



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS SAÚDE E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JAM DA SILVA BARBOSA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÊIS COMERCIALIZADOS NAS FEIRAS DE
IMPERATRIZ-MA**

IMPERATRIZ – MA

2013

JAM DA SILVA BARBOSA

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÉIS COMERCIALIZADOS NAS FEIRAS DE
IMPERATRIZ-MA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
de Alimentos da Universidade
Federal do Maranhão, para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia
de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dr.^a. Ana Lúcia
Fernandes Pereira.

IMPERATRIZ-MA

2013

Barbosa, Jam da Silva

Avaliação físico-química de méis comercializados nas feiras de Imperatriz – MA / Jam da Silva Barbosa. - Imperatriz, 2013.

40f.

Orientadora: Profª. Drª. Ana Lúcia Fernandes Pereira

Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos, Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia de Imperatriz - Maranhão (CCSST) / Universidade Federal do Maranhão (UFMA), 2013.

JAM DA SILVA BARBOSA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÊIS COMERCIALIZADOS NAS
FEIRAS DE IMPERATRIZ-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Alimentos da Universidade Federal do
Maranhão – UFMA, como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Aprovado em: 07 / 08 / 2013

Ana Lúcia Fernandes Pereira

Profª. Dra. Ana Lúcia Fernandes Pereira (Orientadora)
Universidade Federal de Imperatriz (UFMA)

Virgínia Kelly Gonçalves Abreu

Profª. Dra. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu (Membro)
Universidade Federal de Imperatriz (UFMA)

Tatiana de O. Lemos

Profª. Dra. Tatiana de Oliveira Lemos (Membro)
Universidade Federal de Imperatriz (UFMA)

Dedico esta à Deus, dono da minha
maior vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, Todo Poderoso, por ter iluminado meu caminho, por ter possibilitado o meu crescimento e evolução ao longo da vida, e por me dar coragem nos momentos desafiantes e sabedoria para chegar até aqui.

Aos meus pais Maria Olinda e Manoel de Jesus, pelos ensinamentos, amor, carinho e compreensão em todas as etapas da minha vida. E por terem possibilitado essa realização.

À minha família, em especial Marysa Barros, Maryanne Barros, Eva Barros e Gabriela Barros por todo o apoio e amor, e por estarem sempre ao meu lado.

À Universidade Federal do Maranhão pela oportunidade e aperfeiçoamento profissional.

À minha orientadora Profa. Dra. Ana Lúcia Fernandes Pereira, pelos ensinamentos, orientação, carinho e apoio.

À Profa. Dra. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu e à Profa. Dra. Tatiana de Oliveira Lemos por aceitarem fazer parte da banca.

Aos professores, técnicos de laboratório, colegas e amigos de curso, pela convivência e ensinamentos, e por todos os momentos vívidos no decorrer do curso, agradeço em especial à minha grande amiga Polyana Carreiro, por estar sempre ao meu lado desde o início até aqui.

À todos que me ajudaram nas análises físico-químicas e trabalho: Francisca Célia, Raíssa Almeida, Vanessa Ellen. Obrigada pela ajuda, apoio e amizade.

À Gil Gilmar, pela amizade, paciência e incentivo, por estar ao meu lado nos momentos de aflição.

Aos amigos mais próximos que me apoiaram e incentivaram neste momento.

À todos que direta e indiretamente estiveram ao meu lado nesta etapa tão importante da minha vida. Muito Obrigada!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”
(Martin Luther King).

RESUMO

O mel é o produto alimentício doce, produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou de plantas. O presente estudo teve como objetivo verificar as características físico-químicas dos méis comercializados em feiras da cidade de Imperatriz-MA, visando avaliar a adequação dos mesmos aos parâmetros de qualidade estabelecidos pela legislação. Foram feitas análises físico-químicas de umidade, atividade de água, sólidos solúveis totais, cor, acidez, pH, açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hidroximetilfurfural. De acordo com os resultados obtidos, a cor das amostras de méis comercializadas em feiras de Imperatriz estavam de acordo com a legislação vigente. No entanto, para umidade, a amostra C estava em desacordo com a legislação. Para a acidez, as amostras B e E se apresentaram em não conformidade com legislação. Para açúcares redutores, somente as amostras B e E se apresentaram de acordo com a legislação. Os teores de sacarose das amostras A e F ultrapassaram os valores limites. O parâmetro hidroximetilfurfural que é indicativo de armazenamento inadequado, aquecimento ou adulteração, apresentou três amostras (A, B e E) fora dos valores definidos na legislação. Os parâmetros que não possuem legislação vigente, atividade de água, sólidos solúveis totais, pH e açúcares totais tiveram as seguintes variações: 0,58 a 0,66; 77,31 a 81,36°Brix; 3,00 a 3,81; 58,08 a 81,93%, respectivamente. Estes encontraram-se de acordo com os resultados descritos na literatura. Portanto, os méis não atenderam em sua totalidade as exigências estabelecidas pela legislação vigente para o mel *A. mellifera*.

Palavras-chaves: Umidade; hidroximetilfurfural; acidez; cor; açúcares.

ABSTRACT

Honey is a sweet food product of honey bees from the nectar of flowers or plants. The present study aimed to determine the physic-chemical characteristics of honeys sold in markets in the city of Imperatriz-MA, to evaluate the adequacy of the same quality parameters established by legislation. Were made physic-chemical analyzes of moisture, water activity, total soluble solids, color, acidity, pH, reducing sugars, sucrose, total sugars and hydroxymethylfurfural. According to the results, the color of the honey samples sold in fairs were in accordance with current legislation. However, for moisture, the sample C was at odds of legislation. The acidity of the samples B and E did not presented in accordance with legislation. For sugars, only samples B and E were taken according to the legislation. The sucrose content of the samples A and F exceeded the limits. The hydroxymethylfurfural parameter that is indicative of improper storage, heating or tampering, submitted three samples (A, B and E) outside the range defined in the legislation. The parameters that do not have legislation, water activity, total soluble solids, pH and total sugars had the following variations: 0.58 to 0.66, 77.31 to 81.36°Brix, 3.00 to 3.81, from 58.08 to 81.93%, respectively. These were found according to the results described in the literature. So Honeys not met in full the requirements established by legislation for *A. mellifera*.

Keywords: Moisture; hydroxymethylfurfural, acidity, color; sugars.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações físico-químicas estabelecidas pela legislação brasileira para análise de mel	17
Tabela 2 - Classificação da coloração do mel	25
Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão de umidade, atividade de água e sólidos solúveis totais de méis comercializados nas feiras de Imperatriz - MA.....	27
Tabela 4 - Valores médios e desvio padrão de cor, acidez total titulável e pH de méis comercializados nas feiras de Imperatriz - MA.....	29
Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão de açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hioximetilfurfural de méis comercializados nas feiras de Imperatriz - MA	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Mel de abelha.....	13
2.2	Produção	14
2.3	Qualidade.....	16
2.4	Composição físico-química do mel	18
2.4.1	<i>Umidade</i>	18
2.4.2	<i>Atividade de água</i>	18
2.4.3	<i>Cor</i>	19
2.4.4	<i>Acidez</i>	19
2.4.5	<i>pH</i>	20
2.4.6	<i>Açúcares</i>	20
2.4.7	<i>Hidroximetilfurfural</i>	21
2.4.8	<i>Índice de fomal</i>	22
2.4.9	<i>Condutividade elétrica</i>	22
2.4.10	<i>Cinzas</i>	23
2.4.11	<i>Atividade diastásica</i>	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	Análises Físico-químicas.....	24
3.1.1	<i>Umidade</i>	24
3.1.2	<i>Atividade de água</i>	24
3.1.3	<i>Sólidos solúveis totais</i>	24
3.1.4	<i>Cor</i>	25
3.1.5	<i>Acidez total titulável</i>	25
3.1.6	<i>pH</i>	25
3.1.7	<i>Açúcares redutores</i>	25

3.1.8	<i>Sacarose</i>	25
3.1.9	<i>Açúcares totais</i>	26
3.1.10	<i>Hidroximetilfurfural</i>	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Umidade, atividade de água e sólidos solúveis totais de méis comercializados em feiras de Imperatriz.....	27
4.2	Cor, acidez total titulável e pH de méis comercializados em feiras de Imperatriz.....	29
4.3	Açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hidroximetilfurfural de méis comercializados em feiras de Imperatriz	31
5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A origem da apicultura vem desde a pré-história, onde o homem aprendeu a manejar as colmeias de forma a retirar o mel das abelhas. Estudos apontam que as abelhas tem origem das vespas, há cerca de 165 milhões de anos. No Brasil, o surgimento da apicultura ocorreu em meados de 1880, quando Dom João II permitiu a importação de abelhas para o apiário do Rio de Janeiro (SOUZA, 2004).

Nos últimos anos, essa atividade tem crescido muito no Brasil, que ocupa o 6º lugar no *ranking* de exportação mundial. A criação racional de abelhas constitui-se uma atividade em que se consegue obter bons resultados econômicos, ecológicos e sociais. Essa atividade, desenvolvida ao longo do tempo por pequenos, médios e grandes produtores, vem despertando o interesse de muitos criadores e instituições do Brasil (RODRIGUES *et al.*, 2004). De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2011 a produção nacional de mel de abelha de 41.578 mil toneladas, foi 9,4% maior do que aquela registrada no ano anterior (IBGE, 2011). O mel é um fluido viscoso e doce produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das plantas, sendo produzido na colmeia. A composição do mel depende da sua origem floral, do estado de maturação do mel, as condições climáticas na colheita e a espécie da abelha (ALVES *et al.*, 2005). É um produto muito apreciado, pois possui alto valor energético, em decorrência da grande quantidade de carboidratos da sua composição. Por sua acidez e baixo pH o mel possui ação antibacteriana e antimicrobiana (BERA; MURADIAN, 2007).

É comum encontrar variações na composição físico-química do mel, pois vários fatores interferem na sua qualidade: condições climáticas, florada, estágio de maturação, espécie de abelha, processamento e armazenamento (MORAES, 2012). De acordo com Araújo, Silva e Sousa (2006), após sua colheita o mel continua sofrendo modificações físico-químicas e sensoriais, gerando a necessidade de produzi-lo dentro de níveis elevados de qualidade, controlando todas as etapas do seu processamento, afim de que se possa garantir um produto de qualidade. É um alimento apreciado por seu sabor característico e pelo seu considerável valor nutritivo, no qual sua oferta é bem menor que a procura, o seu preço é relativamente alto, o que incentiva por muitas vezes a sua adulteração, a qual é geralmente feita através de adição de açúcares comerciais, derivados de cana-de-açúcar e milho.

Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Instrução Normativa de nº 11, de 20 de outubro de 2000 regulamenta as características

sensoriais e físico-químicas do mel, estabelecendo um Padrão de Identidade e Qualidade. Os principais parâmetros da composição físico-química do mel avaliados são: umidade, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, minerais, cinzas, acidez, índice de diástase e hidroximetilfurfural (BRASIL, 2000).

Segundo Silva (2005), essas características dependem, principalmente, da matéria-prima utilizada pelas abelhas e pela espécie de abelha. De acordo com Vêras (2012), a caracterização físico-química dos méis é essencial para garantir sua qualidade no mercado, bem como para evitar adulterações e proteger o consumidor.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a adequação físico-química dos méis comercializados em feiras da cidade de Imperatriz-MA aos parâmetros de qualidade estabelecidos na legislação vigente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mel de abelha

Desde a pré-história e durante vários séculos, o mel foi retirado dos enxames de forma extrativista e predatória, por vezes causando danos às abelhas e ao ambiente. No entanto, com o tempo o homem foi aprendendo a proteger, instalar e manejar as colmeias de forma que houvesse maior produção de mel sem causar danos às abelhas, dando origem assim, a apicultura (PEREIRA *et al.*, 2003).

As abelhas descendem das vespas que deixaram de se alimentar de pequenos insetos e aranhas para se alimentarem do pólen das flores quando essas surgiram, há cerca de 165 milhões de anos. Ao longo desse processo evolutivo, surgiram diversas espécies, sendo conhecidas hoje mais de 20 mil espécies e cerca de 40 mil ainda não descobertas. Dentre as espécies produtoras de mel, estão as do gênero *Apis*, que são as mais conhecidas e difundidas. Estas representam 2% das espécies de abelhas sociais (àquelas que vivem juntas em grandes colônias) produtoras de mel. Estudos indicam que as abelhas da espécie *Apis mellifera* tenham surgido na África, porém só foram introduzidas no Continente Americano no período da colonização (PEREIRA *et al.*, 2003).

Existem divergências sobre quem introduziu as abelhas *Apis mellifera* no Brasil, porém a maioria dos registros aponta que os padres foram os pioneiros. No Decreto Lei nº 72, de 12 de julho de 1839, o Imperador Dom Pedro II permitia o padre Antônio Pinto Carneiro a importar abelhas da cidade de Porto (Portugal) e da Costa da África para a criação do apiário imperial, no Rio de Janeiro. Posteriormente, as abelhas italianas foram introduzidas no país, entre os anos de 1870 a 1880, marcando assim o início da apicultura brasileira com abelhas italianas (SILVA, 2010).

Segundo a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mel é o 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, no qual as abelhas coletam, transformam, combinam com substâncias específicas próprias e deixam madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

De acordo com Sodré *et al.* (2007), o mel consiste em uma substância natural, viscosa, aromática e doce produzida pelas abelhas através de duas reações sofridas pelo néctar. Uma das reações é física em consequência da desidratação, através da evaporação da colméia e absorção no papo. A outra reação é química, atuando sobre o néctar, convertendo a sacarose, pela enzima invertase, em glicose e frutose (LEGLER, 2000).

A composição físico-química e as características sensoriais, como sabor e cor do mel, dependem principalmente da origem floral. No entanto, estas podem sofrer alterações de diferentes fatores, como a espécie de abelha, o estado fisiológico da colônia, o estado de maturação do mel, as condições meteorológicas quando colhido, entre outros (ALVES *et al.*, 2005; FINCO; MOURA; SILVA, 2010).

Diante disso, a legislação brasileira, classifica o mel de acordo com alguns critérios. Quanto a sua origem floral, o mel é classificado em monofloral e polifloral, ou como mel de melato. De acordo com o procedimento de obtenção, pode ser classificado em escorrido, prensado e centrifugado. Quanto à apresentação, é classificado em mel, mel em favos, mel com pedaços de favos, mel cristalizado, cremoso ou filtrado (BRASIL, 2000).

Segundo Queiroz (2007), o mel se apresenta naturalmente em três formas: líquida, sólida e em favo. A forma líquida constitui-se na mais conhecida e preferida pelo consumidor, sendo comumente utilizada em produtos alimentícios e farmacêuticos. A forma sólida é a menos conhecida e por apresentar a forma cristalizada é menos apreciada pelo consumidor que associa à adulteração.

A utilização do mel em produtos alimentícios se deve principalmente a sua característica adoçante, como substituto do açúcar. Além disso, o mel é considerado um alimento que traz benefícios à saúde em virtude de suas qualidades terapêuticas tais como: atividade antibacteriana, antibiótica, anticárie, anti-inflamatória, antimicrobiana, bioestimulante e cicatrizante (FINCO; MOURA; SILVA, 2010; SILVA *et al.*, 2006).

2.2 Produção

A apicultura é uma das atividades que geram impactos positivos no âmbito social e econômico, além de contribuir na conservação dos ecossistemas vivos. Tal atividade permite a geração de inúmeros empregos e geração de renda, principalmente no que concerne à agricultura familiar, sendo desse modo, um fator determinante na melhoria da qualidade de vida do homem no meio rural (ZAMBERLAN; SANTOS, 2010). No Brasil, a atividade

apícola vem se expandindo nos últimos anos. Como consequência, o país é reconhecido como um dos maiores exportadores mundiais de mel, comercializando para os Estados Unidos, Japão e vários países da Europa (BOFFO, 2009).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (FAO, 2013), a produção mundial de mel em 2011 foi de 1.541.282 toneladas, sendo a China a líder do mercado. O Brasil, atualmente, está em 6º lugar como maior produtor mundial, ficando atrás da China, dos Estados Unidos, da Argentina, do México e do Canadá (PIRES, 2011). De acordo com dados do IBGE, a produção nacional em 2011 atingiu 41.578 mil toneladas de mel/ano (IBGE, 2011).

A ampla flora brasileira viabiliza a obtenção de méis provenientes de diversas floradas, durante o ano todo, com características sensoriais únicas. A apicultura tem espaço em todas as regiões do Brasil, obtendo-se mel na Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa Gaúcho, Pantanal e Cerrado. Diferente de outros tipos de exploração, a apicultura provoca pouco impacto ambiental e, devido à polinização pelas abelhas, favorece a manutenção dos ecossistemas (SABBAG; NICODEMO, 2011).

Neste cenário, destaca-se o semiárido nordestino, que embora seja uma região com períodos de chuva curtos e irregulares e grandes áreas com solos pouco férteis, apresenta matas silvestres diferenciadas pela intensidade de suas floradas naturais. Com isso, tem ocorrido o desenvolvimento de bons projetos apícolas, conseguindo-se mel sem contaminação química. Além disso, essas características que possibilitam tal potencial produtivo, também propiciam uma variação intensa nas características físico-químicas e de qualidade do mel (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2011).

Segundo dados do IBGE, em 2011 o Nordeste produziu 16.911 toneladas de mel, sendo o Piauí o maior produtor. O Estado do Maranhão encontra-se em 5º lugar no Nordeste, tendo produzido 1.107 toneladas de mel (IBGE, 2011).

Segundo Dutra *et al.* (2011), o estado do Maranhão, nos últimos anos, vem se destacando pelo elevado potencial apícola, visto que apresenta boa posição geográfica e possui grande número de ecossistemas. Ainda de acordo com o mesmo autor, apesar do forte potencial apícola do estado, pesquisas científicas relacionadas ao tema são incipientes, tornando necessários estudos sobre as características físico-químicas e farmacológicas do mel maranhense.

2.3 Qualidade

Segundo Queiroz (2007), variações na composição físico-química e nas características sensoriais do mel são bastante comuns. Vários são os fatores que intervêm na qualidade do mel, entre eles destacam-se a origem floral, a espécie da abelha, o estágio de maturação, as condições climáticas, o manejo utilizado pelo apicultor antes e após a colheita além do processamento e armazenamento (FUJII; RODRIGUES; FERREIRA 2008).

No que se refere à composição físico-química do mel, Silva *et al.* (2006) reportaram que este consiste em uma solução supersaturada de açúcares, sendo glicose e frutose responsáveis por 80% da quantidade total. No entanto, o mel possui também outros constituintes, ainda que em pequenas concentrações, que fazem deste um produto fonte de minerais (cálcio, cobre, ferro, magnésio, fósforo, potássio, entre outros), vitaminas, proteínas, enzimas, compostos fenólicos, pigmentos e ácidos orgânicos (CAMARGO *et al.*, 2006). Esses constituintes contribuem com as características de cor, odor e sabor (ALVES *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2008). De acordo com Venturini, Sarcinelli e Silva (2007), o mel possui cerca de 82,4 g de carboidratos totais em 100 g de mel, e cerca de 0,5 g de vitaminas, proteínas, aminoácidos e minerais.

O mel de abelha *Apis mellifera* é um produto muito apreciado, sendo considerado um alimento de alto valor energético, em virtude de sua alta quantidade de carboidratos. No entanto, tem sido alvo de adulterações com ingredientes de baixo valor comercial (BERA; MURADIAN, 2007). Segundo Capuci e Honorato (2012) isso é resultante do fato do mel ser um produto natural, com fornecimento limitado, e frequentemente de alto custo. Geralmente, a adulteração é feita com a adição de açúcares comerciais, como glicose, solução ou xarope de sacarose, melado e solução de sacarose invertida. No entanto, a forma mais comum de adulteração é a partir do caldo de cana-de-açúcar que é aquecido para concentrar o açúcar, posteriormente clarificado com aditivos químicos e, por último, adicionado ao mel (KRULISKI *et al.*, 2010).

Apesar de ser um produto que, por suas características físico-químicas, expresse alto nível de resistência ante a proliferação de microrganismos, a ação de fatores externos, como condições de manipulação, estocagem, fatores ambientais etc., pode interferir de modo negativo em sua qualidade final. Vários tipos de microrganismos podem ser incorporados ao mel pela própria abelha ou pela falta de higiene do manipulador no momento da extração e beneficiamento. Portanto, o controle de qualidade é uma etapa fundamental para que o mel

seja comercializado com as suas características naturais conservadas (BARROS, 2011; LIEVEN *et al.*, 2009).

No Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel disposto na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, explicita os critérios de qualidade para o mel definidos pelas suas características sensoriais (cor, sabor, aroma e consistência) e físico-químicas (teor de açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais, pólen, acidez, atividade diastásica e hidroximetilfurfural) (TABELA 1) (BRASIL, 2000).

Tabela 1 - Especificações físico-químicas estabelecidas pela legislação brasileira para a análise de mel.

Parâmetro	Especificação	
	Mel Floral	Mel de Melato
Umidade	Máximo 20%	
Açúcares redutores	Mínimo 65%	Mínimo 60%
Sacarose aparente	Máximo 6%	Máximo 15%
Sólidos insolúveis	Máximo 0,1%	
Minerais	Máximo 0,6%	Máximo 1,2%
Acidez	Máximo 50 mEq/Kg	
Índice de diástase	Mínimo 8 na escala Goethe ou 3 se HMF inferior a 15 mg/Kg	
Hidroximetilfurfural (HMF)	Máximo 60 mg/Kg	

Fonte: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel disposto na Instrução Normativa nº 11 (BRASIL, 2000). (Adaptado pelo autor)

A determinação de parâmetros físico-químicos dos méis é importante para sua caracterização, como também é primordial para garantir a qualidade desse produto no mercado (CAPUCI; HONORATO, 2012). Desta forma, é necessário que haja algumas análises para a determinação da sua qualidade para que seja comercializado.

2.4 Composição físico-química do mel

A determinação das características físico-químicas de méis é essencial para garantir a qualidade deste produto no mercado (WELKE *et al.*, 2008). Essas determinações são realizadas objetivando comparar os resultados com os padrões definidos por órgãos oficiais (ANACLETO, 2009).

As características físico-químicas do mel ainda são pouco conhecidas, principalmente nas regiões tropicais onde existe grande diversidade de flora apícola associada às taxas elevadas de umidade e temperatura (SÓDRE, 2005).

2.4.1 Umidade

A umidade no mel é indubitavelmente um dos atributos mais importantes, pois pode influenciar na viscosidade, maturidade, conservação, sabor e cristalização do produto. Esta pode ser alterada posteriormente à retirada do mel da colmeia, em razão das condições de armazenamento após a extração (BERA; MURADIAN, 2007; CARVALHO *et al.*, 2005).

A água contida no mel de *A. mellifera*, em termos de quantidade, constitui o segundo componente, podendo variar entre 15 a 20%, de acordo com a origem floral, o clima e a colheita antes do final da reação de desidratação na colmeia. Em condições de umidade elevada, o mel pode fermentar pela ação de microrganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar). Estes microrganismos estão presentes no néctar, no solo, nas áreas de extração e de armazenamento (ANACLETO, 2007).

Welke *et al.* (2008), obtiveram valores de umidade que variaram de 14,7 a 19,8%, sendo considerados apropriados para garantir a ausência de fermentação. Em contrapartida, Silva (2005) encontrou valores que variaram de 17,4 a 21,0%, em méis da região de Jaguaribe, Ceará.

2.4.2 Atividade de água

A atividade de água é um parâmetro que define a água disponível no alimento para o metabolismo dos microrganismos, estando ligada às macromoléculas, por forças físicas (MERABET, 2011). A higroscopicidade do mel é uma característica que deve ser observada,

visto que um ambiente com alta taxa de umidade relativa altera a atividade de água e, conseqüentemente, auxilia na deterioração do produto (PEREIRA, 2010).

Os méis com alto teor de açúcares, geralmente apresentam baixa atividade de água, caracterizando-os como microbiologicamente estáveis. No entanto têm tendência a absorver umidade (MERABET, 2011).

Bendini e Souza (2008) relataram valores de atividade de água variando de 0,62 a 0,76 em méis do Estado do Ceará. Estes valores encontram-se um pouco acima dos valores encontrados por Oliveira *et al.* (2008), que encontraram valores na média de 0,59. De acordo com esses autores, os resultados encontrados podem ser considerados bons, já que a maioria dos microrganismos que causam deterioração possui dificuldade de se desenvolver em produtos com atividade de água inferiores a 0,90.

2.4.3 Cor

A cor do mel depende quase que, exclusivamente, da origem floral, mas outros fatores também interferem na cor, como o processamento, armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura dentro da colmeia (LIRIO, 2010).

Dependendo da cor, outras características sensoriais se alteram, como sabor e aroma. Estudos apontam que quanto mais escuro for o mel, maior o seu teor de minerais, porém, o mel escuro possui um menor valor comercial se comparado ao de cor clara, que é o preferido do consumidor, sendo este, vendido com maior preço (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

Sodré (2005) constatou, para méis do Estado do Ceará, uma predominância na cor âmbar clara (40%), enquanto que para os méis do Estado do Piauí constatou uma cor âmbar extra clara (52,69%).

2.4.4 Acidez

Os ácidos orgânicos representam cerca de 0,57% do mel, e compreendem o ácido glucônico, que é resultante do processo de digestão enzimática da glucose, e a ação de bactérias durante a maturação do mel (GOMES, 2009). Eles são responsáveis pela acidez no mel e colaboram de forma considerável para o seu sabor característico (PEREIRA, 2010).

A acidez é um componente importante, pois este contribui para a estabilidade do mel diante do desenvolvimento microbiano (SILVA; BANDEIRA, 2012). Quando o mel é aquecido em excesso desenvolve-se o HMF por decomposição de alguns açúcares, que por sua vez, se decompõem em ácidos levulínicos e fórmico, contribuindo ambos para altas taxas de acidez (CARVALHO *et al.*, 2005). Silva *et al.* (2013) relataram valores de acidez total na faixa de 24,91 mEq/kg, encontrando-se condizentes com a legislação brasileira.

2.4.5 pH

O pH pode influenciar no desenvolvimento de outros componentes no mel, bem como na velocidade de formação do HMF (SILVA; BANDEIRA, 2012). Desse modo, o pH pode ser utilizado como um indicativo do estado de conservação do mel. Todos os méis possuem acidez elevada, geralmente na faixa de 3,3 a 4,6 e o seu pH é influenciado pela concentração de diversos ácidos, pelo teor de minerais (cálcio, sódio e potássio) e cinzas, e também pela origem botânica, sendo que os méis mais ricos em sais, possuem acidez mais elevada (CARVALHO *et al.*, 2005; PEREIRA, 2010).

Valores muito baixos de pH podem ter relação com adulteração por xarope de sacarose ou amido invertido por hidrólise ácida, à medida que valores muito altos indicam que pode ter sido adicionado calda de sacarose sem adição de ácido. Assim sendo, para confirmar que houve adulteração é necessário que o mel seja avaliado por outros parâmetros como atividade diastásica e HMF (VÉRAS, 2012).

Silva e Bandeira (2012), encontrou valores de pH que variaram de 3,55 a 3,60, sendo esses valores condizentes com a legislação, que estabelece limites de 3,3 a 4,6 para pH de *Apis mellifera*.

2.4.6 Açúcares

Os açúcares apresentam-se como os maiores constituintes do mel, estando a glicose a frutose, em frações quase iguais. Estes açúcares redutores são os componentes em maior concentração no mel, representando em torno de 85 a 95% na sua composição. (VÉRAS, 2012).

Em estudo realizado por Sodré (2005) avaliando a qualidade de méis no Estado do Ceará foram obtidos valores de açúcares redutores variando de 73,77% a 84,65%. Tais

valores evidenciaram que as amostras de méis colhidos estavam de acordo com a legislação vigente que estabelece um mínimo de 65%. Já em estudo realizado por Souza *et al.* (2009), com 33 amostras de méis do Estado da Bahia, foram obtidos 16 amostras em desacordo com os valores da legislação para açúcares redutores.

Além dos açúcares redutores, o mel também é constituído por sacarose, oligossacarídeo não redutor, representando de 2 a 3% dos carboidratos presentes no mel. O surgimento de grandes concentrações deste açúcar indica uma colheita prematura antes do período ótimo, impossibilitando uma ação eficiente da enzima invertase sobre a sacarose que pode também indicar adulteração. A frutose, normalmente é o constituinte predominante, sendo o responsável pela doçura do mel e sua alta higroscopicidade, e a glicose, por ter pouca solubilidade, determina a tendência da cristalização do mel (VÉRAS, 2012).

Estudos afirmam que o nível médio de frutose no mel de abelha *Apis mellifera* é de 39,3% e a glicose é de 32,9%, sendo que um mel com altas concentrações de frutose pode conservar-se em estado líquido por períodos prolongados ou jamais cristalizar (ANACLETO, 2007).

2.4.7 Hidroximetilfurfural

O hidroximetilfurfural (HMF) é o produto formado pela reação de açúcares com ácidos (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Seu conteúdo pode aumentar em decorrência de diversos fatores como, elevação de temperatura, armazenamento inadequado, adição de açúcar invertido, também pode ser afetado pela acidez, conteúdo de minerais, pH e água (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2011; SILVA; BANDEIRA, 2012).

A presença desse composto também se relaciona com a degradação por “envelhecimento” (LIRIO, 2010). Isto ocorre porque, o mel recém-extraído contém baixo teor de HMF. No entanto, se armazenado por muito tempo em condições inadequadas de temperatura, ou for aquecido a temperaturas superiores a 40°C os açúcares presentes no mel, em especial a frutose, desidratam e transformam-se em HMF (COSTA; PEREIRA; PRATA FILHO, 2005; KRULISKI *et al.*, 2010).

Segundo Vêras (2012), a temperatura de armazenamento é o fator principal na manutenção da qualidade do mel, e o controle dessa temperatura é indispensável para a sua comercialização, visto que nos dias mais quentes do ano há uma maior formação de HMF.

Anacleto (2007), encontrou valores médios de 17,88 mg/kg para diversas amostras de méis analisados. Esses valores foram diferentes dos encontrados por Sodré *et al.* (2007), que obtiveram média de 31,45 mg/kg, estando este acima do valor permitido na legislação, indicando superaquecimento, armazenamento inadequado ou adulteração.

2.4.8 Índice de formol

O índice de formol no mel representa os aminoácidos livres e uma pequena porção de proteínas, permitindo assim, a avaliação do seu conteúdo. Trata-se então, de um indicativo da presença de nitrogênio no mel (FERREIRA, 2008).

O índice de formol pode ser utilizado como indicador de adulteração, uma vez que se apresentar valor muito baixo pode ser um indicativo da presença de produtos artificiais. No entanto, se este apresentar valor muito alto, demonstra que as abelhas foram alimentadas com hidrolisado de proteínas. Sendo assim, o índice de formol é um parâmetro importante para a comprovação da autenticidade do mel (SODRÉ, 2005).

Sodré (2005) verificou valores que variaram de 4 a 13 mL/kg para o Estado do Ceará e 5 a 11 mL/kg para o Estado do Piauí. Não existindo valores estabelecidos pela legislação brasileira. Valores próximos aos verificados por Sodré (2005) foram encontrados por Marchini *et al.* (2005) que encontrou valores que variaram de 5,00 a 12,50 mL/kg para méis de eucalipto.

2.4.9 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é um parâmetro importante para a determinação da origem botânica do mel (BENDINI; SOUZA, 2008). Além disso, pode servir como indicador de possível adulteração. A condutividade elétrica tem ligação com o conteúdo de cinzas, acidez e pH, minerais, proteínas e outras substâncias presentes no mel (ANACLETO, 2007).

Bendini e Souza (2008), analisando méis colhidos no Estado do Ceará provenientes da florada do cajueiro, obtiveram condutividade elétrica que variou entre 179 a 198 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sendo o valor médio $187 \pm 4,8 \mu\text{S cm}^{-1}$. Já Marchini *et al.* (2005), analisando méis de *Apis mellifera* do Estado de São Paulo conseguiram grandes variações, na faixa de 331,00 a 1257,33 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

2.4.10 Cinzas

O teor de cinzas compõe um parâmetro muito utilizado para as determinações que visam conferir a qualidade do mel, isto porque este expressa a riqueza do mel em minerais. O mel puro, quando processado adequadamente, proporciona baixos teores de cinzas. Assim, é um critério que permite identificar anormalidades no mel, como por exemplo, restos de tinta, cera do favo, insetos e pedaços de madeira. Ou seja, está inteiramente ligado à falta de higiene e a não filtração no final do processo do mel, pelo apicultor. O conteúdo de cinzas também se relaciona com a cor do mel, visto que quanto mais escuro, mais cinzas ele contém (ANACLETO, 2007; PEREIRA, 2010).

Anacleto *et al.* (2009) encontraram porcentagens de cinzas na faixa de 0,21 a 0,60%, com valor médio de 0,39%. O valor determinado pela legislação para porcentagem de cinzas é de no máximo 0,60%, estando então, os valores encontrados pelo autor dentro dos limites estabelecidos.

2.4.11 Atividade diastásica

A diástase é o nome dado à enzima α -amilase, presente no mel, tendo por função digerir o amido. Esta é formada principalmente pelas glândulas hipofaringeadas das abelhas, sendo encontrada também, nos grãos de pólen (SODRÉ, 2005).

Sua principal relação com mel é que esta enzima é extremamente sensível ao calor, sendo utilizada para avaliar a qualidade do mel, indicando sobre o grau de conservação e superaquecimento, o que comprometeria seriamente o produto (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2011).

A legislação permite atividade diastásica como mínimo oito na escala Göthe. Os méis com baixo conteúdo enzimático devem ter como mínimo uma atividade diastásica correspondente a três na escala Göthe, sempre que o conteúdo de HMF não exceda a 15mg/Kg (BRASIL, 2000).

Almeida Filho *et al.* (2011) obtiveram um teor médio de atividade diastásica de 8,03, como valores mínimo e máximo que variaram de 6,63 e 9,57, valores estes condizentes com a legislação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório da Universidade Federal do Maranhão, Campus Imperatriz, onde foram realizadas as análises físico-químicas do mel de abelha. Para isto, foram coletadas, em três feiras locais, seis amostras de mel floral (duas amostras em cada feira), sendo representadas por A, B, C, D, E e F. As análises foram realizadas em triplicata para cada amostra. Para a caracterização do mel, foram realizadas determinações de: umidade, atividade de água, sólidos solúveis totais, cor, acidez, pH, açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hidroximetilfurfural.

3.1 Análises físico-químicas

3.1.1 Umidade

A umidade foi determinada por método refratométrico, com refratômetro de bancada de marca NOVA 2WA, com escala de 1,300 a 1,720, por método descrito pelo Instituto Adolf Lutz (IAL) (2008). A leitura foi realizada a temperatura ambiente e corrigida para 20°C.

3.1.2 Atividade de água

A atividade de água foi determinada com uso do aparelho Aqualab, marca BrasEq e modelo S4TE. Os resultados foram obtidos por leitura direta no equipamento.

3.1.3 Sólidos solúveis totais

As determinações de sólidos solúveis totais foram feitas em refratômetro de bancada, marca NOVA 2WA, com escala de 0 a 95°Brix, de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (IAL) (2008). A leitura foi realizada a temperatura ambiente e corrigida para 20°C.

3.1.4 Cor

A classificação da cor dos méis foi realizada em espectrofotômetro de marca FEMTO CIRRUS 80ST, com leitura a 560 nm, utilizando como branco a glicerina pura. A leitura encontrada, posteriormente foi transformada em cor pela escala de Pfund (Tabela 2) (PIRES, 2011).

Tabela 2 – Classificação da coloração do mel.

Cor	Escala de Pfund	Faixa de cor
Branco d'água	1 a 8 mm	0,030 ou menos
Extra branco	Mais de 8 17 mm	Mais de 0,030 inc. 0,060
Branco	Mais de 17 a 34 mm	Mais de 0,060 inc. 0,120
Extra âmbar-claro	Mais de 34 a 50 mm	Mais de 0,120 inc. 0,188
Âmbar-claro	Mais de 50 a 85 mm	Mais de 0,188 inc. 0,440
Âmbar	Mais 85 a 114 mm	Mais de 0,440 inc. 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114 mm	Mais de 0,945 inc

Fonte: Brasil (1985).

3.1.5 Acidez total titulável

A acidez foi determinada segundo metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008), por titulação com solução de NaOH sob agitação. Utilizou-se para acidez, 10 g de mel com 75 mL de água destilada e 3 gotas de solução de fenoftaleína como indicador.

3.1.6 pH

O pH foi medido diretamente em solução de 75 mL contendo 10 g de mel, utilizando um potenciômetro (INSTRUTHERM, modelo RS 232), aferido com soluções tampões de pH 4 e 7.

3.1.7 Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados por espectrofotometria, utilizando-se ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS), de acordo com a metodologia descrita por Miller (1959). Os resultados obtidos foram expressos em grama (g) de glicose/ 100 mL de amostra.

3.1.8 Sacarose

A sacarose é um dissacarídeo não redutor, constituído por duas moléculas de açúcares redutores (glicose e frutose), unidas por uma ligação glicosídica (BORSATO, 2013). Diante disto, a sacarose foi determinada a partir da diferença de açucares totais e açucares redutores.

3.1.9 Açúcares totais

Na determinação dos açúcares totais foi realizada uma inversão ácida com ácido clorídrico P.A., sendo em seguida determinados os açúcares totais, segundo Miller (1959). Os resultados obtidos foram expressos em glicose/ 100 mL de amostra.

3.1.10 Hidroximetilfurfural

Foi utilizado método espectrofotométrico, com leitura a 284 nm e a 336 nm, conforme método descrito por IAL (2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Umidade, atividade de água e sólidos solúveis totais de méis comercializados em feiras de Imperatriz

Os resultados para os parâmetros umidade, atividade de água e sólidos solúveis totais dos méis comercializados em feiras de Imperatriz estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão de umidade, atividade de água e sólidos solúveis totais de méis comercializados em feiras de Imperatriz-MA.

Amostra	Umidade (%)	Atividade de água	Sólidos solúveis totais (°Brix)
A	19,13 ± 0,50	0,60 ± 0,01	79,26 ± 0,51
B	17,00 ± 0,00	0,58 ± 0,00	81,36 ± 0,05
C	21,07 ± 0,83*	0,65 ± 0,03	77,31 ± 0,76
D	20,33 ± 0,50	0,66 ± 0,03	78,01 ± 0,54
E	18,53 ± 1,29	0,60 ± 0,03	80,56 ± 0,35
F	19,20 ± 0,40	0,62 ± 0,01	79,12 ± 0,51

* Valores em desacordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel (BRASIL, 2000).

Os valores de umidade das amostras de méis avaliadas variaram de 17,00 a 21,07% (TABELA 2). De acordo com os resultados obtidos, o teor de umidade da amostra C encontrou-se em desacordo com a legislação vigente que estabelece um máximo de 20% para os méis florais (BRASIL, 2000). A maior umidade obtida nessa amostra pode ser resultante da colheita do mel antes de sua completa maturidade, da umidade ambiente elevada e, ainda de armazenamento inadequado. (WELKE *et al.*, 2008).

Esse valor acima da legislação da amostra C indica que esta estará sujeita à fermentação (CARVALHO *et al.*, 2005). Marchini *et al.* (2005) avaliando amostras de méis produzidos no Estado de São Paulo observou que houve uma porcentagem considerável (36,40%) de méis fora das normas de qualidade do mel brasileiro.

Segundo Padilha (2006), o conteúdo de umidade do mel é crítico, pois este afeta o tempo de estocagem. Esse autor afirma que somente méis com umidade menor que 18%

podem ser estocados com pouco ou nenhum risco de fermentação. Baseado neste autor, além da amostra C, A, D, E e F, também apresentariam risco de fermentação.

Para atividade de água, os valores das amostras de méis variaram de 0,58 a 0,66, sendo os maiores valores para as amostras C e D (TABELA 2). A atividade de água não é um parâmetro estabelecido na legislação, porém, indica a possibilidade de desenvolvimento microbiano. Estes dois parâmetros (umidade e atividade de água), em quantidades altas, indicam uma menor vida útil do mel (SOUZA *et al.*, 2009).

De acordo com Monte *et al.* (2013), esta característica ainda é pouco avaliada nos méis. Esses autores obtiveram valores próximos ao do presente estudo ao avaliarem a qualidade de méis produzidos no Piauí. Valores próximos ao deste estudo também foram reportados por Schablitz, Silva e Souza (2010). Esses autores analisando méis do Estado do Rio Grande do Sul encontraram valores de atividade de água entre 0,54 a 0,62.

Os valores obtidos para sólidos solúveis totais das amostras de méis comercializadas em Imperatriz variaram de 77,31 a 81,36°Brix (TABELA 2). Tais valores estão em conformidade com os encontrados por Santos, Oliveira e Martins (2011), que avaliando méis comercializados no Estado do Ceará, encontrou valores que variaram de 73,46 a 81,26°Brix.

Os sólidos solúveis totais não é um parâmetro estabelecido na legislação e seu teor aponta o quanto o mel é doce, pois está relacionado com a quantidade de açúcar. A determinação dessa característica é importante pelo fato do consumidor preferir méis com menor teor de açúcar (SILVA *et al.*, 2009).

4.2 Cor, acidez total titulável e pH de méis comercializados em feiras de Imperatriz

Os resultados para cor, acidez total titulável e pH dos méis comercializados em feiras de Imperatriz estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 4 - Valores médios e desvio padrão de cor, acidez total titulável e pH de méis comercializados em feiras de Imperatriz-MA.

Amostra	Cor	Acidez total titulável (mEq/kg)	pH
A	Âmbar-claro	47,95 ± 0,08	3,17 ± 0,01
B	Âmbar-claro	64,67 ± 1,66*	3,00 ± 0,11
C	Âmbar	28,09 ± 0,78	3,79 ± 0,03
D	Âmbar	25,69 ± 0,80	3,81 ± 0,09
E	Âmbar	65,95 ± 0,69*	3,07 ± 0,15
F	Âmbar-claro	37,08 ± 0,16	3,39 ± 0,07

* Valores em desacordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel (BRASIL, 2000).

Para o parâmetro cor, nas amostras de méis analisadas, verificou-se a coloração variando de âmbar a âmbar-claro (TABELA 3). Todas as amostras analisadas enquadram-se nos critérios estabelecidos pela legislação vigente, a qual classifica o mel de incolor a âmbar escuro (BRASIL 2000). Resultados semelhantes ao deste estudo foram obtidos por Anacleto (2007). Esse autor ao avaliar méis do Estado de São Paulo encontrou coloração variando de âmbar ao âmbar extra-claro, prevalecendo a cor âmbar.

A coloração do mel associa-se à sua origem floral, no entanto os componentes responsáveis pela cor ainda não são conhecidos. Estudos apontam que os minerais são uns dos fatores responsáveis pela cor do mel, no entanto o armazenamento prolongado, a exposição à luz, o aquecimento e a colheita podem escurecer o mel. No mercado mundial, avalia-se o mel por sua cor, estando os méis mais claros na lista dos preferidos pelo consumidor, tendo também preços mais elevados (ALVES *et al.*, 2005). Diante disso, os méis avaliados neste estudo estão dentro dos níveis de aceitação do consumidor.

Para acidez, a legislação brasileira estabelece um limite de acidez máxima de 50 mEq/Kg no mel (BRASIL, 2000). Diante disso, no presente estudo, as amostras B

(64,67±1,66 mEq/Kg) e E (65,95±0,69 mEq/Kg) tiveram valores fora dos padrões da legislação (TABELA 3).

A acidez no mel é resultante da ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose, originando o ácido glucônico. A enzima continua atuando no mel mesmo durante o armazenamento, pois esta permanece em atividade no mel ainda depois do processamento. Mendes *et al.* (2009) citam que um alto teor de acidez pode ser indicativo da fermentação dos açúcares a ácidos orgânicos.

Soares, Aroucha e Góis (2011), em seu estudo com méis silvestres no Rio Grande do Norte encontraram valores altos de acidez, na faixa de 26,73 a 126,77 mEq/kg. Aroucha *et al.* (2008) afirmaram que acidez acima do limite pode ser explicada por armazenamento inadequado do produto e processo de fermentação por leveduras. Portanto, neste estudo as amostras B e E podem ter sofrido fermentação.

Para pH, os valores dos méis comercializados em feiras, variaram de 3,00 a 3,81 (TABELA 3). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os valores de pH variam de 3,3 a 4,6 (BRASIL, 1985). Portanto, neste estudo as amostras A (3,17±0,01), B (3,00±0,11) e E (3,07±0,15) estão abaixo dos padrões estabelecidos pela legislação anterior. Para Moraes (2012), valores de pH abaixo de 4,0 caracterizam méis muito ácidos, os quais previnem o desenvolvimento de microrganismos, auxiliando na preservação do produto.

No entanto, valores alterados de pH podem indicar adulteração ou fermentação deste mel (CAPUCI; HONORATO, 2012). Apesar da análise do mel não ser obrigatória atualmente, esta se mostra útil como um auxiliar na avaliação da qualidade do mel, bem como para auxiliar na avaliação da acidez total do mel (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2011). Portanto, os menores valores de pH obtidos para as amostras A, B e E podem estar relacionados a uma maior acidez, e consequentemente a amostras fermentadas. Tal fato se justifica por essas amostras terem apresentado os maiores valores de acidez.

4.3 Açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hidroximetilfurfural de méis comercializados em feiras de Imperatriz

Os resultados para açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hidroximetilfurfural, de méis comercializados em feiras de Imperatriz, estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão dos açúcares redutores, sacarose, açúcares totais e hidroximetilfurfural de méis comercializados em feiras de Imperatriz-MA.

Amostra	Açúcares redutores (%)	Sacarose (%)	Açúcares totais (%)	Hidroximetilfurfural (mg/kg)
A	62,69 ± 1,56*	19,24 ± 0,15*	81,93 ± 0,20	86,98 ± 0,34*
B	65,68 ± 0,36	4,62 ± 0,52	70,30 ± 0,69	70,66 ± 0,89*
C	58,84 ± 0,00*	2,99 ± 0,10	61,83 ± 0,33	20,11 ± 0,29
D	55,78 ± 0,01*	2,30 ± 0,99	58,08 ± 2,09	26,95 ± 1,00
E	65,93 ± 0,10	3,33 ± 1,72	69,26 ± 1,01	65,12 ± 0,21*
F	60,27 ± 0,34*	13,66 ± 1,13*	73,93 ± 1,40	43,61 ± 0,62

* Valores em desacordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel (BRASIL, 2000).

Segundo a legislação vigente (BRASIL, 2000), o limite mínimo para açúcares redutores é 65% e para sacarose é de no máximo 6%. Neste estudo, para açúcares redutores das amostras de méis avaliadas, observou-se que as amostras A (62,69±1,56%), C (58,84±0,00%), D (55,78±0,01%) e F (60,27±0,34%) estavam em desacordo com a legislação. Para açúcares não redutores observou-se que as amostras A (19,24±0,15%) e F (13,66±1,13%) não estavam de acordo com a legislação (TABELA 4).

Os açúcares redutores são influenciados pela umidade, pelo fato do mel ser constituído em sua maioria de açúcares e água. Dessa forma, quando o teor de água estiver elevado, o teor de açúcares tenderá a ser reduzido (PEREIRA, 2010). Tal afirmativa condiz com os resultados obtidos neste trabalho, pois as amostras C e D apresentaram-se com os maiores teores de umidade (21,07±0,83 e 20,33± 0,50%) e menores teores de açúcares redutores (58,84±0,00 e 55,78±0,01%).

Valores abaixo de 65% para açúcares redutores podem indicar fraude por adição de sacarose. Isso pode ser confirmado pela determinação de sacarose aparente. Assim, as

amostras A e F foram fraudadas pela adição de sacarose (ALVES *et al.*, 2005; SANTOS; OLIVEIRA; MARTINS, 2011).

Para açúcares totais, os valores das amostras de méis avaliadas variaram de 58,08 a 81,93% (TABELA 4). Não existem especificações para açúcares totais no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel (BRASIL, 2000).

Souza *et al.* (2004), avaliando amostra de mel de *Melipona asilvai*, encontraram valores de açúcares totais que variaram de 67,72 a 84,99%, estando estes próximos aos encontrados neste trabalho. Já Souza (2008), trabalhando com méis do Estado da Bahia encontrou valores de 50,6 a 95,6%.

O limite estabelecido pela legislação brasileira para HMF é de no máximo 60 mg/kg (BRASIL, 2000). Das amostras de méis analisadas, A ($86,98 \pm 0,34$ mg/kg), B ($70,66 \pm 0,89$ mg/kg) e E ($65,12 \pm 0,21$ mg/kg) encontraram-se acima do limite permitido pela legislação (TABELA 5).

Os maiores teores obtidos de HMF das amostras pode ser resultante de diversos fatores como armazenamento inadequado, longo tempo de estocagem, exposição à temperaturas elevadas e adulteração. De acordo com Barros (2011), o HMF sofre alteração gradualmente de acordo com o tempo de estocagem. Segundo Marchini *et al.* (2005), o teor de HMF é um indicativo de aquecimento, armazenamento inadequado ou adulteração com açúcar invertido. No entanto, os méis de países subtropicais podem ter, facilmente, um alto teor de HMF sem que este tenha sido adulterado ou submetido a altas temperaturas.

Resultados semelhantes ao deste estudo foram obtidos por outros autores. Vargas (2006) encontrou valores que variaram de 0,37 a 83,83 mg/kg em méis do Estado do Paraná. Gomes (2009) em seu estudo sobre caracterização e avaliação de méis comerciais também encontrou altos valores que variaram de 18 a 94 mg/kg.

5 CONCLUSÕES

Os méis não atenderam na totalidade as exigências estabelecidas pela legislação vigente para o mel de *A. mellifera*.

O teor de umidade da amostra C apresentou não conformidade com a legislação. Para a acidez, as amostras B e E não estavam em conformidade. Os açúcares redutores, das amostras A, C, D e F estão fora dos padrões da legislação, e para sacarose as amostras A e F estão também acima dos limites. As amostras A, B e E apresentaram-se fora dos padrões no que se refere ao hidroximetilfurfural, indicando que o mel pode ter sido mal armazenado.

Para a análise de cor, as amostras de méis avaliadas das feiras de Imperatriz, se encontraram dentro do padrão mínimo estabelecido na legislação vigente.

Os demais parâmetros (atividade de água, sólidos solúveis totais, pH e açúcares totais) que não se encontram descritos na legislação, estão de acordo com os encontrados na literatura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, J. P.; MACHADO, A. V.; ALVES, F. M. S.; QUEIROGA, K. H.; CÂNDIDO, A. F. M. C. Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal – PB. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil), v.6, n.3, p.83 – 90, jul/set. 2011.
- ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 644-650, out.-dez. 2005.
- ANACLETO, D. A.; SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(3): 535-541, jul.-set. 2009.
- ANACLETO, D.A. **Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo.** Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2007.
- ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUZA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, 2066. Semestral. ISSN 1519-5228
- AROCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, A. J. F.; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ, P. B.; SANTOS, M. C. R. Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da IAGRAM e comercializados no município de Mossoró/RN. **Caatinga** (Mossoró,Brasil), v.21, n.1, p.211-217, jan/mar. 2008.
- BARROS, L. B. **Perfil sensorial e de qualidade do mel de abelha (*Apis mellifera*) produzido no estado do Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, 2011.
- BARTH, M. O.; MAIORINO, C. M.; BENATTI, A. P. T.; BASTOS, D. H. M. **Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indicados monoflorais do Sudeste do Brasil.** **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(2): 229-233, abr./jun. 2005.
- BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p. 564-567, mar/abr, 2008.
- BERA, A.; MURADIAN, L. B. A. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(1): 49-52, jan.-mar. 2007.

BOFFO, E. F. **Utilização da RMN aliada a métodos quimiométricos na análise de méis e aguardentes**. 2009. 177 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

BORSATO, D. M.; **Composição química, caracterização polínica e avaliação de atividades biológicas de méis produzidos por meliponíneos do Paraná (Brasil)**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Curitiba, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel**. Diário Oficial, 20 de outubro de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Portaria nº6, de 25 de julho de 1985. **Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para o Mel, cera de Abelhas e Derivados**. Diário Oficial da União, de 02 de julho de 1985, Seção 1, p. 11100, 1985.

CAPUCI, K.; HONORATO, C. A. Efeito da temperatura de estocagem na qualidade do mel. **Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN**, v1, n.1, 2012.

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Série meliponicultura, n. 04, 1 ed., 2005.

OLIVEIRA, M. E. C.; FERREIRA, A. F.; PODEROSO, J. C. M.; LESSA, A. C. V.; ARAÚJO, E. D.; CARNELOSSI, M. A. G; RIBEIRO, G. T. Atividade de Água (Aw) em Amostras de Pólen Apícola Desidratado e Mel do Estado de Sergipe. **Revista da Fapese**, v.4, n. 2, p. 27-36, jul./dez. 2008.

COSTA, C.C.; PEREIRA, R. G.; PRATA FILHO, D. A. Influência de centrífuga no processamento do mel de abelha. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.809-816, set./dez. 2005. Disponível: < <http://www.agronline.com.br/agrociencia/artigo/50>>. Acesso em: 22 jun 2013

DUTRA, M. B. L.; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, D.; SILVA, A. F.; DUTRA, A. M.; GOMES, J. C. Diagnóstico das condições de colheita e processamento de mel de abelhas *Apis mellifera*. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão (PR), v.2, n.2, p.120-127, Jul./Dez., 2011.

FAO. Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 26 de jun. 2013.

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, jul.-set. 2010.

FUJII, I. A.; RODRIGUES, P. R. M.; FERREIRA, M. N. Caracterização físico-química do mel de guaranzeiro (*Paullinia cupana var. sorbilis*) em Alta Floresta, Mato Grosso. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.3, p 645-653, jul/set, 2009.

GOMES, S. P. M. **Caracterização e avaliação biológica de meis comerciais**. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior Agrária de Bragança, 2009.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 6. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.1020p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. v. 39, 2011.

LENGLER, S. **Controle de qualidade do mel**. Santa Maria, 2000. Disponível em: <http://hbjunior19.files.wordpress.com/2012/06/controle_de_qualidade_do_mel.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2013.

LIEVEN, M.; CORREIA, K. R.; FLOR, T. L.; FORTUNA, J. L. Avaliação da qualidade microbiológica do mel comercializado no extremo sul da Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**. v.33, n.4, p.544-552 out./dez. 2009.

LIRIO, F. C. **Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de méis florais irradiados**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2010.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C., OTSUK, I. P. **Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 25(1): 8-17, jan./mar. 2005.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises de mel: revisão. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.22, n.2, p.07-14, abr/jun 2009.

MERABET, L. P. Determinação da atividade de água, teor de umidade e parâmetros microbiológicos em compostos de mel. **Oikos: Revista Brasileira de Economia Doméstica**, Viçosa, v. 22, n.2, p. 213-232, 2011.

MILLER, G.L. Use for dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytic Chemistry**, Washington, v.31, p 426-428, 1959.

MONTE, A, M.; AZEVEDO, M. L. X.; CARDOSO FILHO, F. C.; RODRIGUES, A. M. D. R.; Moura, S. G.; MURATORI, M. C. S. Qualidade de méis de abelhas nativas sem ferrão do estado do Piauí, Brasil. **Rev. Bras. Med. Vet.**, 35(1):48-54, jan/mar 2013.

MORAES, F. J. **Caracterização físico-química e palinológica de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.

PADILHA, A. C. **Estudo do comportamento reológico do mel *Apis mellifera* da região de Rio do Oeste/SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C. R.; VILELA, S. L. O. **Produção de mel**. Sistema de Produção. EMBRAPA Meio Norte, julho, 2003. ISSN 1678-8818.

Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/historico.htm>>.

Acesso em: 16 de jul. 2013.

PEREIRA, L. L. **Análise físico-química de amostras de méis *Apis mellifera* e Meliponíneos**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2010.

PIRES, R. M. C. **Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 produzido no Piauí**. 2011. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Teresina, 2011.

QUEIROZ, H. G. S. **Qualidade sensorial e físico-química de méis da abelha melífera (*Apis mellifera*) produzidos a partir de diferentes origens florais no estado do Ceará**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RODRIGUES, A.E.; SILVA, E.M.S.; BESERRA, E.M.F.; RODRIGUES, M.L. Análise físico-química de méis das abelhas *Apis Mellifera* e *Melipona Scutellaris*. 2004. **Agronline.com.br**, 2004

SABBAG, O. J.; NICODEMO, D. Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia. ISSN 1983-4063, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 94-101, jan./mar. 2011.

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. ISSN: 1981-3686, v. 04, n. 01, p. 80-90, 2010.

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. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Zootecnia, 2011.

SILVA, C. M.; RODRIGUES, A. E.; COELHO, M. S.; GOIS, G. C.; GOMES, A. M. A.; GUEDES, H. S. Avaliação físico-química do mel da região de Salgado de São Félix – PB. Águas de Lindóia, SP: **Associação Brasileira de Zootecistas**, 2005.

SILVA, E. A. **Apicultura sustentável: produção e comercialização de mel no sertão sergipano**. 2010. 153 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2010.

SILVA, I. R.; BANDEIRA, M. L. S. F. Caracterização dos méis de abelha *Apis mellifera* produzidos no extremo sul da Bahia. **Revista Eletrônica Multidisciplinar Pindorama do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IFBA**, n. 02, ano 3, jun, 2012.

SILVA, J. L. A. FARIAS, A.; BOVI, T. S.; DIB, A. P. S.; BARRETO, L. M. R. C.; ORSI, R. O. Caracterização da produção e qualidade físico-química de méis produzidos no estado de Pernambuco. **Archives of Veterinary Science** ISSN 1517-784X, v.18, n.2, p.64-70, 2013.

SILVA, K. F. N. L. **Caracterização de méis da região do Baixo Jaguaribe – CE.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alim. Nutr., Araraquara**, v.17, n.1, p.113-120, jan./mar. 2006.

SILVA, S. J. N.; SCHUCH, P. Z.; VAINSTEIN, M. H.; JABLONSKI, A. Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocinética capilar micelar. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(Supl.): 46-50, dez. 2008.

SILVA, R. A.; AQUINO, I. S.; RODRIGUES, A. E.; SOUZA, D. L. Análise físico-química de amostras de mel de abelhas Zamboque (*Frieseomelitta Varia*) da região do Seridó do Rio Grande do Norte. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)**, v.4, n.4, p. 70 – 75 out-dez, 2009.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M.; GÓIS, V. A. Qualidade físico-química de méis silvestres comercializados no município de Apodi, RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.1, p.55-58, 2010.

SODRÉ, G. S. **Características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos Estados do Ceará e Piauí.** Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2005.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P.; CARVALHO, C. A. L. C. 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, jul-ago, 2007.

SOUZA, B. A.; **Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona Illiger*, 1806.** Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Rural**, v.34, n.5, set-out, 2004.

SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona Illiger*, 1806 (apidae: meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Quim. Nova**, Vol. 32, No. 2, 303-308, 2009.

SOUZA, D.C. **Apicultura**: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília: SEBRAE, 100p, 2004.

KRULISKI, C. R.; DUCATTI, C.; FILHO, W. G. V.; ORSI, R. O.; SILVA, E. T. Estudo de adulteração em méis brasileiros através de razão isotópica do carbono. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 434-439, mar./abr., 2010.

SOUZA-KRULISKI, C. R.; DUCATTI, C.; VENTURINI FILHO, W. G. V.; ORSI, R. O.; SILVA, E. T. Estudo de adulteração em méis brasileiros através de razão isotópica do carbono. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 434-439, mar./abr., 2010.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 2006.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características do Mel**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão, Boletim Técnico - PIE-UFES: 01107 – 2007.

VÉRAS, S. O. **Parâmetros de diferenciação dos méis dos principais grupos de abelhas criadas para a produção de mel na Bahia**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

WELKE, J. E.; REGINATTO, S.; FERREIRA, D.; VICENZI, R.; SOARES, J. M. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, set, 2008.

ZAMBERLAN, L.; SANTOS, D. M. O comportamento do consumidor de mel: um estudo exploratório. **Revista de Administração e Ciências Contábeis do Ideau**. Semestral. ISSN 1809-6212, Vol.5, n.10, jan/jun. 2010.

CAMARGO, R. C. R.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; WOLFF, L. F. **Mel**: Características e Propriedades. Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X, dez, 2006.

FERREIRA, C. M. **Caracterização de méis da Serra do Caramujo**. Dissertação (Mestrado em Química e Qualidade dos Alimentos) – Universidade de Aveiro, 2008.