



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHERELADO EM QUÍMICA**

VICTOR CARVALHO SOUZA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MEL PRODUZIDO POR ABELHAS URUÇU
NORDESTINAS ALIMENTADAS DE FORMA NATURAL E COM XAROPE**

AREIA

2024

VICTOR CARVALHO SOUZA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MEL PRODUZIDO POR ABELHAS URUÇU
NORDESTINAS ALIMENTADAS DE FORMA NATURAL E COM XAROPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Química da
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito parcial para à obtenção do título de
Bacharel em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Edilene Dantas Teles
Moreira

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Betania
Hermenegildo dos Santos

AREIA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729a Souza, Victor Carvalho.

Avaliação físico-química do mel produzido por abelhas uruçu nordestinas alimentadas de forma natural e com xarope / Victor Carvalho Souza. - Areia:UFPB/CCA, 2024.

46 f. : il.

Orientação: Edilene Dantas Teles Moreira.

Coorientação: Maria Betania Hermenegildo Santos.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Química. 2. Mel. 3. Alimentação. 4. Qualidade. 5. Controle de qualidade. 6. Análises físico-químicas. I. Moreira, Edilene Dantas Teles. II. Santos, Maria Betania Hermenegildo. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 54 (02)

VICTOR CARVALHO SOUZA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MEL PRODUZIDO POR ABELHAS URUÇU
NORDESTINAS ALIMENTADAS DE FORMA NATURAL E COM XAROPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Química da
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito parcial para à obtenção do título de
Bacharel em Química.

Aprovado em: 30/04/2024.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
EDILENE DANTAS TELES MOREIRA
Data: 10/05/2024 10:05:10-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Edilene Dantas Teles Moreira (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Documento assinado digitalmente
MARIA BETANIA HERMENEGILDO DOS SANTOS
Data: 10/05/2024 10:14:03-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos (Coorientadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Documento assinado digitalmente
ELIZABETH ALMEIDA LAFAYETTE
Data: 10/05/2024 10:01:52-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Elizabeth Almeida Lafayette
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Documento assinado digitalmente
FABIO PEDROSA LINS SILVA
Data: 10/05/2024 09:54:22-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Fabio Pedrosa Lins Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Dedico os meus pais e irmã por terem me tornado quem eu sou hoje e por sempre me ajudarem e apoiarem. Se não fosse por vocês, não estaria aqui hoje. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar até esse momento, por iluminar minha vida e me fortalecer para ter chegado a este momento tão especial e estar realizando mais um sonho, dentre muitos que virão!

Aos meus pais, por me ajudarem a conquistar meu objetivo, pelo apoio, conselhos e por serem minha inspiração de vida. É por vocês que eu me esforço a cada dia, e sou grato do fundo do coração por cada sacrifício que fizeram por mim.

Aos meus grandes amigos que fiz ao longo dessa jornada, Pablo Marcelino, Luana Ferreira, Jhonanta do Nascimento, Sabrina Pâmela e Maria Fidelis, que tornaram esta caminhada mais leve e fácil de percorrer. Vocês sempre estarão em meu coração, levarei vocês para toda a vida.

Aos meus colegas de turma e de laboratório, em especial a Vivian Silva por ter dedicado o seu tempo para ajudar nas análises físico-química dessa pesquisa. Obrigado!

As professoras Edilene Moreira e Maria Betania Hermenegildo, pelos ensinamentos, aprendizado, apoio, orientação e pelos conselhos que me proporcionaram até hoje.

A todos os professores e técnicos, que contribuíram para minha formação.

“Se A é o sucesso, então A é igual a X mais Y mais Z.
O trabalho é X; Y é o lazer; e Z é manter a boca
fechada”.

Albert Einstein

RESUMO

O mel é um produto natural produzido a partir do néctar das flores, coletados por abelhas que o transformam, armazenam e maturam nos favos da colmeia. Esse produto, proporcionado pelas abelhas *Apis melífera* L., é rico em nutrientes essenciais para a nutrição humana, como carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas. Além disso, apresenta uma alta atividade antibacteriana e antioxidante, sendo tradicionalmente utilizadas em muitas áreas como, indústrias, bebidas, gastronomia, etc. Atualmente, o interesse pelo mel tem crescido devido às suas propriedades medicinais e nutricionais. A composição do mel é influenciada pelas fontes vegetais de onde é derivado, além de fatores como o clima, tipo de solo, a espécie da abelha, o estado fisiológico da colônia, o grau de maturação do mel e as condições meteorológicas durante a colheita, entre outros. Assim a fonte floral do mel desempenha um papel fundamental nas suas propriedades biológicas. A qualidade do mel no Brasil está descrita na Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000, a qual tem como objetivo estabelecer a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deve cumprir o mel, destinado ao consumo humano direto. Sabendo-se disso e de fundamental importância realizar análises físico-químicas do mel, onde pode-se observar se a alimentação está sendo adequada para as abelhas e se o mel produzido está sendo de qualidade e dentro dos parâmetros pela legislação, logo que esse mel será utilizado para muitas áreas na indústria, comércio, etc. Portanto, estudos que visem agregar valor e avaliar a qualidade do produto de extrema relevância. Baseado nesse cenário o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química do mel produzido na Paraíba por abelhas Uruçu Nordestinas alimentadas de forma natural e com xarope. As amostras foram obtidas de produtores rurais do município de Areia - PB, em seguida transportadas aos laboratórios de Química, vinculados ao Departamento de Química e Física do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, para as análises de teor de umidade, acidez, pH, cinzas, açúcares redutores, açúcares não redutores, além das reações de Lund, Fiehe e Lugol. Os resultados obtidos revelaram que algumas amostras apresentaram valores fora dos padrões permitidos pela legislação vigente. No que diz respeito aos testes de adulteração, tanto o mel obtido das abelhas alimentadas naturalmente quanto as alimentadas com xarope apresentaram indicativos de adulterações. Esses resultados destacam a importância de um controle de qualidade rigoroso em todas as etapas da produção e coleta do mel, desde o seu manejo durante a coleta até o transporte para comercialização. Além disso, ressalta-se a necessidade de análises por parte dos apicultores e fiscalização por parte dos órgãos competentes para garantir a qualidade e segurança do produto final, assegurando não apenas a sua comercialização adequada, mas também a proteção da saúde pública.

Palavras-Chave: mel; alimentação; qualidade; controle de qualidade; análises físico-químicas.

ABSTRACT

Honey is a natural product produced from the nectar of flowers, collected by bees that transform, store, and mature it in the honeycomb. This product, provided by the *Apis mellifera* L. bees, is rich in essential nutrients for human nutrition, such as carbohydrates, proteins, minerals, and vitamins. Additionally, it exhibits high antibacterial and antioxidant activity, traditionally used in various areas such as industries, beverages, gastronomy, etc. Currently, interest in honey has grown due to its medicinal and nutritional properties. The composition of honey is influenced by the plant sources from which it is derived, as well as factors such as climate, soil type, bee species, physiological state of the colony, honey ripeness, and meteorological conditions during harvesting, among others. Thus, the floral source of honey plays a fundamental role in its biological properties. The quality of honey in Brazil is described in Normative No. 11, of October 20, 2000, which aims to establish the identity and minimum quality requirements that honey destined for direct human consumption must meet. Knowing this, it is of fundamental importance to perform physicochemical analyses of honey, where one can observe if the feed is adequate for the bees and if the produced honey is of quality and within the parameters set by the legislation, as this honey will be used in many areas in industry, commerce, etc. Therefore, studies aiming to add value and evaluate the quality of the product are of extreme relevance. Based on this scenario, the present study aimed to evaluate the physicochemical quality of honey produced in Paraíba by Northeastern Uruçu bees fed naturally and with syrup. The samples were obtained from rural producers in the municipality of Areia - PB, then transported to the Chemistry laboratories, linked to the Department of Chemistry and Physics of the Agricultural Sciences Center of UFPB, for analysis of moisture content, acidity, pH, ashes, reducing sugars, non-reducing sugars, as well as Lund, Fiehe, and Lugol reactions. The results obtained revealed that some samples presented values outside the standards allowed by current legislation. Regarding adulteration tests, both honey obtained from naturally fed bees and those fed with syrup showed indications of adulteration. These results highlight the importance of rigorous quality control at all stages of honey production and collection, from its management during collection to transportation for commercialization. Additionally, it emphasizes the need for analyses by beekeepers and supervision by competent authorities to ensure the quality and safety of the final product, ensuring not only its proper commercialization but also the protection of public health.

Keywords: honey; feeding; quality; quality control; physicochemical analyses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formação da glicose e frutose a partir da sacarose.....	17
Figura 2 - Formação do HMF a partir da sacarose.....	22
Figura 3. Determinação do teor de Umidade (1A) pesagem da amostra; (1B) secagem da amostra; (1C) resfriamento.....	26
Figura 4. Determinação do teor de açúcares: (2A) preparo da solução; (2B) solução sendo filtrada; (2C) soluções de Fehling A e B; (2D) ponto final da titulação.....	27
Figura 5. Determinação do teor de açúcares não redutores.....	28
Figura 6. Determinação de Cinzas na amostra.....	29
Figura 7. Determinação de pH na amostra.....	30
Figura 8. Determinação de Acidez na amostra.....	30
Figura 9. Resultados das amostras para reação de Feihe (Alimentação com Xarope)	39
Figura 10. Resultados das amostras para reação de Feihe (Alimentação Natural)	40
Figura 11. Teste de Lund (Alimentação com xarope)	41
Figura 12. Teste de Lund (Alimentação Natural)	41
Figura 13. Resultados das amostras para reação de Lugol (Alimentação com xarope)	42
Figura 14. Resultados das amostras para reação de Lugol (Alimentação Natural)	43

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Alguns componentes importantes em 100 g de mel puro.....	18
Tabela 2. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	34
Tabela 3. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	34
Tabela 4. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	35
Tabela 5. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	35
Tabela 6. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	35
Tabela 7. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	35
Tabela 8. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	36
Tabela 9. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	36
Tabela 10. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	37
Tabela 11. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	37
Tabela 12. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	37

Tabela 13. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	38
Tabela 14. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	38
Tabela 15. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	38
Tabela 16. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	39
Tabela 17. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	39
Tabela 18. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	40
Tabela 19. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	40
Tabela 20. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.....	42
Tabela 21. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CCA - Centro de Ciências Agrárias

DIPOA - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal

DQF - Departamento de Química e Física

HMF – Hidroximetilfurfural

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 ASPECTOS GERAIS DA MELIPONA SCUTELLARIS	16
3.2 ALIMENTAÇÃO DAS ABELHAS	16
3.3 COMPOSIÇÃO MEL	17
3.4 UTILIDADES DO MEL	18
3.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DO MEL.....	18
3.5.1 <i>Indicadores de Maturidade</i>	19
3.5.2 <i>Indicadores de pureza</i>	20
3.5.3 <i>Indicador de deterioração</i>	21
3.5.4 <i>Testes de adulterantes</i>	22
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 AQUISIÇÃO DAS AMOSTRAS	24
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	24
4.3 PARÂMETROS.....	24
4.3.1 <i>UMIDADE</i>	24
4.3.2 <i>AÇÚCARES TOTAIS</i>	25
4.3.3 <i>Cinzas</i>	28
4.3.4 <i>pH</i>	28
4.3.5 <i>Acidez</i>	29
4.3.6 <i>Reação de Fiehe</i>	30
4.3.7 <i>Reação de Lund</i>	30
4.3.8 <i>Reação de Lugol</i>	30
5 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	32
6 CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O mel de abelhas é um produto natural alimentício produzido a partir do néctar das flores ou de outras fontes de substâncias sacarínicas, como exsudatos florais. Esse néctar é recolhido pelas abelhas, transformado e armazenando nos favos da colmeia, onde é deixado para maturar. O mel é considerado a primeira fonte de açúcar utilizada pelo homem, sendo empregado desde o Egito por suas propriedades medicinais, sendo mencionado em cerca de 500 dos 900 remédios da época (Moura, 2010; Rezende, 2015).

A principal fonte de néctar para a produção de mel são as flores, que secretam açúcares dissolvidos nos nectários e são colhidos pelas abelhas (Lengler, 2001). Este autor acrescenta ainda que em menor proporção, o mel pode ser originado do orvalho, que é uma secreção de folhas de certas plantas, cochonilhas (comuns nos Alpes Europeus) e diversas outras substâncias doces, como bagaço de cana-de-açúcar e frutas. A elaboração do mel envolve duas principais modificações ou reações: uma física, pela desidratação do néctar através da evaporação na colmeia e absorção no papo das abelhas, e outra química, que transforma a sacarose em glicose e frutose por meio da ação da enzima invertase. (Damasceno, 2012).

Os Meliponíneos são abelhas indígenas sem ferrão, e a prática de criar essas abelhas é chamada de meliponicultura. Esses insetos têm a capacidade de produzir mel com alto valor gastronômico. Além disso, como possuem naturalmente um ferrão atrofiado, não exigem o uso de equipamentos especiais em seu manejo, o que pode torna-los uma alternativa viável na geração de emprego e renda em propriedades de diversos tamanhos, incluindo pequenas, médias e grandes, assim como em áreas urbanas (Nogueira Neto, 1997).

As abelhas sem ferrão são encontradas em condições naturais em diversas regiões do mundo, incluindo áreas de clima temperado e subtropical, além de estarem presentes em todas as regiões do Brasil (Aquino, 2006; Nogueira-Neto, 1997).

O mel produzido por essas abelhas é um alimento rico em nutrientes essenciais para a nutrição humana, como carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas. Além disso, esse mel possui uma notável atividade antibacteriana e antioxidante; sendo tradicionalmente utilizado para o tratamento de diversas enfermidades (Drumond, 2010).

As abelhas sem ferrão, como a urucu nordestina (*Melipona scutellaris*), recebem esse nome devido à palavra “uruçu”, proveniente do tupi “eiru su”, que significa “abelha grande”. Essa designação é compartilhada por várias abelhas do mesmo gênero, encontradas não apenas no Nordeste, mas também na região Norte do Brasil. Além da Uruçu do Nordeste, existem outras espécies, como Uruçu Amarela (Carrillo, 2016).

A principal diferença entre as abelhas e outros animais é que, em condições naturais, todos os nutrientes necessários para sua alimentação são obtidos exclusivamente do néctar, do pólen e da água. O néctar fornece carboidratos, essenciais para geração de energia, enquanto o pólen supre a necessidade de proteína, e a água repõe os eletrólitos, participando também dos mecanismos fisiológicos dos meliponíneos (Souza, 2007; Paulino, 2004).

A abelha Uruçu é uma espécie sem ferrão, nativa do Brasil, que pode ser encontrada na zona da mata do litoral baiano e nordestino. Esta espécie tem preferência por habitats úmidos e geralmente constrói seus ninhos em árvores de grande porte. O destaque da abelha Uruçu do litoral baiano e nordestino em relação a outras abelhas da região se deve ao seu porte avantajado, que é comparável ao *Apis mellífera* ou até mesmo maior. Além disso, essa espécie se destaca pela grande produção de mel e pela facilidade de manejo, uma atividade que já era praticada pelos povos nativos antes da chegada dos colonizadores (Carrillo, 2016).

O mel produzido por essas abelhas, além de ser muito saboroso, pode atingir uma produção de até 10 litros por ano por colônia, em condições favoráveis, embora a média seja de 2,5 a 4 litros por ano por colônia. É considerado medicinal, especialmente pelas populações regionais, devido ao seu alto teor de água, sendo necessário armazená-lo na geladeira quando não for consumido imediatamente (Nogueira-Neto, 1997).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade físico-química do mel produzida na Paraíba por abelhas Uruçu Nordestinas alimentadas de forma natural e com xarope.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar as análises físico-químicas de Umidade, Açúcares redutores e não redutores, Cinzas, pH, Acidez e uma pesquisa de adulterantes, Fiehe, Lund e Lugol, verificar se os resultados obtidos estão em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação em vigor, comparar os resultados obtidos para as abelhas Uruçu Nordestinas alimentadas de forma natural e com xarope.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS GERAIS DA MELIPONA SCUTELLARIS

Os meliponíneos, em sua maioria, constroem seus ninhos em ocos de árvores. A abelha *Melipona scutellaris*, objeto de estudo desta pesquisa, pertence a essa subfamília. Popularmente conhecida como Uruçu, essa designação refere-se a diversas abelhas do mesmo gênero encontradas em várias regiões do Brasil. Essas abelhas são mais seletivas do que as abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e preferem habitar locais úmidos, nidificando em árvores de grande porte. As operárias dessa espécie apresentam comprimento de 10 a 12 mm, possuem um abdômen de cor escura, com cinco listras claras (Oliveira, 2023).

Lima (2017), ao estudar o desenvolvimento de colmeias de *Melipona scutellaris*, constatou que as populações das colmeias variaram de 1.888 a 8.018 indivíduos, no decorrer das estações do ano. Kerr *et al.* (1996) relatam que essas abelhas passam por um desenvolvimento holometábolo, com metamorfose completa. Quanto à organização interna do ninho, as espécies de *Melipona* diferem das demais, pois não apresentam células reais, ou seja, os machos, as operárias e as rainhas se desenvolvem dentro de células de igual tamanho (Nogueira-Neto, 1997). Esses indivíduos se organizam por meio de castas, onde os machos desempenham principalmente função reprodutiva. As fêmeas são as operárias e a rainha, esta última responsável pela postura de ovos fecundados. Não menos importantes, as operárias constituem a casta que mais trabalha em uma colônia, desempenhando uma variedade de atividades, desde a limpeza da colônia até o forrageamento realizado pelas campeiras (Kerr *et al.* 1996).

3.2 ALIMENTAÇÃO DAS ABELHAS

O fornecimento de suplementos proteicos e energéticos para as abelhas tem emergido como excelente estratégia para atender às suas necessidades nutricionais, impulsionando o crescimento populacional dentro das colmeias e, conseqüentemente, aumentando a lucratividade dos apicultores (Oliveira, 2016). A precipitação pluviométrica influencia a floração de diversas plantas, enquanto o aumento da umidade relativa do ar estimula a secreção de néctar, disponibilizando um maior suprimento alimentar para as abelhas (Garrett *et al.*, 2013).

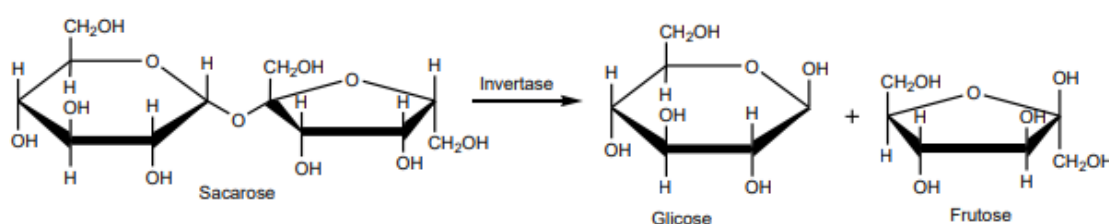
No entanto, as variações nesses elementos climáticos podem afetar a disponibilidade de alimento, resultando na redução da população de abelhas (Costa *et al.*, 2007). Existe um

equilíbrio na dieta nutricional das abelhas, que capturam e armazenam diferentes fontes de nutrientes importantes para o seu desenvolvimento, incluindo néctar, pólen, resinas de árvores e outros insetos que se alimentam de plantas hospedeiras. Esses alimentos são consumidos diariamente e em maiores quantidades durante períodos de estiagem, visando a sobrevivência até que as fontes de néctar e pólen sejam restabelecidas. No entanto, os apicultores frequentemente recorrem à oferta de alimentação artificial as colônias como uma medida preventiva (Moraes, 2017).

3.3 COMPOSIÇÃO MEL

O mel pode conter cerca de 180 substâncias distintas, sendo os açúcares os constituintes predominantes. Cerca de 70% desses açúcares são monossacarídeos, como frutose e glicose, enquanto 10% são dissacarídeos, incluindo sacarose, e de 17% a 20% consistem em água, na qual os açúcares estão dissolvidos. Tanto a frutose quanto a glicose presente no mel podem derivar dos substratos utilizados pelas abelhas ou serem produzidas pela inversão da sacarose pela ação da enzima invertase durante o processamento do mel pelas abelhas (Mendes, 2009; Moura, 2010). Além disso, o mel contém elementos minerais essenciais para o organismo humano, especialmente o selênio, manganês, zinco, cromo e alumínio (Rezende, 2015).

Figura 1 - Formação da glicose e frutose a partir da sacarose.



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

Considerado um alimento de alta qualidade, energético e com inúmeras outras substâncias benéficas para o nosso organismo, 100g de mel, de acordo com Venturini *et al* (2007), contém os componentes expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Alguns componentes importantes em 100 g de mel puro

Água	17,1 g
Carboidratos (totais)	82,4 g

Frutose	38,5 g
Glucose	31 g
Maltose	7,2 g
Sacarose	1,5 g
Proteínas, aminoácidos, vitaminas e minerais	0,5 g
Energia	304 Kcal

Fonte: Venturini *et al.*, 2007.

Como pode ser visualizado na Tabela 1, a frutose é o carboidrato predominante, sendo este um dos fatores responsáveis pela doçura do mel (Crane, 1985). Também fazem parte da composição do mel: as enzimas, flavonoides e variedade de compostos orgânicos, como os ácidos orgânicos (Salgado, 2008).

3.4 UTILIDADES DO MEL

Devido a riqueza nutritiva de seus componentes, incluindo vitaminas, ácidos e sais minerais, ao longo da história, o mel tem sido utilizado como um remédio eficaz, demonstrando ser um controlador de diversas enfermidades.

Segundo Iorish (1981), o mel possui uma ampla gama de propriedades como a antibacteriana, antibiótica, anti-cáries, anti-inflamatória, anti-microbiana, bio-estimulante, clarificador (para vinhos, sidra, etc.), curativa, depurativa, emoliente, energizante, imuno estimulante, laxante, nutritiva, tônico cardíaco, curativo de feridas, regenerativo de tecidos, estimulante, calmante, efeito tóxico.

A toxicidade do mel embora seja raro, pode apresentar efeito tóxico, especialmente se proveniente de plantas como a *Rhododendron luteum*, que produz néctar tóxico ou quando armazenado inadequadamente a temperaturas acima de 35 °C por longos períodos resultando em alta concentração de hidroximetilfurfural, uma substância conhecida por ser carcinogênica (Lengler, 2001).

3.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DO MEL

Finco *et al.* (2010), menciona que a composição florística nas áreas de coleta pode estar relacionada com o pH, uma vez que o pH do mel pode ser influenciado pelo pH do néctar, além das diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais para a composição final do mel. Ainda de acordo com Pereira (2008), como quase todos os produtos naturais, dependendo da sua origem, pode ter uma grande diversidade de compostos terapêuticos. Assim a fonte floral do mel desempenha um papel fundamental nas suas propriedades biológicas.

O Ministério da Agricultura, por meio da Secretaria de Defesa Agropecuária e do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), promulgou o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, pela Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000, com o propósito de estabelecer os critérios mínimos de qualidade que o mel destinado ao consumo humano direto deve atender (Brasil,2000).

Esta normativa define uma série de parâmetros de qualidade que devem ser observados do mel, como os apresentados a seguir:

- **Pureza e Origem:** O mel deve ser produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores e/ou de secreções de partes vivas das plantas, que as abelhas coletam, transformam e combinam com substâncias específicas em sua colmeia;

- **Cor e Aspecto:** O mel deve ter uma coloração característica, variando de acordo com a floração das plantas visitadas pelas abelhas.

Aroma e Sabor: O mel deve possuir aroma e sabor característicos, de acordo com a origem floral.

- **Umidade:** O teor de umidade do mel não deve ultrapassar 20%.
- **Açúcares:** O mel deve conter predominantemente açúcares naturais, como glicose e frutose.

- **Sólidos Insolúveis:** O mel não deve conter mais de 0,1% de sólidos insolúveis em água.

- **Acidez Livre:** O teor de acidez livre do mel não deve ser superior a 50 meq/kg.
- **Hidroximetilfurfural (HMF):** O teor de HMF no mel não deve exceder 80 mg/kg.
- **Cristalização:** A cristalização do mel deve ser reversível.
- **Contaminantes:** O mel não deve conter contaminantes em níveis prejudiciais à saúde humana, como resíduos de pesticidas ou substâncias estranhas.

- **Rotulagem:** O rótulo do mel deve conter informações obrigatórias, como nome e endereço do produtor, identificação da origem floral, data de fabricação, número de registro no órgão competente, entre outros.

3.5.1 Indicadores de Maturidade

3.5.1.1 Açúcares Totais

Os açúcares, juntamente com a água, constituem os principais componentes do mel, onde os monossacarídeos frutose e glicose representam 80% e os dissacarídeos sacarose e

maltose apenas 10% da quantidade total (White, 1975). Os teores de frutose, glicose, maltose e tetralose podem provocar alterações físicas como viscosidade, densidade, higroscopicidade e cristalização no mel (Campos, 1987). Méis de melíponas possuem menor teor em açúcares (70%) e gosto mais doce.

Os açúcares não redutores no mel referem-se a açúcares que não podem ser facilmente reduzidos ou convertidos em açúcares redutores, como a glicose ou a frutose, por meio de reações químicas com agentes redutores. (Silva, 2013; Brasil, 2000).

Esses açúcares não redutores estão naturalmente presentes no mel, juntamente com os açúcares redutores, como a glicose e a frutose. A composição de açúcares no mel pode variar dependendo de fatores como a fonte floral das abelhas produtoras e o processamento do mel. É importante destacar que a presença de açúcares não redutores é uma característica natural do mel e não indica necessariamente má qualidade (Silva, 2013; Brasil, 2000).

3.5.1.2 Umidade

Na composição do mel, a água constitui o segundo componente em quantidade, geralmente variando de 15 a 21%. Isso pode depender do clima, origem floral e colheita antes da completa desidratação. Após a colheita e o armazenamento, pode ocorrer a perda de um pouco dessa umidade. O teor de água no mel é uma característica muito importante por influenciar na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (Seemann; Neira, (1988) apud Marchini *et al.*, 2004). Os microrganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar), presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento, podem provocar fermentação no mel quando o teor de água for muito elevado (White, 1975; Sodré; Moreti, 2003).

De acordo com a legislação brasileira, o teor de umidade do mel não deve ultrapassar 20% e não deve ser menor que 16,5% (Brasil, 2000). Um alto teor de umidade no mel pode aumentar o risco de proliferação de microrganismos e contaminação.

3.5.2 Indicadores de pureza

3.5.2.1 Cinzas

O teor de cinzas no mel pode indicar a quantidade de minerais encontrados no produto. Esses minerais são influenciados pela origem botânica da flor, assim refletindo a riqueza do mel em minerais. Por meio do método de determinação de cinzas, é possível identificar algumas

irregularidades no mel, como falta de higiene e ausência de decantação e/ou filtração no final do processo de extração do mel pelo apicultor (Mendes, 2009).

De acordo com a legislação brasileira, o máximo de cinzas permitido no mel é de 0,6%. (Brasil, 2000).

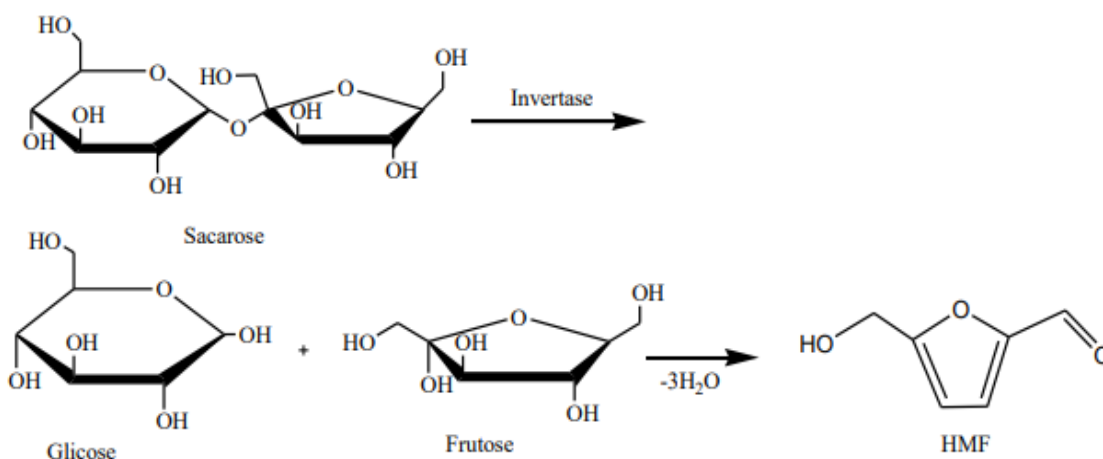
3.5.3 Indicador de deterioração

3.5.3.1 pH

Embora o pH não seja atualmente indicado como análise obrigatória no controle de qualidade dos méis brasileiros, mostra-se útil como variável auxiliar para avaliação da qualidade (Silva *et al.*, 2004). O valor de pH do mel pode ser influenciado pelo pH do néctar, solo ou associação de vegetais para composição do mel (Crane, 1985).

O pH do mel é importante por influenciar na velocidade de formação do HMF (Souza; Bazlen, 1998). O HMF é utilizado como indicador de qualidade, uma vez que tem origem na degradação de enzimas presentes nos méis, e apenas uma pequena quantidade de enzima é encontrada em méis maduros. O HMF é um composto químico formado pela reação de certos açúcares com ácidos (Vilhena; Almeida; Muradian, 1999).

Figura 2 - Formação do HMF a partir da sacarose.



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

3.5.3.2 ACIDEZ

Valores elevados de acidez são indicativos de fase avançada de fermentação no mel. Diversos fatores, como a variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, atividade enzimática da glicose-oxidase, ação das bactérias durante a maturação e os minerais presentes na sua composição, determinam a sua presença no mel (Mendes, 2009; Silva, 2013).

Os ácidos orgânicos do mel representam menos que 0,5% dos sólidos, tendo um pronunciado efeito no sabor, podendo ser responsáveis, em parte, pela excelente estabilidade do mel em frente a microrganismos (Mendes, 2009).

De acordo com a legislação vigente, o teor máximo de acidez livre permitido no mel é de 50 mEq.kg⁻¹ (Brasil, 2000).

3.5.4 Testes de adulterantes

3.5.4.1 Reação de Fiehe

A reação de Fiehe indica a presença de açúcar comum, uma adulteração do mel, e também indica a presença de Hidroximetilfurfural (HMF), onde HMF é um importante indicador de qualidade.

O mel, mesmo depois de extraído, continua sofrendo modificações que afetam a qualidade do produto. Quanto maior for a temperatura, mais rápida será a formação do HMF; portanto deve-se evitar ao máximo, expor o mel a temperaturas elevadas ou aquecê-lo desnecessariamente. Quanto mais elevado for o teor hidroximetilfurfural, menor será o valor nutricional do mel, pois o aquecimento destrói determinadas vitaminas e enzimas (Venturini, Sarcinelli, Silva, 2007; Wirse, 2000).

3.5.4.2 Reação de Lund

Indica a presença de substâncias albuminóides, componentes normais no mel, que são precipitados pelo ácido tânico adicionado na amostra. Na presença de mel natural, esse precipitado forma um depósito de 0,6 a 3,0 mL no fundo da proveta. No entanto, a reação não ocorre em mel artificial e, no caso de mel adulterado, o volume do precipitado aparecerá em menor quantidade (Mendes, 2009).

3.5.4.3 Reação de Lugol

A reação constata que ao utilizar o iodo e iodeto de potássio (lugol), o mel adulterado apresenta reação colorida de marrom-avermelhada a azul, em função da presença de amido e dextrina. Em mel puro, o aparecimento dessa coloração não acontece (Mendes, 2009).

Tendo em vista a grande importância que as abelhas apresentam para os seres humanos, é de extrema importância saber que nenhum alimento fornecido às abelhas pode substituir totalmente o pólen e o néctar coletados diretamente das flores. A oferta de boas floradas durante todo o ano é fundamental para a sobrevivência das colônias.

Quando as necessidades nutricionais das abelhas não são satisfeitas, sua capacidade reprodutiva é uma das primeiras funções a ser prejudicada. Além de comprometer a capacidade produtiva, a alimentação insuficiente tem como consequência o enfraquecimento da colônia. Colônias debilitadas tornam-se mais suscetíveis a diversas ameaças, como doenças, parasitas e predadores. A nutrição adequada também influencia na longevidade das abelhas, sendo que suplementos proteicos podem manter o nível de proteína na colônia constante.

Estudos indicaram que o fornecimento de ração aumenta a longevidade das abelhas. Em períodos críticos de oferta natural de alimento, o fornecimento de ração contendo os nutrientes necessários para o desenvolvimento das abelhas é de fundamental importância para garantir a manutenção das colônias. Esse procedimento também irá determinar maior produtividade de mel. Há dois tipos principais de suplementação alimentar a serem fornecidos às abelhas. A alimentação de manutenção, fornecida durante o outono e o inverno, e a alimentação estimulante, fornecida em períodos que antecedem grandes floradas para estimular a postura da rainha, aumentando a população de abelhas operárias aptas à coleta de néctar. A alimentação fornecida às abelhas desempenha um papel crucial na qualidade do mel, influenciando tanto a saúde das abelhas quanto as características físico-químicas do produto final. Um ambiente natural e diversificado, livre de contaminação química, combinado com práticas de manejo cuidadosas, geralmente resulta em mel de alta qualidade. (Epagri, 2015)

Diante ao exposto, percebe-se a importância de se avaliar os parâmetros físico-químicos do mel das abelhas, logo que esse mel vai ser utilizado em diversas áreas (alimentação, indústrias, bebidas, etc). Com base nisso, realizou-se análises para verificar se o mel estava dentro do normativo de acordo com a legislação.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado nos Laboratórios de Química Analítica e Química Orgânica, vinculados ao Departamento de Química e Física (DQF), do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II.

4.1 AQUISIÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram adquiridas para o estudo seis amostras de mel *Melipona scutellaris* (Uruçu Nordestina) de produtores rurais da cidade de Areia, Paraíba. Destas, três foram coletadas de abelha alimentada naturalmente e as demais, de abelhas alimentadas com xarope. Após a obtenção, as amostras foram transportadas para os Laboratórios de química onde foram armazenadas em embalagens fechadas, à temperatura ambiente, em local seco e protegido da luz.

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os parâmetros analisados incluem umidade, açúcares redutores, açúcares não redutores, cinzas, pH, acidez e três testes de controle de adulterantes: Lund, Lugol e Fiehe. Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os parâmetros foram determinados segundo método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) e serão descritos a seguir.

4.3 PARÂMETROS

4.3.1 UMIDADE

Foram pesadas cerca de 5 gramas das amostras em vidros relógio (Figura 1A). Em seguida, as amostras foram submetidas à secagem em estufa (Figura 1B) a 105 °C por 2 horas. Posteriormente, as amostras foram resfriadas em dessecador (Figura 1C) e pesadas novamente. Este processo foi repetido até que variações insignificantes entre as diferentes amostras fossem obtidas.

Figura 3 - Determinação do teor de Umidade (1A) pesagem da amostra; (1B) secagem da amostra; (1C) resfriamento.



Fonte: Elaboração própria, 2024

Para quantificar a porcentagem de umidade presente na amostra, foi utilizada a Equação 1.

$$\frac{N.100}{P} = \text{Umidade por cento} \frac{m}{m} \quad \text{Equação 1}$$

Onde N é a perda de massa em gramas e P é a massa da amostra em gramas.

4.3.2 AÇÚCARES TOTAIS

4.3.2.1 AÇÚCARES REDUTORES

Para a quantificação de açúcares totais, inicialmente foram quantificados os açúcares redutores. Para isso foram pesados cerca de 3 g de mel, os quais foram solubilizados em água destilada e transferido para um balão volumétrico de 100 mL. Com o intuito de precipitar as proteínas presentes na solução de mel, que poderiam interferir na titulação, foram adicionados ao balão 5 mL de ferrocianato de potássio a 6% e 5 mL de acetato de zinco a 12%. Em seguida, o balão volumétrico foi completado até o menisco com água destilada e a solução foi agitada e deixada em repouso por aproximadamente 15 minutos. Posteriormente, a solução foi filtrada através de papel filtro e o pH foi ajustado com uma solução de hidróxido de sódio a 40% até atingir um valor de 9. Devido ao turvamento da solução, foi necessário realizar um novo ajuste de pH e, em seguida, filtrar a solução novamente. Após esses procedimentos, a solução foi transferida para uma bureta.

Em seguida, em um erlenmeyer, foram adicionados 10 mL de solução de Fehling A, 10 mL de solução de Fehling B, 40 mL de água destilada e algumas pérolas de vidro. Esta solução foi aquecida em uma chapa aquecedora até atingir a ebulição. Assim que a solução entrou em ebulição, começou-se a gotejar a solução da bureta, sem agitação, até a solução adquirir uma coloração vermelho-tijolo, indicando a formação do óxido cuproso, que precipitou após sua geração.

Figura 4 - Determinação do teor de açúcares: (2A) solução sendo filtrada; (2B) soluções de Fehling A e B; (2C) ponto final da titulação



Fonte: Elaboração própria, 2024

A porcentagem de açúcares redutores presentes nas amostras de méis foi calculada utilizando a Equação 2.

$$\frac{100 \cdot A \cdot a}{P \cdot V} = \% \text{ Açúcares Redutores, em açúcar invertido, } \frac{g}{100g} \quad \text{Equação 2}$$

Onde **A** é o nº de mL da solução da amostra, **a** é o nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling, **P** é a massa da amostra em g e **V** é o nº de mL da solução da amostra gasta na titulação.

4.3.2.2 Açúcares não redutores

Transferiu-se 10 mL do filtrado obtido na determinação do açúcar redutor para um erlenmeyer de 125 mL. Em seguida, adicionaram-se 2 mL de ácido clorídrico e levou-se para banho-maria a 100°C por 30 minutos, com o intuito de hidrolisar a sacarose presente no mel para posterior quantificação. Após esse procedimento, aguardou-se o resfriamento, e

adicionaram-se 31 gotas de solução de hidróxido de sódio a 40%, e 2 gotas de solução de ácido clorídrico 6M, atingindo pH 9. Em seguida transferiu-se a solução para um balão de 100 mL e completou-se o volume com água destilada. Posteriormente, a solução foi filtrada e transferida para uma bureta. Em um erlenmeyer, foram adicionados 10 mL de solução de Fehling A, 10 mL de solução de Fehling B, 40 mL de água destilada e algumas pérolas de vidro. Em seguida, aqueceu-se a solução em uma chapa aquecedora até a sua ebulição. Imediatamente, começou-se a gotejar a solução da bureta, sem agitação, até a mudança de coloração, azul intenso para um marrom escuro.

Figura 5 - Determinação do teor de açúcares não redutores:



Fonte: Elaboração própria, 2024

Para calcular a porcentagem de açúcares não redutores presentes nas amostras de méis empregou-se a Equação 3.

$$\left[\frac{100.A.a}{P.V} - C \right] \times 0,95 = \text{Açúcares não redutores} \quad \text{Equação 3}$$

Onde *A* é o nº de mL da solução da amostra, o *a* é o nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling, o *P* é a massa da amostra em g, o *V* é o nº de mL da solução da amostra gasta na titulação e o *C* é o nº de g de glicose por cento obtidos em açúcares redutores em glicose.

4.3.3 Cinzas

O teor de cinzas das amostras foi determinado pela incineração de 3 g de mel, carbonizado em cadinho previamente tarado, em forno mufla a 640°C (com taxa de aquecimento de 5°C/min) por 6 horas

Figura 6 – Determinação de Cinzas na amostra:



Fonte: Elaboração própria, 2024

Por meio da Equação 4, foi possível quantificar a porcentagem de cinzas presentes nas amostras de méis.

$$\frac{100 \cdot N}{P} = \text{Cinzas por cento} \frac{m}{m} \quad \text{Equação 4}$$

Onde o N é o nº de g de cinzas e o P é o nº de g da amostra.

4.3.4 pH

Para a determinação do pH (figura 5), pesou-se 10 g de cada amostra de mel em balança analítica. Em seguida, cada amostra foi diluída em 75 mL de água destilada. O conteúdo foi agitado até sua homogeneização e deixado em repouso durante 10 minutos, antes de se proceder a leitura. Posteriormente, a leitura da amostra foi determinada em um pHmetro previamente calibrado com solução tampão de pH 4 e 7.

Figura 7 - Determinação de pH na amostra:



Fonte: Elaboração própria, 2024

4.3.5 Acidez

O teor de acidez livre foi determinado pelo método titulométrico (Figura 6), no qual ocorre a neutralização com solução de NaOH 0,05N até que a solução de mel atinja o pH 8,5, e então calcula-se a acidez lactônica. Nesta mesma solução, adiciona-se 10 mL de NaOH 0,05N e, utilizando HCl 0,05 N, realizou-se uma nova titulação até que o pH atingisse 8,3 e, calcula-se a acidez livre. A acidez total é calculada por meio da soma da acidez lactônica com a acidez livre. Para o branco, foram tituladas 75 mL de água com hidróxido de sódio 0,05 N (Vb) até atingir pH 8,5.

Figura 8 - Determinação de Acidez na amostra



Fonte: Elaboração própria, 2024

A quantificação da acidez livre presente na amostra foi determinada por meio da Equação 5.

$$\frac{(V-Vb) \cdot 50 \cdot f}{P} = \text{Acidez livre, em mliequivalentes por Kg} \quad \text{Equação 5}$$

Onde V é o nº de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação, Vb é o nº de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação do branco, f é o fator da solução de NaOH 0,05 N e P é a massa da amostra em g.

Já a determinação da acidez lactônica presente na amostra, foi realizada utilizando-se a Equação 6.

$$\frac{(10-Va).50.f'}{P} = \text{Acidez lactônica, em milequivalentes por Kg} \quad \text{Equação 6}$$

Onde Va é o nº de mL da solução de HCl 0,05 N, f' é o fator da solução de HCl 0,05 N e P é a massa da amostra em g.

4.3.6 Reação de Fiehe

Para realizar o teste de Fiehe, pesou-se 5 g da amostra de mel e acrescentou-se 5 mL de éter etílico, seguido de agitação vigorosa. A camada etérea foi transferida para um tubo de ensaio, onde adicionou-se 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina, deixando-se em repouso por 10 minutos. O resultado é interpretado como positivo, ou seja, existe a presença de açúcar comum, quando a solução apresentar uma coloração vermelho intenso.

4.3.7 Reação de Lund

O teste de Lund foi realizado utilizando-se 2 g da amostra de mel diluída em 20 mL de água, transferiu-se para proveta de 100 mL. Foi adicionado 5 mL de solução de ácido tânico 0,5% e água até completar o volume de 40 mL. Deixou-se em repouso por 24 horas. O resultado é interpretado como positivo, ou seja, existe a presença de formação de precipitado, quando esse precipitado está no intervalo de 0,6 a 3 mL.

4.3.8 Reação de Lugol

Para a determinação com Lugol, 10 g da amostra de mel foi diluída com 20 mL de água destilada e transferida. A amostra foi aquecida em banho-maria por uma hora, e em seguida

resfriada a temperatura ambiente. Após resfriada, foi adicionado 0,5 mL da solução de Lugol. O resultado é interpretado como positivo, ou seja, existe a presença de amido ou dextrina, quando a solução apresentar uma coloração azul intenso.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nos méis de abelhas alimentadas com xarope e as alimentadas naturalmente estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. Também são fornecidos os valores que determinam os padrões de qualidade do mel de *Apis melífera*, conforme estabelecidos pela Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pela Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura.

5.1 Umidade

De acordo com os dados mencionados nas Tabelas 2 e 3, observamos que tanto nos méis das abelhas alimentadas com xarope quanto nas alimentadas naturalmente, a umidade ultrapassou o valor máximo permitido pela ANVISA, que é de 20%. Apenas uma amostra de mel das abelhas alimentadas com xarope apresentou um teor de umidade abaixo desse limite, com 19,04%. Observa-se que, em geral, as amostras de abelhas alimentadas com xarope tendem a apresentar uma umidade ligeiramente superior em comparação com as amostras de abelhas alimentadas naturalmente.

O mel é reconhecido por suas propriedades químicas que favorecem uma longa conservação, como alta concentração em açúcares, baixo pH e baixo teor de umidade. Portanto, sua vida útil é garantida por até dois anos. Entretanto, o teor de umidade pode significativamente afetar sua qualidade e, por consequência, o prazo de validade (Zanusso *et al.*, 2010).

O elevado teor de umidade pode sugerir a coleta do mel em dias chuvosos, quando a umidade relativa do ar é alta, ou a partir de favos não operculados. Além disso, as condições de armazenamento podem contribuir para esse problema. Devido à sua alta concentração de açúcares, o mel tende a ser altamente higroscópico, o que significa que pode absorver umidade do ambiente durante seu processamento e embalagem (Gois *et al.*, 2013). Quando o mel possui um teor de umidade elevado, há maior susceptibilidade à fermentação, devido à contaminação por microrganismos presentes naturalmente na área de extração do mel e no corpo das abelhas (Souza, 2016).

Tabela 2 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>Umidade (%)</i>	<i>Máximo 20%</i>	<i>21,73±1,009</i>	<i>19,04±0,2853</i>	<i>24,38±0,9754</i>

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 3 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>Umidade (%)</i>	<i>Máximo 20%</i>	<i>21,38±0,724</i>	<i>21,26±0,463</i>	<i>22,12±0,542</i>

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.2 Açúcares redutores

A legislação recomenda para méis de *Apis mellífera*, um teor mínimo de 65% de açúcares redutores e um máximo de 6% de sacarose (Brasil, 2000). De acordo com os dados mencionados nas Tabelas 4 e 5, observamos uma variação no teor de açúcares redutores para as abelhas alimentadas com xarope, variando de 68,19% a 106,49%. Já para as abelhas alimentadas naturalmente, a variação foi de 91,85% a 137,45%.

As amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente tendem a ter valores mais altos de açúcares redutores em comparação com as amostras de abelhas alimentadas com xarope, isso porque as abelhas alimentadas naturalmente têm acesso ao néctar das flores, que contém principalmente sacarose, enquanto as abelhas alimentadas com xarope consomem uma fonte mais concentrada de açúcares simples. Isso pode levar a uma diferença nos teores de açúcares redutores nas amostras de mel produzidas pelas abelhas em diferentes condições alimentares.

Na pesquisa realizada na UFPB por Felix, (2019) encontra-se valores altos de açúcares redutores, onde tem uma variação de 85,06% a 170,7%. Esses altos valores de açúcares redutores podem indicar possível adulteração por adição de xarope de glicose ou frutose, ou devido a alimentação dessas abelhas.

É importante destacar que esse confundimento pode nos levar a um erro de classificação quanto a qualidade e possível adulteração do mel. A glicose, devido à sua menor solubilidade em água, tende a promover cristalização do mel. Méis adulterados com adição de glicose podem ter uma maior tendência à cristalização (Gois *et al.*, 2013).

Tabela 4 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
-------------------	-------------------	------------------	-------------------	--------------------

Açúcares Redutores (%)	Mínimo 65%	68,19±1,299	106,49±0,519	97,1±2,861
-------------------------------	------------	-------------	--------------	------------

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 5 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Açúcares Redutores (%)	Mínimo 65%	116,54±1,321	91,85±0,822	137,45±2,112

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.3 Açúcares não redutores

O teor de sacarose (açúcar não redutor) encontrado nas amostras analisadas das abelhas alimentadas com xarope variou de 1,12% a 4,59%, enquanto nas abelhas alimentadas naturalmente variou de 3,48% a 5,95%, permanecendo dentro do especificado pela legislação vigente, que é de no máximo 6%. No entanto Sodré *et al.*, (2003) afirmam que o teor de sacarose no mel deve situar-se entre 2 e 3%, pois valores muito elevados podem indicar uma colheita prematura, na qual a sacarose ainda não foi totalmente convertida em glicose e frutose pela ação da invertase.

Destaca-se que a amostra I das abelhas alimentadas naturalmente apresentou-se próximo ao limite estabelecido pela legislação. Na pesquisa realizada por Alves *et al.* (2005), os resultados obtidos foram semelhantes ao teor mínimo encontrado neste estudo. Além disso, os valores observados são próximos aos encontrados por Sodré *et al.*, (2003) para méis de *A. mellifera* da Bahia (2,40%) e por Alemida (2004) em São Paulo (4,50%).

Tabela 6 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Açúcares não redutores (%)	Máximo 6%	4,45±0,636	1,12±0,421	4,59±0,537

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 7 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Açúcares não redutores (%)	Máximo 6%	5,95±0,789	3,48±0,338	5,3±0,619

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.4 Cinzas

Segundo a Legislação o teor de resíduo mineral no mel puro deve ser de no máximo 0,6% (BRASIL, 2000). Com base nos resultados, pode-se observar que todas as amostras estão dentro dos parâmetros segunda a legislação brasileira.

O teor de cinzas indica a quantidade de minerais encontradas no mel, constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg, pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e traços de Ar, I, F (GOIS *et al.*, 2013). Este parâmetro pode variar a depender da origem botânica da flor, expressando a riqueza do mel em minerais. Entretanto, valores acima de 0,6% podem indicar contaminações durante o manejo pelo produtor, ou que o mel sofreu adulterações (Souza, 2012).

De acordo com os dados observados, pode-se analisar que não houve diferença significativa entre os dois méis, onde pode-se entender que a alimentação não influenciou nesse parâmetro.

Tabela 8 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
Cinzas	Máximo 0,6%	0,1583±0,061	0,1497±0,085	0,22±0,103

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 9 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
Cinzas	Máximo 0,6%	0,2272±0,022	0,2290±0,034	0,1883±0,123

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.5 pH

Os valores de pH obtidos nesta análise são muito próximas uma da outra, com uma variação mínima e máxima para os méis das abelhas alimentadas com xarope de 4,43 a 5,00 (Tabela 10), e para as abelhas alimentadas naturalmente de 4,18 a 4,48 (Tabela 11). Esses resultados foram similares aos valores encontrados por Felix (2019). Podemos notar que as amostras de abelhas alimentadas com xarope tendem a ter valores de pH ligeiramente mais altos em comparação com as amostras de abelhas alimentadas naturalmente, isso se deve as diferenças na composição dos alimentos consumidos pelas abelhas, seja néctar natural das

flores ou xarope de açúcar, e isso pode influenciar os valores de pH do mel produzido. Ainda, o mel de abelhas alimentadas com xarope pode apresentar um pH ligeiramente mais alto devido à ausência dos ácidos orgânicos encontrados no néctar das flores.

Embora o pH não seja considerado um parâmetro de qualidade obrigatório pela legislação brasileira, é uma característica frequentemente usada para avaliar ou confirmar a acidez do mel (Freitas *et al.*, 2010). O pH ácido é fundamental para limitar o desenvolvimento de micro-organismos no alimento, pois a maioria deles se desenvolve em pH próximo à neutralidade (Damasceno, 2012).

Tabela 10 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>pH</i>	*	4,55±0,178	5±0,028	4,34±0,016

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 11 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>pH</i>	*	4,48±0,016	4,3±0,076	4,18±0,019

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.6 Acidez Livre

Na determinação da acidez livre, todas as amostras analisadas no presente trabalho estão dentro do valor máximo permitido pela legislação, que é de 50 Meq/Kg, uma vez que os valores mínimo e máximo apresentados para os méis das abelhas alimentadas com xarope foram de 0,83 a 3,2 (Tabela 12), enquanto para abelhas alimentadas naturalmente foram de 1,23 a 2,12 (Tabela 13).

Tabela 12 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>Acidez Livre (Meq/Kg)</i>	<i>Máximo 50</i>	<i>1,5±0,026</i>	<i>0,83±0,008</i>	<i>3,2±0,014</i>
	<i>Meq/Kg</i>			

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 13 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>Acidez Livre (Meq/Kg)</i>	<i>Máximo 50</i> <i>Meq/Kg</i>	<i>1,23±0,033</i>	<i>2,12±0,014</i>	<i>1,78±0,029</i>

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.7 Acidez Lactônica

Na determinação da acidez lactônica, não possui um valor máximo e mínimo permitido pela legislação, uma vez que os valores mínimo e máximo apresentados para os méis das abelhas alimentadas com xarope foram de 0,0516 a 0,178 (Tabela 14), enquanto para abelhas alimentadas naturalmente foram de 0,4287 a 0,8032 (Tabela 15).

Tabela 14 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>Acidez Lactônica</i>	<i>*</i>	<i>0,178±0,013</i>	<i>0,0516±0,021</i>	<i>0,0894±0,034</i>

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 15 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
<i>Acidez Lactônica</i>	<i>*</i>	<i>0,5410±0,037</i>	<i>0,8032±0,032</i>	<i>0,4287±0,019</i>

Fonte: Elaboração própria, 2024

5.8 Teste de adulteração de Fiehe

Na análise pelo teste de Fiehe, a formação de uma coloração vermelha-intensa indica adulteração pela presença de glicose comercial ou de mel superaquecido. Os resultados tanto da Tabela 16 quanto da Tabela 17 apresentaram resultados positivos para todas as amostras, evidenciado pela coloração avermelhada. Isso sugere a presença de substâncias formadas devido ao superaquecimento do mel ou presença de glicose comercial. Para as abelhas alimentadas com xarope, pode acontecer de apresentar adulteração por glicose comercial, logo que a sua alimentação vem diretamente dessa fonte, em que a alimentação afeta diretamente o mel, diferentemente das abelhas alimentadas com xarope, as abelhas alimentadas naturalmente

não podem apresentar esse tipo de adulteração, logo que sua alimentação vem diretamente do néctar e pólen das flores, indicando possíveis adulterações no mel adquirido.

Tabela 16 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Fiehe	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 17 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Fiehe	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Figuras referentes aos testes de adulteração de Feihe, na figura 9 e 10 pode-se observar as adulterações por adição de glicose comercial, onde todos as amostras apresentaram coloração avermelhada.

Figura 9 - Resultados das amostras para reação de Feihe (Alimentação com Xarope).



Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 10 - Resultados das amostras para reação de Feihe (Alimentação Natural).



Fonte: Elaboração própria, 2024

5.9 Teste de adulteração de Lund

A formação de precipitado no intervalo de 0,6 a 3,0 mL, no teste de Lund indica a presença de albuminoides e sugere a ausência de adulteração. Nas amostras analisadas, apenas as amostras de mel das abelhas alimentadas naturalmente (tabela 19) não apresentaram adulteração (formação de precipitado), enquanto as amostras das abelhas alimentadas com xarope (tabela 18) apresentaram resultados positivos para adulteração (sem precipitado ou com formação mínima formação). A ausência ou formação mínima de precipitado indica fraude por adição de água ou outro diluidor (Brasil, 2000).

Tabela 18 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
Lund	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 19 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

<i>Parâmetros</i>	<i>Legislação</i>	<i>Amostra I</i>	<i>Amostra II</i>	<i>Amostra III</i>
Lund	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Figuras referentes aos testes de adulteração de Lund, onde na figura 11 pode-se observar adulteração por diluição e na figura 12 pode-se observar que não houve adulteração por diluição, logo que ocorreu a precipitação das proteínas albuminoides.

Figura 11 - Teste de Lund (Alimentação com xarope).



Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 12 - Teste de Lund (Alimentação Natural).



Fonte: Elaboração própria, 2024

5.10 Teste de adulteração Lugol

O teste do Lugol é utilizado para identificar possíveis adulterações, como xarope de amido de milho e dextrinas, xaropes de açúcar e sacarose invertida. Estes adulterantes reagem com a solução de iodo; na presença de iodeto, modificam a substância, resultando em uma coloração que varia de marrom-avermelhado a azul (Zenebon, 2008).

Todas as amostras apresentaram resultados negativos no teste de adulteração pelo Lugol, indicando que não houve adição de amido ou dextrina no mel. (Tabela 20 e 21)

Tabela 20 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas com xarope.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Lugol	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Tabela 21 - Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel de abelhas alimentadas naturalmente.

Parâmetros	Legislação	Amostra I	Amostra II	Amostra III
Lugol	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Imagens referentes aos testes de adulteração de lugol, onde podemos observar que não ocorreu adulteração, caso apresentasse adulteração a coloração do mel sairia da sua coloração original e passaria para um marrom azulado ou azul. (figuras 13 e 14)

Figura 13. Resultados das amostras para reação de Lugol (Alimentação com xarope).



Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 14 - Resultados das amostras para reação de Lugol (Alimentação Natural).



Fonte: Elaboração própria, 2024

6 CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros do mel proveniente de abelhas alimentadas com xarope e abelhas alimentadas naturalmente revela algumas conclusões importantes.

Primeiramente, observa-se que ambos os tipos de alimentação resultam em teores de umidade acima do limite legal, o que pode comprometer a qualidade do mel devido à proliferação de microrganismos e à possibilidade de fermentação.

Em relação aos açúcares redutores, o mel das abelhas alimentadas naturalmente tende a ter valores mais altos, refletindo a influência direta da composição do alimento consumido pelas abelhas.

No que diz respeito aos açúcares não redutores e cinzas, todas as amostras estão dentro dos limites legais, indicando conformidade com os padrões estabelecidos.

O pH tende a ser ligeiramente mais alto nas amostras das abelhas alimentadas com xarope, devido às diferenças na composição dos alimentos consumidos.

Quanto à acidez livre, todas as amostras estão dentro dos padrões legais, o que é crucial para evitar o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis.

Os testes de adulteração revelam a possibilidade de adulteração nas amostras de ambas as fontes de alimentação das abelhas, destacando a importância do controle de qualidade em todas as etapas de produção e comercialização do mel.

Por fim, ressalta-se a necessidade de análises por parte dos apicultores e de fiscalização por parte dos órgãos competentes para garantir a qualidade e a segurança do mel, não apenas como alimento, mas também para sua utilização em diversas indústrias.

Essas conclusões enfatizam a importância de monitorar e controlar rigorosamente a produção de mel, desde o manejo das abelhas até o transporte e comercialização do produto final, visando proteger a saúde pública e garantir a conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos.

REFERÊNCIAS

- ABADIO FINCO, F. D. B.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- ALMEIDA, D.; MARCHINI, L.C. Physicochemical and pollinic composition of honey samples of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the “cerrado” of Pirassununga campus, University of São Paulo, in Pirassununga, State of São Paulo, Brazil. In: **Proceedings of the 8th IBRA International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto, SP, 2004, p. 585.
- ALVIM, N. C. O mel e suas características. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.3, p. 1-7, 4 jun. 2004.
- EPAGRI, Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina. **Alimentação de Abelhas**. Florianópolis: EPAGRI, 2015. Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/apicultura/acervo/alimentacao-de-abelhas.pdf. Acesso em: 9 out. 2023.
- ABADIO FINCO, F. D. B.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- BRASIL. **Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA**, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n. 11, de 20/10/2000. Padrão de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 23 jan. 2000. Seção 1, p. 18-23.
- COUTO, R. H. N. **Apicultura: manejo e produtos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002.
- CAMARGO, R. C. R. *et al.* **Mel: características e propriedades**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 2006.
- CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985.
- CAMPOS, M.G.R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geleia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.
- CARRILLO, M. P. **Efeito da suplementação de zinco em glândulas hipo-faríngeas e teor proteico da geleia real em abelhas *Apis mellifera* L.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2016.
- COSTA, F. M. *et al.* Desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas na região de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 1, p. 101-108, 2007. ISSN 1807-8672.
- DAMASCENO, C. N. R. **Análise físico-química do mel de abelhas comercializado no município de Ariquemes/Ro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Química) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Rondônia, 2012.
- FELIX, D. G. M. **Análises físico-químicas para determinação da qualidade de méis da Paraíba**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2019.

FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.

FREITAS, W. E. S. et al. Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão (*Melipona subnitida*) após tratamento térmico. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 4, n. 3, p. 153-157, 2010.

GARRETT, D. *et al.* Produção de rainhas *Apis mellifera* africanizadas como subsídio para programas de melhoramento genético. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 23., 2013, Foz do Iguaçu, **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: Unioeste, 2013, v. 23, p. 01-03.

GOIS, G. C. *et al.* Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. RJ**, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte: Acangá, 1996.

LENGLER, S. **Inspeção e controle de qualidade do mel**. 2001. Disponível em: <http://www.sebraern.com.br/apicultura/pesquisas/inspecao_mel01.doc>. Acesso em: 03 jul. 2023.

LIMA, A. S. **Estudo dos parâmetros biométricos de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE) em diferentes estações do ano no brejo paraibano**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

MARCHINI, L. C. *et al.* Características físico-químicas de amostras de méis da abelha urucu (*Melipona scutellaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., **Anais [...]**. Salvador: FAABA 1998, p. 201.

MARCHINI, L. C.; GENI, S. S.; MORETI, A. C. de C. C. **Mel brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: Pinto, 2004.

MENDES, C. G. et al. As análises do mel: revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 07-14, 2009.

MOURA, S. G. **Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus**, 2010 Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. de. Glicídios no mel. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 516-525, 2001.

MORAES, M. C. **Efeito da alimentação artificial energética em colmeias de *Túba Melipona compressipes fasciculata***. Monografia (Curso de Zootecnia) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997. 445 p.

- OLIVEIRA, J. W. S. **Efeito da suplementação proteica sobre características morfológicas de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
- OLIVEIRA, A. **Abelhas sem ferrão - Uruçú (*Melipona scutellaris*)**. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodeabelhas/artigos/abelhas-sem-ferrao-urucu-melipona-scutellaris>>. Acesso em: 08 out. 2023.
- PAULINO, F. D. G. **Apicultura – Manual do Agente de Desenvolvimento Rural**. Brasília, DF: SEBRAE, Alimentação Artificial, cap. 13, p. 107-114, 2004.
- PEREIRA, A. P. R. **Caracterização de mel com vista à produção de hidromel**. 2008. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Politécnico, Escola Superior Agrária, Bragança, 2008.
- REZENDE, S. G. **Métodos eletroanalíticos e ensaios de atividade antioxidante no controle de qualidade de mel**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- SALGADO, T. B. *et al.* Análise físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* L. comercializados na região de Botucatu. **PUBVET**, v. 2, n. 20, 2008.
- SILVA, P. M. da. **Caracterização e estabilidade de compostos químicos em méis de abelhas *Apis mellifera* L. produzidos no estado de Santa Catarina**. Tese (Doutorado), Florianópolis, 2016.
- SOUZA, F. G. *et al.* Análise do mel de pequenos produtores do Vale do Médio Araguaia-Tocantins. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 101, 2012.
- SOUZA, D.C. **Apicultura: Manual do Agente de Desenvolvimento Rural**. Brasília. SEBRAE, 2. ed , 2007.
- SOUZA, D. C.; BAZLEN, K. Análises preliminares de características físico-químicas de méis de Tiúba (*Melipona compressipes*) do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: FAABA 1998, p. 267.
- SODRÉ, Geni da S. *et al.* Análises multivariadas com base nas características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte do Estado da Bahia. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 11, n. 3, p. 129-137, 2003.
- SODRÉ, G. S. *et al.* Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) do estado do Ceará. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1139-1144, 2007.
- TURCATTO, A. P. **Desenvolvimento e análise do efeito de dietas protéicas como suplementação nutricional para abelhas *Apis mellifera***. 2011. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- ZANUSSO, J. T. **Teor de umidade do mel**. [S. l.], 2010. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/apicultura/files/2010/05/Teor-de-umidade-do-mel.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

VENTURINI, K. S. *et al.* **Características do mel.** Boletim Técnico - PIE-UFES: 01107, 2007.

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. **Manual de análises físico-químicas do mel.** São Paulo: APACAME, 1999. 1.ed.

WIRSE, H. **Apicultura novos tempos.** 10. ed. Santa Rita: Agrolivros, 2000.

WHITE, J.W. **Physical characteristics of honey.** In: CRANE, E. **Honey a comprehensive survey.** London: Heinemann, 1975. Cap. 6, p. 207-239.

Zenebon O., Pascuet N. S, Tiglea P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.