v em banho-maria a 37°C. As absorvâncias são lidas a 593 nm. Uma curva padrão de Trolox variando de 25 a 800 $\mu\text{mol/L}$ deve ser preparada para comparação de quantidade de oxidante pela absorvância.

Nascimento et al., (2018) obteve os valores de FRAP em média $1,21 \pm 0,56 \mu\text{mol}$ Equivalente Trolox /g de mel (intervalo: 0,22–2,11) para méis de *Apis mellifera* brasileiros. Habib et al. (2014) relataram um valor máximo de FRAP de 1,2 $\mu\text{molET/g}$ em um estudo de méis monoflorais e poliflorais de regiões áridas e não áridas. Alvarez-Suarez et al. (2018) encontraram um valor médio de 1,59 $\mu\text{molET/g}$ para méis poliflorais cubanos. Os méis de eucalipto, polifloral e aroeira apresentaram atividades FRAP estatisticamente maiores ($p < 0,05$) do que as de espécies de uva japonesas.

4.7.3 Método de sequestro do radical ABTS*

Esse método baseia-se na eliminação de radicais livres de ABTS, que é a capacidade de uma amostra de extinguir os radicais ABTS produzidos em uma solução. É um método simples de análise de antioxidantes.

Neste método espectrofotométrico, a capacidade que a amostra tem de descolorir o radical ABTS através de uma reação química, que inicialmente possui coloração verde escura, passando para um verde claro no processo de captura radicalar. Uma curva de calibração com padrão Trolox é usada para expressão dos resultados.

Larsen e Ahmed, (2022), tiveram como resultado para amostras de mel cru o valor de $62,2 \pm 1,8\%$ de inibição ABTS que corresponde a um valor de IC de $2,59 \pm 0,08$ mg/mL, e ao reduzir a umidade das amostras, mostrou um aumento na inibição percentual de ABTS para $74,8 \pm 2,2\%$, que corresponde a um valor de IC de $2,15 \pm 0,06$ mg/mL

Outros exemplos são a inibição percentual de ABTS por méis de ervas foi relatada como 21,9% para mel de camomila e 79,2% para mel de framboesa (SOCHA et al., 2009). Da mesma forma, os valores variaram de 4,5 a 81 mg/mL para mel coletado na região do Monte Olimpo na Grécia (STAGOS et al., 2018). O mel de Manuka apresentou um valor de IC de $43,25 \pm 0,681$ mg/mL, conforme relatado em um estudo de Alzahrani et al. (2012).

4.7.4 Flavonoides

Os flavonoides são um grupo de metabólitos secundários da classe dos polifenóis, composto por: as chalconas, flavonas, flavanonas, flavonóis, di-hidroflavonóis (flavononois), isoflavonas, antocianinas, antocianidinas, auronas, entre outras. Os flavonoides absorvem radiação eletromagnética na faixa do ultravioleta (UV) e do visível e dessa maneira um dos papéis que apresentam é o de defesa das plantas frente à radiação UV da luz solar. Outro é a barreira química de defesa contra microrganismos (bactérias, fungos e vírus) insetos e outros animais herbívoros (MARCUCCI et al., 2021).

Os flavonoides são moléculas polifenólicas solúveis em água. Eles contêm 15 átomos de carbono e consistem em dois anéis de benzeno conectados por uma curta cadeia de três carbonos. Um dos carbonos desta cadeia está ligado a um carbono em um dos anéis de benzina, seja através de uma ponte de oxigênio ou diretamente, o que dá um terceiro anel intermediário (BENE,2022). O que faz com que se diferencie das demais determinações de antioxidantes, visto que se trata de anéis aromáticos.

Conforme norma brasileira ABNT NBR 16956-4 é quantificado por absorvância a 425 nm em espectrofotômetro, por uma solução com metanol ou etanol, com amostra de mel, os flavonoides se solubilizam no metanol/etanol e podem combinar-se com o reagente cromogênico Al^{3+} para formar uma substância colorida, com absorção máxima próximo ao comprimento de onda de 425nm. Em certa faixa de concentração, o conteúdo de flavonoides é proporcional a absorvância. É necessário construir uma curva-padrão analítica de quercetina para medir quantitativamente o teor de flavonoides. Para leitura da absorvância, deve-se preparar uma solução com 1,0 mL de solução do mel com 500 μ L de solução cloreto

de alumínio em um balão de 25 mL, contendo já 15 mL de metanol, agitar e completar o balão com metanol, agitar novamente e aguardar 30 min, sob proteção da luz. Após isso, determinar a absorvância em 425 nm, utilizando como branco uma solução preparada com metanol e cloreto de alumínio (ABNT, 2020).

A porcentagem de flavonoides total é dada pela razão da concentração de quercetina, na amostra da curva analítica, multiplicado por 125, devido a diluição, pela massa da amostra multiplicado com a alíquota da solução de mel (ABNT, 2020).

No estudo de Nascimento et al., (2018) o conteúdo total de flavonoides (TFC) foi em média $0,70 \pm 0,67$ mgEQ.100 g de mel. Em méis do Sul do Brasil variou entre 2,97 e 10,46 mgEQ.100 g (BUENO-COSTA et al., 2016). Kadri et al. (2016), e Lianda et al. (2012), no entanto, relataram menores valores em méis do Sudeste do Brasil (3,30 e 3,63 e 0,00 e 4,27 mgEQ/100g, respectivamente).

4.7.5 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários biologicamente ativos de plantas que atuam em nível molecular e são potentes antioxidantes naturais. Eles são um dos principais constituintes do mel responsáveis por suas propriedades benéficas à saúde e por serem capazes de inibir ou reduzir a formação de radicais livres (NASCIMENTO et al., 2018).

Antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os produtos intermediários, formados pela ação destes antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias. Os compostos fenólicos e alguns de seus derivados são, portanto, eficazes para prevenir a oxidação lipídica; entretanto, poucos são os permitidos para o uso em alimentos, devido principalmente a sua toxicidade (SOARES, 2002).

Conforme norma brasileira ABNT NBR 16956-4 o método baseia-se na redução de ácidos fosfomolibdico e fosfotúngstico por hidroxilas fenólicas, produzindo um complexo azul, cuja absorvância máxima é próxima de 760nm. Em uma certa concentração de fenóis é proporcional a absorvância, sendo feita uma curva analítica para quantificação do conteúdo de fenóis totais. É preparada a solução contendo a solução com o mel e 500 μ L de cloreto de alumínio em um balão de 25 mL contendo 15 mL de metanol, agitado e completado o balão com metanol, agita-se novamente e aguarda-se 30 min. Em seguida, é determinada a

absorbância em 760 nm, tendo como branco uma solução com 30 mL de água destilada, 2,5 mL do reagente de Folin-Denis e 5,0 mL de carbonato de sódio em um balão de 50 mL, agitado e completar com metanol e aguardar 30 min (ABNT, 2020).

No estudo de Smetanska et al, (2021) amostras de mel foram testadas, sendo o mel sider de KSA com maior teor de compostos fenólicos (53,314 mg/100 g), seguido pelo mel de pinho, que registrou teor de 44,828 mg EAG/100 g e o mel de trevo que apresentou o menor teor (18,574 mg EAG/kg de mel).

5. CONCLUSÃO

Nessa revisão bibliográfica foram apresentados e discutidos os parâmetros de controle de qualidade mínimos necessários para garantir a qualidade do mel e discutidas algumas análises de quantificação de atividade antioxidante. Com isso, foi possível entender a importância de cada parâmetro exigido pelas organizações regulamentadoras.

Com base nas informações apresentadas, sabe-se que o mel possui atividade antioxidante significativa, e propriedades que mudam conforme a região, clima e flora. Por isso, a importância de se estudar sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, N. G.; NANDA, V.; ZOHRA, B.; DAR, B. N.; MOHAMMAD, J. A.; BOBIS, S. A. O. O. Abordagem de superfície de resposta para otimizar temperatura, pH e tempo em propriedades antioxidantes de bush selvagem (*Plectranthus rugosus*) mel da região de alta altitude (Vale da Caxemira) da Índia. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 2, p. 767-773, fev. 2022.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; BREACIANI, A.; MAZZONI, L.; GASPARRINI, M.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; SANTOS-BUEGA, C.; MORRONI, G.; SIMONI, G.; SIMONI, S.; FORBES-HERNÁNDEZ, T. Y.; AFRIN, S.; GIOVANETTI, E.; BATTINO, M. *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polyfloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. **LWT**, v. 87, p. 272–279, jan. 2018.
- ALVES, R. M. O. CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Food Science and Technology**, v. 25, p. 644–650, 1 dez. 2005.
- ALZHRANI, H. A.; BOUKRAË, L.; BELLIK, Y.; ABDELLAH, F.; BAKHOTMAH, B. A.; KOLAYLI, S.; SAHIN, H. Evaluation of the Antioxidant Activity of Three Varieties of Honey from Different Botanical and Geographical Origins. **Global Journal of Health Science**, v. 4, n. 6, 10 out. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-2**: Determinação da umidade pelo método refratométrico. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-3**: Determinação de cinzas. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-6**: Determinação de pH, acidez livre, lactônica e total. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-9**: Determinação do conteúdo de hidroximetilfurfural por espectrofotometria no UV-Vis. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-10**: Determinação de açúcares redutores e sacarose aparente. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-5**: Determinação de sólidos insolúveis. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15174-7**: Determinação da atividade diastásica. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16956-4**: Determinação de flavonoides totais. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16956-5**: Determinação da atividade antioxidante por DPPH. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16956-6**: Determinação de fenóis totais em própolis *in natura*. Rio de Janeiro, 2020.

BACAXIXI, P.; BUENO, C.E.M.S.; RICARDO, H.A.; EPIPHANIO, P.D.; SILVA, D.P.; BARROS, B.M.C.; SILVA, T.F.; BOSQUÊ, G.G; LIMA, F.C.C. A importância da apicultura no Brasil. **Revista científica eletrônica de agronomia**. 2021.

BARTCUS, D. **Produção de mel no Brasil cresceu 8,5% em 2019 - A.B.E.L.H.A.** Disponível em: <<https://abelha.org.br/producao-de-mel-no-brasil-cresceu-85-em-2019/>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

BARTH, O. M. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola** 61: 342-350.

BENE, A. **Flavonoides: conceito, estrutura, benefícios à saúde e fontes**. 2022. Disponível em: <<https://augustobene.com/flavonoides/>>.

BENZIE, I. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, 239 (1996), pp. 70-76.

BOBIS, O.; MOISE, A. R., BALLESTEROS, I. REYES, E. S.; DURÁN, S. S.; SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J.; CRUZ-QUINTANA, S. GIAMPIERI, F.; BATTINO, M.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M. Mel de eucalipto: Parâmetros de qualidade, composição química e propriedades promotoras da saúde. **Química alimentar**, v. 325, p. 126870, conjunto. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO MEL nº 11, de 20 de outubro de 2000**.

BUENO-COSTA, F.M. Atividade antibacteriana e antioxidante de mels do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **LWT - Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 65, p. 333-340, jan. 2016.

EMBRAPA. **Boas práticas na colheita de mel de abelhas sem ferrão**. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/910292/boas-praticas-na-colheita-de-mel-de-abelhas-sem-ferrao>>. Acesso em: 3 jun. 2022.

FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; LUZ, C. F. P. Análise polínica comparativa e origem botânica de amostras de mel de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do Brasil e da Venezuela. **Mensagem Doce**, v. 106, p. 2-9, 2010.

GRZEGOZESKI, T. L. Influência da espécie de abelha e da origem floral do mel sobre a atividade antimicrobiana frente às bactérias *staphylococcus aureus* e *escherichia coli*. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2015.

HABIB, H. M.; AL MEQBALI, F. T., KAML, H.; SOUKA, U. D.; IBRAHIM, W. H. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. **Food Chemistry**, v. 153, p. 35–43, jun. 2014.

KADRI, S. M. et al. Characterization of Coffea arabica monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. **Food Chemistry**, v. 203, p. 252–257, 15 jul. 2016.

LARSEN, P.; AHMED, M. Avaliação do potencial antioxidante de gotas de mel e lozenges de mel. **Avanços da Química alimentar**, v. 1, p. 100013. 2022.

LIANDA, R. L. P.; SANT'ANA; L. O.; ECHEVARRIA, A.; CASTRO, R.N. Antioxidant activity and phenolic composition of brazilian honeys and their extracts. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2012.

LIMA, C. M. G.; SERAGLIO, S. K. T.; BERGAMO, G.; FETT, R.; COSTA, A. C. O. Padrão de identidade e qualidade do mel de apis mellifera: uma breve revisão. **Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo à mesa**, 2020.

LOPES, A. E. P. Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de diferentes regiões do estado do Paraná. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimento**, 24 abr. 2019.

MAJTAN, J.; BUCEKOVA, M.; KAFANTARIS, I.; SZWEDA, P.; HAMMER, K.; MOSSIALOS, D. Atividade antibacteriana do mel: Um aspecto negligenciado da garantia da qualidade do mel como alimento funcional. **Tendências em Ciência & Tecnologia de Alimentos**, v. 118, p. 870-886, dez. 2021.

MARCUCCI, M. C.; SALATINO, A.; OLIVEIRA, L. F. A. M.; GONCALVES, C. P. Accessible Methodologies for Quantification of Flavonoids and Total Phenols in Propolis. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 1, p. 61–73, 2021.

MEDEIROS, D.; SOUZA, M. F. DE. Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de boas práticas apícolas. **Atas de Ciências da Saúde**, v. 3, n. 4, p. 1-22, 2015.

MESQUITA, L. X.; MENDES, C. G.; ALVES DA SILVA, J. B.; MARACAJÁ, P. B. As Análises De Mel: Revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 7–14, 2009.

NASCIMENTO, L. X. Metabólitos Secundários: as moléculas que impulsionam a indústria farmacêutica. **Revista Blog do Profissão Biotec**, v.9, 2022. Disponível em:<<https://profissaobiotec.com.br/metabolitos-secundarios-moleculas-que-impulsionam-a-industria-farmacutica/>>. Acesso em 24 mar. 2022.

NASCIMENTO, K. S.; SATTLER, J. A. G.; MACEDO, L. F. L., GANZÁLEZ, C. V. S.; MELO, I. L. P.; ARAÚJO, E. S.; GRANATO, D.; SATTLER., A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e propriedades físico-químicas dos mels brasileiros apis mellifera. **LWT**, v. 91, p. 85-94, maio 2018.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação in vitro da capacidade antioxidante dos produtos naturais pelo método DPPH•: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 36-44, 1 mar. 2015.

PAIXÃO, M.; LOPES, D. Bioactividade do Mel: Actividade antioxidante, antimicrobiana e composição em ácidos orgânicos. **Universidade de Lisboa faculdade de Ciências Departamento de Química e Bioquímica**. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/8624/1/ulfc104148_tm_Marina_Lopes.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

ROCHA, L. J. F. G. Quantificação de alguns compostos bioativos das pitayas de polpas branca e vermelha (*cereus undatus*, *sinonímia: hylocereus guatemalensis*, *h.undatus*). 2012. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2012.

SEKINE, E. S. Flora apícola, caracterização físico-química e polínica de amostras de mel de *Apis mellifera* L., 1758 em apiários nos municípios de Ubiratã e Nova Aurora (PR). **Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias**, 2022. Acesso em: 15 maio 2022.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 113–120, 20 out. 2008.

SMETANSKA, EU. ALHARTHI, S.S.; SELIM, K. A. Físico-química, capacidade antioxidante e análise de cores de seis mels de origem diferente. **Journal of King Saud University - Science**, v. 33, n. 5, p. 101447, jul. 2021.

SOARES, S. E. Phenolic acids as antioxidants. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71–81, 1 jan. 2002.

SOCHA, R.; JUSZCZAK, L.; PIETRZYK, S.; FORTUNA, T. Antioxidant activity and phenolic composition of herbhoneys. **Food Chemistry**, v. 113, n. 2, p. 568–574, mar. 2009.

STAGOS, D.; SOULITSIOTIS, N.; TSADILA, C.; PAPAECONOMOU, S.; ARVANITIS, C.; NTONTOS, A.; KARKANTA, F.; ADOMOU- ANDROULAKI, S.; PETROTOS, K.; SPANDIDOS, D. A.; KOURETAS, D.; MOSSIALOS, D. Antibacterial and antioxidant activity of different types of honey derived from Mount Olympus in Greece. **International Journal of Molecular Medicine**, v. 42, n. 2, p. 726–734, 1 ago. 2018.

SUCUPIRA, N.; SILVA A.B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica Ciência Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263–272, 2012.

TIVERON, A. P. Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil. Piracicaba: **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Querioz”**, 2010.