



INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA

CAMPUS GAMA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Maria Divina Rodrigues do Prado

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MÉIS DE *APIS MELLIFERA*
COMERCIALIZADOS NA CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO
DISTRITO FEDERAL S/A (CEASA) E EM REDES DE
SUPERMERCADOS DO DISTRITO FEDERAL**

BRASÍLIA

2019

Maria Divina Rodrigues do Prado

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MÉIS DE (*APIS MELLIFERA*)
COMERCIALIZADOS NA CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO DISTRITO
FEDERAL S/A (CEASA) E EM REDES DE SUPERMERCADOS DO
DISTRITO FEDERAL**

Monografia apresentada ao
Curso Superior em Tecnologia
em Alimentos do *Campus* Gama
do Instituto Federal de Brasília
como requisito parcial para
obtenção do título Tecnóloga em
Alimentos

Orientadora: Prof^a Dr^a Camila Guimarães de Freitas

Coorientadora: Msc Alyne Tada Ferreira Santos

Brasília
2019

638.16(817.1)
P896a

Prado, Maria Divina Rodrigues do

Análise físico químicas dos méis de Apis Mellifera comercializados na central de abastecimento do distrito federal s/a (ceasa) e em redes de supermercados do distrito federal / Maria Divina Rodrigues do Prado; orientadora Dr^a Camila Guimarães de Freitas — Brasília, 2019.

54 f.

Orientadora: Dr^a Camila Guimarães de Freitas

Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação — Tecnológico em Alimentos) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, 2019.

1. Mel. 2. Análises. 3. Controle de Qualidade. 4. Adulterações. I. Freitas, Camila Guimarães de, orient. III. Título.

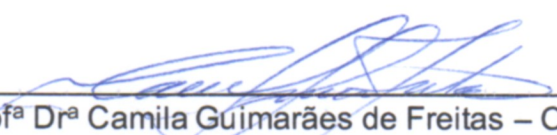
Maria Divina Rodrigues do Prado

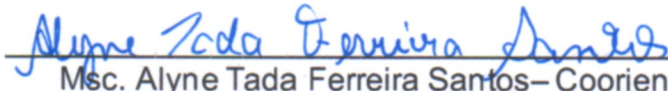
**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MÉIS DE *APIS MELLIFERA*
COMERCIALIZADOS NA CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO DISTRITO
FEDERAL S/A (CEASA) E EM REDES DE SUPERMERCADOS DO
DISTRITO FEDERAL**

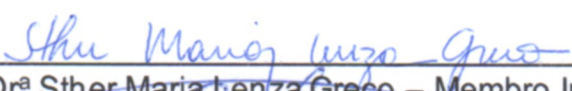
Monografia apresentada ao
Curso Superior em Tecnologia
em Alimentos do *Campus* Gama
do Instituto Federal de Brasília
como requisito parcial para
obtenção do título Tecnóloga em
Alimentos

Aprovação em 18 de novembro 2019.

BANCA EXAMINADORA


Profª Drª Camila Guimarães de Freitas – Orientadora


Msc. Alyne Tada Ferreira Santos – Coorientadora


Profª Drª Sther Maria Lenza Greco – Membro Interno


Esp. Marco Antônio de Castro – Membro Externo


Profª Drª Mariana Schievano Danelon – Membro Suplente

DEDICATÓRIA

Acima de tudo, agradeço a Deus por essa realização.

Dedico a minha família, principalmente ao meu esposo, que é responsável por meu desejo de vencer e nunca desistir

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho, fazendo com que esse sonho se realize.

Ao meu esposo Wagner Pereira, pelo apoio dedicado nessa caminhada tão importante para nossas vidas, pelo amor, confiança e força para persistir nos objetivos e conseguir alcançá-los. E as minhas companheiras das madrugadas, Tikita e Felícia. E aos meus amigos Mário Vicentin e ao Pedro Dias pelo apoio durante essa caminhada.

Em especial a minha orientadora, Prof^a Dr^a Camila Guimarães de Freitas, e a minha coorientadora, Msc. Alyne Tada Ferreira dos Santos, cujos ensinamentos foram, são e serão de grande valia para o meu futuro acadêmico e profissional.

A todos os professores do Curso de Tecnologia em Alimentos, do Instituto Federal de Brasília – *Campus* Gama, dos quais sinto muita honra em ter sido aluna. Muito obrigada por tantos ensinamentos.

Aos Técnicos da instituição, Elaine, Flávio e Ronaldo, por todo auxílio prestado durante a realização das análises nos laboratórios de pesquisa e extensão.

Aos demais colegas de turma, os quais se tornaram grandes amigos.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte desta conquista.

“Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais não haverá raça humana” (EINSTEIN, Albert. 1921).

RESUMO

O mel é um alimento muito consumido e com valor agregado, tendo por definição legal ser um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia. A principal forma de comercialização do produto é o mel de mesa, muito apreciado e sujeito a adulterações, sendo algumas delas fraudulentas, envolvendo a adição de açúcares comerciais, xaropes de milho e de frutose, aquecimento e armazenamento inadequados, entre outros. De acordo com normativa legal brasileira, há requisitos mínimos de qualidade que devem ser observados para o mel destinado ao consumo humano direto. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade físico-química de méis *Apis mellifera* comercializados nos supermercados e nas feiras livres do Distrito Federal – DF. Os parâmetros analisados foram açúcares redutores, teor de umidade, °Brix, quantidade de hidroximetilfurfural (HMF), acidez total, reação de Fiehe, lugol, reação de Lund e atividade diastásica. As metodologias empregadas seguiram as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Um total de 14 amostras de méis de mesa, 14,28% apresentaram valores adequados para açúcares redutores (acima de 65g/100g), e 85,72% abaixo do limite esperado para esse parâmetro. As amostras analisadas possuíam o teor de umidade dentro do limite legal (máximo de 20g/100g), sendo que os sólidos solúveis (°Brix) tiveram como média 82. Os valores de HMF foram adequados em 78,5% das amostras. Para acidez total, 71,42% das amostras apresentaram-se dentro do permitido. Para as reações qualitativas, 28,5% das amostras apresentaram-se positivas tanto para reação de Fiehe quanto para lugol, e em 21,42% das amostras não possuíam substâncias albuminoides. Das amostras com adulteração em mais de um parâmetro (37,71%), foram realizadas análises de atividade diastásica, sendo que 80% apresentaram à margem da legislação e foram predominantemente encontradas em méis comercializados em feiras. Os resultados experimentais das amostras analisadas indicam possível adulteração dos méis pela adição de xaropes de milho ou de frutose comerciais, superaquecimento e possivelmente armazenamento inadequado, tendo sido esses resultados mais frequentes nas

amostras oriundas do CEASA e de feiras livres. Nas amostras de supermercados, a principal alteração observada foi um possível envelhecimento de uma das amostras, cujo teor de HMF, que se encontrava acima do padrão legal, além de um possível armazenamento inadequado, posto que o teste de Fiehe foi positivo.

Palavras-chave: Mel. Análises. Controle de Qualidade. Adultrações.

ABSTRACT

Honey is a very consumed and value-added product, and its legal definition is a food product produced by honeybees from the nectar of flowers or secretions from living parts of the plants that bees collect, transform, combine with their own specific substances, store and mature in the hive combs. The viscous honey is of greater consumption, and it is widely appreciated. As so, it might be subject of adulteration, being some of them fraudulent, involving the addition of commercial sugars, corn and fructose syrups, inadequate heating and storage, among others. Following Brazilian legal regulations, minimum quality requirements for honey must be observed when intended for direct human consumption. The purpose of this research was to evaluate the physical and chemical honey *Apis mellifera* quality sold in supermarkets and free markets in the Federal District - DF. The analyzed parameters were reduced sugars, moisture content, ° Brix, amount of hydroxymethylfurfural (HMF), total acidity, Fiehe reaction, lugol, Lund reaction and diastatic activity. The methodologies employed followed the analytical norms of the Adolfo Lutz Institute. A total of 14 honey samples, 14.28% presented proper values for reduced sugars (above 65g/100g), and 85.72% below the expected limit for this parameter. The analyzed samples had the moisture content within the legal limit (maximum of 20g/100g), and the soluble solids (°Brix) reached an average of 82. HMF values were adequate in 78.5% of the samples. For total acidity, 71.42% of the samples were within the allowed range. For the qualitative reactions, 28.5% the samples were both positive for Fiehe and for lugol reaction, and 21.42% of the samples were found to have no albuminoids. Tampered samples were also evaluated for diastatic activity, 80% of which were out of the legal parameters, and were predominantly found in honey samples sold at free markets. Experimental results of samples indicate possible honey adulteration by the addition of commercial corn or fructose syrups, overheating and possibly inadequate storage. These results were more frequent in samples from CEASA and free markets. In supermarket samples, the main change observed was possible ageing of one of the hone samples, whose HMF content, which was above the legal standard. Additionally, this sample might have been stored in higher temperatures, as indicated by Fiehe reaction.

Keywords: Honey. Analyzes. Quality control. Tampering.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela 1: Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Legislação Brasileira Legislação Mercosul e <i>Codex Alimentarius</i> para mel.....	20
Tabela 2: Valores médios e desvio padrão de açúcares redutores, acidez total e HMF.	39
Tabela 3: resultados das avaliações qualitativas das amostras de méis agrupadas por região de aquisição para os testes de Fiehe, reação de lugol e de Lund.	43

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Procedimento utilizado na avaliação de açúcares redutores	27
Figura 2: Procedimento de Leitura do Teor de Umidade e °Brix.....	28
Figura 3: Procedimento utilizado na determinação da Acidez total.	30
Figura 4: Procedimento utilizado na determinação de Hidroximetilfurfural.....	31
Figura 5: Procedimento utilizado na Reação de Fiehe.	32
Figura 6: Procedimento utilizado na Reação de Lugol.	33
Figura 7: Procedimento utilizado na a Reação de Lund.....	34
Figura 8: Procedimento utilizado na determinação da Atividade Diastásica.	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: °Brix quantidade de sólidos solúveis presente no mel.....	38
Gráfico 2: Teor de Umidade presente no mel, a legislação permite (Máx. 20g/100g) *	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPF- Boas Práticas de Fabricação

CEASA - Central de Abastecimento do Distrito Federal

CuSO_4 - Sulfato de cobre

Cu_2O - Óxido cuproso

$\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ - Acetato de sódio

$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ - Éter

$\text{C}_6\text{H}_6\text{FeK}_4\text{N}_6\text{O}_3$ - Ferrocianeto de potássio

$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ - Resorcina

$\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$ - Ácido tânico

$\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ - Biftalato de potássio

DF - Distrito Federal

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

°Brix - Sólidos Solúveis

HCl - Ácido clorídrico

HMF - Hidroximetilfurfural

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IN - Instrução Normativa

I_2 - Iodo ressublimado

KI - Iodeto de potássio

$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - Tartarato de potássio e sódio tetrahidratado

KOH - Hidróxido de potássio

NaCl - Cloreto de sódio

NaHSO_3 - Bissulfito de sódio

NaOH - Hidróxido de sódio

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

$\text{ZnC}_4\text{H}_6\text{O}_4$ - Acetato de zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Mel: definição e classificação	16
2.2 Apicultura e Meliponicultura	17
2.3 Apicultura no Brasil	17
2.4 Produção e cenário econômico	18
2.5 Padrões da legislação.....	19
3 PARÂMETROS FÍSICO–QUÍMICOS	20
3.1 Açúcares redutores.....	21
3.2 Umidade e sólidos solúveis (°Brix)	21
3.3 Acidez total	22
3.4 Hidroximetilfurfural (HMF).....	22
4 ADULTERAÇÃO EM MEL	23
4.1 Fiehe	23
4.2 Lugol.....	24
4.3 Lund.....	24
4.4 Atividade diastásica.....	24
5 OBJETIVOS	25
5.1 Objetivo geral	25
5.2 Objetivos específicos	25
6 MATERIAL E MÉTODOS	25
6.1 Obtenção das amostras.....	25
7 METODOLOGIAS DE ANÁLISES	26
7.1 Açúcares redutores.....	26
7.2 Teor de umidade e sólidos solúveis (°Brix).....	27
7.3 Acidez total	28
7.4 Hidroximetilfurfural (HMF).....	30
7.5 Reação de Fiehe	32
7.6 Reação de lugol.....	33

7.7 Reação de Lund.....	33
7.8 Atividade diastásica.....	34
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
9 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A legislação brasileira tem por definição de mel como “produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia” (BRASIL, 2000). A produção de mel ocorre fisicamente pela desidratação por evaporação da água presente na colmeia e por reações químicas que ocorrem entre o pólen e enzimas presentes nas secreções das glândulas salivares e hipofaríngeas armazenadas no papo das abelhas, com principal atuação sobre o néctar, transformando a sacarose em glicose e frutose por meio da ação enzimática da invertase (LEGLER, 2000).

O mel é um produto apícola de fácil exploração, com grande oportunidade de comercialização. Logo após a colheita, o mel continua passando por transformações organolépticas (cor e textura) e sensoriais (aroma e sabor), sendo que a cor, aroma e sabor é influenciado pela origem da flor e a textura se dá pelo processo da ação enzimática invertase sobre a sacarose e o fator umidade (LEGLER, 2000). Sendo assim vale ressaltar a necessidade de uma produção organizada conforme as boas práticas de fabricação, acompanhando todas as etapas do processamento, a fim de garantir um produto final com qualidade. O controle desta deve começar no manejo das colmeias, desde a escolha da localização do apiário até mesmo o local onde ocorrerá a extração do mel (SOUZA, 2006).

As análises físico-químicas auxiliam no controle da qualidade do produto, pois os compostos remanescentes no mel têm influência diretamente na qualidade ao longo da estocagem, na cristalização, no aroma e na textura e também na qualidade nutricional (SOUZA, 2006). O controle da produção e, quando possível, dos parâmetros físico-químicos por parte dos apicultores, protegem os consumidores de adquirir um produto adulterado e permite o oferecimento de um produto de maior qualidade e de valor agregado (MARCHINI, 2004).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mel: definição e classificação

O mel é tido como um fluido viscoso, aromático e doce composto a partir do néctar presente nas flores e de secreções de partes vivas de determinadas plantas ou ainda de excreções de insetos sugadores de plantas, no qual abelhas melíferas coletam, transformam, combinam e deixam madurecer nos favos presentes nas colmeias. As características do mel podem ser transformadas de acordo com o tipo de origem da flor utilizada, clima, solo, umidade, altitude, entre outros, afetando também o sabor, a cor e o aroma (VENTURINI *et al.*, 2007).

Os méis podem ainda ser classificados de acordo com sua origem, procedimento de obtenção de mel do favo e por sua apresentação. Quando classificado de acordo com a origem, o mel pode ser categorizado em mel floral ou mel de melato (BRASIL, 2000).

O mel de melato é produzido principalmente a partir das secreções das partes vivas das plantas e excreções de insetos sugadores de plantas que as abelhas recolhem e transformam (BRASIL, 2000). Estes insetos furam partes das plantas, se alimentam das seivas, e o excesso é excretado em forma de gotículas de melato, qual as abelhas recolhem e passa pelo mesmo processamento enzimático do néctar. Méis de melato pode apresentar cor escura quando comparado ao mel floral, aroma e odor são forte característico do produto, e por possuir menor teor de glicose e frutose, e maior teor de oligossacarídeos e cinzas e dificilmente pode acontecer a cristalização (CAMPOS *et al.*, 2003).

O mel floral é obtido dos néctares das flores e pode ser classificado em monofloral e polifloral. O mel monofloral é produzido do néctar de uma única espécie floral, enquanto o mel polifloral é produzido do néctar de várias espécies florais. Quanto a obtenção de mel escorrido a partir do favo, este passa pelo processo desoperculação dos favos contidos nos esquadros, sem as larvas e que pode ser prensado ou centrifugado. O mel prensado é obtido pela prensa dos favos sem as larvas e o mel centrifugado é o que passa por centrifugação dos favos desoperculados e sem as larvas. Segundo a sua apresentação, o mel pode ser comercializado em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado. Mel cristalizado ou granulado é o mel que tenha sofrido algum

processo natural de solidificação, ocasionando a cristalização dos açúcares (BRASIL, 2000).

2.2 Apicultura e Meliponicultura

Na criação de abelhas, existem duas grandes linhas de estudo: a apicultura e a meliponicultura. Em ambas, os objetivos são a produção da geleia real, apitoxina, própolis, cera e o mel o que faz desta atividade uma alternativa de renda aos produtores, além de contribuir com a preservação da flora. Na apicultura, o conhecimento sobre o mel já vem sendo estudado em várias regiões do Brasil, no entanto, na meliponicultura esses estudos são mais recentes e vem sendo desenvolvidos com as abelhas regionais (RODRIGUES *et al.*, 2005).

A apicultura é a criação de abelhas da espécie *Apis mellifera*, conhecida popularmente como “europeia” ou “africana”, não sendo nativa do território brasileiro. Porém, a sua prática é muito desenvolvida no país, pois dispõe de tecnologia desenvolvida, padrões de produção definidos e seus produtos regulamentados. São as abelhas *Apis mellifera* que abastecem o mercado de mel brasileiro. Já a meliponicultura é a criação de abelhas sem ferrão ou meliponíneos conhecida como as abelhas nativas do Brasil e de outras regiões tropicais e subtropicais da terra (VILLA-BÔAS, 2012).

2.3 Apicultura no Brasil

Há pesquisas arqueológicas mostram que as abelhas sociais já produziam e estocavam mel há mais de 20 milhões de anos, muito antes do surgimento do homem na Terra. No início, o homem tinha que procurar e localizar os enxames, muitas das vezes os locais era de difícil acesso e colocando em riscos os coletores. Cerca de 2.400 anos a. C. (antes de Cristo), os egípcios colocavam as abelhas em potes de barro, sendo assim os exames podiam ser facilmente transportado e colocados próximo a residência do produtor. (CAMARGO *et al.*, 2002).

A introdução das abelhas europeias *Apis mellifera* no Brasil chegou no ano de 1840, vindas da Espanha e Portugal, através do padre Antônio Carneiro. E em 1845 *Apis mellifera* foram introduzidas pelos imigrantes alemães no Sul do país. E as abelhas italianas *Apis mellifera ligustica* foram introduzidas no Sul e

na Bahia nos meados de 1970 a 1980. Porém não se tem registros sobre a introdução das abelhas na região norte e nordeste, acredita que os ventos tenha colaborado para dispersão da espécie *Apis mellifera* (CAMARGO *et al.*, 2002).

A criação de abelhas *Apis mellifera* é uma atividade que se obtém bons resultados econômicos, ecológicos e sociais. É uma atividade, desenvolvida ao longo do tempo por pequenos, médios e grandes produtores, e vem despertando o interesse de muitos criadores e instituições do Brasil. A apicultura é uma das atividades agropecuárias desenvolvidas por pequenos produtores, tendo o intuito de gerar emprego e renda, contribuindo para o desenvolvimento e crescimento da agricultura familiar, podendo até mesmo aumentar significativamente a produtividade de sua atividade agrícola (TERESA *et al.*, 2001).

A atividade apícola é basicamente ecológica e rentável, e pode ser desenvolvida em todo o espaço geográfico que disponha de condições de solo e clima favoráveis, com vegetação abundante e rica em floradas, sendo uma atividade sustentável e com grande importância econômica. De acordo com Santos e RIBEIRO (2009) a apicultura é uma atividade agropecuária que ajuda na geração de renda aos agricultores, utiliza a mão-de-obra familiar e cuja criação de abelhas não se destrói a natureza (SANTOS; RIBEIRO, 2009).

2.4 Produção e cenário econômico

A apicultura no Brasil, com a criação de abelhas de modo racional e tecnificada é tida como uma atividade relativamente nova. Teve início nos anos oitenta, quando começou a se espalhar como atividade agropecuária e a conquistar adeptos em todo território, aumentando o número de apicultores e a produção brasileira de mel (GUIMARÃES 1989 *apud* SANTOS, 2009).

Entretanto, somente a partir dos anos 90 que a apicultura alcançou os pequenos produtores, dando a exploração a mão-de-obra no âmbito familiar. Com isso, houve o aumento na produção de mel e o Brasil passou a ocupar o 5º lugar no *ranking* mundial de produção de mel, tornando-se exportador desse produto em 2002 (SANTOS; RIBEIRO, 2009).

No Brasil há grande produção de mel em todas as regiões. Segundo o último levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

(IBGE), em 2017, a produção de mel atingiu uma média de 41.594 toneladas, com potencial de crescimento, posto que o País possui clima e flora favoráveis ao desenvolvimento da abelha africanizada, com boas reservas florais (pasto apícola) e de floradas silvestres, que asseguram um mel de qualidade reconhecida no mercado internacional (MALISZEWSKI, 2019).

O consumo *per capita* de mel no Brasil situa-se entre os menores do mundo, de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura FAO (2018). No ano de 2013, o consumo de mel no Brasil foi de 0,09kg/pessoa/ano, enquanto em países como a Nova Zelândia, o consumo *per capita* foi de 2,02kg. Nos Estados Unidos da América (EUA), principal destino do mel brasileiro, o consumo estimado foi de 0,67kg/pessoa/ano. Apesar do baixo consumo quando comparado com outros países, há possibilidades de crescimento do setor no mercado interno, que ainda considera o mel como um medicamento e não como alimento cotidiano, sendo um dos principais fatores que explicam o baixo consumo deste produto no País (VIDAL, 2018).

2.5 Padrões da legislação

A legislação brasileira que regulamenta a identidade e os requisitos mínimos de qualidade do mel destinado ao consumo humano direto é a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 do MAPA (BRASIL, 2000). Essa regulamentação foi baseada em legislações europeias, que estabelecem os requisitos mínimos de qualidade que o mel deve apresentar. A Tabela 1 demonstra os padrões preconizados pela legislação brasileira juntamente com a Legislação Mercosul e do *Codex Alimentarius* (CARVALHO, *et. al.*, 2005).

Tabela 1: Tabela 1: Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Legislação Brasileira Legislação Mercosul e *Codex Alimentarius* para mel

Parâmetros	Brasil (2000)	Mercosul (1999)	<i>Codex Alimentarius</i> (1999)
Umidade (%)	Máximo 20,00	Máximo 20,00	Máximo 20,00
Açúcares Redutores (%)	Mínimo 65,00	Mínimo 65,00	Mínimo 60,00
HMF (mg.kg ⁻¹)	Máximo 60,00	Máximo 60,00	Máximo 80,00 em regiões tropicais
Atividade Diastásica (Göthe)	Mínimo 8*	Mínimo 8	Mínimo 8
Sacarose (%)	Máximo 6,00	Máximo 6,00	Máximo 6,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60	Máximo 0,60	—
Condutividade Elétrica	—	—	Máximo 800,00
Acidez (mEq ⁻¹)	Máximo 50,00	Máximo 50,00	Máximo 50,00
Cor	De quase incolor a pardo escuro	De quase incolor a pardo escuro	De quase incolor a pardo escuro

* Tolera-se 3,00 se HMF for menor que 15,00 mEq⁻¹.

Fonte: Adaptado de CARVALHO *et al.*, 2005

O produtor de mel além prezar pelos parâmetros de qualidade do mel citados na tabela 1, ele também deve se atentar a lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998 – de crimes ambientais, no capítulo V, sessão 1 dos crimes contra a fauna, seja matar, perseguir, utilizar espécies da fauna silvestre, nativos ou até mesmo de rota migratória sem a permissão, sem autorização ou licença da autoridade competente tem risco de detenção de 6 meses até 1 ano e além de multa (BRASIL, 1998).

3 PARÂMETROS FÍSICO–QUÍMICOS

A composição química e física do mel pode variar de acordo com alguns fatores como as condições climáticas, estágio de maturação, tipo de florada, espécie de abelha, fontes vegetais do qual é derivado, solo, processamento e armazenamento (SILVA *et al.*, 2004). As principais análises indicadoras de maturidade de mel são as de açúcares redutores que indica a quantidade de açúcar presente no mel, a de umidade que indicam a quantidade de água que tem no produto e °Brix, que corresponde à quantidade de sólidos solúveis. As análises de acidez e hidroximetilfurfural indicam a deterioração do mel. Valores elevados de acidez, ou seja, indica fase adiantada de fermentação, e influência na velocidade de formação de hidroximetilfurfural. As análises que indicam

adulterantes são a reação Fiehe, que indica adulteração no mel por adição de xaropes, glicose comercial ou superaquecimento; reação de Lugol, que indica mel adulterado com amido e dextrina; e a reação de Lund, que indica a presença de substância albuminóides, compostos normais em mel.

3.1 Açúcares redutores

Os açúcares são os principais constituintes presentes no mel, sendo 80% compostos por monossacarídeos (frutose e glicose), e o restante por dissacarídeos (sacarose e maltose). Os açúcares redutores têm capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina. Destes, a glicose apresenta pouca solubilidade e determina à tendência a cristalização do mel. Já a frutose possibilita a doçura em razão da alta higroscopicidade (CARVALHO, *et al.*, 2005).

3.2 Umidade e sólidos solúveis (°Brix)

Na composição do mel, a água é o segundo maior constituinte, normalmente variando de 15 a 21% e cuja quantidade depende de alguns fatores como o clima, a origem floral e uma colheita prematura antes da completa desidratação. Os favos deve ser coletados totalmente operculados ou no mínimo com 80% de sua área operculada, o que assegura uma colheita de mel com baixo teor de umidade. A colheita de favos que não estejam nestas condições resultam em méis com altos teores de umidade e com grande possibilidade de fermentação. Geralmente o mel maduro tem menos de 18,5% de água (SOUZA, 2006).

O conteúdo de água presente no mel é uma das principais e mais importantes características, pois influencia na viscosidade, no peso, na maturidade, na cristalização, no sabor e palatabilidade, contribuindo para estabilidade quanto a fermentação. Mel com alto teor de umidade e estocado em altas temperaturas favorece o desenvolvimento de leveduras contribuindo assim para o processo fermentativo e, conseqüentemente, comprometendo a vida útil do produto durante o armazenamento (SEEMANN e NEIRA, 1988, *apud* ANACLETO *et al.*, 2004).

O teor de sólidos solúveis medidos por refratometria são as substâncias solúveis em água tais quais os carboidratos, as vitaminas e os sais minerais, sendo incluídos nos sólidos totais de um alimento (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

3.3 Acidez total

A origem da acidez no mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos, causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose, que origina o ácido glicônico. A ação desta enzima se mantém durante o armazenamento, pois sua atividade não cessa após o processamento adequado do mel (NOGUEIRA–NETO, 1997, *apud* MENDES, 2009).

3.4 Hidroximetilfurfural (HMF)

A formação de hidroximetilfurfural (HMF) no mel, e em outros alimentos se dá pela desidratação das hexoses catalisada por ácidos e aceleradas quando há aumento de temperatura (BELITZ; GROSCH, 1992 *apud* SILVA *et al.*, 2008).

O HMF é um parâmetro de qualidade muito utilizado no mel, pois se torna um indicador de que o mel passou por aquecimento, ou armazenamento prolongado ou adição com açúcar invertido. Adicionalmente, pode sugerir o estágio de maturação do mel, pois em méis recém colhidos, os teores de HMF são baixos, enquanto méis velhos possuem quantidades elevadas desta molécula. o HMF é um composto do grupo dos aldeídos, consequente da modificação dos açúcares presente de forma natural no mel, frutose e glicose. De acordo com SOARES *et al.* (2010).

O HMF pode ser ainda utilizado como indicador de armazenamento prolongado ou aquecimento a altas temperaturas ou adulteração com açúcar invertido. A presença de níveis aceitáveis de HMF também pode estar relacionado a maturação do mel, pois o mesmo é encontrado em teores baixo no mel recém colhido e teores mais altos em méis mais envelhecidos, fazendo parte do processo bioquímico normal do mel, dentro de limites indicados na literatura (MARCHINI *et al.*, 2005).

O mel é um produto que tem alto valor agregado o que pode incentivar a prática de adulteração para comercialização, não atendendo o que preconiza a legislação (ROSSI *et al.*, 1999).

4 ADULTERAÇÃO EM MEL

A adulteração do mel pode ocorrer a partir da adição de açúcares ou xaropes que eventualmente podem ser disponibilizados próximos à colmeia, sendo a fonte preferencial de coleta de açúcares pelas abelhas, em detrimento do néctar da vegetação local (RODRIGUES *et al.*, 2005, MEIRELES, 2013). A adulteração também pode ser feita para obtenção de outros produtos de cor próxima a do produto natural, em que são frequentes o uso de “tintura de iodo” ou mercúrio cromo, que podem ser adicionados ao mel. Essas substâncias são potencialmente tóxicas para o organismo, assim como o uso de outros aditivos químicos para obtenção da viscosidade. Estes vão desde a utilização do caramelo, relativamente comum, xarope de glicose, açúcar invertido, até óleo de soja (SALGADO *et al.*, 2008 *apud* MEIRELES, 2013).

As adulterações podem ainda ser enzimáticas, químicas, sendo os alimentos elaborados a partir dessas práticas, contrários às especificações legais, ou obtidos a partir de matérias-primas alteradas ou impuras, que contenham substâncias não permitidas, colocando em risco à saúde do consumidor. Além dos riscos à saúde, essas adulterações, fraudulentas ou não, podem constituir ilícito para percepção de vantagem pecuniária, enganando o consumidor sobre a origem do produto. No entanto, essas fraudes e outras alterações que o mel pode apresentar, são facilmente detectadas por análises em laboratório, especialmente por meio da realização de análises físico-químicas exigida pela Instrução Normativa nº 11 do MAPA (BRASIL, 2000).

4.1 Fiehe

Está é uma análise qualitativa que permite identificar o superaquecimento do mel por calor direto durante o processamento, por armazenamento sob calor excessivo ou até mesmo por adição de xaropes de açúcares (JESUS *et al.*, 2012). A análise baseia-se em uma reação colorimétrica: quando o resultado for positivo após reação com solução clorídrica de resorcina, a solução apresentará uma coloração vermelha intensa (PÉRICO *et al.*, 2011).

4.2 Lugol

Esta análise detecta a presença de amido ou dextrinas quando são adicionados intencionalmente no mel (JESUS *et al.*, 2012). A prova de lugol é qualitativa e colorimétrica: após a adição da solução de iodo, se houver presença de glicose comercial ou adição de xaropes de açúcar, a solução virará de marrom avermelhada a azul. A intensidade da cor dependerá da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido, presentes na amostra adulterada (PÉRICO *et al.*, 2011).

4.3 Lund

Essa análise avalia a presença de albuminas e proteínas normalmente presentes em mel puro (JESUS *et al.*, 2012). Essas proteínas albuminoides se precipitam na adição do ácido tânico e é considerada negativa para adulteração quando o precipitado variar de 0,6 a 3,0 mL no fundo da proveta, após 24 horas de descanso (PÉRICO *et al.*, 2011).

4.4 Atividade diastásica

Algumas enzimas estão presentes nos méis, sendo elas as responsáveis pelas transformações e pelas características físico-químicas e nutricionais durante o armazenamento. Em seu processo de formação, o mel adquire enzimas próprias das plantas e dos insetos: invertase, α -amilase (diástase), glicose, oxidase, catalase e fosfatase. A enzima invertase é incorporada ao néctar pela saliva das abelhas responsável pela transformação dos açúcares, em especial a sacarose, que resulta numa mistura de glicose e frutose. As ações da enzima diastásica conduzem a transformação de $\frac{3}{4}$ da sacarose. Portanto, quanto mais velho for o mel, menos sacarose conterá. A ausência da enzima α -amilase pode ser indicativa de que o mel possa ter passado por aquecimento em seu processo comercial, uma vez que essa enzima é sensível a elevações de temperatura. Porém, deve-se considerar que a amilase se deteriora à temperatura ambiente, quando o armazenamento for prolongado, constituindo um dos indicativos do tempo de prateleira do mel (MELO *et al.*, 2003). Sendo assim, a ausência desta enzima reflete procedimentos ou adulterações realizadas no mel, adição de açúcar invertido ou até mesmo adição de xaropes

de glicose em que muitas das vezes são comercializados como mel. A atividade diastásica reduz devido à desnaturação parcial ou total das amilases (AROUCHA *et al.*, 2008).

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

O presente trabalho de conclusão de curso visou avaliar as características físico-químicas de amostras de mel comercializadas em supermercado e feiras no Distrito Federal, comparando os parâmetros obtidos com a legislação vigente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

5.2 Objetivos específicos

- Verificar se as características físico-químicas das amostras de méis estão em concordância com os padrões definidos na legislação pertinente;
- Verificar se há diferença nas características físico-químicas das amostras de mel comercializado por pequenos produtores daqueles comercializados por estabelecimentos comerciais (supermercados);
- Divulgar os resultados para que sirvam de subsídio para eventuais programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) na indústria apícola do DF e entorno;

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Obtenção das amostras

Foram adquiridas um total de 14 amostras de méis de mesa, sendo 8 amostras de supermercados nas regiões administrativas do Distrito Federal (DF), e outras 6 amostras adquiridas em feiras livres do DF incluindo CEASA. Logo após a aquisição, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Pesquisa e Extensão no Instituto Federal de Brasília – *Campus* Gama, tendo sido mantidas em lugar seco e ao abrigo de luz e à temperatura ambiente. As

análises foram realizadas em triplicata e conforme as normas analíticas para Mel do Instituto Adolf Lutz (2008) com descrição do protocolos, descritas em cada um dos tópicos subsequentes.

7 METODOLOGIAS DE ANÁLISES

7.1 Açúcares redutores

O método químico mais conhecido para a determinação de açúcares redutores e não redutores baseia-se na redução de íons de cobre em solução alcalina (solução de Fehling).

Solução de Fehling A: foram pesados $34,65 \pm 0,01$ g de sulfato de cobre (CuSO_4) e o sólido foi diluído com 500 mL de água destilada. A solução foi armazenada em frasco âmbar.

Solução de Fehling B: foram pesados $173,00 \pm 0,01$ g de tartarato de potássio e sódio tetrahidratado ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), tendo o sólido sido diluído com 250 mL de água destilada. Em seguida, pesou-se em um béquer $125,00 \pm 0,01$ g de hidróxido de potássio (KOH), que foi diluído com 250 mL de água destilada. Essa solução foi adicionada à solução de tartarato de potássio e sódio ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) e homogeneizada. A solução foi armazenada em frasco âmbar.

Após o preparo das soluções de Fehling A e B, foi feito o preparo da amostra para a análise. Para isso, foram pesados $5,00 \pm 0,01$ g de mel e adicionado à amostra um volume de 50 mL de água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, em seguida o volume foi completado com água destilada. Em um balão de fundo chato de 250 mL foram adicionados 40 mL de água destilada, 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B. O balão foi levado ao aquecimento até ebulição. A seguir, a solução foi titulada com a solução de mel, até a mudança de cor de azul para incolor, com a formação de um precipitado de coloração vermelha, característica do óxido cuproso (Cu_2O). O cálculo para determinação de glicídios redutores em glicose foi feito usando a Equação 1.

Equação 1

$$\frac{100 \times A \times a}{P \times V}$$

onde:

A= volume em mL da solução de P g da amostra (100 mL).

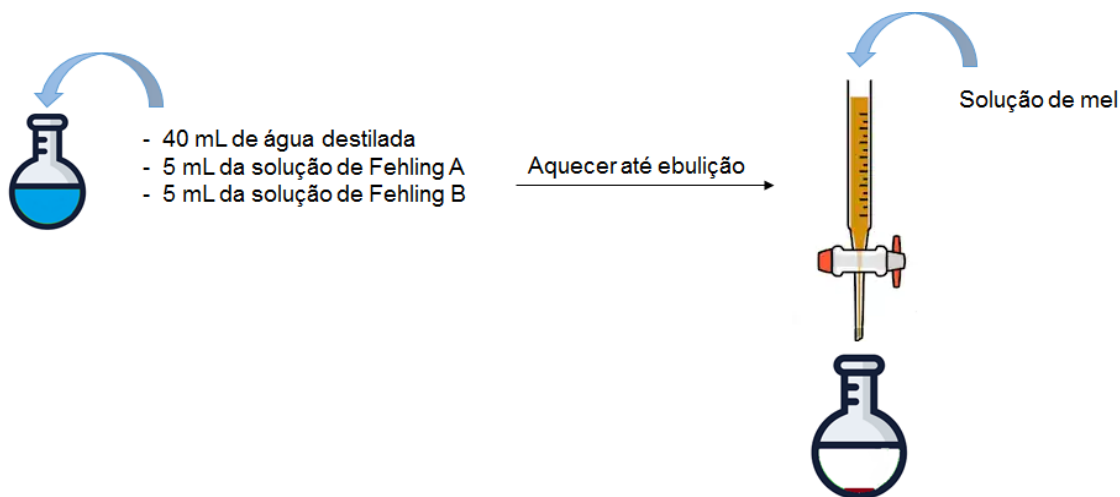
a = massa em gramas de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling

P = massa da amostra em gramas

V= volume da solução da amostra gasto na titulação em mL

Para determinar a massa de glicose que corresponde a 10 mL das soluções de Fehling A e B, foi pesado 0,050 de glicose. Em seguida, diluiu-se com água e titulou-se com as soluções de Fehling, em ebulição, até a mudança da cor azul para a cor vermelha, que indicou a quantidade de glicose que foi capaz de reduzir na solução de Fehling A e B. Assim como mostra a Figura 1 a seguir.

Figura 1: Procedimento utilizado na avaliação de açúcares redutores



Fonte: elaborado pelo autor

7.2 Teor de umidade e sólidos solúveis (°Brix)

Para a medição do teor de umidade e sólidos solúveis, foi utilizado um refratômetro analógico portátil da ATC modelo vx5890. O método permitiu a aferição da umidade por meio da escala graduada. Com auxílio de uma pipeta de Pasteur, foram colocadas 2 gotas de água deionizada no prisma do refratômetro e em seguida, a tampa foi fechada. O refratômetro foi apontado para a direção da luz natural (janela), até que a escala pudesse ser vista nitidamente.

Após a calibração com água deionizada, o prisma foi secado com lenço de papel. Com o auxílio de um palito de picolé, uma pequena quantidade da amostra de mel foi colocada no prisma do refratômetro, tendo sido bem espalhada e a tampa fechada. O refratômetro foi apontado na direção da luz e anotado o resultado da leitura. Entre as leituras de diferentes amostras, o prisma foi lavado com água deionizada e enxugado com lenço de papel toalha, assim como foram trocados os palitos de picolé entre as amostras. Como mostra a Figura 2 abaixo.

Figura 2: Procedimento de Leitura do Teor de Umidade e °Brix



Fonte: elaborado pelo autor

7.3 Acidez total

Para a análise da acidez total, preparam as seguintes soluções:

Solução padronizada de hidróxido de sódio ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$): foram pesados $2,06 \pm 0,01 \text{ g}$ de hidróxido de sódio (NaOH), e o sólido foi diluído em 1000 mL de água destilada. A solução foi padronizada com biftalato de potássio ($\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$) e armazenada em um frasco de plástico.

Solução de ácido clorídrico $0,05 \text{ mol L}^{-1}$: foi transferido para um balão volumétrico de 1000 mL, 4,17 mL de ácido clorídrico (HCl), em seguida, o balão foi completado em seu volume máximo com água destilada. A solução foi armazenada em um frasco de vidro tipo âmbar.

Soluções de tampão pH 4, 7 e 10: soluções comerciais utilizadas para calibração do pHmetro.

Para a análise de acidez total foram pesados $10,00 \pm 0,01 \text{ g}$ da amostra de mel em um béquer de 250 mL, em seguida, o sólido foi diluído em 75 mL de água destilada e a solução foi agitada em uma plataforma de agitação magnética. O pH inicial da solução foi aferido e anotado. Em seguida, a amostra foi titulada com a solução de hidróxido de sódio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ até o pH 8,5. O volume gasto foi anotado e, imediatamente, foram adicionados 10 mL da solução

de hidróxido de sódio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$. Logo em seguida, a mistura foi titulada com ácido clorídrico $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ até o pH 8,3. O volume utilizado foi anotado. Para determinar o valor do branco, titulou-se 75 mL de água destilada com a solução de hidróxido de sódio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ até pH 8,5. Para o cálculo da acidez livre, em milequivalentes por Kg, foi utilizada a Equação 2.

Equação 2

$$\frac{(V - Vb) \times 50 \times f}{P}$$

onde:

V = volume em mL da solução de NaOH $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ gasto na titulação

Vb= volume em mL da solução de NaOH $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ gasto na titulação do branco

f = fator da solução de NaOH $0,05 \text{ mol L}^{-1}$

P = massa da amostra em grama

Para o cálculo da acidez lactônica, em milequivalentes por Kg, foi utilizada a Equação 3.

Equação 3

$$\frac{(10 - Va) \times 50 \times f}{P}$$

onde:

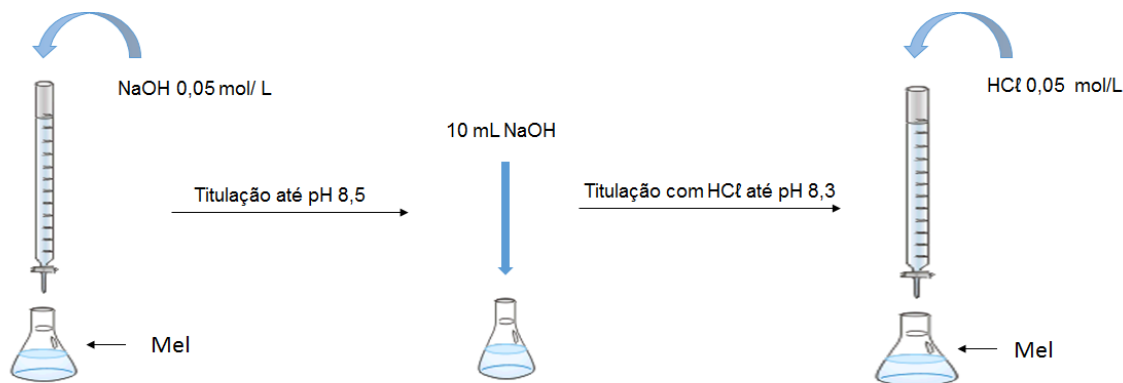
Va = volume em mL de solução de HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ gasto na titulação

f = fator da solução de HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$

P = massa da amostra em grama

A acidez total em mEq/kg é igual a acidez livre somada à acidez lactônica. Como mostra a Figura 3.

Figura 3: Procedimento utilizado na determinação da Acidez total.



Fonte: elaborado pelo autor

7.4 Hidroximetilfurfural (HMF)

Para a determinação de HMF foi utilizado um espectrômetro UV/VIS (Pernkinelmer), com determinação do valor da absorbância em 284 nm e 336 nm. Primeiramente, foram preparadas as seguintes soluções:

Solução de Carrez I: foram pesados $15,00 \pm 0,01$ g de ferrocianeto de potássio ($C_6H_6FeK_4N_6O_3$), e diluídos com 40 mL de água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, o qual foi avolumado com água destilada. A solução foi armazenada em um frasco âmbar identificado.

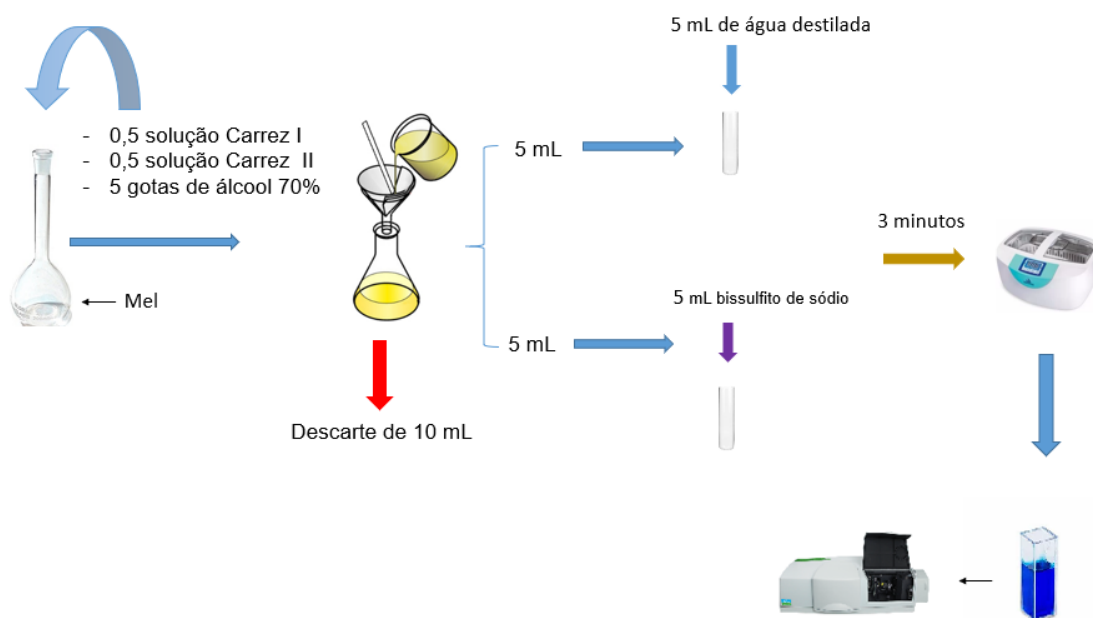
Solução de Carrez II: foram pesados $30,00 \pm 0,01$ g de acetato de zinco ($ZnC_4H_6O_4$), e diluídos com 70 mL de água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, o qual foi avolumado com água destilada. A solução foi armazenada em frasco âmbar identificado.

Solução de bissulfito de sódio: foram pesados $0,20 \pm 0,01$ g de bissulfito de sódio ($NaHSO_3$), e diluído com 40 mL de água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, o qual foi avolumado com água destilada.

Para esta análise, foram pesados $5,00 \pm 0,01$ g de mel em um béquer, em seguida, adicionou-se 25 mL de água destilada. A solução foi homogeneizada e transferida para balão volumétrico de 50 mL, e adicionou-se, sob agitação, 0,5 mL de solução de Carrez I. Logo após, foi adicionado à solução, 0,5 mL de

solução de Carrez II, ainda sob agitação. Para suprimir a espuma formada, foram adicionadas às amostras 5 gotas de álcool 70%. O balão foi aferido com água e homogeneizado. Logo após, a solução foi filtrada, descartando os primeiros 10 mL do filtrado. Do volume restante, pipetou-se 5 mL para dois tubos de ensaio, separadamente. Em um dos tubos, foram adicionados 5 mL de água destilada (amostra) e no outro tubo foram adicionados 5 mL da solução de bissulfito de sódio (referência). Logo após os tubos foram colocados em banho de ultrassom na frequência 42 Quilo-Hertz (kHz) por 3 minutos, em seguida no espectrômetro UV/VIS (Perkinelmer), foi determinado a absorvância da amostra a 284 nm e 336 nm em cubeta de 1 cm. Quando o valor da absorvância apresentou valor maior que 0,6, a amostra foi diluída com água destilada, sendo a amostra de referência diluída com a solução de bissulfito na mesma proporção. Foi feita uma nova leitura até obter um valor de absorvância abaixo de 0,6. Procedimento como mostra a Figura 4 a seguir.

Figura 4: Procedimento utilizado na determinação de Hidroximetilfurfural.



Fonte: elaborado pelo autor

Os cálculos de HMF mg .kg⁻¹ para esta análise foram feitos os seguintes cálculos conforme a equação 4.

Equação 4

$$\frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5P}{P}$$

Onde:

A_{284} = leitura da absorvância a 284 nm

A_{336} = leitura da absorvância a 336 nm

P = peso da amostra em gramas

5 = massa nominal da amostra

149,7 = $(126/16830) \times (1000/10) \times (1000/5)$

126 = peso molecular do HMF

16830 = absortividade molar do HMF a 284 nm

1000 = conversão de g para mg

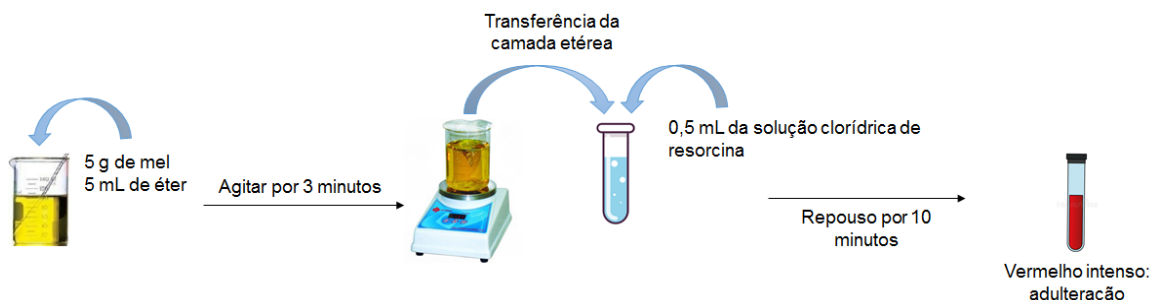
10 = diluição de 5 g de mel para 50 ml

1000 = conversão de g para kg

7.5 Reação de Fiehe

As análises para reação de Fiehe utilizaram éter ($C_2H_5)_2O$ e solução clorídrica de resorcina. A solução clorídrica de resorcina foi preparada pesando-se $0,50 \pm 0,01$ g de resorcina ($C_6H_6O_2$), e diluída em 50 mL de ácido clorídrico (HCl). A solução foi preparada no dia da análise. Para esta análise foram pesados $5,00 \pm 0,01$ g de amostra de mel em um béquer de 50 mL. Em seguida, foram adicionados à amostra 5 mL de éter e agitado por 3 minutos. Logo após, a camada etérea foi transferida para um tubo de ensaio e foi adicionado 0,5 mL da solução clorídrica de resorcina e deixado em repouso por 10 minutos. Em mel adulterado com glicose comercial ou mel superaquecido, foi possível identificar uma coloração vermelho intenso indicando possível adulteração. Como mostra a seguir no procedimento na Figura 5.

Figura 5: Procedimento utilizado na Reação de Fiehe.



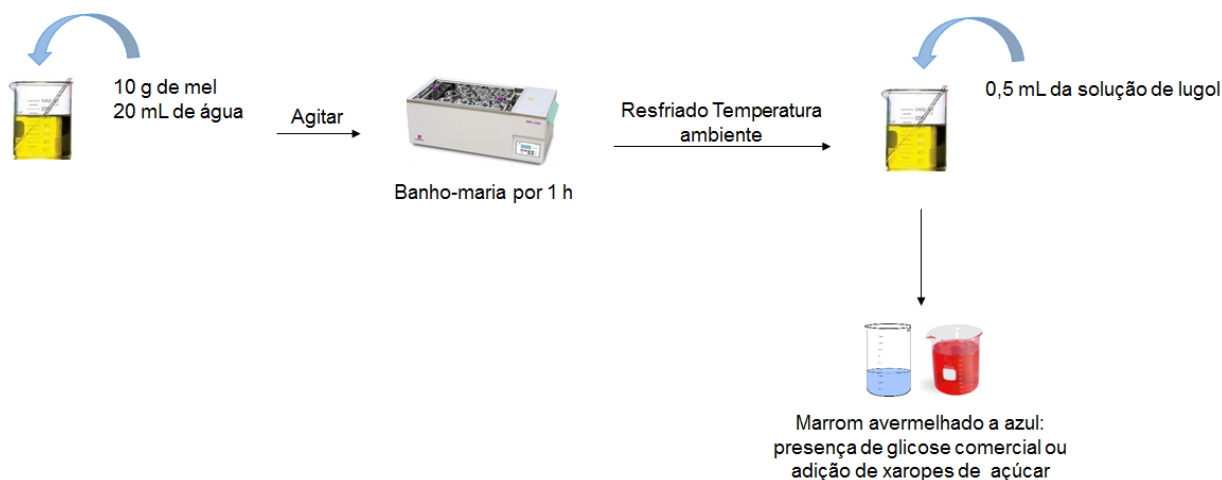
Fonte: elaborado pelo autor

7.6 Reação de Iugol

Para esse ensaio, foram pesados e diluídos em água destilada $1,00 \pm 0,01$ g de iodo ressublimado (I_2), em seguida, foi adicionado $3,00 \pm 0,01$ g de iodeto de potássio (KI), que foi colocado junto ao iodo ressublimado e diluído em 50 mL de água e armazenado em um frasco âmbar.

Para esta análise, foram pesados 10 g de mel em um béquer e adicionado 20 mL de água e agitado, foram colocados em banho maria fervente por 1 hora e resfriado à temperatura ambiente. Logo após o resfriamento, foram adicionados 0,5 mL da solução de Iugol. Na presença de glicose comercial ou adição de xaropes de açúcar a solução fica na cor marrom - avermelhada a azul. Como mostra a Figura 6 abaixo.

Figura 6: Procedimento utilizado na Reação de Iugol.



Fonte: elaborado pelo autor

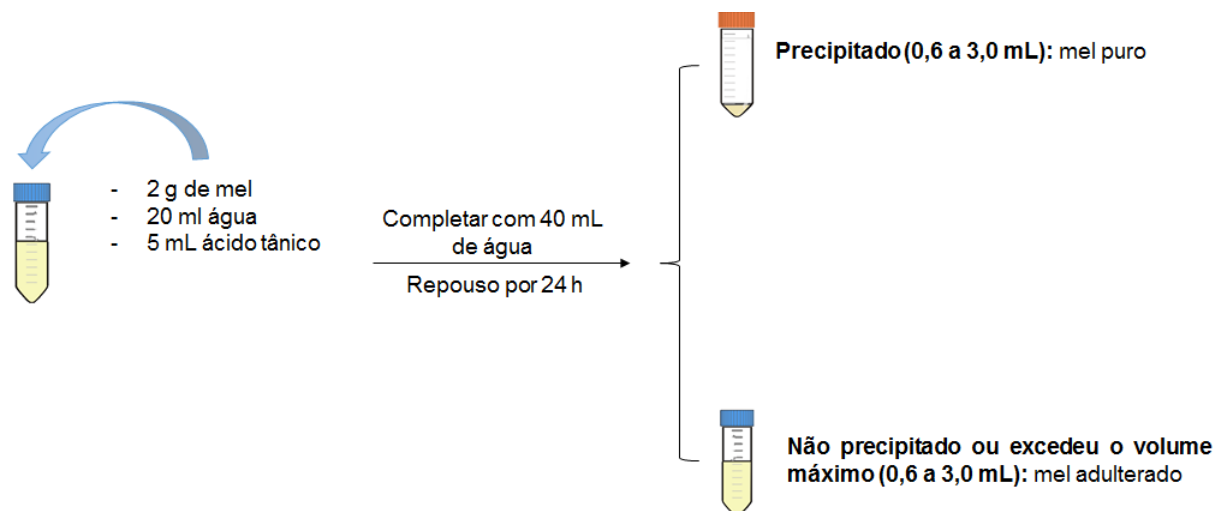
7.7 Reação de Lund

Solução de ácido tânico a 0,5 % m/v: Foi pesado 0,5 g de ácido tânico ($C_{76}H_{52}O_{46}$) e diluído em 100 mL de água.

Para esta análise, foram pesados e transferidos $2,00 \pm 0,01$ g de mel para tubo de fundo cônico tipo Falcon® de 50 mL com auxílio de 20 mL de água. Em seguida, foram adicionados 5 mL da solução de ácido tânico a 0,5 % e completado com água até o volume de 40 mL e agitado bem. As soluções foram deixadas em repouso por 24 horas. Na presença de mel puro, esperasse a formação de um precipitado no fundo do tubo de 0,6 a 3,0 mL, indicando a

presença de substâncias albuminóides, naturalmente presentes no mel. Na presença de mel adulterado ou não houve a formação do precipitado ou essa formação excedeu o volume máximo do referido intervalo. Como mostra a Figura 7 abaixo .

Figura 7: Procedimento utilizado na a Reação de Lund.



Fonte: elaborado pelo autor

7.8 Atividade diastásica

As avaliações da atividade diastásica das amostras de mel foram realizadas de acordo com protocolo estabelecido pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e pela *International Honey Commission* (2009). Para os ensaios, foram preparadas as seguintes soluções:

Solução de Amido: foram pesados $2,00 \pm 0,01$ g de amido solúvel em um béquer de 250 mL, em seguida, diluiu-se a amostra com 90 mL de água destilada. A solução foi aquecida, sob agitação, até atingir a ebulição e mantida em aquecimento por 3 minutos. Logo depois, a solução foi resfriada à temperatura ambiente e transferida para um balão volumétrico de 100 mL, o qual foi avolumado com água destilada. A solução de amido foi preparada e padronizada diariamente.

Solução-estoque de iodo: adicionou-se em um béquer $8,80 \pm 0,01$ g de iodo ressublimado e $22,00 \pm 0,01$ g de iodeto de potássio, em seguida, adicionou-se 80 mL de água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL, o qual foi avolumado com água destilada. A solução final foi acondicionada em um frasco âmbar e armazenada em local protegido da luz.

Solução de iodo ($0,00035 \text{ mol L}^{-1}$): Diluiu-se $20,00 \pm 0,01 \text{ g}$ de iodeto de potássio em 20 mL de água destilada e, em seguida, adicionou-se 5 mL da solução estoque de iodo. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL , o qual foi completado com água destilada. Esta solução foi preparada a cada dois dias.

Solução-tampão de acetato pH 5,3 ($1,59 \text{ mol L}^{-1}$): foram pesados $87,00 \pm 0,01 \text{ g}$ de acetato de sódio, o qual foi diluído em 300 mL de água destilada. Foram adicionados a esta solução, $10,5 \text{ mL}$ de ácido acético. O pH da solução foi aferido e ajustado para 5,3. Em seguida, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL , o qual foi completado com água destilada. A solução foi armazenada em frasco de plástico.

Solução de cloreto de sódio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$: foram pesados $14,50 \pm 0,01 \text{ g}$ de cloreto de sódio, em seguida, adicionou-se 50 mL de água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL , o qual foi completado com água destilada.

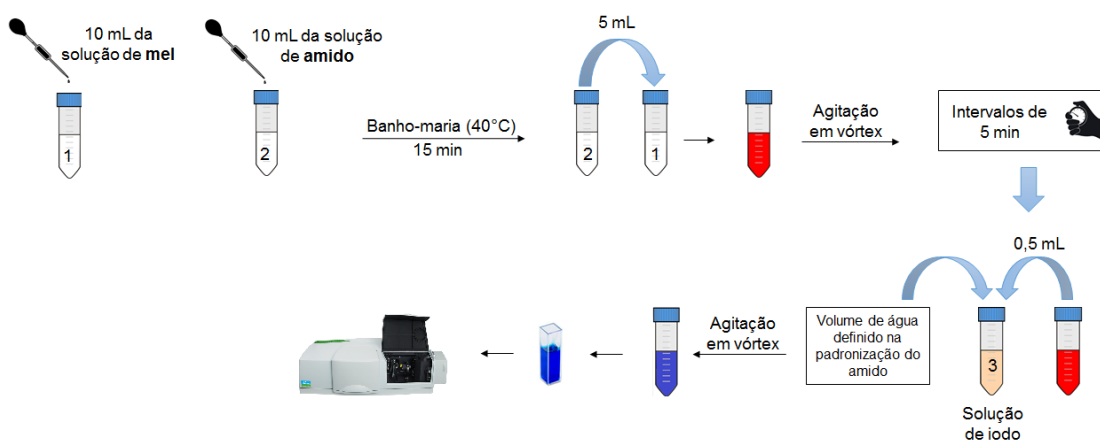
Padronização da solução de amido: para a padronização da solução de amido, foi avaliada a quantidade de água que deveria ser adicionada à solução final utilizada na reação, de modo que a absorbância atingisse um valor entre 0,745 a 0,770. Para isso, foram pipetados, separadamente, em tubos de fundo cônico tipo Falcon®, os seguintes volumes de água destilada: 10, 15, 20, 25 mL. Em seguida, adicionaram 5 mL de solução de iodo ($0,00035 \text{ mol L}^{-1}$) em cada tubo. Foram adicionados aos tubos, $0,5 \text{ mL}$ de uma solução contendo 10 mL de água destilada e 5 mL de solução de amido. A solução foi agitada em equipamento tipo vórtex e, imediatamente, foi realizada a leitura da absorbância em 660 nm , utilizando água destilada como branco. Esse procedimento foi realizado para cada uma das amostras alocadas nos tubos de fundo cônico tipo Falcon® até que a absorbância atingisse um valor entre 0,745 e 0,770. A quantidade de água necessária para valores ente 0,745 a 0,770 foi estabelecida em 25 mL , tendo sido esse volume o determinado para ser utilizado como diluição padrão para todas as análises realizadas com a solução de amido, que foi preparada diariamente.

Solução das amostras de mel: foram pesados $10,00 \pm 0,01 \text{ g}$ da amostra de mel em um béquer de 50 mL . A amostra foi diluída com 15 mL de água

destilada, em seguida, adicionaram 5 mL da solução-tampão. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL, contendo 3 mL da solução de cloreto de sódio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, o qual foi completado com água destilada.

A determinação da atividade diastásica da amostra de mel foi feita com espectrofotômetro UV/VIS, ligado 30 minutos antes da leitura das amostras e programado para aquisição da absorbância a 660 nm. Para avaliação das amostras, foram pipetados 10 mL da solução de mel em um tubo tipo Falcon[®] de 50 mL, o qual foi colocado em banho-maria a 40°C . Adicionalmente, foram pipetados 10 mL da solução de amido para um outro tubo tipo Falcon[®], o qual também foi colocado no banho-maria a 40°C . Os tubos foram deixados em aquecimento por 15 minutos. Após transcorrido esse tempo, foram pipetados 5 mL da solução de amido para o tubo contendo a solução de mel, em seguida, o tubo foi agitado no vórtex e iniciou-se a cronometragem. Em intervalos periódicos de 5 minutos, foram pipetadas alíquotas de 0,5 mL da solução e adicionadas, rapidamente, a um tubo contendo 5 mL de solução de iodo. Em seguida, adicionou-se ao tubo o volume de água de 25 mL determinado na padronização do amido. A mistura foi agitada no vórtex e, imediatamente foi adicionado 0,5 mL dessa solução na cubeta, a absorbância foi lida a 660 nm, utilizando água destilada como branco. Como mostra a Figura 8.

Figura 8: Procedimento utilizado na determinação da Atividade Diastásica.



Fonte: elaborado pelo autor

Cálculo da Atividade Diastásica (equação 5) para obtenção da *Diastase Number* (DN):

Equação 5

$$DN = \frac{60 \text{ min} \times 0,10 \times 1,0}{T_x \times 0,01 \times 2,0}$$

$$DN = \frac{300}{T_x}$$

Onde, T_x = tempo em que acontece a reação em minutos.

O valor de T_x é determinado para $A= 0.235$. Os valores de absorbância e de tempo em minutos são plotados em um gráfico de dispersão e a equação da regressão linear (método dos mínimos quadrados ordinários) é usada para calcular o valor de T_x .

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de cada um dos indicadores de qualidade dos méis comercializados no Distrito Federal são mostrados na forma de gráficos (1 a 5) \pm o desvio padrão. Os valores encontrados foram comparados com os limites exigidos na legislação vigente (indicado entre parênteses e com limites legais estabelecidos pelo MAPA, por meio da IN Nº 11, de 20 de outubro de 2000) *. As amostras A – H foram aquela adquiridas em supermercados, e I – N, em feiras livres do Distrito Federal.

Gráfico 1: °Brix quantidade de sólidos solúveis presente no mel

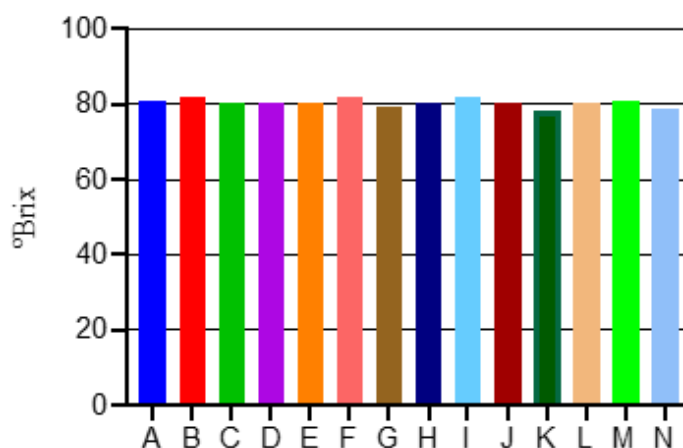


Gráfico 2: Teor de Umidade presente no mel, a legislação permite (Máx. 20g/100g) *

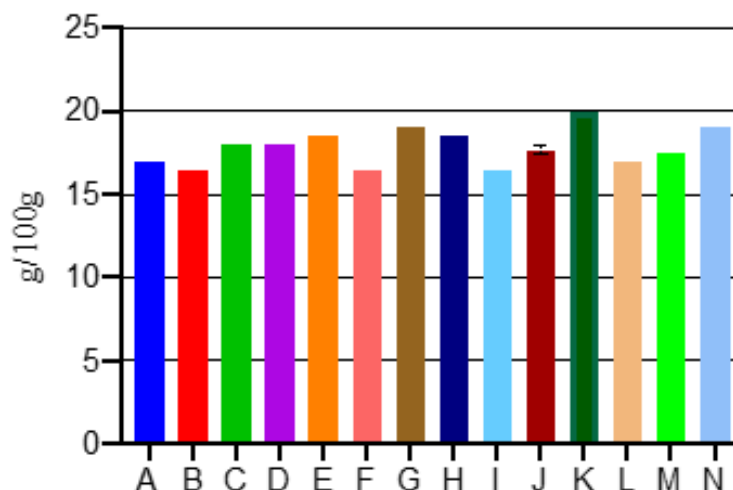


Tabela 2: Valores médios e desvio padrão de açúcares redutores, acidez total e HMF.

Amostras	Açúcares Redutores (65g/100g) *	Desvio Padrão (±)	Acidez Total (mEq) (Máx. 50 mEq.kg ⁻¹) *	Desvio Padrão (±)	HMF (Máx. 60 mg. Kg ⁻¹) *	Desvio Padrão (±)
A	65,59	± 6,36	34,69	± 0,86	73,84	± 12,21
B	55,98	± 1,59	13,02	± 2,6	60,71	± 2,18
C	48,07	± 5,71	21,02	± 0,48	25,97	± 1,15
D	63,87	± 2,41	18,92	± 0,35	12,16	± 2,96
E	45,46	± 2,06	28,42	± 1,29	17,79	± 4,88
F	54,27	± 1,52	20,82	± 1,29	33,14	± 2,33
G	51,9	± 4,03	26,97	± 0,34	21,63	± 4,33
H	45,93	± 1,13	44,9	± 0,7	11,41	± 2,8
I	67,42	± 9,1	6,63	± 4,14	4,26	± 1,37
J	42,35	± 2,77	63,09	± 0,23	13,76	± 5,93
K	42,54	± 4,64	73,18	± 1,93	29,77	± 0,1
L	47,14	± 4,83	29,38	± 1,52	11,74	± 4,12
M	52,98	± 5,58	75,68	± 1,84	8,37	± 4,99
N	50,29	± 5,07	38,07	± 9,11	83,74	± 2,03

*Limites estabelecidos na IN nº 11/2000 (BRASIL, 2000).

Os valores encontrados para açúcares redutores (tabela 2) mostraram que somente as amostras A e I apresentaram valores de açúcares redutores iguais ou superiores a 65g/100g (14,28%). As demais amostras, representando 85,72% do total, encontraram-se abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2000), para açúcares redutores de mel obtido com abelhas *Apis mellífera*, o que isoladamente pode indicar uma colheita prematura do mel, em que não houve a adequada transformação da sacarose em açúcares redutores.

Segundo CRANE (1996) citado por ALVIM (2004) os açúcares redutores são formados a partir da maturação do mel nos favos da colmeia por meio das invertases, que transformam a sacarose em glicose e frutose. Acontecem ainda mais duas reações, sendo de escala menor, que faz a transformação do amido presente no néctar em maltose por meio da enzima amilase. Já a enzima glicose-oxidase transforma a glicose em ácido glicônico e peróxido de hidrogênio.

BARTH *et al.* (2005) analisaram 31 amostras de mel do Estado de São Paulo, das quais duas amostras não alcançaram o valor mínimo de 65g/100g de mel para açúcares redutores. SANTOS *et al.* (2011) realizaram análises em 7

amostras de méis comercializados no município de Aracati-CE, onde o teor de açúcares redutores variou de 68,55g/100g a 78,70g/100g, evidenciando que todas as amostras apresentaram com valores acima do mínimo permitido, que é de 65g/100g atendendo à legislação.

Os valores de sólidos solúveis (°Brix) encontrados nas amostras analisadas obtiveram uma média de 82 (gráfico 1). A legislação vigente ainda não determina valores mínimos ou máximos para análise de °Brix. Esse parâmetro permite avaliar a porcentagem de açúcares totais presente na solução. Os valores encontrados nesse estudo são similares aos identificados por PINHEIRO *et al.* (2013), que observaram variações entre 76,8 a 83,8 de °Brix. SILVA *et al.* (2004), também encontraram valores aproximados de 76,07 a 80,8 de °Brix.

A utilização do refratômetro manual permite avaliar não só o °Brix como também o teor de umidade, podendo ser facilmente utilizado pelo produtor, auxiliando-o no acompanhamento da qualidade do mel produzido e permitindo prever os cuidados necessários. O conhecimento do teor de umidade pode ainda evitar possíveis alterações decorrentes do período de distribuição e estocagem.

O teor de umidade (g) para as amostras de méis (gráfico 2) desse estudo apresentaram-se dentro dos limites permitidos pela legislação vigente (máximo de 20g/100g), sendo que apenas a amostra K ficou no limite máximo permitido, sugerindo que essa amostra pode estar mais propensa ao desenvolvimento de microrganismos e consequente fermentação e acidificação por eles provocadas.

De acordo com SILVA e REBOUÇAS (2000), que analisaram 56 amostras de méis provenientes de 8 apiários em Roraima, os valores encontrados foram similares, com mínimo de 16,60g/100g e o máximo encontrado de 21,90g/100g. NASCIMENTO *et al.* (2017) analisaram 2 amostras de mel, uma de florada de angico e a outra de florada silvestre, vindas do estado de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Os pesquisadores observaram para a amostra da florada de angico, o teor de umidade foi de 20,6g/100g e a outra amostra de florada silvestre teve o teor de umidade 20,4g/100g mostrando que estão dentro dos parâmetros estimados pela legislação e que as variações encontradas podem ter relação com a florada e da região a partir da qual o mel foi produzido.

RITCHER *et al.* (2011) avaliaram 19 amostras de méis produzidas na cidade de Pelotas - Rio Grande do Sul (RS), e cujos teores de umidade variaram entre 15,4g/100g a 20,9g/100g das 19 amostras avaliadas, uma amostra apresentou teor superior ao estabelecido na legislação e outra apresentou o conteúdo máximo permitido. Mel com alto teor de umidade, acima do que é permitido na legislação (20g/100g) pode ser indicativo de “mel verde”. Isto significa que o mel foi colhido antes da desidratação mínima necessária dentro dos favos, assim como não houve tempo suficiente para ocorrência das transformações químicas e físicas, ou podem ainda indicar adição de água por parte do produtor. Vale ressaltar que mel com alto teor de umidade estão mais sujeitos a processos fermentativos a partir do crescimento e a proliferação facilitados de leveduras, o que pode tornar o mel impróprio para o consumo, dificultando a comercialização (CAMARGO, 2002).

Outro parâmetro importante é a acidez total, que permite avaliar o nível de deterioração do mel, seja por fermentação, parâmetro diretamente relacionado à umidade, seja por alteração do produto por adição fraudulenta de xaropes comerciais. Para a análise de acidez total dentre as amostras analisadas (tabela 2), as amostras J, K e M (21,42% do total ou 50% das amostras oriundas de feira), apresentaram valores acima dos 50mEq.kg⁻¹ permitidos pela legislação.

Esse resultado, entretanto, não está diretamente relacionado à umidade e possível fermentação por microrganismos, posto que os valores dessas amostras foram iguais ou menores de 20g/100g. Assim, os resultados de acidez total elevados para as amostras J, K e M podem estar relacionados à adição de xaropes ou açúcares invertidos, cuja obtenção tecnológica exige meio ácido, interferindo na acidez titulável do mel de mesa.

MARINHO *et al.* (2018), encontraram valores com variação de 21,99 a 78,88 mEq.kg⁻¹ em 20 amostras analisadas, sendo que 40% apresentaram valores superiores ao estabelecido na legislação (máximo de 50 mEq.kg⁻¹). RIBEIRO *et al.* (2009) também obtiveram resultados para acidez de 35 amostras de méis comercializados no estado do Rio de Janeiro em que os resultados variaram de 15 e 63 mEq.kg⁻¹, apenas 12% apresentaram inconformidade no quesito acidez.

A avaliação do teor de Hidroximetilfurfural (HMF), 3 amostras (A, B e N (21,42% do total) apresentaram valores iguais ou superiores a 60mg.Kg^{-1} (tabela 2), sendo as amostras A e B de supermercados (14,28%) e a amostra N de feira (7,14%). Esse parâmetro isoladamente pode indicar tanto um envelhecimento natural quanto um superaquecimento das amostras, seja de forma intencional, seja por armazenamento inadequado, ou ainda adição intencional de xaropes (milho, beterraba, açúcar invertido).

BARROS *et al.* (2010) encontraram valores aproximados em 13 amostras de mel analisadas para o parâmetro HMF indicando o valor médio de $30,37\text{ mg/kg}$, com o intervalo de variação entre $4,1$ e $75,6\text{ mg/kg}$, sendo que 4 amostras encontraram-se acima do valor permitido pela legislação (Brasil, 2000). SCHLABITZ *et al.* (2010) encontraram resultados positivos em 12 amostras de méis provenientes da região do Vale do Taquari - RS, que teve variação de $1,73$ a $30,85\text{ mg. Kg}^{-1}$ estando assim dentro dos padrões estabelecidos em legislação (BRASIL, 2000). A tabela 2 mostra a média e o desvio padrão das análises quantitativas. Para açúcares redutores apenas amostra A e I mostraram está de acordo com a legislação. As amostras J, K e M mostraram irregulares, provavelmente foram amostras que foram adulteradas com xaropes de açúcar invertido durante o processamento. E as amostras A, B e N passaram por superaquecimento acima de 40°C a 45°C ou até mesmo um armazenamento inadequado.

Tabela 3: resultados das avaliações qualitativas das amostras de méis agrupadas por região de aquisição para os testes de Fiehe, reação de lugol e de Lund.

Amostras	Fiehe (negativo)	Lugol (negativo)	Lund (presente)
A	Positivo	Negativo	Presente
B	Negativo	Negativo	Presente
C	Negativo	Negativo	Presente
D	Negativo	Negativo	Presente
E	Negativo	Negativo	Presente
F	Negativo	Negativo	Presente
G	Negativo	Negativo	Presente
H	Negativo	Negativo	Presente
I	Negativo	Negativo	Presente
J	Positivo	Positivo	Ausente
K	Positivo	Positivo	Presente
L	Negativo	Negativo	Presente
M	Positivo	Positivo	Ausente
N	Negativo	Positivo	Ausente

Em relação à reação de Fiehe (tabela 3), a amostra A de supermercado (7,14%), e as amostras J, K e M (21,42%) vindas de feiras, totalizando 28,56% do total das análises, apresentaram coloração vermelho-intenso, ou seja, reação positiva para o teste, estando em desacordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2000). Os resultados indicam que estas amostras podem ter sido submetidas a condições severas de aquecimento, estocadas em temperatura elevada ou ter sido adulteradas com adição de xaropes ou açúcar comercial. As demais amostras (71,44%) encontravam-se em condições adequadas de manuseio, armazenamento e transporte. Observando que apenas 1 amostra de mercado, representado 12,5% das amostras desse tipo de estabelecimento, apresentou alteração para esse parâmetro, 50% das amostras alteradas para esse parâmetro obtidas de feiras, pressupõe-se que as grandes redes de distribuição conseguem manter as amostras em temperaturas mais adequadas quando

comparadas com aquelas comercializadas livremente. Esse fator pode estar diretamente relacionado ao grau de tecnificação da produção e conhecimento dos aspectos importantes para a qualidade do mel quando da distribuição e comercialização que ocorre em supermercados. PÉRICO *et al.* (2011) analisaram 30 amostras de mel comercializado no município de Toledo, PR, encontrou que 10% das amostras apresentaram fraude para o teste de Fiehe.

A reação colorimétrica de lugol permitiu a pesquisa e avaliação da presença de amido no mel, considerando o resultado positivo quando a coloração final do teste for azul ou violeta. Do resultado desta análise, as amostras J, K, M e N, todas adquiridas em feiras, o que representa 28,57 % do total de amostras ou 66,66% daquelas advindas de comercialização livre no DF, indicaram possível adição de amido. Nenhuma das amostras de supermercado apresentaram esse tipo de alteração (Tabela 3), que usualmente ocorre para aumentar o rendimento do produto comercializado como mel, mas que constitui fraude econômica, lesando o consumidor. SCHLABITZ *et al.* (2010) tiveram resultados negativos nas 12 amostras analisadas, indicando que os méis são naturais não apresentaram esse tipo de fraude, assim como observado por RIBEIRO *et al.* (2009), que analisaram 10 amostras de mel vendidos no Estado do Rio de Janeiro de forma clandestina, e dos quais apresentaram 70% de resultado positivo para adição de amido no mel, e 12% de positividade de 10 amostras de mel inspecionados com registro.

Outro parâmetro avaliado foi a presença de albuminóides no mel, cujo teste é realizado qualitativamente pela reação de Lund. Das 14 amostras avaliadas, verificou-se que em 21,42% delas, todas oriundas de feiras (50% do total das amostras desse tipo de comércio), a substância albuminóide estava ausente, tendo sido negativas para a reação de Lund (tabela 3). As substâncias albuminóides estão normalmente presentes no mel e precipitam em ácido, sendo o resultado positivo o esperado em amostras não adulteradas. Porém, níveis muito acima dos estabelecidos (0,6 a 3,0 mL em repouso de 24 horas) podem indicar adição artificial de substâncias proteicas. No caso de mel adulterado por adição de produtos artificiais, ou quando o mel sofre algumas perdas durante o processamento, o precipitado pode aparecer em quantidade menor ou mesmo ausente no volume do precipitado (RIBEIRO *et al.*, 2009). ABADIO *et al.* (2010),

analisaram 24 amostras provenientes de 13 apicultores no estado de Tocantins, e das 24 amostras analisadas 8 amostras (33,33%) deram valor acima do valor de referência indicando assim o comprometimento na qualidade destas amostras, por possível adulteração por adição de produtos açucarados artificiais, que podem acabar por diluírem a quantidade de substância albuminoide.

A partir dos resultados obtidos, optou-se por realizar o teste de atividade diastásica nas amostras que apresentaram alteração em dois (2) ou mais parâmetros anteriormente analisados e alterados. Assim, 4 das amostras de comercialização livre foram avaliadas (J, K, L, M, N – 66,66% do total) e 1 de supermercado (A – 7,14%). A amostra L adquirida em feira foi usada como parâmetro, posto que apresentou apenas alteração de 1 dos parâmetros previamente utilizados (açúcares redutores, com média de valores entre 40g/100g, semelhantes à de outras amostras de supermercado também com alteração em apenas um dos testes previamente realizados).

A amostra usada como referência (L) apresentou um valor de 17,57 na escala Goethe, portanto dentro do permitido na legislação com mínimo de 8 na mesma escala. A utilização da metodologia indicada não permitiu o cálculo do número de diástase (DN) das demais amostras, posto que a absorbância não alterava significativamente ao transcorrer de 60min de teste, o que indica a possível ausência ou esgotamento da enzima diastásica, encontrando-se, portanto, fora do que é permitido na legislação. No caso específico da amostra A, avaliando em conjunto o valor de HMF, que se encontrava acima de 60 mg.Kg⁻¹, a não determinação da atividade diastásica pode estar relacionada com o consumo da enzima por um período longo de estocagem, aliado a um armazenamento a temperaturas mais elevadas, desativando α -amilase (diástase), posto que a amostra foi Fiehe positiva.

Para as amostras que não estavam dentro do limite mínimo preconizado na legislação, pode-se supor adulteração das amostras com possível adição de amido ou dextrinas, o que diminui a atividade diastásica por diluição da enzima e excesso de substrato. A determinação da atividade diastásica tem como finalidade de verificar a qualidade do mel das abelhas *Apis Mellifera*, estimando o grau de conservação e um possível superaquecimento. SODRÉ *et al.* (2007), analisaram 20 amostras de méis provenientes diretamente dos apicultores de

diferentes municípios do Estado do Ceará, e foi constatado para atividade diastásica, 35% das amostras mostraram com valores abaixo do permitido na legislação 8 na escala Göthe.

BERTOLDI *et al.* (2007), analisaram 17 amostras de mel produzidas no Pantanal 4 amostras apresentaram valores inferiores ao estabelecido na legislação e 76% das amostras apresentaram valores satisfatórios. HOLANDA *et al.* (2012) analisaram 14 amostras de méis e verificou que todas as amostras analisadas obtiveram resultados inferiores, pois apresentaram quantidade enzimática abaixo do que determina a legislação (8 Göthe) mesmo usando a correlação do HMF (3 Göthe para valores de HMF menores que 15 mg.kg^{-1}).

Segundo WHITE JÚNIOR (1992 e 1994), citado por SODRÉ *et al.* (2007) os méis que são produzidos em regiões quentes e secas apresentam uma menor quantidade de enzimas do que os de regiões quentes e úmidas, estando diretamente relacionada com a inativação enzimática da diástase.

9 CONCLUSÃO

As amostras A e I apresentaram valores iguais ou maiores do que os permitidos para HMF, indicando assim um possível envelhecimento natural dessas amostras. Destas, a amostra A também foi positiva para a reação de Fiehe, indicando que possivelmente a amostra em si tenha sofrido aquecimento (intencional ou por armazenamento inadequado), considerando que não foram observadas alterações nos outros parâmetros avaliados.

A as amostras J e M (14,28%) não serem mel de abelha propriamente dito, posto que todos os testes qualitativos (Fiehe, lugol e Lund) mostraram alteração, assim como valor menor de açúcares redutores e alta acidez total. Na amostra N, também foi verificada ausência de substâncias albuminoides, resultado de possível adição de xaropes e glicose ou açúcar comercial e amido ou até mesmo ter sofrido perdas proteicas durante o processamento.

A amostra K apresentou substância albuminoide, mas foi positiva para adição de açúcar comercial e amidos, indicando que possivelmente o mel foi adicionado de outras substâncias, a fim, talvez, de aumentar o seu rendimento.

Os resultados permitiram verificar a presença de adulterações que podem ter sido intencionais ou até mesmo com armazenamento inadequado especialmente entre as amostras comercializadas em feiras do DF. Alto índice de reprovação em méis comercializados em feira quando comparado aos limites especificados pela legislação.

Diante disso, faz-se necessário reforçar a importância das boas práticas de fabricação no setor apícola e esclarecer sobre as consequências das adulterações, especialmente no que concerne à segurança do alimento e a imagem da empresa ou produtor e sua alocação no mercado como sendo fornecedores de produtos idôneos.

REFERÊNCIAS

ABADIO FINCO, Fernanda Dias Bartolomeu; MOURA, Luciana Learte; SILVA, Igor Galvão. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706-712, set. 2010. Disponível: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000300022. Acesso em: 09 set. 2019.

ALVIM, Nivaldo César. O mel e suas características. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, São Paulo, n.3, jul. 2004. Disponível: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/ktzYyE7wkOTdgp_k_2013-5-20-10-0-38.pdf. Acesso em: 19 set. 2019.

ANACLETO, D., MARCHINI, L. C. Composição físico-química de amostras de méis de *apis mellifera* L. provenientes do cerrado paulista. **Boletim da Indústria Animal**, ano 2004, v.61, n.2, p.161-17, ago./dez.2004. Disponível: <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1329/1324>. Acesso em: 4 set. 2019.

AROUCHA, E.M.M.*et al.* Qualidade do mel de abelha produzido pelos Incubados da IAGRAM e comercializado no Município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, Maracajá, v. 21, n. 1, p. 211-217, jan./mar. 2008. Disponível: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/629/368>. Acesso em: 4 set. 2019.

BARTH, Monika O. *et al.* Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indicados monoflorais do sudeste do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 229-233, jun. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n2/25015.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n2/25015.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2019

BARROS, L. B. *et al.* Caracterização físico-química de mel produzido por *Apis mellifera* no estado do Rio de Janeiro. **Revista brasileira Ciência Veterinária**, v. 17, n. 3/4, p. 117-120, set./dez. 2010. Disponível em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rbcv.2014.159>. Acesso em: 08 set. 2019.

BERTOLDI, F. C. *et al.* Caracterização físico-química e sensorial de amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidas no pantanal. **Evidência - Ciência E Biotecnologia**, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 63-74, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1853/927>. Acesso em: 08 set. 2019.

BOGDANOV, S. Harmonised methods of the international honey commission. **International Honey Commission**. 2009. Disponível em: <http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 23. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7797>. Acesso em: 08 set. 2019.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso: 23 nov. 2019.

CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues de. Sistemas de Produção 3. **Produção de Mel**, TERESINA, 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80709/1/sistemaproducao-3.PDF>. Acesso em: 18 ago. 2019.

CAMPOS, G. *et al.* Classificação do mel em floral ou mel de melato. **Ciência Tecnologia Alimentos**., Campinas, v. 23, n. 1, p. 1-5, abril. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v23n1/18245.pdf>. Acesso: 26 nov. 2019.

CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes de *et al.* Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química. **INSECTA - Núcleo de Estudo dos Insetos**, Cruz das Almas, n.1, p.3-32, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228436975_Mel_de_abelhas_sem_ferrao_contribuicao_para_a_caracterizacao_fisico-quimica. Acesso em: 10 set. 2019.

HOLANDA, Carlos Alexandre *et al.* Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 55-58, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v35n1/v35n1a11.pdf>. Acesso em: 08 set. 2019

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para a análise de alimentos**. São Paulo, 1020p. 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimento_sial_2008.pdf. Acesso em: 09 set. 2019.

JESUS, A. D. *et al.* Determinação de parâmetros físico-químicos e da concentração de metais em méis de diferentes regiões brasileiras. Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 02: p. 832-841. 2012. Disponível: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1045/889>. Acesso em: 02 set. 2019

LEGLER, S. **Inspeção e controle de qualidade do mel**. 2000. 34p. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/32545849-Controle-de-qualidade-do-mel.html>> Acesso em: 02 set. 2019.

MALISZEWSKI, Eliza. Mel brasileiro no topo. **Agrolink**, 13 set. 2019. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/mel-brasileiro-no-topo_424254.html. Acesso em: 6 out. 2019.

MARCHINI, L. C.; *et al.* Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n1/a02v25n1.pdf>> Acesso em: 19 ago. 2019.

MARCHINI, L.C. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado de Tocantins, Brasil. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.61, n.2, p.101-114. 2004. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1180467806.pdf>. Acesso em: 02 set. 2019.

MARINHO, J.K.L. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal, RN. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 77, p.17-35. 2018. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial77_completa/1735.pdf. Acesso em: 8 set. 2019.

MENDES, C. G. *et al.* As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p. 07-14, abr/jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/789/633>. Acesso em: 13 set. 2019.

MEIRELES, S; CANÇADO, I.A.C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v.4, n.4, 207-219, abr. 2013. Disponível em: <http://fapam.web797.kinghost.net/revista/volume4/13%20SAMUEL%20207-219.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

MELO, Z. F. N; DUARTE, M. E. M; MATA, M.E.R.M.C. Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.89-99. 2003. Disponível: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev51/Art5111.pdf> Acesso em: 16 set. 2019.

NASCIMENTO, A.B. *et al.* Análises físico-químicas de méis das floradas angico e silvestre dos estados de minas gerais e rio grande do sul. **In: Congresso Brasileiro de Química**, 57. Gramado, 2017. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/11/11726-24506.html>. Acesso em: 4 set. 2019.

OLIVEIRA, M. E. B. *et al.* Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, set./dez. 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120611999000300006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12 out. 2019.

PÉRICO, E. *et al.* Avaliação microbiológica e físico-química de méis comercializados no município de Toledo, PR. **RECEN - Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 13, n° 3, p. 365-382, Edição Especial. 2011. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/viewFile/1342/1553>. Acesso em: 04 set. 2019.

PINHEIRO, S.P. *et al.* Determinação de parâmetros físico-químicos em méis brasileiros. **In: Congresso Brasileiro de Química**. 53. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/10/3772-14419.html>. Acesso em: 5 set. 2019.

RIBEIRO R.O.R. *et al.* Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. v. 16, n. 1, p. 3-7, jan./abr. 2009. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.160>. Acesso em: 8 set.2019.

RITCHER, Willian. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alimento e nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 547-553, 2011. Disponível em: <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/download/1586/1166>. Acesso em: 5 set. 2019.

RODRIGUES, A. E. *et al.* Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba., **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p.1166-1171, out. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n5/a28v35n5.pdf>. Acesso em: 6 out. 2019.

ROSSI, Nádia F. *et al.* Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 199-204, maio. 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000200008. Acesso em: 6 out. 2019.

SANTOS, Cristiane Soares dos **Diagnóstico da flora apícola para sustentabilidade da apicultura no Estado de Sergipe**. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pró-reitora de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2009. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp101008.pdf>. Acesso 25 nov. 2019

SANTOS, Cristiane Soares dos; RIBEIRO, Adauto de Souza. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.4, n.3, p. 01 06, jul/set. 2009. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/184/184>. Acesso em: 16 set. 2019.

SANTOS, D. C; OLIVEIRA, E.N.A; MARTINS, J.N. Caracterização físico-química de méis comercializados no município de Aracati-CE. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.2, p.158-162. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/2046/4824>. Acesso em: 8 set.2019.

SCHLABITZ, C. *et al.* Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 04, n. 01, p. 80-90. 2010. disponível em: https://www.researchgate.net/profile/claucia_souza/publication/272812884_avaliao_de_parametros_fisico-quimicos_e_microbiologicos_em_mel/links/54f062030cf2495330e64ba6/avaliacao-de-parametros-fisico-quimicos-e-microbiologicos-em-mel.pdf. Acesso em: 08 set. 2019.

SOARES, K. M. P; AROUCHA, E. M. M; GÓIS, V. A; Qualidade físico-química de méis silvestres comercializados no município de Apodi, RN. **Acta Veterinária Brasilica**, v.4, n.1, p. 55-58. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/1705/4509>. Acesso em: 19 set. 2019.

SILVA, C. L. *et al.* Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas, Campina Grande. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.260-265. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n2-3/v8n2a15.pdf>. Acesso em: 19 set. 2019.

SILVA, S. J. N. *et al.* Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínética capilar micelar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, supl. p. 46-50, dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28s0/08.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

SILVA, S. J. R. REBOUÇAS, M. A. P. Umidade do mel de apis mellifera L. (hymenoptera, apidae). Em Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima**, Boa Vista v.6, p.3-8. jan.2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280627439_umidade_do_mel_de_apis_mellifera_l_hymenoptera_apidae_em_roraima_brasil. Acesso em: 4 set. 2019.

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. v 37, n.4, p.1139-1144, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n4/a36v37n4.pdf>. Acesso em: 6 out. 2019.

SOUZA, D. C; Apicultura - manual do agente de desenvolvimento rural/
Organizado por Darcet Costa Souza. **Revista Brasileira Sebrae**, Brasília, ed.
2. 186 p. 2006. Disponível em:
[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos_chronus/bds/bds.nsf/e1fb6c578922890f8325739200634514/\\$file/nt000372da.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos_chronus/bds/bds.nsf/e1fb6c578922890f8325739200634514/$file/nt000372da.pdf). Acesso em: 3 set.
2019.

TERESA, M. *et al.* **Apicultura**. Teresina. Nov.2001. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/63882/1/apicultura.pdf>.
Acesso em: 08 set. 2019.

VENTURINI K. S. *et al.* **Características do mel. Espírito Santo. 2007.**
Disponível em:
http://agais.com/telomc/b01107_caracteristicas_mel.pdf Acesso em: 25 nov.
2019.

Villas-Bôas, Jerônimo Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão.
Brasília – DF. **Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN)**. Brasil,
2012. Disponível em: <http://www.semabelhasemalimento.com.br/wp-content/uploads/2015/02/Manual-Tecnico-Mel-de-Abelhas-sem-Ferrao.pdf>
Acesso em: 08 set. 2019.

VIDAL, Maria de Fatima. Produção de mel na área de atuação do bnb entre
2011 e 2016. **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE**. Caderno Setorial ETNE, ano 3, n. 30, abr. 2018. Disponível em:
https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3183360/30_apicultura_04-2018.pdf/45478af7-ac21-e8a1-cc12-dcf58e5a454e. Acesso em: 6 out. 2019.