



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E FÍSICA

MAYSA DAYANE GENUINO FELIX

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DE MÉIS
DA PARAÍBA

AREIA, PB
2019

MAYSA DAYANE GEUNINO FELIX

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DE MÉIS
DA PARAÍBA

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

Orientador (a): Yanna Carolina Ferreira Teles

AREIA, PB
2019

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F316a Felix, Maysa Dayane Genuino.

Análises físico-químicas para determinação da qualidade de méis da Paraíba / Maysa Dayane Genuino Felix. - João Pessoa, 2019.

40 f.

Orientação: Yanna Carolina Ferreira Teles.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Mel. 2. Análises físico-químicas. 3. Controle de qualidade. I. Teles, Yanna Carolina Ferreira. II. Título.

UFPB/

MAYSA DAYANE GEUNINO FELIX

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DE
MÉIS DA PARAÍBA

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

Aprovada em : 06/06/2019

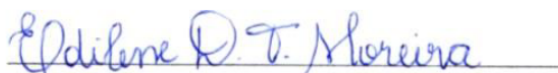
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Yanna Carolina ferreira Teles (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



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



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

DEDICATÓRIA

Acima de tudo, agradeço a Deus por essa realização.

Dedico a minha família, principalmente a meus pais, meu filho e meu esposo que são os responsáveis por meu desejo de vencer e nunca desistir!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente que me fortaleceu e segurou a minha mão para que eu não desistisse de alcançar meu objetivo!

A minha família por todo apoio e incentivo, principalmente a minha mainha Mariza e meu pai José, que sempre fazem de tudo para me ver bem.

A meu esposo Julio por ser tão compreensivo, sem seu companheirismo jamais teria conseguido chegar até aqui. E a meu filho Victor por ser o meu maior incentivo e inspiração.

A minha vó Alice (*in memorian*) que estaria muito orgulhosa em me ver formada!

Aos meus amigos quase irmãos que esse curso me deu de presente Camila Macaúbas, Erica Kelly e Paulo Gomes, por serem tão especiais, pela companhia, pelas risadas, enfim, obrigada por tornar a caminhada mais leve!

A professora e orientadora Yanna Teles, por todo apoio e ensinamentos, por me apresentar a Química de Produtos Naturais que fez com que eu me encontrasse no curso. As professoras Edilene Moreira e Maria Betania Hermenegildo pela orientação em projetos, pelos conselhos e por todo aprendizado. A professora Elizabeth Lafayette pela disponibilidade em me ajudar e sanar minhas dúvidas nesse trabalho.

A todos os professores e técnicos do Departamento de Química e Física (DQF), que contribuíram para minha formação.

Aos meus colegas de turma e de laboratório: Leandro dos Santos, Everton Matias, Gabryella Monteiro, Carlos Júnior, Jefferson Bonifácio, Rogério José, Wallison Dias e Ana Karoline Aquino. Obrigada pela parceria!

EPÍGRAFE

“Talento é dom, é graça. E sucesso nada tem haver com sorte, mas com determinação e trabalho”.

Augusto Branco

RESUMO

O mel é um produto natural alimentício produzido a partir de néctar de flores ou nectários extraflorais recolhidas por abelhas que transformam, armazenam e deixam maturar o produto final nos favos da colmeia. Atualmente, o uso do mel tem aumentado devido às suas propriedades medicinais e alimentícias aliadas. Este fato se justifica devido à riqueza de sua composição. A composição exata de qualquer mel depende principalmente das fontes vegetais das quais ele é derivado, do clima, solo e outros fatores, tornando o mel um produto único. A produção de mel configura-se como a principal renda de muitas famílias nordestinas, portanto, estudos que visem agregar valor e avaliar a qualidade do produto de extrema relevância. As avaliações visam principalmente determinar a qualidade do mel e detectar possíveis adulterações, tais como adição de açúcares comerciais e de caldo de cana-de-açúcar concentrado. O presente trabalho visou realizar análises físico-químicas para avaliar a qualidade de méis de abelha (*Apis mellífera*) produzidos na Paraíba. As amostras de mel de abelha foram adquiridas em comércio local e de produtores rurais do município de Areia - PB, em seguida foram transportadas ao laboratório de Química Orgânica e Bioquímica, da UFPB, para posteriores análises de teor de umidade, acidez, pH, cinzas, açúcares redutores, açúcares não redutores e as reações de Lund, Fiehe e Lugol. Com base nos resultados obtidos pode-se verificar que para todas as amostras avaliadas, pelo menos um resultado foi encontrado fora dos padrões permitidos pela Legislação vigente, sendo o mais comum a umidade acima do limite estabelecido. Com relação às adulterações, as amostras I e IV tiveram resultados indicativos fortes de adulteração. Os resultados reforçam a necessidade de se manter o controle de qualidade em todas as etapas da produção de mel, desde o manejo durante a extração e envase, transporte, até a comercialização do produto final. O presente trabalho enfatiza a necessidade da realização de fiscalizações e análises por parte dos órgãos competentes para garantir a qualidade e segurança alimentar do mel produzido e comercializado na Paraíba.

Palavras-Chave: Mel, Análises físico-químicas, Controle de qualidade.

ABSTRACT

Honey is a natural product food produced from flower nectar or non-flower nectar collected by bees that transform, store and allow the maturation of the final product in combs. Currently, the rising use of honey is related to its medicinal and nutritional allied properties. This fact is justified by the richness of its composition. The exact composition of type of honey depends on the climate, soil and other factors, making it an unique product. The honey production may be the main income for several Northeastern families, therefore, studies that aim to add value and evaluation the quality of the product are relevant. The analyses usually evaluate the quality and possible adulterations in the product, such as addition of commercial sugar and concentrated sugarcane juice. The present research aimed to carry out physical-chemical analyses on bee honey (*Apis mellifera*) samples produced in Paraíba. The samples were obtained in the Areia city - PB, then transported to the Laboratory of Organic Chemistry and Biochemistry, UFPB, for further analyzes of humidity, acidity, pH, ashes, reducing sugars, non-reducing sugars and Lund, Fiehe and Lugol reactions. Based on the obtained results it was possible to verify for all evaluated samples, at least one result was found to be in disagreement with the current legislation, from which the humidity level was the most common parameter out of regulations. Regarding the adulterations, the as samples I and IV showed strong results indicating adulteration. The results reinforce the need to maintain the quality control in all stages of honey production, from handling during the extraction, shipping, transportation, up to the commercialization of the final product. The present study emphasizes the need of competent organs inspections and analyzes to guarantee the quality and safety of the honey produced and commercialized in Paraíba.

Keywords: Honey, Physical-chemical analysis, Quality control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção brasileira de mel por Região entre 2011 e 2016 (Em mil toneladas).	15
Figura 2. Formação da glicose e frutose a partir da sacarose.	18
Figura 3. Estrutura química de ácidos fenólicos.	19
Figura 4. Estrutura dos flavonoides: (A) Estrutura química geral dos flavonoides; (B) Estruturas de flavonoides identificados em méis.	20
Figura 5. Formação do HMF a partir da sacarose.	23
Figura 6. Determinação do teor de Umidade: (A) pesagem da amostra; (B) secagem da amostra; (C) resfriamento.	26
Figura 7. Determinação do teor de açúcares : (A) preparo da solução; (B) solução sendo filtrada; (C) soluções de Fehling A e B; (D) ponto final da titulação.	27
Figura 8. Amostras na mufla para a determinação do teor de cinzas.	29
Figura 9. Determinação do pH das amostras.	29
Figura 10. Determinação da acidez das amostras de méis.	30
Figura 11. Realização da reação de Fiehe: (A) preparo das amostras; (B) camada etérea transferida; (C) resultados obtidos.	35
Figura 12. Resultados obtidos para a reação de Lund nas amostras.	35
Figura 13. Resultados obtidos a partir da reação de Lugol.	36

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nos méis. 32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Mel.....	18
3.2 Composição do mel.....	18
3.3 Características físico-químicas do mel.....	20
3.3.1 Indicadores de maturidade.....	20
3.3.1.1 Umidade.....	20
3.3.1.2 Açúcares redutores.....	21
3.3.1.3 Açúcares não redutores.....	21
3.3.2 Indicadores de Pureza.....	22
3.3.2.1 Cinzas.....	22
3.3.3 Indicadores de Deterioração.....	22
3.3.3.1 pH.....	22
3.3.3.2 Acidez.....	23
3.3.4 Pesquisa de Adulterantes.....	24
3.3.4.1 Reação de Fiehe.....	24
3.3.4.2 Reação de Lund.....	24
3.3.4.3 Reação de Lugol.....	24
4 METODOLOGIA.....	25
4.1 Amostras.....	25
4.2 Preparo das amostras.....	25
4.3 Análises físico-químicas.....	25
4.3.1 Umidade.....	25
4.3.2 Açúcares Redutores.....	26
4.3.3 Açúcares Não Redutores.....	28
4.3.4 Cinzas.....	28
4.3.5 pH.....	29
4.3.6 Acidez.....	30

4.3.7 Reação de Fiehe	31
4.3.8 Reação de Lund	31
4.3.9 Reação de Lugol.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6 CONCLUSÕES	37
7 REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O mel é um produto natural alimentício produzido a partir de néctar de flores ou nectários extraflorais (exsudatos sacarínicos), recolhidas por abelhas que transformam, armazenam e deixam maturar o produto final nos favos da colmeia. Apesar de ser considerado alimento e primeira fonte de açúcar utilizada pelo homem, foi empregado desde o Egito antigo com fins medicinais, participando de 500 dos 900 remédios da época (MOURA, 2010; REZENDE, 2015).

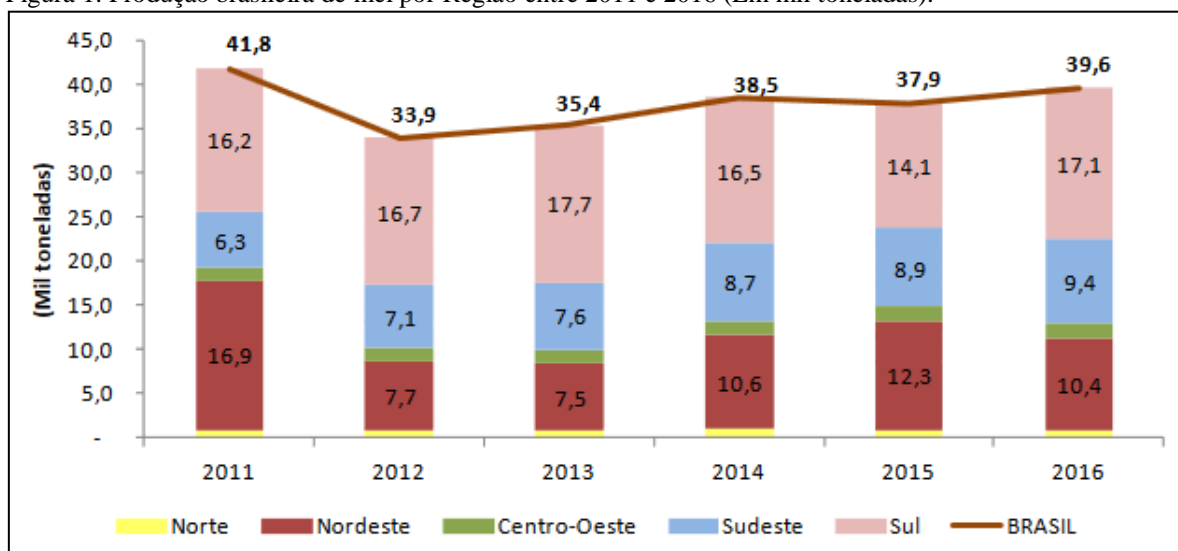
Por vários séculos, o mel foi retirado dos enxames de forma extrativista e predatória, muitas vezes causando danos às colmeias e matando as abelhas. Entretanto, com o tempo, o homem foi aprendendo a proteger os enxames, instalá-los em colmeias racionais e manejá-los de forma que houvesse maior produção sem causar prejuízo às abelhas. A partir dessa nova postura nasce a apicultura, que visa o cultivo e manejo de abelhas do gênero *Apis* para obtenção de produtos como o mel e própolis (ABADIO FINCO, 2010).

Abelhas do gênero *Apis* foram trazidas da Europa no século XVIII com objetivo de produzir cera para as velas. Por volta do ano de 1950, pesquisadores trouxeram para São Paulo algumas abelhas da África, também do tipo *Apis*, de elevada produtividade. Do cruzamento destas abelhas – de origem europeia e africana – surgiram as abelhas *Apis mellífera* L. ou “africanizadas”, responsáveis pela maior parte do mel produzido no Brasil (VIDAL, 2018).

Apesar do termo “apicultura” se referir à produção de méis de abelhas *Apis mellífera*, as espécies de abelhas nativas do Brasil são as conhecidas como “sem ferrão”, a exemplo das meliponas (*Meliponas scutellaris*), que produzem o mel de “uruçu” de sabor e composição peculiares, sendo diferentes do mel de *Apis mellífera*. A meliponicultura tem menor produtividade que a apicultura, entretanto as características sensoriais e medicinais dos méis de Melipona elevam o valor do produto (LIRA et al., 2014).

Dados demonstram que o Brasil é o 9º maior produtor de mel do mundo. Em 2016, foram produzidas 39,6 mil toneladas de mel no país, destinadas ao consumo interno e à exportação. A região nordeste tradicionalmente é uma das maiores produtoras do Brasil. Até o ano de 2011 a região figurava como a maior região produtora de mel, entretanto desde 2016 foi ultrapassada pela região sul do Brasil, como pode-se observar na Figura 1 (VIDAL, 2018).

Figura 1. Produção brasileira de mel por Região entre 2011 e 2016 (Em mil toneladas).



Fonte: Vidal 2018.

Atualmente, a procura por produtos alimentícios naturais tem gerado uma demanda crescente por produtos apícolas. O uso do mel tem aumentado devido às suas propriedades medicinais e alimentícias. Análises bromatológicas do mel demonstram claramente a riqueza nutritiva de sua composição, que inclui açúcares, micronutrientes, como vitaminas e minerais, e compostos bioativos do metabolismo secundário vegetal, como terpenos e fenólicos (LIRA et al., 2014).

O mel tem sido utilizado como agente de terapia natural devido às suas ações antibacteriana, antibiótica, anticárie, anti-inflamatória, antimicrobiana, depurativa, emoliente, energética, imunoestimulante, cicatrizante e antioxidante (ABADIO FINCO, 2010).

Nos últimos anos, uma série de estudos tem evidenciado a capacidade antioxidante do mel, e foi demonstrado através da capacidade de absorvência de radical oxigênio que a capacidade antioxidante do mel pode ser semelhante à de muitas frutas e legumes em base de peso fresco (CAMARGO et al., 2006).

As suas atividades biológicas estão relacionadas diretamente com as substâncias presentes na sua composição. A composição exata de qualquer mel depende principalmente das fontes vegetais das quais ele é derivado, da espécie de abelha e também do clima, solo e outros fatores. O mel varia muito de acordo com as condições climáticas tornando-o um produto único e característico de determinadas regiões geográficas, o que agrega valor ao produto (SILVA, 2013; SILVA et al. 2006).

Estudos de caracterização de méis brasileiros foram desenvolvidos com produtos provenientes de localidades do Ceará, Rio Grande do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Piauí, São Paulo, cariri paraibano, entre outros (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005; BERA E ALMEIDA-MURADIAN, 2007; DAMASCENO, 2012). Entretanto, ainda são escassos estudos de amostras da Paraíba. As avaliações visam principalmente determinar a qualidade do mel e detectar possíveis adulterações. As principais formas de adulteração relatadas para o mel são a adição de açúcares comerciais, tais como glicose, frutose, sacarose, melado, solução de sacarose invertida, sendo a forma mais comum de adulteração a adição de caldo de cana-de-açúcar concentrado (SOUZA-KRULISKI et al., 2010).

A produção de mel configura-se como a principal renda de muitas famílias nordestinas (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005). Portanto, estudos que visem agregar valor e avaliar a qualidade do produto da região nordeste são de extrema relevância.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho visa através de análises físico-químicas avaliar a qualidade de méis de abelha (*Apis mellífera*) produzidos na Paraíba.

2.2 Objetivos Específicos

- Efetuar análises físico-químicas dos méis visando avaliar parâmetros de maturidade, pureza, deterioração e possíveis adulterações;
- Verificar se os dados obtidos estão dentro dos valores estabelecidos pelas legislações vigentes;
- Contribuir com a obtenção e divulgação de informações acerca da qualidade do mel comercializado na Paraíba.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Mel

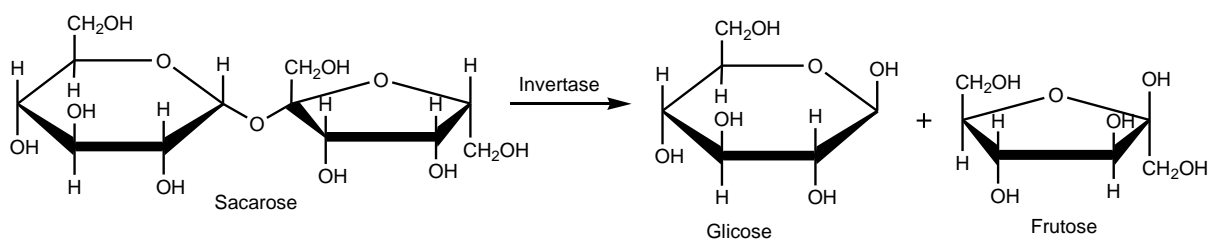
O Mel é um composto alimentício produzido a partir de néctar de flores (mel floral), nectários extraflorais, ou secreções de plantas (mel de melato), que são sugados por abelhas que recolhem, transformam, armazenam e deixam maturar o produto final nos favos da colmeia (ABADIO FINCO, 2010; SILVA et al., 2006).

A elaboração do mel resulta de duas modificações sofridas pelo néctar: uma física, onde ocorre desidratação ou eliminação da água; outra química, com a ação de enzimas (invertase, amilase e glicose-oxidase) que causam mudanças na composição dos carboidratos (DAMASCENO, 2012).

3.2 Composição do mel

O mel pode apresentar cerca de 180 substâncias distintas e dos constituintes de maior proporção estão os açúcares onde cerca de 70% são monossacarídeos (frutose e glicose), 10% são dissacarídeos (incluindo sacarose) e 17% a 20% de água na qual os açúcares estão dissolvidos. A frutose e a glicose existentes no mel podem já estar presentes nos substratos utilizados, ou podem ser produzidos pela inversão da sacarose pela ação da enzima invertase (Figura 1), durante o processamento do mel pelas abelhas (MENDES, 2009; MOURA, 2010). O mel possui ainda elementos minerais essenciais para o organismo humano, especialmente o selênio, manganês, zinco, cromo e alumínio (REZENDE, 2015)

Figura 2. Formação da glicose e frutose a partir da sacarose.

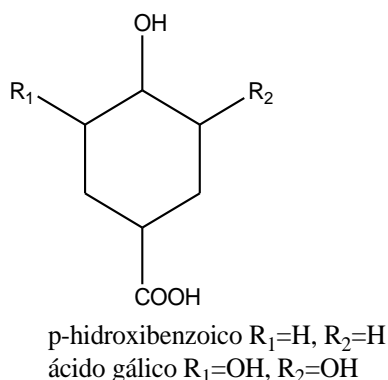


Fonte: Adaptado de Silva (2016).

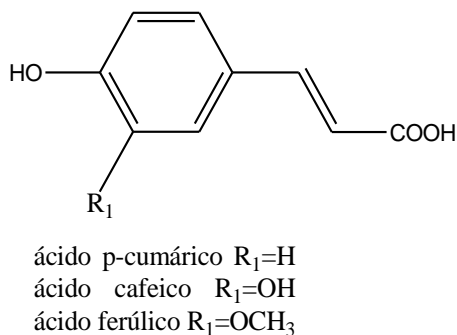
Outros componentes do mel são aminoácidos, minerais, ácidos orgânicos, ácidos fenólicos, flavonoides e grãos de pólen entre outros, que são responsáveis pela cor, aroma e sabor característico do mel. Variações qualitativas e quantitativas no mel podem ocorrer em razão do clima, temperatura e tipo de florada (CAMARGO, 2006).

Os ácidos fenólicos constituem uma classe importante de compostos fenólicos, com funções bioativas, normalmente encontrados em produtos vegetais e alimentos, são metabólitos secundários, necessários para o funcionamento normal de plantas que ocorrem naturalmente. São compostos que atuam como antioxidantes, eliminando os radicais livres e inibindo a oxidação lipídica. Na Figura 2 pode-se observar a estrutura química de alguns ácidos fenólicos:

Figura 3. Estrutura química de ácidos fenólicos.
 ácidos hidroxibenzoicos



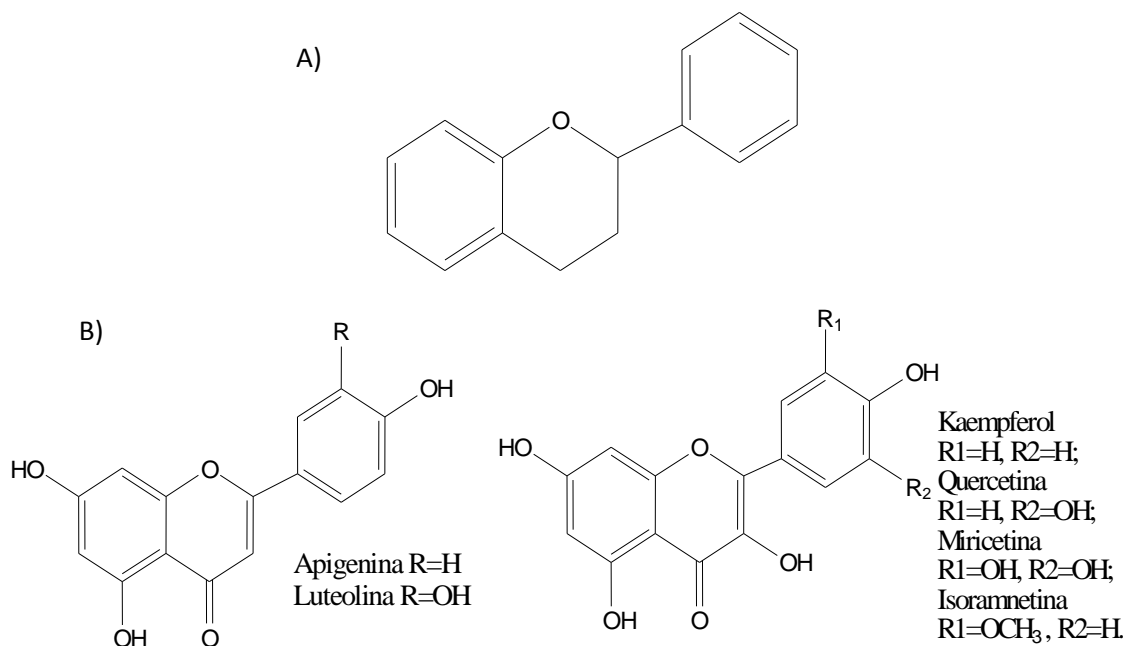
ácidos hidroxicinâmicos



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

Os flavonoides possuem estrutura nuclear C6-C3-C6, envolvendo dois anéis benzênicos ligados por um anel pirano (Figura 3A). Os compostos fenólicos, como ácidos fenólicos e polifenóis têm sido recentemente sugeridos como possíveis marcadores para a determinação da origem botânica do mel. Como a hesperetina para méis cítricos; mistura de miricetina, tricetina, quercetina, luteolina e kaempferol (Figura 3 B), para méis de eucalipto e ácido elágico para méis de urze (SILVA, 2016). Na Figura 3, estão expostas algumas das estruturas químicas da classe dos flavonoides identificados em méis.

Figura 4. Estrutura dos flavonoides: (A) Estrutura química geral dos flavonoides; (B) Estruturas de flavonoides identificados em méis.



Fonte: Silva (2016).

3.3 Características físico-químicas do mel

Ao realizar análises em méis, é comum encontrar variações na sua composição física e química, tendo em vista que variados fatores interferem na sua qualidade, como condições climáticas, estágio de maturação, espécie de abelha, processamento e armazenamento, além do tipo de florada (MENDES, 2009).

As análises físico-químicas indicadas pela legislação brasileira para o controle de qualidade do mel puro de *A. mellífera* são: quanto à maturidade (açúcares redutores, umidade, sacarose aparente), pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas, pólen), e deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural-HMF) (MENDES, 2009).

3.3.1 Indicadores de maturidade

3.3.1.1 Umidade

A umidade do mel é uma das características mais importantes por influenciar na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização e sabor. A umidade pode ser alterada

após a retirada do mel da colmeia, em função das condições de armazenamento depois da extração (SILVA, 2013).

De acordo com a legislação brasileira o teor de umidade ser superior a 20% (BRASIL, 2000). Pois um alto teor de umidade no mel aumenta o risco de possíveis contaminações a partir da proliferação de microorganismos.

3.3.1.2 Açúcares redutores

Açúcar redutor em glicose indica a quantidade de açúcar presente no mel, calculado como açúcar invertido (frutose + glicose). Teores de açúcares redutores podem chegar a corresponder cerca de 80% da quantidade total e têm a capacidade de reduzir cobre em solução alcalina. A glicose, por ter pouca solubilidade, determina a tendência da cristalização do mel, e a frutose, por ter alta higroscopicidade, permanece em solução. A quantidade e os tipos de açúcares (como frutose, glicose, maltose, tetralose) são responsáveis por vários fatores como a viscosidade, cristalização, densidade, entre outros. Para que ocorra a cristalização do mel, a concentração de glicose deve estar acima de 30%. A legislação vigente em nosso país exige um mínimo de 65% de açúcares redutores. Valores inferiores a isto poderiam indicar uma possível fraude devido à utilização de sacarose no produto (SILVA, 2013).

3.3.1.3 Açúcares não redutores

Açúcares não redutores, como a sacarose, servem como parâmetros de pureza do mel, mas quando determinada em grande quantidade, pode caracterizar adulteração, tanto na alimentação das abelhas quanto na adição direta de sacarose no mel. O limite máximo tolerável de sacarose aparente pela legislação brasileira é de 6% em méis florais (SILVA, 2013; BRASIL, 2000).

O teor elevado de sacarose também é indicativo na maioria das vezes de uma colheita prematura do mel, isto é, um produto em que a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da invertase (SODRÉ et al., 2007).

3.3.2 Indicadores de Pureza

3.2.2.1 Cinzas

Através do método de determinação de cinzas é possível determinar algumas irregularidades no mel, como por exemplo, a falta de higiene e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo apicultor (MENDES, 2009).

O máximo de cinzas permitido é de 0,6% em mel, porém no mel de melato e suas misturas com mel floral tolera-se até 1,2% (BRASIL, 2000).

3.3.3 Indicadores de Deterioração

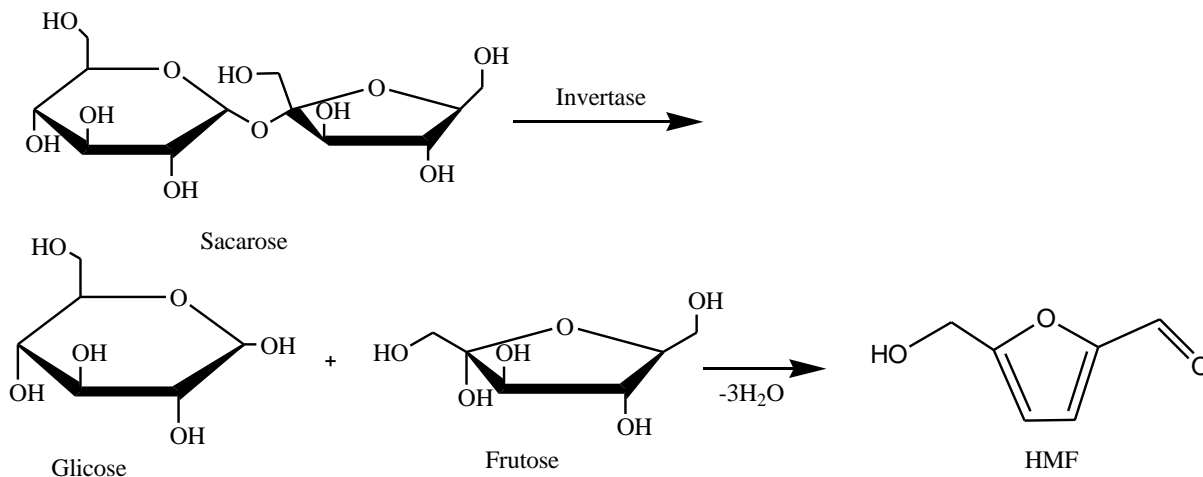
3.3.3.1 pH

A determinação do pH do mel não é uma análise obrigatória no controle de qualidade dos méis brasileiros, porém mostra-se útil como variável auxiliar para avaliação da sua qualidade.

O mel é um alimento ácido porque possui pH médio de 3,9. Este pode estar diretamente relacionado com a composição floral nas áreas de coleta e pelas condições de solos, uma vez que o mesmo poderá ser influenciado pelo pH do néctar. A acidez é extremamente importante para a textura, a estabilidade do mel, a conservação por inibir a ação de microrganismos e, também, por realçar seu sabor (SILVA, 2013).

O pH do mel é importante por influenciar na velocidade de formação do hidroximetilfurfural. O HMF é um composto químico formado pela reação de certos açúcares com ácidos, servindo com indicador de qualidade no mel. Pois quanto mais elevado for o seu teor, menor será o valor nutricional do mel devido à destruição, por meio de aquecimento de determinadas vitaminas e enzimas (VENTURINI, 2007). Na Figura 4 encontra-se o esquema para a reação de formação do HMF a partir da sacarose.

Figura 5. Formação do HMF a partir da sacarose.



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

3.3.3.2 Acidez

Valores elevados de acidez são indicativos de fase adiantada 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 flavor, podendo ser responsáveis, em parte, pela excelente estabilidade do mel em frente a microorganismos (MENDES, 2009).

O ácido glicônico é o principal ácido encontrado no mel e está em equilíbrio na forma de glicono-lactona, que será liberado quando o mel se alcaliniza. A acidez total é resultante da hidrólise das glicolactonas. Existem outros ácidos presente no mel, como o fórmico, acético, benzóico, butírico, cítrico, iso-valérico, láctico, maleico, málico, oxálico, fenilacético, propiônico, piroglutânico, succínico e valérico, muitos desses ácidos são adicionados pelas abelhas (SILVA, 2013).

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

3.3.4 Pesquisa de Adulterantes

3.3.4.1 Reação de Fiehe

A presença de HMF pela reação de Fiehe indica adulterações no mel por xaropes e glicose comercial ou ainda superaquecimento. A cor vermelha persistente indica positividade ou presença elevada de HMF (possivelmente mais de 200 mg/Kg) (MENDES, 2009). É normal contar HMF no mel, tendo em vista que ele é produto de degradação da glicose e frutose, porém em pequenas quantidades. Pois um teor elevado de HMF no mel faz com que sejam destruídas muitas enzimas e vitaminas que conferem ao mel sua atividade biológica benéfica ao organismo.

3.3.4.2 Reação de Lund

Indica a presença de substâncias albuminóides, componentes normais no mel e 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).

3.3.4.3 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).

4 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica, do Departamento de Química e Física, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II.

4.1 Amostras

Foram selecionadas para o estudo cinco amostras de mel de *Apis mellífera* produzidos na Paraíba. As amostras de mel de abelha foram adquiridas em comércio local e de produtores rurais nas proximidades da cidade de Areia, PB. As mesmas foram mantidas em embalagem fechada, em temperatura ambiente, local seco e protegido de luminosidade. As amostras foram codificadas como amostras I, II, III, IV e V.

4.2 Preparo das amostras

Nas amostras foi realizada uma homogeneização manual, cuidadosamente, para evitar bolhas de ar que poderiam prejudicar algumas análises. Para a amostra I, que apresentou-se cristalizada, foi necessário adicioná-la em recipiente fechado e levá-la a banho-maria a ($35 \pm 1^\circ\text{C}$) até 20 minutos, agitando ocasionalmente. Em seguida, foi resfriado a temperatura ambiente antes de efetuar as análises.

4.3 Análises físico-químicas

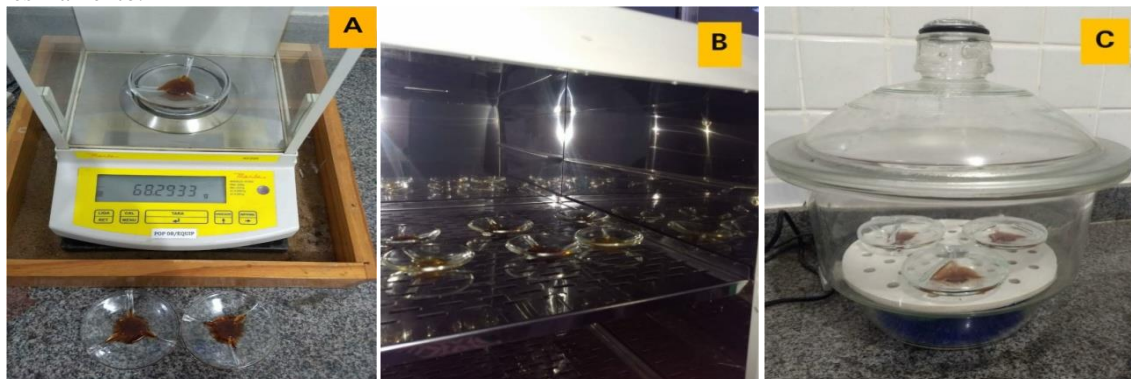
Os parâmetros analisados foram: umidade, açúcares redutores, açúcares não redutores, cinzas, pH, acidez e três testes de controle de adulterantes: Lund, Lugol e Fiehe. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os parâmetros foram determinados segundo método descrito nas Normas Analíticas do Instituto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

4.3.1 Umidade

Pesou-se cerca de 5 g da amostra em vidro relógios (Figura 5 A). Em seguida, as amostras foram secas em estufa (Figura 5 B) durante 2 horas a 105°C . Posteriormente, as amostras

foram resfriadas em dessecador (Figura 5 C) e pesadas novamente. Repetiu-se o processo (secagem, resfriamento e pesagem) até obter-se variações não consideráveis entre uma pesagem e outra.

Figura 6. Determinação do teor de Umidade: (A) pesagem da amostra; (B) secagem da amostra; (C) resfriamento.



Fonte: própria.

Através da equação 1, foi possível quantificar a porcentagem de umidade presente na amostra:

$$\frac{N \cdot 100}{P} = \text{umidade por cento m/m} \quad \text{Equação 1}$$

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

4.3.2 Açúcares Redutores

Para a quantificação de açúcares redutores, pesou-se cerca de 3 g de mel, solubilizou-se com água destilada e transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL. Com o intuito de precipitar as proteínas presentes na solução do mel, para que não atrapalhe na titulação, ao balão foram adicionados 5 mL de ferrocianato de potássio a 6% e 5 mL de acetato de zinco a 12%. Em seguida, completou-se o balão volumétrico até o menisco, com água destilada, agitou-se e deixou-o em repouso por cerca e 15 minutos (Figura 6 A). Logo após, a solução foi filtrada em papel filtro (Figura 6 B) e o pH ajustado com uma solução de Hidróxido de Sódio a 40% até atingir um pH próximo de 9. Devido ao turvamento da solução, após o ajuste de pH, filtrou-se a solução novamente. Logo após, a solução foi transferida para bureta.

Posteriormente em um erlenmeyer, foi adicionado 10 mL de solução de Fehling A, 10 mL de solução de Fehling B, 40 mL de água destilada e algumas pérolas de vidro (Figura 6 C). Em seguida, aqueceu-se essa solução em uma chapa aquecedora, até ebulição. Imediatamente, começou a gotejar a solução da bureta, sem agitação. Até que a solução adquira coloração vermelho-tijolo (Figura 6 D), ou seja, a reação de formação do óxido cuproso, de cor avermelhada, que precipita após sua geração.

Figura 7. Determinação do teor de açúcares: (A) preparo da solução; (B) solução sendo filtrada; (C) soluções de Fehling A e B; (D) ponto final da titulação.



Fonte: própria.

A partir da equação 2, foi possível calcular a porcentagem de açúcares redutores presentes nas amostras de méis:

$$\frac{100 \cdot A \cdot a}{P \cdot V} = \% \text{ Açúcares Redutores} \quad \text{Equação 2}$$

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.

4.3.3 Açúcares Não Redutores

Transferiu-se 10 mL do filtrado obtido na determinação do açúcar redutor para um erlenmeyer de 125 mL. Em seguida adicionou-se 2 mL de ácido clorídrico e foi levado para banho-maria a 100°C por 30 minutos, com o intuito de hidrolisar a sacarose presente no mel, para posteriormente quantificá-la. Esperou esfriar, e adicionou-se 31 gotas de solução de hidróxido de sódio a 40%, e 2 gotas de solução de ácido clorídrico 6M, atingindo pH 9, transferiu a solução para um balão de 100 mL e completou o volume com água destilada. Logo após, filtrou-se e transferiu para a bureta.

Em um erlenmeyer, foi adicionado 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 essa solução em uma chapa aquecedora, até ebulição. Imediatamente começou a gotejar a solução da bureta, sem agitação.

A partir da equação 3, foi possível calcular a porcentagem de açúcares redutores presentes nas amostras de méis:

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

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 B é o nº de g de glicose por cento obtidos em açúcares redutores em glicose.

4.3.4 Cinzas

O teor de cinzas das amostras foi determinado realizando-se a 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 7).

Figura 8. Amostras na mufla para a determinação do teor de cinzas.



Fonte: própria.

Através da equação 4, foi possível quantificar a porcentagem de cinzas presente nas amostras de méis:

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

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

4.3.5 pH

Para a determinação do pH, pesou-se 10 g de cada amostra de mel em balança analítica, em seguida foi diluída em 75 mL de água destilada. O conteúdo foi agitado até a 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. Como pode-se observar na Figura 8 abaixo.

Figura 9. Determinação do pH das amostras.

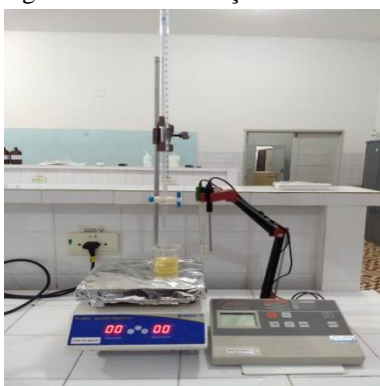


Fonte: própria.

4.3.6 Acidez

O teor de acidez livre foi obtido pelo método titulométrico (Figura 9), onde ocorre a neutralização com solução de NaOH 0,05N até a solução de mel atingir pH 8,5 e calcula-se da acidez lactônica. Nesta mesma solução, adiciona-se 10 mL de NaOH 0,05N e com o emprego de HCl 0,05 N faz-se uma nova titulação para retornar ao pH 8,3 e, calcula-se a acidez livre. A acidez total é calculada através da soma da acidez lactônica com a livre. Para o branco, foram tituladas 75 mL de água com hidróxido de sódio 0,05 N (V_b) até pH 8,5.

Figura 10. Determinação da acidez das amostras de méis.



Fonte: própria.

A quantificação de acidez livre presente na amostra foi realizada a partir da equação 5:

$$\frac{(V - V_b) \cdot 50 \cdot f}{P} = \text{acidez livre, em milequivalentes por Kg} \quad \text{Equação 5}$$

Onde V é o nº de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação, V_b 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.

A partir da equação 6, foi possível quantificar a acidez lactônica presente na amostra:

$$\frac{(10 - V_a) \cdot 50 \cdot f'}{P} = \text{acidez lactônica, em milequivalentes po Kg} \quad \text{Equação 6}$$

Onde V_a 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.

4.3.7 Reação de Fiehe

Para a reação de Fiehe, pesou-se 5 g da amostra de mel e acrescentou-se 5 mL de éter etílico, e agitou-se vigorosamente. A camada etérea foi transferida para um tubo de ensaio e adicionou-se 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina, deixando em repouso por 10 minutos.

Resultado positivo → coloração vermelho intenso

4.3.8 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.

Resultado positivo → formação de precipitado (no intervalo de 0,6 a 3,0 mL)

4.3.9 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.

Resultado positivo → coloração azul intenso

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros estabelecidos na Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e na Instrução Normativa nº 11, de 20 de Outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, que determinam os padrões de qualidade do mel de *Apis mellifera*.

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas com as cinco amostras de méis:

Tabela 1. Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel.

Parâmetros	Legislação ¹	Amostra I	Amostra II	Amostra III	Amostra IV	Amostra V
Umidade (%)	Máximo 20%	19,6± 0,255	22± 0,671	21± 1,182	39,8 ± 3,842	30 ± 1,21
Açúcares Redutores (%)	Mínimo 65%	97,05 ± 3,721	85,06 ± 2,8	114 ± 2,932	170,7 ± 2,324	119,5 ± 4,213
Açúcares não Redutores (%)	Máximo 6%	1,37 ± 0,435	1,56 ± 0,0509	3,5 ± 0,341	4,25 ± 0,0782	2,81 ± 0,724
Cinzas (%)	Máximo 0,6%	0,03 ± 0,00004	0,38 ± 0,0005	6,11 ± 0,144	4,35 ± 0,028	0,22 ± 0,0013
pH	*	2,9 ± 0,092	3,9 ± 0,026	3,8 ± 0,092	3,2 ± 0,036	3,3 ± 0,097
Acidez Livre (Meq/Kg)	Máximo 50 Meq/Kg	51,4 ± 2,303	41,5 ± 0,578	41,9 ± 1	72,7 ± 2,95	85,8 ± 4,34
Acidez Lactônica	*	42,2 ± 3,503	42,8 ± 2,452	40,1 ± 4,33	47,6 ± 1,478	46,6 ± 1,678
Fiehe	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Negativo
Lund	Positivo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Lugol	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

*Dados não disponíveis (BRASIL, 2000).

De acordo com os resultados obtidos, apenas a amostra I obteve valor de umidade dentro do limite permitido pela Legislação Brasileira para mel puro, que é no máximo 20%. As características naturais do mel, tais como alta concentração em açúcares, baixo pH e baixo teor de umidade, favorecem sua conservação, assegurando uma vida de prateleira de dois anos para produto. Quando o mel apresenta teor de umidade elevado existe maior facilidade do mesmo sofrer processo de fermentação, devido à contaminação por microrganismos, os quais se encontram naturalmente em toda área de extração do mel e no corpo das abelhas (SOUZA, 2016). Elevados valores de umidade têm sido reportados em vários estudos que avaliam

qualidade de méis, podendo ser considerado um dos parâmetros que mais comumente estão fora do intervalo permitido pela Legislação (ABADIO FINCO, 2010).

O alto valor de umidade pode ser indicativo da coleta do mel em dias chuvosos, onde a umidade relativa do ar é alta ou da coleta a partir de favos não operculados. Outro problema relacionado à elevada umidade do mel são as condições de armazenamento. Por ser rico em açúcares, o produto tende a ser muito higroscópico, podendo assim absorver umidade do ambiente durante seu processamento e embalagem (GOIS et al., 2013).

O teor de açúcar redutor é calculado como concentração de frutose + glicose, oriundas da sacarose coletada pelas abelhas e hidrolisada enzimaticamente pela enzima invertase. Como a glicose e a frutose são capazes de reduzir íons cobre, são chamados de açúcares redutores (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005).

De acordo com a legislação brasileira, no mel puro maturado a percentagem mínima de açúcares redutores é de 65% (BRASIL, 2000). Os valores encontrados no presente estudo foram muito variáveis. O valor mínimo e máximo para açúcar redutores nas amostras analisadas foi 85,06% e 170,7%, com as amostras III, IV e V apontando valores elevados de açúcares redutores. Os valores elevados de açúcares redutores podem indicar possível adulteração por adição de xarope de glicose ou frutose. A glicose, por ter menor solubilidade em água, determina a tendência de cristalização do mel. Méis adulterados com adição de glicose podem apresentar maior tendência à cristalização (GOIS et al., 2013).

O teor de sacarose (açúcar não redutor) encontrado nas amostras analisadas variou de 1,37 a 4,25%, estando dentro do especificado pela legislação vigente que é de no máximo 6%. Damasceno (2012) encontrou resultado semelhante ao teor mínimo encontrado no presente estudo. Bera e Almeida-Muradian (2007) avaliaram as propriedades físico-químicas de méis do estado de São Paulo e encontraram em algumas amostras valores que variaram entre 2,28 a 4,61%, dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente. Evangelista-Rodrigues e colaboradores (2005), analisando amostras do estado da Paraíba, encontraram valores que variaram de 4,37 a 4,88%. Valores acima do limite de 6% podem indicar adulteração por adição de sacarose ao mel (SOUZA-KRULISKI et al., 2010).

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). Segundo a Legislação o teor de resíduo mineral no mel puro deve ser de no máximo 0,6% (BRASIL, 2000). Este parâmetro pode variar a depender da origem botânica da flor, expressando a riqueza do mel em minerais.

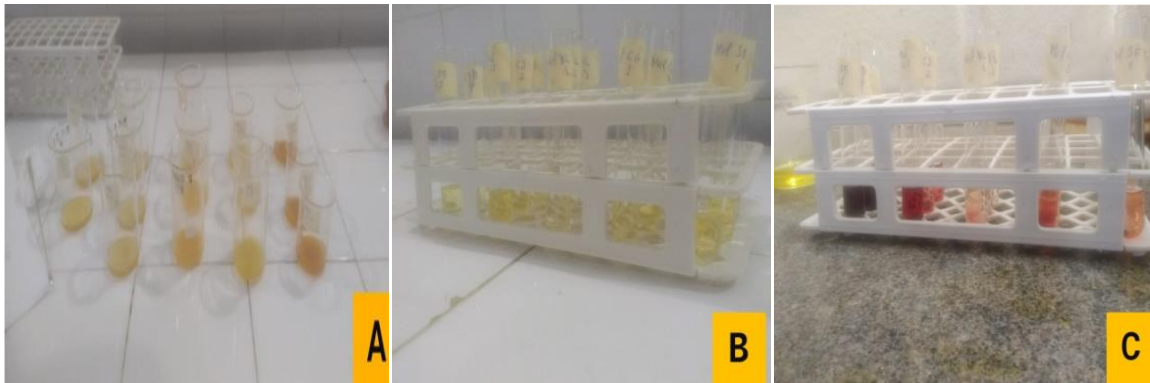
Entretanto, valores acima de 0,6% podem indicar contaminações durante o manejo pelo produtor, ou que o mel sofreu adulterações (Souza, 2012). Com base nos resultados, pode-se perceber que duas amostras (III e IV) encontram-se acima dos padrões exigidos, com indícios de contaminação ou adulterações.

O pH por não ser uma análise obrigatória para a determinação da qualidade do mel, não têm um valor que possa ser utilizado como referência. Porém os valores de pH obtidos no estudo (2,9 a 3,9), são semelhantes a outros resultados encontrados na literatura. Sodré et al. (2007) obtiveram o valor de pH igual a 3,57 nos méis do estado do Ceará. Em estudo realizado em méis produzidos em Rondônia, Damasceno (2012) obteve valor de pH igual a 3,72. O pH não é considerado pela legislação brasileira um parâmetro de qualidade obrigatório a ser analisado, porém é uma característica muito utilizada para avaliar ou confirmar o quanto ácido é um mel (FREITAS et al., 2010). Normalmente, os valores obtidos encontram-se entre 3 e 5 e podem variar de acordo com as condições ambientais (GOIS et al., 2013). O pH ácido é fundamental na limitação dos micro-organismos capazes de se desenvolver no alimento, pois a maioria dos mesmos se desenvolvem em pH em torno da neutralidade (DAMASCENO, 2012). A acidez do mel deve-se aos ácidos orgânicos e inorgânicos nele presentes, sendo o ácido glucônico o principal, o qual é formado pela ação da enzima glicose-oxidase, produzida pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas e pela ação das bactérias. Portanto, valores muito baixos de pH podem indicar contaminação bacteriana e fermentação (GOIS et al., 2013).

Na determinação da acidez livre, as amostras II e III obtiveram resultados dentro do limite permitido pela Legislação que é no máximo 50 Meq/Kg. As demais amostras tiveram resultados acima do que é estabelecido, indicando a possível ocorrência de fermentações indesejadas.

Para a reação de Fiehe, os resultados diferiram entre as amostras, as amostras I e IV apresentaram coloração vermelha intensa, o que indica a presença de substâncias produzidas devido ao superaquecimento do mel ou a presença de glicose comercial. A amostra IV apresentou na análise de açúcares redutores resultado que indica a adição de açúcar redutor (xarope de glicose ou frutose), colaborando com o resultado obtido na reação de Fiehe que indica possível adulteração. As amostras II, III e V não apresentaram alteração de cor. Souza (2016) obteve resultado positivo para algumas amostras de méis analisadas no estado de Roraima. Os resultados podem ser observados na Figura 10.

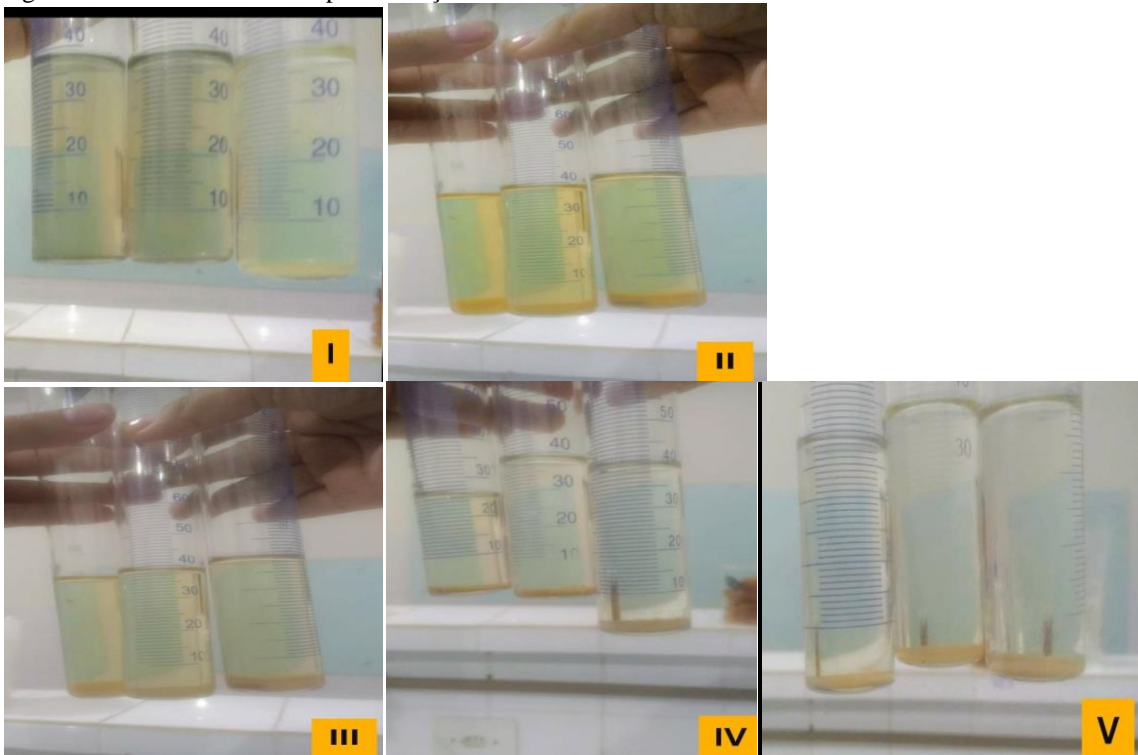
Figura 11. Realização da reação de Fiehe: (A) preparo das amostras; (B) camada etérea transferida; (C) resultados obtidos.



Fonte: própria.

Todas as amostras dos méis analisados pela reação de Lund apresentaram formação do precipitado proteico dentro da faixa esperada de 0,6 a 3,0 mL, exceto a amostra I (Figura 11). Na presença de mel puro é formado um precipitado, indicando a presença de substâncias albuminoides (proteicas). Sua ausência ou pouca formação indica fraude por adição de água ou outro diluidor (BRASIL, 2000). Antonio (2015), também obteve resultado negativo para essa análise em amostras de méis do estado de Santa Catarina, indicando diluição.

Figura 12. Resultados obtidos para a reação de Lund nas amostras.



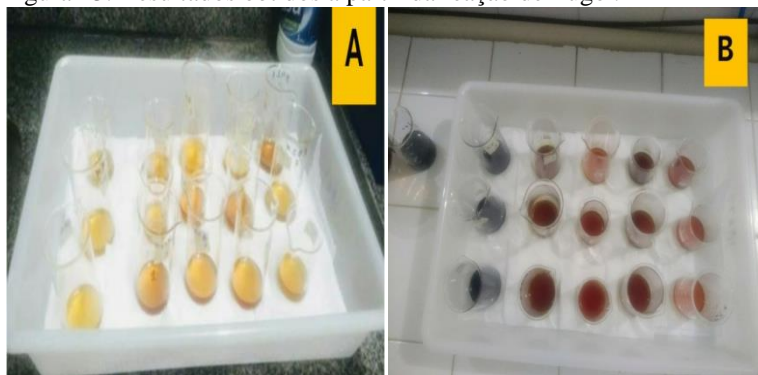
Fonte: própria.

A reação de Lugol tem como base a reação da solução de Lugol com o amido, utilizado como espessante. Quando há adição de amido no mel, a reação de Lugol leva à mudança de cor para azul escuro (SOUZA, 2016).

Apenas a amostra I obteve resultado positivo para a reação de Lugol, indicando que o produto foi adulterado com amido. Bera e Almeida-Muradian (2007), observaram resultado negativo em amostras de méis comerciais do Estado de São Paulo. Antonio (2015) também obteve resultado negativo para essa análise em amostras de méis do estado de Santa Catarina.

Os resultados obtidos a partir da reação de Lugol realizada podem ser observados na Figura 12.

Figura 13. Resultados obtidos a partir da reação de Lugol.



Fonte: própria.

O elevado teor de umidade observado nas amostras de II, III, IV e V indicam que procedimentos de manejo como extração do mel, decantação ou envase devem ser melhor monitorados para controlar a absorção de umidade pelo mel.

Com as análises do teor de cinzas foi possível perceber que as amostras III e IV encontram-se muito acima dos padrões exigidos, com indícios de contaminação ou adulterações. Colaborando com este resultado, o teor de açúcares redutores das amostras III e IV foi acima do esperado, apontando para a possível adição de xarope de glicose ou frutose. A amostra IV ainda apresentou indicativo de adulteração na reação de Fiehe.

Os resultados obtidos nas reações de Fiehe, Lund e Lugol indicaram adulteração intencional da amostra I, por meio de provável diluição e adição de espessante.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se verificar que para todas as amostras avaliadas foram encontrados resultados fora dos padrões permitidos pela Legislação vigente, sendo o mais comum a umidade acima do limite estabelecido. Com relação às adulterações, as amostras I e IV tiveram resultados indicativos fortes de estarem adulteradas.

Foi possível reforçar a necessidade de se manter o controle de qualidade em todas as etapas da produção de mel, desde o manejo durante a extração e envase, transporte, até a comercialização do produto final.

O presente trabalho enfatiza a necessidade da realização de fiscalizações e análises por parte dos órgãos competentes para garantir a qualidade e segurança alimentar do mel comercializado na Paraíba.

7 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, 30(3): 706-712, 2010.
- ALVES, A. R. C. Avaliação dos efeitos da desidratação por spray dryer nos parâmetros de qualidade e propriedades antioxidantes do mel. Dissertação, Salvador, 2011.
- ANTONIO, J. C.; TIECHER, A. Avaliação de adulterações em méis produzidos no município de Itaquí- RS. 5ª Simpósio de Segurança Alimentar Alimentação e Saúde. Bento Gonçalves- RS, 2015.
- BERA, A & ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 27, n. 1, p. 49-52, 2007.
- 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.
- CAMARGO, R. C. R. et al. Mel: características e propriedades. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2006.
- DAMASCENO, C. N. R. Análise físico-química do mel de abelhas comercializado no município de ariquemés/Ro. Trabalho de Conclusão de Curso, Rondônia, 2012.
- EVANGELISTA-RODRIGUES, A., et al . Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Meliponas cutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. *Cienc. Rural*, Santa MARIA, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.
- FREITAS, W. E. S., et al. Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão (*Melipona subnitida*) após tratamento térmico. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.3, p.153-157, 2010.
- GOIS, G.C., et al. Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.7, n.2, p.137-147, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para a análise de alimentos. São Paulo, 2008.

LIRA, A.F., et al. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos. Acta Veterinaria Brasilica, v.8, n.3, p.169-178, 2014.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. 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, 1758. Tese (Doutorado), Teresina, 2010.

REZENDE, S. G. Métodos eletroanalíticos e ensaios de atividade antioxidante no controle de qualidade de mel. Dissertação, Goiânia, 2015.

SILVA, C. V. Características Físico-químicas de mel de capixingui e silvestre da região de Ortigueira-PR. Trabalho de Conclusão de Curso, Londrina, 2013.

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.

SILVA, R. A. et al. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. Alim. Nutri. Araraquara, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006.

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.

SOUZA, F. G.; RODRIGUES, F. M.; Rodrigues, L. G. M. 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, R, B. Caracterização físico-química de méis apícolas de Roraima. Trabalho de Conclusão de Curso, Boa Vista, 2016.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características do mel. Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

VIDAL, MF. Produção de mel na área de atuação do BNB entre 2011 e 2016. Caderno setorial ETENE, n. 30, p. 1-12, 2018.