

MARIA BETÂNIA DE QUEIROZ ROLIM

**QUALIDADE DE MÉIS COMERCIALIZADOS NAS FEIRAS-LIVRES E
MERCADOS PÚBLICOS DA CIDADE DO RECIFE, PE**

RECIFE - PE

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

MARIA BETÂNIA DE QUEIROZ ROLIM

**QUALIDADE DE MÉIS COMERCIALIZADOS NAS FEIRAS-LIVRES E
MERCADOS PÚBLICOS DA CIDADE DO RECIFE, PE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Ciência Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. PAULO FERNANDES DE LIMA

Co-orientadora: Profa. Dra. ANDREA PAIVA BOTELHO LAPENDA DE MOURA

RECIFE - PE

2013

Ficha catalográfica

R748q Rolim, Maria Betânia de Queiroz
Qualidade de méis comercializados nas feiras-livres e
mercados públicos da cidade do Recife, PE / Maria Betânia
de Queiroz Rolim. -- Recife, 2013.
80 f. : il.

Orientador: Paulo Fernandes de Lima.
Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Medicina Veterinária, Recife, 2013.
Referências.

1. Mel 2. Microrganismo 3. Físico-químico 4. Razão
isotópica 5. Adulteração I. Lima, Paulo Fernandes de,
orientador II. Título

CDD 636.089

A Maria Guimarães de Queiroz
e Família Queiroz Rolim

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, detentor da sapiência e amor, na figura da Trindade Santa;

A Nossa Senhora, enviada de Deus;

Aos meus amados pais Rinaldo de Melo Rolim e Eliane Maria de Queiroz Rolim, por minha proteção, aconchego e dedicação, além do amor e respeito às pessoas e aos animais que me foi ensinado;

A minha irmã Amália Maria de Queiroz Rolim, por ser minha melhor amiga e cúmplice das minhas conquistas e limitações;

A minha avó Maria Guimarães de Queiroz (*in memoriam*), pelo meu caráter e por ter-me feito compreender que o amor tem uma única essência. Muitas saudades, pedaço de mim!

As minhas Madrinhas Marisa Queiroz de Souza e Grináuria Rolim, pelo apoio doçura, confiança, sorrisos, abraços, incentivos e palavras.

As minhas amadas tias e queridos tios pelo incentivo, carinho e respeito.

A Gil Andrade, meu coração.

Aos meus primos e primas queridos. Saudades do tempo de infância!

Aos meus amigos-irmãos que tanto estimo, representados especialmente por Márcia Barbosa Pires. Amo a todos!

Ao Professor Paulo Fernandes de Lima e Professora Andrea Paiva Botelho Lapenda de Moura pela confiança, orientação, amizade e sapiência compartilhada.

Aos grandes mestres professores do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE *Campus Recife e Garanhuns*.

A todos os funcionários da UFRPE e UFAM que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho.

Aos acadêmicos de Zootecnia, UFAM / Parintins. Meu imenso carinho.

À EMBRAPA Meio-Norte e UNESP Botucatu pela parceria nesta pesquisa.

E, claro, a São Francisco e aos animais, instrumentos da minha paz. Fontes de doçura, amizade, inspiração e ternura. A eles dedico minha profissão, fiz tudo por amor!

RESUMO

Neste trabalho o objetivo foi pesquisar a qualidade de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco. Ao total, 55 amostras de mel foram submetidas à análise isotópica do carbono, testes microbiológicos e ensaios físico-químicos, a fim de, respectivamente, detectar adulteração com açúcares provenientes do milho ou cana-de-açúcar; identificar coliformes 35°C, coliformes 45°C, bolores e leveduras; e determinar os índices de umidade, hidroximetilfurfural, cinzas, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, atividade diastásica e acidez. Os resultados revelaram que 31 (56,36%) amostras estavam adulteradas com açúcares, 46 (83,64%) apresentaram contaminação com bolores e leveduras e 53 (96,36%) indicaram parâmetros físico-químicos em desacordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Méis puros e adulterados com açúcares provenientes de fontes C₄, contaminados por fungos e / ou comprometidos físico-quimicamente, são comercializados nas feiras-livres e mercados-públicos, distribuídos na Cidade do Recife. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos impróprios ao consumo, com depreciação nutricional e / ou contaminação microbiana.

Palavras-chaves: mel; microrganismo; físico-químico; razão isotópica; adulteração.

ABSTRACT

In this work the purpose was to investigate the quality of honey marketed in popular markets of the City of Recife, Pernambuco. On total, 55 honey samples were submitted to carbon isotopic evaluation, microbiological and physicochemical tests, for, respectively, detect adulteration with corn sugar and cane sugar; identify coliforms 35°C and 45°C, mold and yeasts; and determine indexes of moisture, hydroxymethylfurfural, ash, reducing sugars, apparent sucrose, water insoluble solids, diastase activity and acidity. The results revealed that 31 (56,36%) samples were adulterated with sugars, 46 (83,64%) honeys were contaminated with molds and yeasts and 53 (96,36%) indicated physicochemical parameters unconfirming with the Technical Regulation of Identity and Quality of Honey. Pure and adulterated honeys with C₄ source, contaminated by fungi and / or physicochemically compromised, are marketed at the popular markets, in City of the Recife. Its ingestion may harm the consumer by risk acquire products unfit for consumption, with nutritional depreciation and microbial contamination.

Key-words: honey; microorganism; physicochemical; isotopic ration; adulteration.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Mapeamento das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	37
Figura 2 Mapeamento das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	49
Figura 3 Mapeamento das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	63

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Percentual de méis adulterados comercializados nas feiras-livres e mercados públicos, distribuídos nas Regiões Político-Administrativas da Cidade do Recife, PE	40
Tabela 2	Valores isotópicos ($\delta^0 / {}_{00}^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	40
Tabela 3	Estatísticas do valor isotópico dos méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado, e inspecionado ou não inspecionado	42
Tabela 4	Estatísticas do valor isotópico das proteínas dos méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado, e inspecionado ou não inspecionado	42
Tabela 5	Valores isotópicos ($\delta^0 / {}_{00}^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	52
Tabela 6	Características microbiológicas (coliformes 35°C, coliformes 45°C, bolores e leveduras) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspecionados ou clandestinos, comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	52

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 7 Estatísticas da contagem de bolores e leveduras de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado	54
Tabela 8 Valores isotópicos ($\delta^0 / {}_{00}^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	66
Tabela 9 Características físico-químicas (hidroximetilfurfural, atividade diastásica, umidade e acidez) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspecionados ou não inspecionados, comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	67
Tabela 10 Características físico-químicas (açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água e cinzas) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspecionados ou não inspecionados, comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	69
Tabela 11 Estatísticas dos parâmetros físico-químicos (hidroximetilfurfural, atividade diastásica, umidade e acidez) de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado	70
Tabela 12 Estatísticas dos parâmetros físico-químicos (açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água e cinzas) de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% Ma	Percentual máximo
% Mi	Percentual mínimo
%A	Percentual de adulteração
$^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$	Razão isotópica do carbono 13 e carbono 12
µm	Micrômetro
35°C	35 graus célsius
45°C	45 graus célsius
A	Adulteração
AA	Amostras adulteradas
ACI	Acidez
AD	Atividade diastásica
AOAC	Association Official of Agricultural Chemists
APBL	Amostra positiva a bolores e leveduras
APC 35°C	Amostra positiva a coliforme 35 graus célsius
APC 45°C	Amostra positiva a coliforme 45 graus célsius
AR	Açúcares redutores
BPA	Boas práticas apícolas
a. C	Antes de cristo
C₃	Carbono 3
C₄	Carbono 4
CAC	Codex Alimentarius Commission
CBL	Contagem de bolores e leduras
CC 35°C	Contagem de coliformes 35 graus célsius
CC 45°C	Contagem de coliformes 45 graus célsius
CIN	Cinzas
DP	Desvio padrão
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FL	Feira-livre
g	Gramas
GPS	Sistema global de posicionamento

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HFCS	High Fructose Corn Syrup
HMF	Hidroximetilfurfural
IN	Inspecionado
I	Identificação
Kg	Quilograma
Ma	Máximo
mEq	Miliequivalente
Mi	Mínimo
mL	Mililitro
MP	Mercado público
N	Não
NA	Número de amostras
PE	Pernambuco
RPA	Região Político-Administrativa
S	Sim
AS	Sacarose aparente
SIA	Sólidos insolúveis em água
SI	Serviço de inspeção
SIE	Serviço de Inspeção Estadual
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
T1	Tratamento 1
T2	Tratamento 2
UFC	Unidade formadora de colônia
UMI	Umidade
VIM	Valor isotópico do mel
VIP	Valor isotópico da proteína
$\delta^0 /_{00}^{13}\text{C}$	Variação isotópica do carbono 13
$\delta^0 /_{00}^{13}\text{N}$	Variação isotópica do nitrogênio 13
$\delta^{13}\text{C}$	Valor isotópico

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 Generalidades sobre o mel: revisão	18
3.2 Mel	18
3.3 Referências	27
4. ARTIGO CIENTÍFICO I:	35
Adulteração de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	
4.1 Introdução	36
4.2 Material e métodos	36
4.2.1 Análise de adulteração	38
4.2.2 Análise estatística	39
4.3 Resultados e discussão	39
4.4 Conclusão	44
4.5 Referências	44
5. ARTIGO CIENTÍFICO II:	47
Qualidade microbiológica de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	
5.1 Introdução	48
5.2 Material e métodos	49
5.2.1 Análise de adulteração	50
5.2.2 Análises microbiológicas	51
5.2.3 Análise estatística	51
5.3 Resultados e discussão	51
5.4 Conclusão	56
5.5 Referências	56

SUMÁRIO

	Página
6. ARTIGO CIENTÍFICO III	61
Qualidade físico-química de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE	
6.1 Introdução	62
6.2 Material e métodos	62
6.2.1 Análise de adulteração	64
6.2.2 Análises físico-químicas	65
6.2.3 Análise estatística	65
6.3 Resultados e discussão	65
6.4 Conclusão	73
6.5 Referências	73
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	80

1. INTRODUÇÃO

O mel de abelhas melíferas é um alimento bastante apreciado pelos brasileiros, pois apresenta valor nutritivo, energético e medicinal. Nesta percepção, as pessoas que o consomem buscam um produto idôneo, saudável, balanceado, rico em proteínas e açúcares (SOUZA et al., 2004a).

Entretanto, o incremento da produção de mel no Brasil na última década, acrescido ao aumento da demanda e bom preço, principalmente após o fim do embargo internacional em 2008, têm incentivado a ocorrência de irregularidades, devido a maior comercialização e valorização do produto: contaminações por microrganismos, alterações físico-químicas e adulterações (CANO, 1992; ROSSI et al., 1999; DEVILLERS, 2004; SCHLABITZ et al., 2010; SEBRAE, 2010).

As contaminações microbianas são correlacionadas à manipulação inadequada. Dentre as alterações, as principais são originadas pelo excesso de umidade, calor e envelhecimento do mel. Quanto às adulterações, as mais frequentes são em decorrência da adição de açúcares comerciais, glicose, melado e solução de açúcar invertido, inseridos durante o processo de filtração, centrifugação ou decantação (RYBAK-CHMIELEWSKA, 2003; AROUCHA et al., 2008).

Os méis, nestas condições, podem representar riscos à saúde pública, pelas condições insalubres de obtenção (MOURA, 2010). Agregados a este fator, a deficiência de fiscalização sanitária, a inexistência ou falsificação do registro do serviço de inspeção e a inadequação da rotulagem nutricional, podem caracterizar a depreciação do produto. Tanto os clandestinos quanto os de procedência duvidosa ou conhecida são facilmente encontrados no comércio informal, feiras-livres e alguns mercados públicos, e dividem a preferência dos clientes. Nesse contexto, consumidores têm acesso direto e praticamente irrestrito ao referido alimento, por buscarem estes locais para sua compra, uma vez que optam por menores preços, bom atendimento e variedades de tipos.

Considerando a possibilidade de irregularidades encontradas em méis comercializados no mercado varejista, as quais podem comprometer a qualidade dos produtos e a saúde do consumidor, torna-se necessária a realização de pesquisas científicas voltadas a sua avaliação, através de técnicas analíticas específicas.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

Avaliar a qualidade de méis comercializados em feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE.

2.2 Específicos:

- Pesquisar a ocorrência de adulteração, por adição de açúcares, de méis comercializados em feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE;
- Pesquisar a qualidade microbiológica de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE;
- Pesquisar a qualidade físico-química de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Generalidades sobre o mel: revisão

Dos produtos obtidos na colmeia, o mel é o mais importante, sendo o principal objetivo da exploração apícola brasileira (SENAI, 2009). O alimento representa trabalho e renda para muitas famílias de pequenos e médios produtores rurais, distribuídos em todo o território nacional (USAID, 2006).

No Brasil, entre 2001 e 2011, a produção de mel cresceu 87,24%. Neste parâmetro, o nordeste brasileiro obteve a maior expansão. Atualmente, a Região é a maior produtora, sendo responsável por 40,65% da produção nacional, quantificada em 41.604.125 Kg. As Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte alcançaram, respectivamente, 38,89%; 14,78%; 3,40% e 2,27% do montante (IBGE, 2011). O elevado potencial apícola de muitos estados brasileiros é referenciado em função da diversidade de flora melitófila (MOURA, 2006) e rusticidade às doenças inerentes às abelhas (PAULA, 2008).

De acordo com Filho (2006), a atividade pode se expandir mais. O entrave à maior produção, entretanto, é a qualidade do mel ofertado ao mercado interno e externo (PIRES, 2011). Para isso, as contaminações microbiológicas e alterações físico-químicas devem ser avaliadas, a fim de atender a inúmeros critérios para a certificação, antes da comercialização do alimento (SILVA et al., 2008). Porém, do ponto de vista do comprometimento frente à competitividade do produto em âmbito mundial, as adulterações se destacam, sendo as mais frequentes aquelas ocasionadas através da adição de açúcares comerciais, glicose, melado, xarope de milho, caldo de cana-de-açúcar e solução de açúcar invertido (ROSSI et al., 1999; FILHO, 2006).

Devido à crescente demanda comercial de mel e a necessidade de informações sobre o produto à sociedade consumidora, objetivou-se nesta descrição tematizar o mel em revisão de literatura.

3.2 Mel

De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2000), o mel é o produto alimentício elaborado pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores (mel floral) ou das secreções

procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas (mel de melato), que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.

As abelhas melíferas são aquelas da subespécie *Apis mellifera*. Estes animais transformam os substratos em mel através da perda de água e ação enzimática (MOLAN, 1992). A elaboração se inicia logo após o material ser colhido na vesícula melífera das abelhas coletoras. As operárias recebem o material bruto, e o processo conclui com o enchimento dos alvéolos. Estes são fechados com uma película de cera, para que ocorra desidratação e inversão de açúcares (GARCIA-CRUZ et al., 1999).

As enzimas presentes são provenientes das glândulas hipofaríngeas: invertase, amilase e glucose-oxidase. A invertase converte sacarose em frutose e glicose no momento da coleta; a diastase hidrolisa o amido; a glucose-oxidase reage com a glicose formando o ácido glucônico e peróxido de hidrogênio, que conferem atividade antimicrobiana, enriquece e diversifica o sabor característico do alimento (MOLAN, 1992).

Os principais componentes do mel são, portanto, carboidratos. Os monossacarídeos frutose e glicose (acima de 65%), assim como o dissacarídeo sacarose (até 6%), são os mais predominantes (CRANE, 1983, BRASIL, 2000). São também encontrados água (17 a 20%), aminoácidos (0,05%), minerais (0,02 a 0,45%), ácidos orgânicos, vitaminas, compostos aromáticos (BOGDANOV, 2009), substâncias bactericidas, prebióticas, ácidos fenólicos, flavanóides, grãos de pólen e ceras de abelhas, além de outros açúcares como xilose, ribose, arabinose, manose, galactose, turanose, maltose, isomaltose, trelose, erlose e rafinose (ARRUDA, 2003; LÍRIO, 2010).

Devido a esta diversidade de compostos inerentes, o mel é considerado um produto natural com diversas aplicações funcionais e terapêuticas. Na atualidade, atribui-se ao alimento efeito curativo, cicatrizante (SHEIKH et al., 1995), reidratante, anti-inflamatório, energético (SILVA et al., 2006), anticancerígeno (SWELLAM et al., 2003), antibacteriano (JEFFREY & ECHAZARRETA, 2006) e conservante (SHARQUIE & NAJIM, 2004).

Contudo, a importância do mel vem sendo mencionada há muitos séculos. Pesquisas arqueológicas mostram que as abelhas sociais já produziam e estocavam o alimento há 20 milhões de anos, antes mesmo do surgimento do homem na Terra, que ocorreu milhares de décadas atrás (EMBRAPA, 2003). Há citações do mel no Antigo Testamento da Bíblia Sagrada, assim como a sua qualidade e excelência medicinal ressaltada pelos povos israelitas, que, em agradecimento a Deus pela fartura de suas colheitas, incluíam o produto como presente. Este alimento também foi bastante utilizado na Babilônia e na Grécia Antiga, com a

finalidade de conservar os corpos de reis e generais mortos em grandes batalhas (BOGDANOV, 2009).

No início das civilizações, o homem promovia uma verdadeira "caçada ao mel", tendo que procurar e localizar as colmeias, cujos insetos nidificavam, muitas vezes, em locais de difícil acesso e de grande risco para os coletores. Naquela época, o alimento ingerido era uma mistura de mel, pólen, crias e cera, pois os produtos do favo ainda não eram separados. Os enxames, muitas vezes, morriam ou migravam, obrigando as pessoas a procurarem novos ninhos cada vez que necessitassem consumir o mel (SEBRAE, 2006).

Felizmente, por volta de 2.400 anos a.C., as abelhas começaram a ser exploradas. Os egípcios foram os pioneiros nas técnicas de manejo, introduzindo os insetos em potes móveis de barro, palha e estrume de bovinos, mobilizando-os para próximo das suas residências. Apenas em 1851, em busca de aprimorar a criação e proteger os enxames de forma racional, o Reverendo Lorenzo Lorain Langstroth idealizou uma colmeia com quadros móveis ao descobrir o "espaço abelha", menor espaço livre existente no interior da colmeia e por onde podem passar dois indivíduos ao mesmo tempo. Esta invenção é uma das mais utilizadas na atualidade (PEREIRA et al., 2003, EMBRAPA, 2003).

Dessa forma, a apicultura foi se desenvolvendo. Esta é definida como a atividade de criação de abelhas melíferas, principalmente das subespécies do Continente Europeu (VILELA, 2000).

No Brasil, a introdução das abelhas europeias *Apis mellifera* ocorreu em 1840, oriundas da Espanha e Portugal, pelo Padre Antônio Carneiro. Em 1845, imigrantes alemães introduziram no Sul do País *A. mellifera mellifera*. Entre os anos de 1870 a 1880, as abelhas italianas *A. mellifera ligustica* foram introduzidas no Sul e na Bahia. Não se tem registro preciso sobre a introdução das abelhas no Norte e demais estados do Nordeste, mas acredita-se que os ventos alísios possam ter colaborado na dispersão. Naquela época, a maior parte dos apicultores possuíam poucas colmeias no quintal, onde, em razão da baixa agressividade, criavam suas abelhas de forma rústica, próximas a outros animais (EMBRAPA, 2003; PIRES, 2011).

A produção comercial do mel demorou a ocorrer. Iniciou no ano 1939, no Estado do Rio de Janeiro. Em 1950, o setor passou a enfrentar sérios problemas de sanidade relacionados ao aparecimento de várias doenças e pragas (nosemose, acariose e cria pútrida europeia), levando à redução da produção apícola em todo o país, cerca de 80% (VARGAS, 2006).

Assim, em 1956, o professor Warwick Estevan Kerr dirigiu-se à África, apoiado pelo Ministério da Agricultura, com a incumbência de selecionar rainhas africanas de *A. mellifera scutella*, subespécie agressiva, mas produtiva e resistente a doenças. A intenção era realizar pesquisas comparando a produtividade, rusticidade e agressividade entre as abelhas européias, africanas e seus híbridos e, após os resultados conclusivos, recomendar a mais apropriada às nossas condições. Contudo, a experiência falhou e muitas colmeias enxamearam. As "abelhas assassinas" se espalharam e foram consideradas pragas à apicultura. Surgiram campanhas para a sua erradicação, que levaram vários apicultores a desistir da atividade. A solução foi distribuir rainhas italianas virgens, que se acasalavam com zangões africanos, obtendo uma prole mais produtiva e menos agressiva (EMBRAPA, 2003).

Com a africanização das demais subespécies existentes no país, e daquelas posteriormente introduzidas (*A. mellifera caucasica* e *A. mellifera carnica*), houve avanço significativo da apicultura nacional, devido a maior resistência a agentes etiológicos, adaptabilidade ao clima e alta produtividade. Após o desenvolvimento de técnicas adequadas de manejo, ocorrido em 1970, a criação de abelhas passou a ser intensamente praticada em todos os estados da federação. Em 1980, foi considerada agronegócio e conquistou produtores em todo o território brasileiro. No ano de 1990, a cultura zootécnica alcançou pequenos e médios produtores que vislumbravam, na atividade apícola, uma maneira de explorar a mão de obra familiar (SOUZA, 2004b, SANTOS & RIBEIRO, 2009).

Na década de 2002, como advento marcante, os principais fornecedores de mel, China e Argentina, tiveram suas exportações suspensas pela Comunidade Europeia. Assim, o Brasil, emergente na cadeia de exportação do mel, expandiu sua produção e comercialização, ao ponto de se tornar o 11º maior produtor e o 9º maior exportador de mel da atualidade. Agregado à alta demanda do produto e preços favoráveis à venda, a apicultura no Brasil, desta forma, deixou de ser artesanal e voltada apenas ao mercado interno para tornar-se empresarial, com técnicas mais elaboradas e produtivas, voltadas ao mercado externo (VARGAS, 2006; SILVA, 2012).

Entretanto, o incremento do consumo, a valorização do produto e o elevado preço do mel acarretaram em consequências. A alta demanda do produto, somado ao razoável valor de revenda, incentivou ao aumento da manipulação inadequada e surgimento de adulterações (CANO et al., 1992). Na atualidade, dentre as principais fraudes encontradas é possível citar a adição de açúcares comerciais, glicose, melado e solução de açúcar de milho. Segundo Rybak-Chmielewska (2003), estas são praticadas, em geral, durante o processamento do mel

(filtração, centrifugação e decantação). Seu comércio é realizado principalmente em feiras-livres, mercados públicos ou comércio informal (RICHTER et al., 2011).

A detecção de açúcar invertido ou comercial é realizada através da quantificação do hidroximetilfurfural (HMF). No entanto, a revelação quantitativa e qualitativa do HMF é incapaz de garantir a pureza do produto. Isto porque, desde 1974, um novo tipo de adulteração começou a ser realizado nos Estados Unidos por meio da adição de *High Fructose Corn Syrup* (HFCS). O HFCS é um produto com baixo custo de produção, obtido a partir do tratamento enzimático do xarope de milho e que possui glicose e frutose como principais elementos da sua composição (WHITE JUNIOR & DONER, 1978).

Desta forma, à medida que novas adulterações surgiram, alguns métodos analíticos passaram a ser desenvolvidos no intuito de detectá-los. A análise isotópica do carbono é um deles. Utilizando-a, é possível identificar e quantificar se o mel foi ou não adulterado com açúcar comercial ou xarope de milho, ambos associados ao metabolismo fotossintético C_4 . Nesta técnica é quantificado o percentual de adulteração utilizando a razão isotópica da proteína do mel e do adulterante, o que a torna mais precisa (SOUZA-KRULISKI et al., 2010).

No Brasil, a eficiência da análise isotópica do carbono em méis tem sido estudada. Porém, apesar da alta sensibilidade do teste a fraudes, a técnica ainda é pouco empregada por desconhecimento do seu potencial como método analítico por parte dos produtores, proprietários de entrepostos e órgãos fiscalizadores (ARAUCO, 2005). Desta forma, a metodologia oficial e atualmente utilizada para a avaliação da qualidade dos méis brasileiros é aquela contida no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000).

O Regulamento de Identidade e Qualidade do Mel faz parte da Legislação Brasileira. Foi elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo descrito através da Instrução Normativa n. 11, de 10 de outubro de 2000. Esta lei regulamenta o padrão de qualidade físico-química e identidade do mel comercializado no país, estabelecendo limites que servem para excluir os méis que sofreram algumas práticas de adulteração ou processamento inadequado. Através dela fica proibido o uso de corretivos de acidez, além de corantes, aromatizantes, espessantes, conservadores e edulcorantes de qualquer natureza, sejam eles naturais ou sintéticos. As análises citadas são o teor de umidade, índice de hidroximetilfurfural, atividade diastásica, açúcares redutores, sacarose aparente, acidez livre, sólidos insolúveis em água e minerais, além de cinzas (AROCHA et al., 2008).

A umidade do mel é uma das características mais importantes. Ela influencia de forma direta na viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, palatabilidade e

conservação do produto (PIANA et al., 2004). Sua variação depende das condições climáticas, armazenamento, umidade relativa do ar, grau de maturidade do mel na colmeia e origem botânica (RODRIGUEZ et al., 2004; SILVA et al., 2010). A Legislação Brasileira limita o teor de água em 20g / 100g, porém, valores acima e 18% podem comprometer a qualidade final, principalmente através da fermentação ocasionada pela ação de leveduras osmofílicas, presentes em sua composição (EMBRAPA, 2003).

Dentre os constituintes secundários do mel, talvez o mais discutido seja o HMF. Este composto resulta da quebra de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, em meio ácido. A importância de sua detecção no mel tem crescido. Além de ser um indicador de qualidade, devido a perda de enzimas e diminuição do valor nutricional inerentes ao alimento, a ingestão do composto e seus derivados, 5 – clorometilfurfural e 5 – sulfoximetilfurfural, têm apresentado atividade citotóxica, genotóxica, mutagênica e carcinogênica. Valores significativos podem indicar méis velhos, armazenamento prolongado em temperaturas altas, superaquecimento ou adulterações com a adição de açúcar invertido (CRANE, 1983; TEIXIDÓ et al., 2006; ARAÚJO et al., 2006).

Tais suspeitas podem ser melhor investigadas utilizando como parâmetro de qualidade o índice diastásico. A diástase é uma enzima muito sensível ao calor, e sua ausência reflete procedimentos de beneficiamento inadequados ao mel, inclusive adulterações (MENDES et al., 2009). A legislação permite atividade diastásica de no mínimo 8 na escala Gothe e índice de HMF não superior ao de 60 mg / Kg (BRASIL, 2000).

Os açúcares redutores que estão presentes no mel são a glicose e frutose, monossacarídeos que possuem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Teores variados desses açúcares podem levar a alterações físicas, seja na viscosidade, densidade, higroscopicidade e até mesmo na cristalização (CAMPOS, 1987; SILVA et al., 2003).

Ao contrário da glicose e frutose, a sacarose é um carboidrato não redutor, pois não sofre hidrólise da ligação glicosídica. Neste caso, o percentual do dissacarídeo se torna um significativo critério de qualidade do mel porque sinaliza a imaturidade do produto: teor elevado geralmente remete a uma colheita prematura, onde o referido açúcar não foi totalmente transformada em hexoses pela ação da invertase (AZEREDO et al., 1999). Segundo a instrução normativa nº 11 de 2000 a quantidade de sacarose e açúcares redutores, é, respectivamente, de 6g / 100g e 65 g/100g em mel floral (BRASIL, 2000).

Outro critério de avaliação do mel é a quantificação de ácidos orgânicos, cuja predominância é do ácido glucônico. Valores elevados de acidez podem indicar deterioração,

porque a enzima glucose-peroxidase permanece ativa no mel estocado, assim como uma possível fermentação dos açúcares, causada por leveduras xerotolerantes (FINOLA et al., 2007). A existência destes ácidos pode ser responsável, em parte, pela excelente estabilidade do mel frente aos microrganismos (EMBRAPA, 2003). A legislação aceita acidez máxima de 50 mEq.Kg⁻¹ de mel (BRASIL, 2000).

Quanto a variação de cor, o mel pode sofrer influências relacionadas à origem floral, fatores climáticos durante o fluxo do néctar, temperatura durante o amadurecimento na colmeia e processamento. O tempo de estocagem, luz, calor e as possíveis reações enzimáticas podem afetar esta propriedade (CAMPOS, 1998). Fatores como velocidade do escurecimento estão relacionados à proporção de frutose, glicose, conteúdo de nitrogênio e aminoácidos livres à reação de substâncias polifenólicas com sais de ferro, ao conteúdo de minerais (cor escura é correlacionado à maior quantidade) e a instabilidade da frutose em solução ácida (BATH & SINGH, 1999).

Os méis também podem ser analisados quanto a sua pureza e controle higiênico. São dois índices: sólidos insolúveis e cinzas. Os sólidos insolúveis correspondem às partículas do mel maiores que 15,4 µm, insolúveis em água a 80°C (SENAI, 2009). Os resíduos mais encontrados são de cera, patas e asas das abelhas, além de outros elementos como areia, restos de vegetais e madeiras. O índice das cinzas está correlacionado com a qualidade botânica do mel, assim como irregularidades decorrentes da não filtração ou decantação do mel (EVANGELISTA-RODRIGUES, 2005; SILVA et al., 2006). O máximo permitido de sólidos insolúveis é de 0,1g / 100g, exceto para o prensado. Para as cinzas, o limite é de 0,6g / 100g de mel (BRASIL, 2000).

Neste contexto, é importante ressaltar que a qualidade do mel, na maioria das circunstâncias, é dependente da ação antrópica. Porém, as condições climáticas, florada, estágio de maturação e espécie de abelha podem ocasionar, de forma similar, variações dos valores físico-químicos. A microbiota também varia, pois está relacionada à qualidade e segurança deste alimento. Fontes primárias de contaminação microbiana no mel (antes da colheita) são decorrentes do pólen, aparelho digestivo das abelhas melíferas, pó, ar, solo e néctar. As fontes secundárias (depois da colheita) de contaminação para o mel incluem os manipuladores, contaminação cruzada, equipamentos, instalações, extrações e beneficiamento (SILVA, 2004; LOPES, 2008).

A legislação brasileira não estabelece os padrões microbiológicos para o mel (BRASIL, 2000), todavia perigos biológicos ou contaminações cruzadas podem disseminar agentes etiológicos ao alimento. Os microrganismos de importância são primariamente

leveduras, fungos filamentosos e bactérias patogênicas como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e as do gênero *Clostridium* spp., responsáveis pela formação de esporos. Estes podem estar envolvidos em atividades de deterioração do produto, produção de enzimas, toxinas, conversão metabólica do alimento, produção de fatores do crescimento (vitaminas e aminoácidos) e de inibição de microrganismos competidores (GOMES, 2006; EMBRAPA, 2007).

Leveduras e bolores estão naturalmente no mel. A exceção das leveduras osmofílicas, a maioria se desenvolve em condições adequadas de umidade e temperatura. Elas causam fermentação quando agem sobre a glicose e frutose, formando álcool e gás carbônico. O álcool, na presença de oxigênio, pode ser desdobrado em ácido acético e água, alterando o sabor original do produto. Em contrapartida, diferente das leveduras, os bolores não se reproduzem no mel. Apesar de serem frequentemente encontrados, apenas indicam uma contaminação ambiental recente ou durante seu beneficiamento. Alguns produzem micotoxinas, sendo *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicilium* e *Saccharomyces* os gêneros mais predominantes (SODRÉ, 2005; ANANIAS, 2010).

Os coliformes totais compõem as bactérias da família Enterobacteriaceae. São encontradas em vegetais e solo. As que apresentam origem fecal são consideradas termotolerantes, onde, a mais pesquisada é *Escherichia coli*. É um microrganismo indicador, portanto. Geralmente à contaminação é atribuído o descuido do manipulador com sua higiene pessoal, além de remeter a condições inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento (FRANCO & LANDGRAF, 2008; PIRES, 2011). Mesmo estando presente, a exceção de *Clostridium botulinum*, a identificação de *E. coli* remete um risco baixo de toxinfecção, uma vez que não há relatos na literatura de doenças veiculadas, por este agente etiológico, depois do consumo do mel (EMBRAPA, 2007).

Assim como a Enterobacteriaceae, a composição do mel não favorece o desenvolvimento de *Salmonella* spp. Entretanto, o microrganismo deve ser considerado: estima-se que 1000 pessoas / ano não resistam à salmonelose aguda (PIRES, 2011). A transmissão ocorre, geralmente, pela ingestão de produtos animais. Pessoas acometidas apresentam febre, dor abdominal, diarreia, náuseas e vômitos ocasionais. Em alguns casos, especialmente em pessoas muito jovens e nos idosos, a desidratação associada pode se tornar grave e com risco de vida (WHO, 2013).

No mesmo sentido, *C. botulinum* é uma espécie de bactéria que pode acarretar perigo à saúde de muitas pessoas, principalmente crianças menores de um ano de idade. Estas são as maiores vítimas de intoxicação decorrida da toxina produzida durante o crescimento do

microrganismo no estômago, favorecido pelo pH. Tal preocupação se deve ao fato de que o botulismo é causado pela ingestão de uma potente neurotoxina de *C. botulinum*, cujos esporos estão frequentemente distribuídos na natureza e podem ser carreados às colmeias, presos às asas e patas das abelhas, ou através da força dos ventos (RAGAZANI et al., 2008).

A alternativa para a produção de um alimento seguro é a implantação das Boas Práticas Apícolas (BPA) em todas as etapas do processo produtivo. As BPA consistem em ferramentas que o apicultor utiliza para a diminuição de riscos de contaminação microbiológica (manipuladores destreinados, equipamentos e instalações sujas) e a manutenção da qualidade do mel produzido (SNOWDON; CLIVER, 1996; RAGAZANI et al., 2008; SENAI, 2009).

Quando se trata de contaminantes químicos, como drogas veterinárias e / ou contaminantes ambientais, estes devem ser mensurados e avaliados. O Programa de Controle de Resíduos do Mel é a legislação vigente para isto. Ele objetiva garantir a produção e a produtividade do mel no território nacional, bem como o aporte dos produtos similares importados. Dentre os contaminantes pesquisados são listadas as seguintes substâncias: penicilina, estreptomicina, cloranfenicol, tetraciclina, eritromicina, neomicina, oxitetraciclina, clortetraciclina; sulfadimetoxina, sulfametazina e sulfatiazol; nitrofurazona e furazolidona, além de metais pesados como arsênio, chumbo, cádmio (BRASIL, 2007).

3.3 Referências

ANANIAS, K. R. Avaliação das condições de produção e qualidade de mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) produzido na microrregião do Pires do Rio, no Estado de Goiás. 2010. 70f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2010.

ARAUCO, E.M.R. Avaliação da qualidade do mel e atividade da enzima invertase em *Apis mellifera* L.africanizadas. 2005. 109p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2005.

AROUCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, A. J. F de; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ, P. B.; SANTOS, M. C. A. Qualidade do mel de abelha produzido pelos incubados da Iagram e comercializado no município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.211-217, 2008.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, 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, p. 51-55, 2006.

ARRUDA, C. M. F. Características físico-químicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) da região da Chapada do Araripe, Município de Santana do Cariri, Estado do Ceará. 2003. 86f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. da C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 3-7, 1999.

BATH, P. K.; SINGH, N. A. Comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. **Food Chemistry**, Barking, v.67, n.4, p.389-397, 1999.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: a short history of honey. Bee Product Science, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União, 23 de outubro de 2000, Seção 1, p.23, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 9 de 30 de março de 2007**. Aprova os Programas de Controle de Resíduos e Contaminantes em Carne (Bovina, Aves, Suína e Equina), Leite, Mel, Ovos e Pescado. Diário Oficial da União, 04 de abril de 2007, Seção 1, p.7. 2007.

CAMPOS, G. Melato no mel e sua determinação através de diferentes metodologias. 1998. 178f. **Tese** (Doutorado em Ciências Agrárias) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1998.

CAMPOS, M.G.R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geleia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, Coimbra, v.11, n.2, p.17-47, 1987.

CANO, C. B.; ZAMBONI, C. Q.; ALVES, H. I.; SPITERI, N.; ATUI, M. B.; SANTOS, M. C.; JORGE, L. I. F.; FERREIRA, U.; RODRIGUES, R. M. M. mel: fraudes e condições sanitárias. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.52, n.1/2, p.1-4, 1992.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983.

DEVILLERS, J. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. **Food Chemistry**, v.86, p.305-312, 2004.

EMBRAPA (Meio-Norte) – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2007. Contaminação do mel por presença de *Clostridium botulinum*. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/69267/1/Doc161.pdf>>. Acesso em: 21 de julho de 2011.

EMBRAPA (Meio-Norte) - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2003. Produção de mel: introdução e histórico. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/historico.ht>>. Acesso em: 17 de junho de 2013.

EVANGELISTA-RIDRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1166-1171, 2005.

FILHO, M. A. Técnica identifica origem do mel e presença de substâncias estranhas. **Jornal da UNICAMP**. 14 a 20 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju333pg04.pdf>. Acesso em 01 de abril de 2011.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterizations of honey from central Argentina. **Food Chemistry**, v.100, p.1649-1653, 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

GARCIA-CRUZ, C. H.; HOFFMANN, F. L.; SAKANAKA, L. S.; VINTURIM, T. M. Determinação da qualidade do mel. **Alimentos e Nutrição**. São Paulo, v.10, p.23-35, 1999.

GOMES, L. P. Contaminação bacteriana em amostras de méis de *Apis mellifera* L. comercializados no Estado do Rio de Janeiro. 2006. 46f. **Dissertação** (Mestrado em Microbiologia Veterinária) – Departamento de Microbiologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação automática - SIDRA. 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=74&z=t&o=24&i=P>> Acesso em: 17 de junho de 2013.

JEFFREY, A. E.; ECHAZARRETA, C. M. Medical uses of honeys. **Revista Biomédica**, v. 7, n. 1, p. 43-49, 1996.

LIRIO, F. C. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de méis florais irradiados. 2010. 154 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

LOPES, M. T. R. Embrapa. As boas práticas na colheita e qualidade do mel. 2008. Disponível em <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/artigos/2008/as-boas-praticas-na-colheita-e-qualidade-do-mel>>. Acesso em 22 de julho de 2011.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises do mel: revisão. **Revista Caatinga**. v.22, n.2, p.7-14, abr. / jun., 2009.

MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey 1. The nature of the antibacterial activity. **Bee World**, v. 73, p. 5-28, 1992.

MOURA, S. G. Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. 2010. 76f. **Tese** (Doutorado em Ciência Animal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2010.

MOURA, S. G. Qualidade do mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) em função do ambiente e do tempo de armazenamento. 2006. 64 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2006.

PAULA, J. **Mel do Brasil: as exportações brasileiras de mel no período 2000/2006 e o papel do Sebrae**. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE, 2008.

PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C. R.; VILELA, S. L. O. EMBRAPA Meio-Norte. 2003. Produção de mel. Sistema de Produção. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/autores.htm>>. Acesso em: 17 de setembro de 2009.

PIANA, M. L.; ODDO, L. P.; BENTABOL, A.; BRUNEAU, E.; BOGDANOV, S.; DECLERCK, C. G. Sensory analysis applied to honey: state of the art. **Magazine Apidologie**, v.35, n.S26S37, 2004.

PIRES, R. M. C. Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 produzido no Piauí. 90f. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2011.

RAGAZANI, A. V. F.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; GARCIA, G. R.; DELFINO, T. P. C.; POIATTI, M. L.; BERCHIELLI, S. P. Esporos de *Clostridium botulinum* em mel comercializado no Estado de São Paulo e em outros Estados Brasileiros. **Ciência Rural**, v. 38, n.2, 2008.

RICHTER, W.; JANSEN, C.; VENZKE, T. S. L.; MENDONÇA, C. R. B; BORGES, C. D. Avaliação da qualidade físico-química do mel Produzido na cidade de Pelotas / RS. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 547-553, out /dez, 2011.

RODRÍGUEZ, G. O.; FERRER, B. S.; FERRER, A.; RODRÍGUEZ, B. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v.84, p.499-502, 2004.

ROSSI, N. F.; MARTINELLI, L. A.; LACERDA, T. H. M.; CAMARGO, P. B.; VICTÓRIA, R. L. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 1-16, 1999.

RYBAK-CHMIELEWSKA, H. **Honey** In: TOMASIK, P. Chemical and functional properties of food saccharides. Boca Raton: CRC, p.73-80, 2003.

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.3, p.1-6, 2009.

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.1, p.80-90, 2010.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À PEQUENA E MICROEMPRESA. 2006. Informações de mercado sobre mel e derivados da colmeia. Relatório completo, série Mercado. 242f. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/D136F240209339148325727D004F3E9C/\\$File/NT00035052.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/D136F240209339148325727D004F3E9C/$File/NT00035052.pdf)> Acesso em 17 de junho de 2013.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Exportação de mel brasileiro sobe e bate recorde de preço. 2010. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/noticias/default.asp?materia=18980>>. Acesso em 17 de junho de 2013.

SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Manual de Segurança e Qualidade para a Apicultura**. Brasília: SEBRAE/NA, 2009. 86p.

SHARQUIE, K. E.; NAJIM, R. A. Embalming with honey. **Saudi Medical Journal**, v.25, n.11, p.1755-1766, 2004.

SHEIKH, D.; ZAMAN, S. U.; NAQVI, S. B.; SHEIKH, M. R.; ALI, G. Studies on the antimicrobial activity of honey. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.8, n.1, p.51-62, 1995.

SILVA, C. L.; QUEIRÓZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.260-265, 2004.

SILVA, E.V.C.; ARAÚJO, A.A.; VENTURIERI, G.C.; OZELA, E. F. Avaliação microbiológica e sensorial de méis de abelhas *Apis mellifera* (Africanizadas) e *Melipona fasciculata* (Uruçu Cinzenta) in natura e pasteurizado. **Higiene Alimentar**, v.22, n.162, p.83 – 87, 2008.

SILVA, K. F. N. L.; SANTOS, D. C.; SILVA, C. T. S.; QUEIROZ, A. J. M.; LIMA, A. O. N. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do Município de Tabuleiro do Norte – CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.1, p.52-57, 2010.

SILVA, R. A. 2012. Apicultura. Disponível em: <http://www.agricultura.br.gov.br/modules/qas/uploads/2965/mel_001_apicultura_em_foco_20fev2012.pdf> acesso em: 17 de julho de 2013.

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

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.337-341, set / dez, 2003.

SNOWDON, J. A.; CLIVER, D. O. Microorganisms in honey. **International Journal Food of Microbiology**, v.31, p.1-26, 1996.

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. 2005. 127 f. **Tese** (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

SOUZA, C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, F. P. M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.333-336, 2004a.

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

SOUZA-KRULISKI1, 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. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.34, n.2, p.434-439, mar / abr, 2010.

SWELLAM, T.; MIYANAGA, N.; ONOZAWA, M.; HATTORI, K.; SHIMAZUI, T.; AKAZA, H. Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: *In vivo* and *in vitro* studies. **International Journal of Urology**, v.10, n.4, p.213-219, 2003.

TEIXIDÓ, E. et al. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v.1135, n.1, p.85-90, 2006.

USAID - UNITES STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT. **Análise da indústria do mel**: inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional. DAI/BRASIL, v.2, 2006. 42 p

VARGAS, T. Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná. 2006. 123f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

VILELA, S. L. de O. **A importância das novas atividades agrícolas ante a globalização: a apicultura no Estado do Piauí.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 228p.

WHITE JUNIOR, W.; DONER L. W. Mass spectrometric detection of high-fructose corn syrup in honey by use of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio: collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v.61, p.746-750, 1978.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2013. Media Centre: *Salmonella*. Disponível em: <<http://www.who.int/topics/salmonella/en/>>. Acesso em: 17 de junho de 2013.

4. ARTIGO CIENTÍFICO I

Adulteração de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

Adulteration of honeys marketed at the popular markets of the City of Recife, PE

Resumo

Neste trabalho o objetivo foi pesquisar a ocorrência de adulteração de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco. Ao total, 55 amostras foram submetidas à avaliação isotópica do mel e de sua proteína. Os resultados revelaram que 31 (56,36%) méis estavam adulterados. A variação isotópica das amostras com adulteração apresentou valores entre $-1,27^{0}/_{00}$ e $-12,69^{0}/_{00}$, o que ratificou o comércio de méis adulterados. É preciso intervenção efetiva e incisiva das autoridades fiscalizadoras competentes frente à fraude, haja vista o risco da população consumidora em adquirir produtos com baixo valor nutricional e / ou depreciação sanitária.

Palavras-chaves: mel; fraude; açúcar; isótopo; carbono 4.

Abstract

In this work the purpose was to investigate the occurrence of adulteration of honey marketed in popular markets of the City of Recife, Pernambuco. On total, 55 samples were submitted the isotopic analysis of honey and its protein. The results revealed that 31 (56,36%) samples were adulterated. The isotopic variation of samples with adulteration had minimum value of $-1,27^{0}/_{00}$ and maximum of $-12,69^{0}/_{00}$, which confirms the marketed honeys with adulteration. Need efficient and incisive intervention of the authorities for fraud, given the risk of the consumer population in acquiring honey with low hygiene and / or low nutritional value.

Key-words: honey; fraud; sugar; isotope, carbon 4.

4.1 Introdução

No Brasil produzir mel é bastante representativo. Por ser um alimento de excelente qualidade, com uma alta aceitabilidade, sua comercialização promove aumento da renda familiar, assim como o desenvolvimento socioeconômico da comunidade produtora (KERR et al. 1996). Comprovadamente é considerado um adoçante natural e fonte de energia. Depois de ingerido gera efeito imunológico, antibacteriano, anti-inflamatório, analgésico, sedativo, expectorante e hiposensibilizador (WIESE, 1986).

Nesta percepção, as pessoas que consomem mel buscam um alimento idôneo, balanceado, rico em proteínas e açúcares (SOUZA et al., 2004). Entretanto, mesmo com o incremento do consumo, a produção brasileira ainda é insuficiente para suprir a demanda. Há, portanto, uma maior comercialização e valorização do produto, o que o torna alvo de adulterações, apesar da existência de numerosos critérios de qualidade e certificações antes da comercialização (DEVILLERS, 2004; SCHLABITZ et al., 2010).

As adulterações mais frequentes são ocasionadas pela adição de açúcares comerciais, derivados da cana-de-açúcar e milho. Muitas vezes estes glicídios são de difícil detecção e estão associados às forrageiras com metabolismo fotossintético C_4 , ao contrário das plantas pertencentes ao ciclo fotossintético C_3 , utilizadas pelas abelhas como fonte de néctar (ROSSI et al., 1999). A técnica plenamente adequada à identificação da fraude ao mel é a análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$). Ela permite quantificar a inclusão de subprodutos provenientes de fontes C_4 , a partir da variação isotópica do mel e sua proteína (ARAUCO, 2005).

Neste trabalho o objetivo foi pesquisar a ocorrência de adulteração de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco.

4.2 Material e Métodos

Foi realizado, baseado nos dados disponibilizados pela Companhia de Serviços Urbanos do Recife (CSURB, 2007; CSURB, 2009), um levantamento da localização geográfica das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife que se adequavam ao objetivo do estudo, a fim de mapear os possíveis locais de coleta do mel. Para o mapeamento foi utilizado Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo Garmin CSx 60 (Figura 1).



Figura 1: Mapeamento das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE
Fonte: <https://maps.google.com.br/>

As amostras foram obtidas, entre julho e setembro de 2012. Méis registrados no Serviço de Inspeção Estadual (SIE) ou Federal (SIF) foram adquiridos, após a confirmação constada no rótulo, de que o produto fora originado de abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Méis não registrados ou sem rótulos também foram coletados, sendo estes considerados sem inspeção sanitária (clandestinos). Para isto, vendedores garantiram que se tratava de “mel puro de abelha com ferrão ou mel italiano”, depois de serem questionados sobre o tipo de mel e abelha.

A aquisição das amostras foi realizada através da compra avulsa: a cada lote do produto comercializado, era obtido um frasco entre 280 g e 1000 g, para posterior fragmentação.

Cada amostra foi identificada em ordem numérica crescente (número inteiro), utilizando etiquetas de papel e escritas com lápis. Todas as amostras foram transportadas em caixas de papelão, protegidas do sol e calor, para a fragmentação em unidades amostrais no Laboratório de Inspeção de Carnes e Saúde Pública do Departamento de Medicina Veterinária - UFRPE, *Campus* Recife. Aquelas que precisaram de conservação, por causa do período reservado às análises laboratoriais, foram mantidas em temperatura ambiente (25°C), ao abrigo do calor e / ou umidade.

O procedimento de fragmentação foi realizado em local limpo. Cada amostra foi subdividida a um frasco de vidro esterilizado em autoclave (121°C / 30'), com rosca, lacre e capacidade para 280 g. Utilizou-se a chama do bico de Bunsen para aquecer as bordas dos

gargalos e evitar contaminações dos recipientes, antes e depois de preenchê-los com mel. Estes foram acondicionados em plástico-bolha, jornal e contidos em caixas de papelão para evitar quebra. As amostras foram enviadas ao local da análise utilizando transporte aéreo.

4.2.1 Análise de adulteração

Para identificar a existência de méis adulterados com açúcar derivado de cana-de-açúcar ou milho, amostras, contendo 50 g de mel, foram submetidas à análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$). O teste foi realizado no Centro de Isótopos Estáveis Ambientais, Instituto de Biociência de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / UNESP, utilizando a metodologia oficial da *Association Official of Agricultural Chemists* (AOAC, 2000).

As amostras de mel e de sua proteína foram submetidas à combustão em analisador elementar *Fisons Instruments* EA 1108 CHN e analisadas em espectrômetro de massas de razão isotópica *Finnigan Mat* DELTA-S.

Para a análise isotópica de mel, os resultados em $\delta^{13}\text{C}$ foram obtidos utilizando espectrômetro de massa, cuja definição matemática é mostrada abaixo:

$$\delta (\text{amostra, padrão}) = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1] \times 10^3$$

$\delta(\text{amostra, padrão})$ = enriquecimento isotópico da amostra relativo ao padrão internacional (PDB), expresso em *per mil* (adimensional);

R = razão isotópica de $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$, da amostra e do padrão (adimensional), respectivamente.

A percentagem de adulteração com derivados de plantas fotossintéticas C_4 foi determinada pela equação abaixo:

$$\% \text{ adulteração} = [(\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{mel}})] / [(\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{adulterante}})] \times 100$$

Na referida expressão, foi utilizado, como valor de adulterante, o correspondente ao da *High Fructose Corn Syrup* (HFCS = -9,7%), porque assim consta na metodologia oficial.

4.2.2 Análise estatística

Os resultados foram expressos através das estatísticas: média, desvio padrão e mediana. Para a comparação entre os méis adulterados ou não adulterados (puros), inspecionados ou não inspecionados (clandestinos), e sem comparação entre os méis adulterados ou não adulterados (puros), foi utilizado o teste de Mann-Whitney. A verificação da hipótese de normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk (CONOVER, 1980; ALTMAN, 1991).

A margem de erro utilizada nas decisões dos testes estatísticos foi de 5%. O programa utilizado para digitação dos dados e obtenção dos cálculos estatísticos foi o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) na versão 21.

4.3 Resultados e Discussão

Ao total, 55 amostras foram coletadas e destas, 31 (56,36%) estavam adulteradas. Tal irregularidade pode está correlacionada a algum dos seguintes fatores: comerciantes adquiriram mel adulterado, convictos da idoneidade do alimento; comerciantes obtiveram o mel adulterado, sabendo da fraude; comerciantes adulteraram o mel após a aquisição do produto idôneo.

Neste contexto, 24 (43,64%) méis foram considerados puros. Estes apresentaram contaminação com fontes C₄ entre 0,92% e 6,42%, o que não caracterizou adulteração. Segundo as informações de Souza-Kruliski et al. (2010), valores abaixo de 7% de açúcares provenientes de plantas do ciclo fotossintético C₄, após a avaliação isotópica, são provavelmente correlacionados ao manejo indevido, ou seja, proximidade das abelhas às plantações de cana-de-açúcar ou alimentação com produtos açucarados C₄ em período de baixa floração.

Dos 33 pontos de coleta previamente catalogados e visitados, apenas 14 (42,42%) dispunha de méis: cinco feiras-livres e nove mercados públicos. Estes estão localizados em 13 importantes e populosos bairros da Cidade do Recife, distribuídos nas Regiões Político-Administrativas (RPA) do da Cidade do Recife. Houve comércio de méis adulterados em cinco das seis RPA: RPA A, RPA B, RPA C, RPA D e RPA E. Não foi encontrado, portanto, mel exposto ao comércio nas feiras-livres e mercados públicos da RPA F.

Na Tabela 1 é apresentado o percentual de méis adulterados, conforme distribuição nas RPA correspondentes.

Tabela 1: Percentual de méis adulterados comercializados nas feiras-livres e mercados públicos, distribuídos nas Regiões Político-Administrativas da Cidade do Recife, PE

RPA	I		NA	AA	%A
	MP	FL			
A	1		13	4	30,8
	2		6	6	100,0
B	3		11	11	100,0
	4		1	1	100,0
C	5		5	3	60,0
		1	2	2	100,0
D	6		2	1	50,0
E	7		4	3	75,0

RPA: Região Político-Administrativa; I: Identificação; MP: Mercado público; FL: Feira-livre; NA: Número de amostras; AA: Amostras adulteradas; %AA: Percentual de adulteração

Como pode ser observado, a RPA A, RPA B e RPAC albergaram mais locais de venda de mel com adulteração. Contudo, 12 (38,71%) amostras com adulteração foram obtidas na RPA B, correspondendo à Região Político-Administrativa de maior comércio de produtos adulterados. Na RPA A, C, D e E, somou-se, respectivamente, 10 (32,26%), cinco (16,13%), uma (3,23%) e três (9,68%) amostras com níveis de carbono fonte C₄. Neste contexto, méis adulterados foram provenientes de uma feira-livre (FL) e sete mercados públicos (MP) da Cidade do Recife.

Os resultados obtidos para os méis sem adulteração (puros) ou com adulteração, através da análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$), com inspeção ou sem inspeção (clandestinos), são encontrados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores isotópicos ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

A	IN		VIM		VIP		VIP – VIM		%A	
	S	N	Mi	Ma	Mi	Ma	Mi	Ma	%Mi	%Ma
S	8		-26,60	-16,06	-27,88	-25,58	-1,28	-9,52	7,04	59,95
		23	-26,79	-11,15	-28,56	-18,24	-1,27	-12,69	7,56	100,0
N	8		-27,11	-24,13	-27,15	-25,11	-0,26	-0,99	1,52	6,42
		16	-27,90	-23,58	-28,65	-24,40	-0,01	-0,88	0,06	5,58

A: Adulteração; IN: Inspeccionado; VIM: Valor isotópico do mel; VIP: Valor isotópico da proteína do mel; S: Sim; N: Não; Mi: Mínimo; Ma: Máximo; %A: Percentual de adulteração; %Mi: Percentual mínimo; %Ma: Percentual máximo

A variação isotópica dos méis puros foi entre $-0,01^{0}/_{00}$ e $-0,99^{0}/_{00}$. Para as amostras com adulteração os valores variaram de $-1,27^{0}/_{00}$ a $-12,69^{0}/_{00}$, o que ratifica o comércio de méis adulterados em feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife.

A interpretação dos dados apresentados na Tabela 2 seguiu as citações de alguns autores. De acordo com Tosun (2013), a diferença entre os valores isotópicos do mel e de sua proteína ($\delta^{0}/_{00}^{13}\text{C}$) não deve exceder $1^{0}/_{00}$. Nos cálculos, resultados equivalentes a $(-1^{0}/_{00})$, correspondem à inclusão de 7% de subprodutos das plantas de ciclo fotossintético C_4 (ARAUCO, 2005). Padovan et al. (2003) confirmam estas informações e afirmam que a adição de 7% de açúcar de milho ou de cana-de-açúcar ao mel é o limite prático para considerar a amostra pura. Valores acima deste caracteriza-o como um produto adulterado.

Após a compra, foram identificadas 39 (70,91%) amostras sem inspeção sanitária (clandestinas), das quais 23 (69,23%) estavam adulteradas com derivados da cana-de-açúcar ou milho. Em geral, nove revelaram variação isotópica acima de $1^{0}/_{00}$, e 14 não apresentaram proteína de mel em sua composição. A constatação de amostras com ausência da proteína comprova um produto açucarado, composto exclusivamente de plantas do ciclo fotossintético C_4 . Segundo Souza-Kruliski et al. (2010), ao realizarem um estudo da adulteração em 61 méis brasileiros através da razão isotópica do carbono, duas amostras não tinham mel em sua composição. Para eles, se tratava de méis com fraudes grosseiras, onde todo o carbono mensurado no espectrofotômetro de massa era fonte C_4 .

De todas as amostras de méis avaliadas, 16 (29,09%) apresentavam carimbo do serviço de inspeção, sendo quatro no Serviço de Inspeção Federal (SIF) e 12 no Serviço de Inspeção Estadual (SIE). No geral, oito (50%) amostras com carimbo de inspeção estavam adulteradas: uma com SIF e sete com SIE. A amostra com SIF adulterada quantificou 59,95% de inclusão de açúcar fonte C_4 .

Para as amostras com SIE adulteradas, o percentual variou entre 7,04% e 12,49%. Estes resultados são preocupantes, pois direcionam a duas vertentes. Uma delas é a comprovação da adição de açúcares provenientes do milho ou cana-de-açúcar, caracterizando produtos fraudados, contudo, inspecionados. A última representa a deficiência e desconfiança da fiscalização sanitária, indicando o comércio de alimentos com qualidade nutricional e higiênica duvidosa, pondo em risco a saúde da população consumidora.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias, desvio-padrão e mediana do valor isotópico dos méis, segundo as combinações dos dois fatores: adulteração (sim ou não) e inspecionado (sim ou não). A média mais elevada ($-13,62$) foi registrada entre as amostras de méis adulterados não inspecionados (clandestinos). Contudo, a menor média ($-25,40$) foi obtida dos

méis não adulterados (puros) clandestinos. Para a margem de erro fixada (5,0%) foram verificadas diferenças significativas entre os méis inspecionados e clandestinos das amostras adulteradas, e entre os méis adulterados e não adulterados (puros) das amostras clandestinas.

Tabela 3: Estatísticas do valor isotópico dos méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado.

A	IN		Valor de p
	S	N	
	Média ± DP (Mediana; n)	Média ± DP (Mediana; n)	
S	- 24,27 ± 3,37 (- 25,30; 8)	- 13,62 ± 4,91 (- 11,81; 23)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
N	- 25,00 ± 1,04 (- 25,51; 8)	- 25,40 ± 1,35 (- 25,16; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,787
Valor de p	p⁽¹⁾ = 0,591	p⁽¹⁾ < 0,001*	

A: Adulteração; IN: Inspecionado; A: Adulterado; S: Sim; N: Não; (*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney

Na Tabela 4 são apresentadas as médias, desvio-padrão e mediana do valor isotópico da proteína dos méis, segundo as combinações dos dois fatores: adulteração (sim ou não) e inspecionado (sim ou não). A média mais elevada (-9,14) foi registrada entre as proteínas de méis adulterados não inspecionados (clandestinos). Entretanto, a menor média (- 26,08) foi obtida das proteínas de méis não adulterados (puros) inspecionados. Foram verificadas diferenças significativas entre os méis inspecionados e clandestinos das amostras adulteradas, e entre os méis adulterados e não adulterados (puros) das amostras clandestinas.

Tabela 4: Estatísticas do valor isotópico das proteínas dos méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado

A	IN		Valor de p
	S	N	
	Média ± DP (Mediana; n)	Média ± DP (Mediana; n)	
S	- 25,91 ± 0,65 (- 26,95; 8)	- 9,14 ± 11,88 (0,00; 23)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
N	- 26,08 ± 0,79 (- 25,91; 8)	- 25,89 ± 1,24 (- 25,48; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,350
Valor de p	p⁽¹⁾ = 0,065	p⁽¹⁾ < 0,001*	

IN: Inspecionado; A: Adulterado; S: Sim; N: Não; (*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney

Analisando a existência de fraude nos méis, através da avaliação isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$), Rossi et al. (1999) constataram a adulteração por açucares comerciais. Neste

estudo 61 amostras comerciais de mel, com diferentes origens botânicas, foram analisadas isotopicamente, como subsídio básico para a implementação desta metodologia no Brasil. A média dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ das plantas de ciclo fotossintético C_3 também foi investigada, sendo igual a -28,9, assim como dos açúcares, cujo valor foi -11,1. Dos méis analisados, 8% estavam adulterados. No trabalho, os pesquisadores ressaltam a importância de obter a composição isotópica do mel e de sua proteína. Padovan et al. (2003) corroboram a informação e afirmam que as amostras de méis são oficialmente adulteradas quando a variação isotópica supera 1‰. Na pesquisa por eles desenvolvida, seis amostras brasileiras de méis foram identificadas como adulteradas de um total de 48, através da razão isotópica ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$). De acordo com os pesquisadores, é bastante difícil detectar adulteração em méis utilizando métodos laboratoriais convencionais.

Arauco (2005), ao avaliar a sensibilidade e precisão do método isotópico com porcentagem de adulteração conhecida em méis brasileiros, utilizando a proteína como padrão interno, a variabilidade isotópica do carbono ($\delta^{0/100}^{13}\text{C}$) de méis comercializados no Brasil e a variabilidade isotópica do Nitrogênio ($\delta^{0/100}^{15}\text{N}$), concluíram que, das 211 amostras testadas, 92% foram consideradas puras. O valor isotópico dos méis esteve entre -23,79‰ e -28,59‰. Da sua proteína variou entre -23,81‰ e -28,59‰, atestando a idoneidade dos apiários do Brasil. Para a autora, o desconhecimento do método analítico por parte dos órgãos brasileiros competentes, no entanto, é o motivo para que seja pouco empregado, isto porque a avaliação isotópica é plenamente adequada à identificação de adulteração no mel com fonte de carbono C_4 .

Esta informação corrobora as de Tosun (2013). Em seu estudo de detecção da adulteração em amostras de méis contaminadas com vários tipos de açúcares comerciais, através da razão isotópica ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$), o pesquisador afirmou que méis fraudados com açúcares derivados da cana-de-açúcar ou milho podem ser detectados utilizando o método. Para Souza-Kruliski et al. (2010), a análise dos isótopos do carbono é uma ferramenta adequada à identificação e quantificação de adulteração em mel, e deveria ser indicada como metodologia oficial para a detecção de fraude no produto, por apresentar maior sensibilidade que os testes químicos qualitativos: lugol, lund e fiehe. Estas análises, segundo os autores, não quantificam o carbono C_4 e são incapazes de identificar todos os tipos de fraude.

Padovan et al. (2003), ressaltam que a cromatografia gasosa / espectrometria de massa é uma metodologia precisa, utilizada para identificar de baixos a altos níveis de adulteração no mel com fontes C_4 . Na pesquisa de detecção da adulteração de méis comerciais, baseados

em várias literaturas, os autores informam que a fraude é confirmada através da razão isotópica ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$). Plantas com a fotossíntese Calvin-Benson (ciclo C_3), apresentam razão isotópica entre -21‰ e -32‰ . Aquelas com a fotossíntese Hatch-Slack (ciclo C_4) revelam valores isotópicos maiores que as fontes C_3 (-12‰ a -19‰), isto porque plantas C_4 têm níveis elevados de ^{13}C quando comparados com fontes C_3 . Segundo os autores, valores isotópicos acima de $-23,5\text{‰}$ indicam méis suspeitos de adulteração. Neste caso, o percentual de adulterantes é obtido através da comparação entre a razão isotópica do carbono existente na proteína e açúcar do mel, as quais devem apresentar valores próximos, porque ambas vêm da mesma fonte. Mesmo com adição de fontes C_4 , a proteína do mel mantém a composição isotópica original, e isto revela a fraude.

4.4 Conclusão

Méis puros e adulterados com açúcares provenientes de fontes C_4 são comercializados nas feiras-livres e mercados-públicos, distribuídos na Cidade do Recife. É preciso intervenção efetiva e incisiva das autoridades fiscalizadoras competentes frente à fraude, haja vista o risco da população consumidora em adquirir produtos com baixo valor nutricional e / ou depreciação sanitária.

4.5 Referências

ALTMAN, D. G. **Practical Statistics for Medical Research**. Great Britain – London, Ed. Chapman and Hall, 1991, 611p.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL OF AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official method 998.12.C4: plant sugar in honey**. Arlington, 2000. 1017p

ARAUCO, E.M.R. Avaliação da qualidade do mel e atividade da enzima invertase em *Apis mellifera* L. africanizadas. 2005. 109p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2005.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2a Ed. New York – Texas, Ed. John Wiley and Sons. Tech University, 1980, 495p.

CSURB – COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DO RECIFE. 2007. Mercados públicos. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2007/07/06/mercados_publicos_144933.php> Acesso em: 19 de maio de 2011.

CSURB – COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DO RECIFE. 2009. Feiras-livres. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2009/08/24/feiras_livres_168213.php>. Acesso em: 19 de maio de 2011.

DEVILLERS, J. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. **Food Chemistry**, v.86, p.305-312, 2004.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte – MG, Ed. Fundação Acangauá, 1996. 120p.

PADOVAN, G. J.; JONG, D.; RODRIGUES, L. P.; MARCHINI, J. S. Detection of adulteration of commercial honey samples by $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ isotopic ratio. **Food Chemistry**, v.82, n.4, p.633-636, 2003.

ROSSI, N. F.; MARTINELLI, L. A.; LACERDA, T. H. M.; CAMARGO, P. B.; VICTÓRIA, R. L. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.1-16, 1999.

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.4, n.1, p.80-90, 2010.

SOUZA, C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, F. P. M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.333-336, 2004.

SOUZA-KRULISKI, C. R.; DUCATTI, C.; VENTURINI FILHO, W. G.; ORSI, R. O; SILVA, E. T. Estudo de adulteração em méis brasileiros através de razão isotópica do carbono. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.434-439, 2010.

TOSUN, M. Detection of adulteration honey added various sugar syrups with $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ isotope ratio analysis method. **Food Chemistry**, v.138, p.1629-1632, 2013.

WIESE, H. **Nova Apicultura**. 7ª ed. Porto Alegre – RS, Ed. Agropecuária LTDA. 1986. 493p.

5. ARTIGO CIENTÍFICO II

Qualidade microbiológica de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

Microbiological quality of honeys marketed in popular markets at the City of Recife, PE

Resumo

Neste trabalho o objetivo foi pesquisar a qualidade microbiológica de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco. No total, 55 amostras foram submetidas à avaliação isotópica do mel e de sua proteína, assim como à pesquisa de bolores e leveduras; coliformes 35°C e 45°C. Os resultados revelaram que 31 (56,36%) méis estavam adulterados com açúcares e 46 (83,64%) apresentaram contaminação por bolores e leveduras. Méis puros e adulterados com açúcares provenientes de fontes C₄, contaminados por fungos, são comercializados nas feiras-livres e mercados-públicos, distribuídos na Cidade do Recife. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos com contaminação microbiana.

Palavras-chaves: mel; coliforme; bolores; leveduras; isótopo; adulteração.

Abstract

In this work the purpose was to investigate the microbiological quality of honey marketed in popular markets of the City of Recife, Pernambuco. On total, 55 honey samples were submitted to isotopic evaluation honey and its protein, and to search of mold and yeasts; coliforms 35°C and 45°C. The results revealed that 31 (56,36%) samples were adulterated with sugars and 46 (83,64%) honeys were contaminated with molds and yeasts. Pure and adulterated honeys with C₄ source, contaminated for fungi, were marketed at the popular markets, in City of the Recife. Its ingestion may harm the consumer by risk acquire products with microbial contamination.

Key-words: honey; coliform; mold; yeast; isotope, adulteration.

5.1 Introdução

A ausência de cuidados higiênicos pode comprometer a qualidade do mel de forma irreversível e inviabilizar a sua comercialização. Como é um produto usualmente consumido *in natura*, os cuidados durante a colheita e extração devem ser considerados, uma vez que processos subsequentes não são capazes de eliminar ou reduzir microrganismos patogênicos ou deteriorantes, se existentes no alimento.

Pólen, ar, pó, solo, néctar e aparelho digestivo das abelhas são fontes primárias de contaminação microbiana, de difícil controle. Manipuladores com maus hábitos higiênicos, além de equipamentos e instalações sujas, também contribuem à disseminação de agentes etiológicos nos méis (SNOWDON & CLIVER, 1996).

Quando presentes no mel, bactérias e fungos podem está envolvidos na produção de enzimas, toxinas; vitaminas e / ou aminoácidos, assim como inibir microrganismos competidores (SILVA et al., 2008).

Atualmente, a legislação vigente não estabelece parâmetros microbiológicos para o mel (BRASIL, 2000). No entanto, as análises microbiológicas contribuem à fiscalização do alimento, protegendo o consumidor de adquirir um produto de baixa qualidade ou adulterado (MARCHINI, 2004).

A adulteração do mel é estimulada pela elevação do preço no mercado interno e externo e pelo incremento do consumo de produtos naturais. Estes dois fatores agregados promovem a valorização do alimento e o torna alvo de fraudes, geralmente decorrentes da adição de açúcares comerciais, glicose, melado, solução de açúcar invertido e xarope de milho (CANO et al., 1992). De acordo com Arauco (2005), a técnica plenamente adequada à quantificação da inclusão de subprodutos provenientes de fontes C₄ ao mel é a análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00}^{13}\text{C}$).

Neste trabalho o objetivo foi avaliar a qualidade microbiológica de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco.

5.2 Material e Métodos

Foi realizado, baseado nos dados disponibilizados pela Companhia de Serviços Urbanos do Recife (CSURB, 2007; CSURB, 2009), um levantamento da localização geográfica das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife que se adequavam ao

objetivo do estudo, a fim de mapear os possíveis locais de coleta do mel. Para o mapeamento foi utilizado Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo Garmin CSx 60 (Figura 2).



Figura 2: Mapeamento das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE
Fonte: <https://maps.google.com.br/>

As amostras foram obtidas, entre julho e setembro de 2012. Méis registrados no Serviço de Inspeção Estadual (SIE) ou Federal (SIF) foram adquiridos, após a confirmação constada no rótulo, de que o produto fora originado de abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Méis não registrados ou sem rótulos também foram coletados, sendo estes considerados sem inspeção sanitária (clandestinos). Para isto, vendedores garantiram que se tratava de “mel puro de abelha com ferrão ou mel italiano”, depois de serem questionados sobre o tipo de mel e abelha.

A aquisição das amostras foi realizada através da compra avulsa: a cada lote do produto comercializado, era obtido um frasco entre 280 g e 1000 g, para posterior fragmentação.

Cada amostra foi identificada em ordem numérica crescente (número inteiro), utilizando etiquetas de papel e escritas com lápis. Todas as amostras foram transportadas em caixas de papelão, protegidas do sol e calor, para a fragmentação em unidades amostrais no Laboratório de Inspeção de Carnes e Saúde Pública do Departamento de Medicina Veterinária - UFRPE, *Campus* Recife. Aquelas que precisaram de conservação, por causa do período reservado às análises laboratoriais, foram mantidas em temperatura ambiente (25°C), ao abrigo do calor e / ou umidade.

O procedimento de fragmentação foi realizado em local limpo. Cada amostra foi subdividida a dois frascos de vidro esterilizados em autoclave (121°C / 30'), com rosca, lacre e capacidade para 280 g. Utilizou-se a chama do bico de Bunsen para aquecer as bordas dos gargalos e evitar contaminações dos recipientes, antes e depois de preenchê-los com mel. Estes foram acondicionados em plástico-bolha, jornal e contidos em caixas de papelão para evitar quebra. As amostras foram enviadas aos locais de análises utilizando transporte aéreo.

5.2.1 Análise de adulteração

Para identificar a existência de méis adulterados com açúcar derivado de cana-de-açúcar ou milho, amostras, contendo 50 g de mel, foram submetidas à análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$). O teste foi realizado no Centro de Isótopos Estáveis Ambientais, Instituto de Biociência de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / UNESP, utilizando a metodologia oficial da *Association Official of Agricultural Chemists* (AOAC, 2000).

As amostras de mel e de sua proteína foram submetidas à combustão em analisador elementar *Fisons Instruments* EA 1108 CHN e analisadas em espectrômetro de massas de razão isotópica *Finnigan Mat* DELTA-S.

Para a análise isotópica de mel, os resultados em $\delta^{13}\text{C}$ foram obtidos utilizando espectrômetro de massa, cuja definição matemática é mostrada abaixo:

$$\delta (\text{amostra, padrão}) = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1] \times 10^3$$

$\delta(\text{amostra, padrão})$ = enriquecimento isotópico da amostra relativo ao padrão internacional (PDB), expresso em *per mil* (adimensional);

R = razão isotópica de $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$, da amostra e do padrão (adimensional), respectivamente.

A percentagem de adulteração com derivados de plantas fotossintéticas C_4 foi determinada pela equação abaixo:

$$\% \text{ adulteração} = [(\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{mel}})] / [(\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{adulterante}})] \times 100$$

Na referida expressão, foi utilizado, como valor de adulterante, o correspondente ao da *High Fructose Corn Syrup* (HFCS = -9,7%), porque assim consta na metodologia oficial.

5.2.2 Análises microbiológicas

A realização dos ensaios microbiológicos ocorreu no Laboratório de Análise do Mel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Meio Norte – Teresina, PI. Os procedimentos seguiram as recomendações da *American Public Health Association* (APHA, 1984).

Nestas análises foi realizada a contagem padrão de bolores e leveduras, e pesquisadas as presenças de coliformes 35° C e coliformes 45° C nas amostras de mel.

5.2.3 Análise estatística

Os resultados foram expressos através das estatísticas: média, desvio padrão e mediana. Para a comparação entre os méis adulterados ou não adulterados (puros), inspecionados ou não inspecionados (clandestinos), e sem comparação entre os méis adulterados ou não adulterados (clandestinos), foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Ressalta-se que a escolha do teste foi devido ao número de amostras e / ou a falta de normalidade dos dados em cada subgrupo analisado. A verificação da hipótese de normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk (CONOVER, 1980; ALTMAN, 1991).

A margem de erro utilizada nas decisões dos testes estatísticos foi de 5%. O programa utilizado para digitação dos dados e obtenção dos cálculos estatísticos foi o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) na versão 21.

5.3 Resultados e Discussão

Dos 33 pontos de coleta previamente catalogados, apenas 14 (42,42%) dispunha de méis: cinco feiras-livres e nove mercados públicos, localizados em 13 bairros.

Os resultados obtidos para os méis puros ou adulterados, através da análise isotópica do carbono (δ ‰ ^{13}C), com inspeção ou sem inspeção (clandestinos), são encontrados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores isotópicos ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

A	IN		VIM		VIP		VIP – VIM		%A	
	S	N	Mi	Ma	Mi	Ma	Mi	Ma	%Mi	%Ma
S	8		-26,60	-16,06	-27,88	-25,58	-1,28	-9,52	7,04	59,95
		23	-26,79	-11,15	-28,56	-18,24	-1,27	-12,69	7,56	100,0
N	8		-27,11	-24,13	-27,15	-25,11	-0,26	-0,99	1,52	6,42
		16	-27,90	-23,58	-28,65	-24,40	-0,01	-0,88	0,06	5,58

A: Adulteração; IN: Inspeccionado; VIM: Valor isotópico do mel; VIP: Valor isotópico da proteína do mel; S: Sim; N: Não; Mi: Mínimo; Ma: Máximo; %A: Percentual de adulteração; %Mi: Percentual mínimo; %Ma: Percentual máximo

Como pode ser observado acima, 31 (56,36%) das 55 amostras de mel coletadas estavam adulteradas com derivados de plantas do ciclo fotossintético C_4 .

A variação isotópica dos méis puros foi entre $-0,01^{0/00}$ e $-0,99^{0/00}$. Para as amostras com adulteração os valores variaram de $-1,27^{0/00}$ a $-12,69^{0/00}$, o que ratifica o comércio de méis adulterados em feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife.

A interpretação dos dados apresentados na Tabela 5 seguiu as citações de alguns autores. De acordo com Tosun (2013), a diferença entre os valores isotópicos do mel e de sua proteína ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$) não deve exceder $1^{0/00}$. Nos cálculos, resultados equivalentes a $(-1^{0/00})$, correspondem à inclusão de 7% de subprodutos das plantas de ciclo fotossintético C_4 (ARAUCO, 2005). Padovan et al. (2003) confirmam estas informações e afirmam que a adição de 7% de açúcar de milho ou de cana-de-açúcar ao mel é o limite prático para considerar a amostra pura. Valores acima deste caracteriza-o como um produto adulterado.

Os valores obtidos das análises microbiológicas para méis puros ou adulterados, inspeccionados ou clandestinos, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Características microbiológicas (coliformes 35°C, coliformes 45°C, bolores e leveduras) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspeccionados ou clandestinos, comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

A	IN		CBL		CC 35°C	CC 45°C	
	S	N	*APBL	Mi	Ma	*APC 35°C	*APC 45°C
S	8		8	$0,07 \times 10^2$	$0,23 \times 10^2$	0	0
		23	14	$0,00 \times 10^2$	$0,27 \times 10^2$	0	0
N	8		8	$0,07 \times 10^2$	$0,37 \times 10^2$	0	0
		16	16	$0,03 \times 10^2$	$21,07 \times 10^2$	0	0

A: Adulterado; IN: Inspeccionado; CBL: Contagem de bolores e leveduras UFC.mL⁻¹; CC 35°C: Contagem de coliformes 35°C UFC.mL⁻¹; Contagem Coliformes 45°C UFC.mL⁻¹; S: Sim; N: Não; *APBL: Quantidade de amostras positivas a bolores e leveduras; Mi: Mínimo; Ma: Máximo; *APC 35°C: Quantidade de amostras positivas a coliforme 35°C; *APC 45°C: Quantidade de amostras positivas a coliforme 45°C.

Na Tabela 6 é possível observar que nenhuma amostra apresentou contagem de coliformes 35°C e 45°C, indicando ausência de contaminação fecal. Contudo, bolores e leveduras foram identificados em 46 (83,64%) amostras, apesar do número relativamente baixo de unidades formadoras de colônias.

Dois méis apresentaram contagem de bolores e leveduras acima de 100 UFC.mL⁻¹, o que caracterizou elevada contaminação (APHA, 1984): 2,43 x 10² UFC.mL⁻¹ e 21,07 x 10² UFC.mL⁻¹. Esses resultados podem estar correlacionados à ausência de boas práticas apícolas durante o beneficiamento, uma vez que se tratava de méis artesanais, produzidos sem fiscalização sanitária.

Não foram identificados bolores e leveduras em nove (23,08%) amostras. No entanto, os méis correspondentes estavam adulterados com açúcares provenientes de plantas do ciclo fotossintético C₄, na proporção de 75,89% a 100%.

Aos méis puros, as baixas contagens de bolores e leveduras sugerem ou a observância de cuidados higiênicos nos estabelecimentos processadores, associada ou não à presença de espécies fúngicas osmofílicas, água e concentração de açúcares; ou aquecimento durante descristalização e tratamento térmico. Para os méis adulterados, os baixos valores revelados podem ser correlacionados ao aquecimento dos açúcares de fonte C₄, durante a produção do adulterante líquido.

Percentuais de contaminação, semelhantes ao deste trabalho, foram encontrados por alguns autores. Barros et al. (2003), ao analisarem a qualidade de méis industriais e artesanais comercializados na Região Metropolitana do Recife, identificaram 90% de contaminação por bolores e leveduras, e correlacionaram-na à umidade das amostras. Sodré (2005), ao determinar as características microbiológicas de méis produzidos por *A. mellifera* Linnaeus, 1758, constatou a existência de fungos e leveduras em 90% das amostras provenientes do Estado do Ceará e 76,3% das coletadas do Piauí. No mesmo sentido, Tchoumboue et al. (2007), após determinarem as características físico-químicas e microbiológicas do mel de Camarões, produzido por *A. mellifera*, identificaram 73,4% de amostras contaminadas por micróbios. A atribuição à percentagem obtida, segundo os pesquisadores, foi reflexo da higiene empregada na produção.

A importância dos cuidados higiênicos durante o processamento do mel também foi mencionada por Alves (2008). Em meio a sua pesquisa de identificação e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná, o autor cita que cuidados especiais tomados na colheita, assim como no processo, manipulação

e armazenamento, são importantes à inocuidade do alimento. Ainda, a diversidade de componentes presentes no mel, em virtude da pressão seletiva exercida pela elevada taxa de açúcar e pela baixa atividade água no substrato foram importantes aos baixos valores de fungos e ausência de coliformes, identificados na sua tese.

Na Tabela 7 são apresentadas as médias, desvio-padrão e mediana da contagem de bolores e leveduras, segundo as combinações de dois fatores: adulteração (sim ou não) e inspecionado (sim ou não).

A média mais elevada (172,75) foi registrada entre as amostras de méis não adulterados (puros) não inspecionados (clandestinos). Contudo, a menor média (6,36) foi obtida dos méis adulterados clandestinos.

Para a margem de erro fixada (5,0%) foram verificadas diferenças significativas entre os méis inspecionados e clandestinos das amostras adulteradas, e entre os méis adulterados e puros das amostras clandestinas.

Tabela 7: Estatísticas da contagem de bolores e leveduras de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado

A	IN		Valor de p
	S	N	
	Média ± DP (Mediana; n)	Média ± DP (Mediana; n)	
Sim	13,00 ± 7,62 (13,00; 9)	6,36 ± 7,43 (5,00; 22)	p ⁽¹⁾ = 0,032*
Não	18,75 ± 9,87 (20,00; 8)	172,75 ± 518,84 (28,50; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,122
Valor de p	p⁽¹⁾ = 0,216	p⁽¹⁾ < 0,001*	

A: Adulterado; IN: Inspeccionado; S: Sim; N: Não; (*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney

Avaliando a qualidade microbiológica de amostras de mel produzidas pela *A. mellifera*, Vargas (2006) encontrou uma variação de bolores e leveduras de zero a $52,33 \times 10^2$ UFC.g⁻¹, após caracterizar a qualidade de 80 méis provenientes dos Campos Gerais, Paraná. Na mesma pesquisa, o autor encontrou duas amostras com contagem de coliformes totais, utilizando a técnica do número mais provável (>3 NMP.g⁻¹). Resultado distinto obteve Pires (2011) quando verificou a qualidade do mel produzido no Estado do Piauí, adquirido de apicultores que utilizavam as Unidades de Extração de Produtos Apícolas (UEPAs) com Boas Práticas Apícolas (BPA) (T1) e sem BPA (T2). Segundo a pesquisadora, a média da contagem de bolores e leveduras, em UFC (log₁₀.g⁻¹), foi de 2,03 a T1 e 2,70 para T2. Aos dois tratamentos não houve contaminação por coliformes.

Silva (2007), ao diagnosticar as condições de colheita e extração de mel na Região Norte da Zona da Mata Mineira, optou por amostras de méis locais (apicultores) e provenientes de entrepostos com Serviço de Inspeção Federal do Estado de Minas Gerais (SIF). As médias da contagem de bolores e leveduras em UFC.g⁻¹, pesquisadas aos grupos “apicultores e SIF”, foram $29,00 \times 10^3$ e $3,70 \times 10^3$. Coliformes não foram encontrados (<3 NMP.g⁻¹). Valores menores foram identificados por Ananias (2010), quando avaliava as condições de produção, extração e beneficiamento do mel produzido por *A. mellifera* na Microrregião de Pires do Rio, Goiás. Para bolores e leveduras o resultado variou de < 1,00 x 10 UFC.g⁻¹ a $5,00 \times 10^2$ UFC.g⁻¹.

A importância dos microrganismos no mel está associada à possibilidade de toxinfecção alimentar e perda da qualidade. Segundo Franco e Landgraf (2005), mesmo os méis apresentando acidez elevada e baixa atividade de água, o crescimento fúngico é possível. Quando presentes, os fungos podem acarretar depreciação do alimento por meio da deterioração enzimática, assim como gerar metabólicos tóxicos, durante sua multiplicação. Se ingeridas, estas substâncias podem causar alterações biológicas prejudiciais para os homens e outros animais, sendo inclusive danosas às abelhas. Tais informações corroboram as de Oga (2003), quando ratifica que a ingestão de fungos é um perigo à saúde pública. Segundo ele as micotoxinas ocasionam sintomas como náuseas, dermatites e carcinomas hepáticos. Diante do fato, Arnon (1981) não recomenda o consumo de mel por crianças menores de um ano; e Merabet (2011) retrata sua preocupação frente à legislação brasileira, por não contemplar parâmetros microbiológicos.

Problemas na qualidade dos méis também são mencionados por Snowdon e Cliver (1996). No mesmo sentido, Migdal et al. (2000) relatam a influência das leveduras ao processo fermentativo. Conforme as descrições, os microrganismos podem acarretar alterações consideráveis nos parâmetros físico-químicos do produto. Chirife et al. (2006) explicam que as leveduras agem sobre a glicose e frutose, resultando na formação de etanol e dióxido de carbono. O álcool gera, na presença de oxigênio, ácido acético e água, promovendo gosto azedo.

Apesar de rara, a presença de coliformes no mel também tem sido relatada. A ausência deste grupo de microrganismo sugere cuidados higiênicos durante a manipulação do mel (SOUZA, 2009). Entretanto, se identificadas nas análises microbiológicas, é sugerida contaminação externa do produto (BOBBIO & BOBBIO, 1995). De acordo com Oliveira et al. (1984), coliformes 45°C são provenientes de fezes. Eles alertam que a identificação dessas bactérias pode remeter a possível presença de outros microrganismos de difícil detecção e

maior patogenicidade. Salamanca et al. (2001) confirmam a relevância da Enterobacteriaceae no mel e correlacionam-na a condições higiênicas deficientes durante a extração, beneficiamento e comercialização. Para Oliveira (2003) bactérias deste grupo podem ser danosas aos consumidores, uma vez da possibilidade de ingestão de toxinas.

5.4 Conclusão

Méis puros e adulterados com açúcares provenientes de fontes C₄, contaminados por fungos, são comercializados nas feiras-livres e mercados-públicos, distribuídos na Cidade do Recife. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos com contaminação microbiana.

5.5 Referência

ALTMAN, D. G. **Practical Statistics for Medical Research**. Great Britain – London, Ed. Chapman and Hall, 1991. 611p.

ALVES, E. M. Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná. 77f. 2008. **Tese** (Zootecnia), Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Maringá. Maringá, 2008.

ANANIAS, K. R. Avaliação das condições de produção e qualidade de mel de abelhas (*Apis mellifera L.*) produzido na microrregião do Pires do Rio, no Estado de Goiás. 2010. 70f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2010.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL OF AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official method 998.12.C4: plant sugar in honey**. Arlington, 2000. 1017p.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2. ed. Washington, D.C., 1984.

ARAUCO, E.M.R. Avaliação da qualidade do mel e atividade da enzima invertase em *Apis mellifera* L. africanizadas. 2005. 109p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2005.

ARNON, S.S.; DAMUS, K.; CHIN, J. Infant botulism: epidemiology and relation to sudden infant death syndrome. **Epidemiologic Review**, v.3, p.45-66, 1981.

BARROS, G.C.; MENDES, E.S.; SILVA, L.B.G.; OLIVEIRA, L.A. Qualidade físico-química e Microbiológica de méis comercializados na Grande Recife, PE. **Revista de Higiene Alimentar**, v.17, n.112, p.53-58, 2003.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de Alimentos**. 2ª edição, Livraria Varela LTDA, 1995. 151p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº11 de 20 de outubro de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.

CANO, C. B.; ZAMBONI, C. Q.; ALVES, H. I.; SPITERI, N.; ATUI, M. B. SANTOS, M. C.; JORGE, L. I. F.; PEREIRA, U.; RODRIGUES, R. M. M. Mel: Fraudes e condições sanitárias. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.52, n. 1/2, p.1-4, 1992.

CHIRIFE, J.; ZAMORA, M.C.; MOTTO, A. The Correlation between water activity and % moisture in honey: fundamental aspects and application to Argentine honeys. **Journal of Food Engineering**, v.72, n.3, p. 287-292, 2006.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2a Ed. New York – Texas, Ed. John Wiley and Sons. Tech University, 1980. 495p.

CSURB – COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DO RECIFE. 2007. Mercados públicos. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2007/07/06/mercados_publicos_144933.php> Acesso em: 19 de maio de 2011.

CSURB – COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DO RECIFE. 2009. Feiras-livres. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2009/08/24/feiras_livres_168213.php>. Acesso em: 19 de maio de 2011.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Editora Atheneu, 2005. 182p.

MARCHINI, L.C. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado de Tocantins, Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v.61, p.101-114, 2004.

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.

MIGDAL, W.; OWEZARCZYK, H.B.; KEDZIA, B.; HOLDERNA-KEDZIA, E.; MADAJEZYK, D. Microbiological decontamination of natural honey by irradiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v.57, p. 285-288, 2000.

OGA, S. **Fundamentos de Toxicologia**. 2ª edição, Atheneu Editora São Paulo, 2003. 474 p.

OLIVEIRA C.A.F. **Qualidade do leite no processamento de derivados**. In: GERMANO P.M.L.; GERMANO M.I.S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. 2ª ed. Varela: São Paulo, p. 91-102. 2003.

OLIVEIRA, C. P. S.; CABRAL, T. M. A.; LIMA, A. W. O. Coliformes totais e fecais e caracterização dos coliformes fecais em queijo tipo coalho comercializado em João Pessoa - PB. **Ciência, cultura, saúde**, v. 6, n. 1, p. 34-38, 1984.

PADOVAN, G. J.; JONG, D.; RODRIGUES, L. P.; MARCHINI, J. S. Detection of adulteration of commercial honey samples by ¹³C / ¹²C isotopic ratio. **Food Chemistry**, v.82, n.4, p.633-636, 2003.

PIRES, R. M. C. Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 produzido no Piauí . 90f. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2011.

SALAMANCA G.; ROJAS C.A.H.; MORENO G.I.; LUNA A. 2001. Características microbiológicas de las mieles tropicales de *Apis mellifera*. Disponível em: <http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/caracteristicas_microbiologicas_mieles.htm>. Acesso em 03 de agosto de 2013.

SILVA, M. B. L. Diagnostico do sistema de produção e qualidade do mel de *Apis mellifera*. 2007. 97f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.

SILVA, M. B. L.; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, G.; GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. L. Qualidade microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores e de méis de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal no Estado de Minas Gerais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.4, p.417-420, 2008.

SNOWDON, J.A.; CLIVER, D.O. Microorganisms in honey. **International Journal of Food Microbiology**, v.31, p.1-26, 1996.

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. 2005. 127 f. **Tese** (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; DIAS, C. T. S.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n.4, p.798-802, 2009.

TCHOUMBOUE, J.; JULIUS, A-N.; FLORENCE A, F.; DELPHINE, D. N.; JONNAS, P.; ANTOINE, M. Physico-chemical and microbiological characteristics of honey from the

sudano-guinean zone of West Cameroon. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 7, p. 908-913, 2007.

TOSUN, M. Detection of adulteration honey added various sugar syrups with $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ isotope ratio analysis method. **Food Chemistry**, v.138, p.1629-1632, 2013.

VARGAS, T. Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná. 2006. 123f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa do Paraná. Ponta Grossa, 2006.

6. ARTIGO CIENTÍFICO III

Qualidade físico-química de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

Physicochemical quality of honeys marketed in popular markets at the City of Recife, PE

Resumo

Neste trabalho o objetivo foi pesquisar a qualidade físico-química de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco. Ao total, 55 amostras foram submetidas à avaliação isotópica do mel e de sua proteína, assim como à quantificação da umidade, hidroximetilfurfural, cinzas, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, atividade diastásica e acidez. Os resultados revelaram que 31 (56,36%) amostras estavam adulteradas com açúcares e 53 (96,36%) méis se apresentaram em desacordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Méis puros e adulterados com açúcares provenientes de fontes C₄, comprometidos físico-quimicamente, são comercializados nas feiras-livres e mercados-públicos, distribuídos na Cidade do Recife. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos impróprios ao consumo.

Palavras-chaves: mel; adulteração; físico-químico; isótopo; carbono 4.

Abstract

In this work the purpose was to investigate the physicochemical quality of honey marketed in popular markets of the City of Recife, Pernambuco. On total, 55 honey samples were submitted to isotopic evaluation honey and its protein, and quantification of moisture, hydroxymethylfurfural, ash, reducing sugars, apparent sucrose, water insoluble solids, diastase activity and acidity. The results revealed that 31 (56,36%) samples were adulterated with sugars and 53 (96,36%) honeys were unconfirming with the Technical Regulation of Identity and Quality of Honey. Pure and adulterated honeys with C₄ source,

physicochemically compromised, are marketed at the popular markets, in City of the Recife. Its ingestion may harm the consumer by risk acquire products unfit for consumption.

Key-words: honey; adulteration, physicochemical; isotope, carbon 4.

6.1 Introdução

O mel das abelhas melíferas é composto essencialmente por diferentes açúcares, predominantemente glicose e frutose, e ainda proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, minerais, pólen e outros compostos (BIANCHI, 1990).

A variação depende, basicamente, das substâncias contidas no néctar da espécie vegetal produtora, as quais conferem ao alimento características específicas. Contudo, a influência das condições climáticas e do manejo nos apiários é menor, embora exerçam efeito sobre as propriedades físico-químicas do alimento (MARCHINI et al., 2001), sendo estas responsáveis pelo aroma, textura, cristalização e nutrientes (JOSHI et al., 2000).

Mesmo após o beneficiamento, o mel continua sofrendo modificações das características inerentes. Isto gera a necessidade de produzi-lo dentro de níveis elevados de qualidade, controlando todas as etapas de processamento, assim como irregularidades pela adição de adulterantes que apresentam valor nutricional e comercial inferior, a fim de garantir sua integridade (ARAÚJO et al., 2006). A disponibilidade limitada e preço relativamente baixo incentivam a adulteração do mel com açúcares de difícil detecção, embora sejam adequadamente quantificados pela análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00}^{13}\text{C}$) (ARAUCO, 2005; RIBEIRO et al., 2009).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, não contempla a pesquisa de adulterantes, no entanto estabelece parâmetros qualitativos e quantitativos ao produto. Os resultados contribuem à fiscalização dos méis (SILVA, 2007).

Neste trabalho o objetivo foi pesquisar a qualidade físico-química de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, Pernambuco.

6.2 Material e Métodos

Foi realizado, baseado nos dados disponibilizados pela Companhia de Serviços Urbanos do Recife (CSURB, 2007; CSURB, 2009), um levantamento da localização

geográfica das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife que se adequavam ao objetivo do estudo, a fim de mapear os possíveis locais de coleta do mel. Para o mapeamento foi utilizado Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo Garmin CSx 60 (Figura 3).

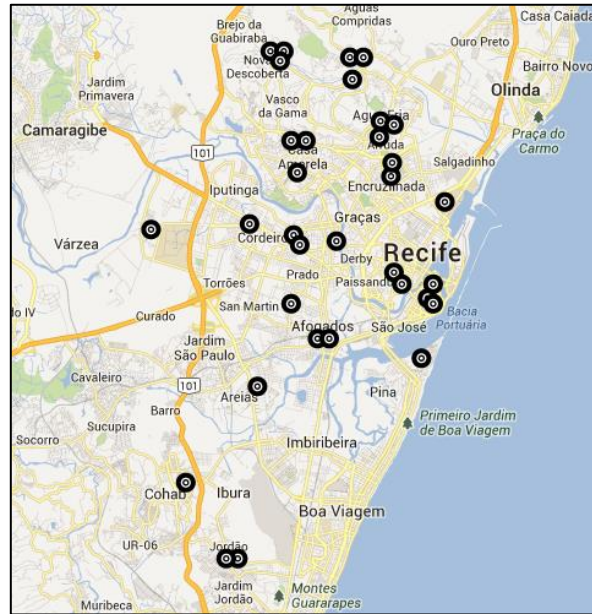


Figura 3: Mapeamento das feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE
Fonte: <https://maps.google.com.br/>

As amostras foram obtidas, entre julho e setembro de 2012. Méis registrados no Serviço de Inspeção Estadual (SIE) ou Federal (SIF) foram adquiridos, após a confirmação constada no rótulo, de que o produto fora originado de abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Méis não registrados ou sem rótulos também foram coletados, sendo estes considerados sem inspeção sanitária (clandestinos). Para isto, vendedores garantiram que se tratava de “mel puro de abelha com ferrão ou mel italiano”, depois de serem questionados sobre o tipo de mel e abelha.

A aquisição das amostras foi realizada através da compra avulsa: a cada lote do produto comercializado, era obtido um frasco entre 280 g e 1000 g, para posterior fragmentação.

Cada amostra foi identificada em ordem numérica crescente (número inteiro), utilizando etiquetas de papel e escritas com lápis. Todas as amostras foram transportadas em caixas de papelão, protegidas do sol e calor, para a fragmentação em unidades amostrais no Laboratório de Inspeção de Carnes e Saúde Pública do Departamento de Medicina Veterinária - UFRPE, *Campus* Recife. Aquelas que precisaram de conservação, por causa do período

reservado às análises laboratoriais, foram mantidas em temperatura ambiente (25°C), ao abrigo do calor e / ou umidade.

O procedimento de fragmentação foi realizado em local limpo. Cada amostra foi subdividida a dois frascos de vidro esterilizados em autoclave (121°C / 30'), com rosca, lacre e capacidade para 280 g. Utilizou-se a chama do bico de Bunsen para aquecer as bordas dos gargalos e evitar contaminações dos recipientes, antes e depois de preenchê-los com mel. Estes foram acondicionados em plástico-bolha, jornal e contidos em caixas de papelão para evitar quebra. As amostras foram enviadas aos locais das análises utilizando transporte aéreo.

6.2.1 Análise de adulteração

Para identificar a existência de méis adulterados com açúcar derivado de cana-de-açúcar ou milho, amostras, contendo 50 g de mel, foram submetidas à análise isotópica do carbono (δ ‰ ^{13}C). O teste foi realizado no Centro de Isótopos Estáveis Ambientais, Instituto de Biociência de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / UNESP, utilizando a metodologia oficial da *Association Official of Agricultural Chemists* (AOAC, 2000).

As amostras de mel e de sua proteína foram submetidas à combustão em analisador elementar *Fisons Instruments* EA 1108 CHN e analisadas em espectrômetro de massas de razão isotópica *Finnigan Mat* DELTA-S.

Para a análise isotópica de mel, os resultados em $\delta^{13}\text{C}$ foram obtidos utilizando espectrômetro de massa, cuja definição matemática é mostrada abaixo:

$$\delta (\text{amostra, padrão}) = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1] \times 10^3$$

δ (amostra, padrão) = enriquecimento isotópico da amostra relativo ao padrão internacional (PDB), expresso em *per mil* (adimensional);

R = razão isotópica de $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$, da amostra e do padrão (adimensional), respectivamente.

A percentagem de adulteração com derivados de plantas fotossintéticas C_4 foi determinada pela equação abaixo:

$$\% \text{ adulteração} = [(\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{mel}})] / [(\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{adulterante}})] \times 100$$

Na referida expressão, foi utilizado, como valor de adulterante, o correspondente ao da *High Fructose Corn Syrup* (HFCS = -9,7%), porque assim consta na metodologia oficial.

6.2.2 Análises físico-químicas

A realização dos testes físico-químicos ocorreu no Laboratório de Análise do Mel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Meio Norte – Teresina, PI. Os procedimentos foram baseados conforme indicação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, a qual aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000): umidade, AOAC nº 969.38 (AOAC, 1998); sólidos insolúveis em água, CAC 7.4 (CAC, 1990); acidez, AOAC nº 962.19 (AOAC, 1998); cinzas, CAC 7.5 (CAC, 1990); açúcares redutores totais, CAC 7.1, (CAC, 1990); sacarose aparente, CAC 7.2 (CAC, 1990); atividade diastásica, CAC 7.7 (CAC, 1990) e hidroximetilfurfural, AOAC nº 980.23 (AOAC, 1998).

6.2.3 Análise estatística

Os resultados foram expressos através das estatísticas: média, desvio padrão e mediana. Para a comparação entre os méis adulterados ou não adulterados (puros), inspecionados ou não inspecionados (clandestinos), e sem comparação entre os méis adulterados ou não adulterados (clandestinos), foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Ressalta-se que a escolha do teste foi devido ao número de amostras e / ou a falta de normalidade dos dados em cada subgrupo analisado. A verificação da hipótese de normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk (CONOVER, 1980; ALTMAN, 1991).

A margem de erro utilizada nas decisões dos testes estatísticos foi de 5%. O programa utilizado para digitação dos dados e obtenção dos cálculos estatísticos foi o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) na versão 21.

6.3 Resultados e Discussão

Dos 33 pontos de coleta previamente catalogados, apenas 14 (42,42%) dispunha de méis: cinco feiras-livres e nove mercados públicos, localizados em 13 bairros.

Os resultados obtidos para os méis puros ou adulterados, através da análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$), com inspeção ou sem inspeção (clandestinos), são encontrados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores isotópicos ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

A	IN		VIM		VIP		VIP - VIM		%A	
	S	N	Mi	Ma	Mi	Ma	Mi	Ma	%Mi	%Ma
S	8		-26,60	-16,06	-27,88	-25,58	-1,28	-9,52	7,04	59,95
		23	-26,79	-11,15	-28,56	-18,24	-1,27	-12,69	7,56	100,0
N	8		-27,11	-24,13	-27,15	-25,11	-0,26	-0,99	1,52	6,42
		16	-27,90	-23,58	-28,65	-24,40	-0,01	-0,88	0,06	5,58

IN: Inspeccionado; VIM: Valor isotópico do mel; VIP: Valor isotópico da proteína do mel; S: Sim; N: Não; Mi: Mínimo; Ma: Máximo; %A: Percentual de adulteração; %Mi: Percentual mínimo; %Ma: Percentual máximo

Como pode ser observado, 31 (56,36%) das 55 amostras de mel coletadas estavam adulteradas com derivados de plantas do ciclo fotossintético C_4 .

A variação isotópica dos méis puros foi entre $-0,01^{0/00}$ e $-0,99^{0/00}$. Para as amostras com adulteração os valores variaram de $-1,27^{0/00}$ a $-12,69^{0/00}$, o que ratifica o comércio de méis adulterados em feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife.

A interpretação dos dados apresentados na Tabela 8 seguiu as citações de alguns autores. De acordo com Tosun (2013), a diferença entre os valores isotópicos do mel e de sua proteína ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$) não deve exceder $1^{0/00}$. Nos cálculos, resultados equivalentes a $(-1^{0/00})$, correspondem à inclusão de 7% de subprodutos das plantas de ciclo fotossintético C_4 (ARAUCO, 2005). Padovan et al. (2003) confirmam estas informações e afirmam que a adição de 7% de açúcar de milho ou de cana-de-açúcar ao mel é o limite prático para considerar a amostra pura. Valores acima deste caracteriza-o como um produto adulterado.

Com os resultados físico-químicos foi constatado que 53 (96,36%) méis se apresentaram em desacordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, categorizando-os impróprios ao consumo. Neste contexto, duas (3,64%) amostras avaliadas estavam dentro dos padrões estabelecidos na legislação brasileira vigente (BRASIL, 2000).

Os valores das análises de hidroximetilfurfural, atividade diastásica, umidade e acidez para méis puros ou adulterados, inspeccionados ou clandestinos, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Características físico-químicas (hidroximetilfurfural, atividade diastásica, umidade e acidez) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspecionados ou clandestinos, comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

A	IN		HMF			AD			UMI			ACI		
	S	N	Mi	Ma	*	Mi	Ma	*	Mi	Ma	*	Mi	Ma	*
S	8		92,94	247,08	0	0,50	10,85	3	17,25	19,97	8	2,40	26,48	8
		23	136,72	1163,3	0	0,0	14,51	2	15,3	21,90	17	1,08	37,24	23
N	8		5,56	237,96	2	4,58	16,69	6	16,53	20,40	7	1,89	32,82	8
		16	48,94	331,16	2	4,23	22,67	10	16,85	21,32	13	1,72	43,86	16

A: Adulteração; IN: Inspeccionado; S: Sim; N: Não; HMF: hidroximetilfurfural (mg); AD: Atividade diastásica (Gothe); UMI: Umidade (%); ACI: Acidez (mEq); Mi: Mínimo; Ma: Máximo; *: Dentro dos padrões do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel

É possível observar que dos 55 méis avaliados, 51 (92,73%) revelaram valor de hidroximetilfurfural (HMF) superior a 60 mg.Kg⁻¹. O valor máximo de 1163,3 mg.Kg⁻¹ foi obtido de uma amostra sem inspeção (clandestina), 100% adulterada com açúcar. O valor mínimo de 5,56 mg.Kg⁻¹ foi proveniente de mel puro inspeccionado. Para os valores elevados de HMF, detectados neste estudo, alguns fatores podem ser sugeridos: aquecimento exagerado durante a descristalização ou no tratamento térmico; incidência solar direta e contínua; temperatura elevada no local de armazenamento e tempo de estocagem prolongado na casa do mel ou estabelecimento comercial.

Das 24 amostras sem adulteração (puras), 20 (83,33%) apresentaram HMF acima do preconizado pela legislação (BRASIL, 2000), indicando que a quantificação do composto não é confiável para avaliar fraude nos méis com açúcares provenientes da cana-de-açúcar ou milho.

Avaliando as pesquisas referentes à quantificação do HMF, o resultado obtido neste estudo é distinto daqueles observados por alguns autores. Richter et al. (2011) ao analisarem 19 amostras de méis produzidas na Cidade de Pelotas, encontraram valor de HMF superior a 60 mg em 5,2% da amostragem. No mesmo sentido, Araújo et al. (2006) reprovaram 30% dos méis comercializados na Cidade de Crato, Ceará, devido ao elevado nível do composto; assim como Bera e Almeida-Muradian (2007) identificaram 18,18% de amostras com HMF fora dos padrões nacionais.

Remetendo à Tabela 9, grande parte das amostras analisadas, 34 (61,82%), apresentou valor de atividade diastásica abaixo de oito Gothe (BRASIL, 2000). O índice máximo de 22,67 Gothe foi obtido de mel puro sem inspeção (clandestino), sendo o valor mínimo proveniente de mel adulterado clandestino, cujo resultado foi zero Gothe.

Outro dado relevante é que méis com adição de fontes C₄, na proporção de 59,9% a 100%, apresentaram valores enzimáticos até 1,02 Gothe. A ausência ou pouca quantidade da diástase pode ser reflexo de dois fatores: fraude com adição de açúcares (a proteína é produzida pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas e dos grãos de pólen); e aquecimento exagerado durante descristalização ou tratamento térmico (a enzima é termolábil).

Resultados do índice de diástase, distintos aos desta pesquisa, foram observados por pesquisadores. Ao caracterizar méis orgânicos de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná, Alves (2008) obteve valores de atividade diastásica entre 7,62 Gothe e 89,55 Gothe. Sodré (2005), durante caracterização físico-química, microbiológica e polínica de méis de *Apis mellifera* identificou o valor mínimo de 5,3 Gothe e máximo de 43,3 Gothe para o índice diastásico de 20 amostras cearenses, e variação entre 5,3 Gothe e 17,1 Gothe para 38 méis do Piauí. Costa et al. (1999), ao avaliarem 74 méis com diferentes origens florais no Brasil, encontraram variação de 5,9 Gothe a 66,7 Gothe.

De todas as amostras estudadas, 10 (18,18%) apresentaram índice de umidade superior aos parâmetros brasileiros de 20% (BRASIL, 2000). O valor máximo de 21,90% e mínimo de 15,3% foi proveniente de amostras adulteradas clandestinas. As amostras com umidade elevada tendem a uma qualidade inferior, uma vez que microrganismos osmofílicos podem causar fermentação no mel com quantidade de água aumentada.

Os valores obtidos não corroboram os de Mendes et al. (2010), uma vez que os percentuais de umidade nas amostras de méis comercializados em feiras-livres de Mossoró não ultrapassaram o limite de 20%. A umidade foi mensurada por Barros et al. (2003) durante a avaliação da qualidade de méis comercializados no Recife. Eles encontraram 14,29% de amostras artesanais com altos teores. Já Aroucha et al. (2008) estudaram 19 amostras de mel floral comercializadas no município de Mossoró / RN, cujos resultados foram de 14,25% a 18,55% de umidade.

Não houve amostras de méis com níveis elevados de acidez. Neste sentido, o índice máximo de 43,86 mEq.Kg⁻¹ foi obtido de amostra pura clandestina, sendo o mínimo de 1,08 mEq.Kg⁻¹ proveniente de mel adulterado clandestino.

Resultado equivalente encontrou Arruda (2003), quando investigava características físico-químicas e polínicas de amostras de méis de *A. mellifera*, da região da Chapada do Araripe, Ceará. A variação foi de 6 mEq.Kg⁻¹ a 13 mEq.Kg⁻¹, e a média de 8,81.

Os valores obtidos das análises de açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água e cinzas são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Características físico-químicas (açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água e cinzas) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspecionados ou clandestinos, comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE

A	IN		AR			AS			SIA			CI		
	S	N	Mi	Ma	*	Mi	Ma	*	Mi	Ma	*	Mi	Ma	*
S	8		65,85	74,84	8	0,79	3,55	8	0,07	0,08	8	0,08	0,22	8
		23	47,2	76,79	18	0,29	25,62	20	0,03	0,1	23	0,04	0,21	23
N	8		67,90	72,61	8	0,16	2,19	8	0,04	0,1	8	0,08	0,64	7
		16	64,20	72,18	15	0,45	2,10	16	0,04	0,09	16	0,15	0,43	16

A: Adulteração; IN: Inspecionado; S: Sim; N: Não; AR: Açúcares redutores (%); SA: Sacarose aparente (%); SIA: Sólidos insolúveis em água (%); CI: Cinzas (%); Mi: Mínimo; Ma: Máximo; *: Quantidade de amostras dentro dos padrões do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel

Quanto à análise dos açúcares redutores, foi constatado que dos 55 méis analisados seis (10,91%) estavam abaixo de 65%, percentual mínimo estabelecido (BRASIL, 2000). A variação dos resultados foi de 47,2% a 76,79%, ambas adulteradas clandestinas. Teores variados de glicose e frutose podem acarretar méis com alterações na densidade, higroscopicidade e cristalização.

Concomitantemente, o teste de sacarose aparente revelou que três (5,45%) amostras apresentaram índices acima do preconizado pelo Brasil (2000), que é de 6%. O percentual mínimo obtido foi 0,16% e máximo de 25,62% a méis puros inspecionados e adulterados clandestinos, respectivamente. Méis com quantidades elevadas de sacarose são correlacionados ou à colheita prematura, onde o dissacarídeo não foi totalmente transformado em hexoses pela invertase, ou à fraude com açúcar de cana-de-açúcar. No entanto, esta análise mostrou-se ineficiente para avaliar a existência de méis adulterados, uma vez que 28 amostras adulteradas mantiveram níveis aceitáveis de sacarose.

Resultados distintos, para ambos os parâmetros, foram encontrados por Vargas (2006) durante a avaliação da qualidade do mel produzido nos Campos Gerais do Paraná: açúcares redutores (58,75% a 82,37%) e sacarose aparente (0% a 14,7%).

Os valores de sólidos insolúveis em água (SIA) se mantiveram menores que o limite de 0,1% preconizado no Brasil (BRASIL, 2000). O resultado mínimo obtido foi de 0,03%, proveniente de amostra adulterada clandestina. O máximo foi 0,1%, sendo equivalentemente constatado aos méis adulterados clandestinos e puros inspecionados. Desta forma, os resultados sugerem que os méis avaliados apresentaram relativo controle higiênico, uma vez que resíduos, tais como areia, abelhas, cera e madeira não quantificaram SIA acima dos parâmetros nacionais.

A este parâmetro, percentuais distintos foram obtidos por Araújo et al. (2006), pois identificaram valores máximos de 0,24%, assim como por Ananias (2010), onde 34% das amostras estavam com valores elevados de SIA.

Apenas uma (1,82%) amostra de mel apresentou teor de cinzas acima de 0,6%, limite estabelecido no Brasil (BRASIL, 2000). Os valores variaram entre 0,04%, amostra adulterada clandestina, e 0,64%, mel puro inspecionado. O resultado elevado pode estar correlacionado à deterioração ou fermentação por leveduras que crescem em baixo percentual de água.

Este resultado de assemelha aos de Welke et al. (2008), onde nenhuma amostra ultrapassou o permitido, assim como os de Barros (2011) quando analisou o perfil sensorial e de qualidade do mel produzido no Estado do Rio de Janeiro. Na sua tese, a pesquisadora encontrou valores de cinzas entre 0,11% e 0,29%.

Na Tabela 11 são apresentadas as médias, desvio-padrão e mediana do HMF, atividade diastásica, umidade e acidez, segundo as combinações dos dois fatores: adulteração (sim ou não) e inspecionado (sim ou não).

Tabela 11: Estatísticas dos parâmetros físico-químicos (hidroximetilfurfural, atividade diastásica, umidade e acidez) de méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado e não adulterado e inspecionado e não inspecionado

A	P	IN		Valor de p
		S	N	
		Média ± DP (Mediana; n)	Média ± DP (Mediana; n)	
S	HMF	200,57 ± 51,41 (225,38; 9)	383,27 ± 255,05 (316,05; 22)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
N		132,36 ± 86,74 (140,15; 8)	137,74 ± 93,19 (87,04; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,787
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,074	p ⁽¹⁾ < 0,001*	
S	AD	5,61 ± 3,89 (5,12; 9)	1,51 ± 3,42 (0,52; 22)	p ⁽¹⁾ < 0,009*
N		11,47 ± 4,44 (12,80; 8)	9,92 ± 4,82 (9,18; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,320
Valor de p		p(1) = 0,011*	p(1) < 0,001*	
S	UMI	17,99 ± 0,99 (17,89; 9)	19,37 ± 1,93 (19,54; 22)	p ⁽¹⁾ < 0,034*
N		18,65 ± 1,21 (18,62; 8)	18,75 ± 1,36 (18,60; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,965
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,145	p ⁽¹⁾ = 0,243	
S	ACI	14,79 ± 9,33 (17,93; 9)	13,52 ± 11,62 (11,77; 22)	p ⁽¹⁾ = 0,615
N		14,95 ± 13,78 (12,37; 8)	7,15 ± 11,18 (2,87; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,291
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,869	p ⁽¹⁾ = 0,027*	

A: Adulterado; IN: Inspeccionado; P: Parâmetros; S: Sim, N: Não; HMF: Hidroximetilfurfural; AD: Atividade diastásica; Umi: Umidade; ACI: Acidez; (*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney

Para a margem de erro fixada (5,0%) aos resultados físico-químicos, foram verificadas diferenças significativas entre os valores de HMF e atividade diastásica das amostras de méis adulterados inspecionados e não inspecionados (clandestinos), e entre os méis adulterados e não adulterados (puros) das amostras clandestinas. A média do HMF mais elevada foi dos méis adulterados clandestinos, 383,27, e menor dos puros inspecionados, 132,36. A atividade diastásica apresentou maior média nos méis puros inspecionados (11,47), e a menos elevada nos adulterados clandestinos (1,51).

Cano et al. (1992) ressaltam que níveis elevados de HMF podem indicar alterações provocadas por armazenamento prolongado em condições inadequadas, superaquecimento ou adulterações por açúcar invertido. Nesta discussão, Fallico et al. (2004) ratificam que tempo e temperatura de aquecimento são importantes à quantificação de HMF. Segundo White Junior (1980) alguns cuidados são necessários quando se trata de aquecimento de mel, pois existe uma correlação positiva entre a temperatura que o mel atinge durante o aquecimento, o tempo em que esta temperatura permanece alta ($> 40^{\circ}\text{C}$) e a quantidade de HMF na amostra.

Para Lório (2010), assim como a avaliação de HMF, a determinação da atividade diastásica é um parâmetro extremamente relevante na qualidade dos méis, devido à sensibilidade das enzimas diástases às condições de aquecimento. Além disso, a ausência reflete que o produto sofreu adulteração de forma massiva. Segundo o autor, a manutenção da atividade diastásica é necessária para que o produto não tenha a sua qualidade diretamente afetada. Vargas (2006) corrobora as informações sobrecritas, ao afirmar que uma das análises recomendadas ao reconhecimento do mel aquecido ou adulterado é a avaliação da sua diástase. No mesmo sentido, Crane (1980) cita que as principais enzimas usadas na avaliação qualitativa dos méis são as diástases, devido a sua elevada sensibilidade ao calor.

Considerando a umidade constada na Tabela 11, foram verificadas diferenças significativas entre as amostras de méis adulterados inspecionados e clandestinos. A menor média e a média mais elevada foi, respectivamente, dos méis adulterados inspecionados (17,99) e adulterados clandestinos (19,37). Às médias da acidez foram observadas diferenças significativas entre as amostras de méis puros e adulterados clandestinos. O menor valor foi dos méis puros clandestinos (7,15) e a maior das amostras puras inspecionadas (14,95).

De acordo com Torres et al. (1992), níveis elevados de umidade no mel favorecem a atividade microbiana, possibilitando a fermentação. Por isso, comercialmente é comum o aquecimento do mel com a principal finalidade de inibir enzimas, a fim de dificultar o desenvolvimento de microrganismos. Para Rodríguez et al. (2004), a umidade do mel é

influenciada pela origem botânica, por condições climáticas, pela época de colheita e pelo grau de maturação, sendo um parâmetro de grande importância durante o armazenamento do produto. Terrab et al. (2002), ratificam que a umidade é uma das características físico-químicas mais relevantes, pois influencia na viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor e conservação deste alimento. Segundo Lírio (2010), microrganismos osmofílicos provocam fermentação em amostras de méis com alta umidade, alterando o pH.

Ribeiro et al. (2009) citam que a acidez do mel é decorrente da presença dos ácidos glicônico, succínico, málico, acético, cítrico, fórmico, láctico, fólico e á butírico. Dentre estes o ácido cítrico e ácido glicônico são os mais relevantes, sendo o último produzido pela ação da glicose-oxidase sobre a glicose. Para White Júnior (1989), grande produção de ácidos é gerada pela ação de microrganismos e tipo de néctar, além de influenciada pela quantidade e qualidade de minerais presentes.

Na Tabela 12 são apresentadas as médias, desvio-padrão e mediana dos açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água e cinzas, segundo as combinações dos dois fatores: adulteração (sim ou não) e inspecionado (sim ou não).

Tabela 12: Estatísticas dos parâmetros físico-químicos (açúcares redutores, sacarose aparente; sólidos insolúveis em água e cinzas) dos méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Cidade do Recife, PE, segundo as condições: adulterado e não adulterado e inspecionado ou não inspecionado.

A	P	IN		Valor de p
		S	N	
		Média ± DP (Mediana; n)	Média ± DP (Mediana; n)	
S	AR	70,12 ± 2,85 (70,21; 9)	66,85 ± 6,11 (68,23; 22)	p ⁽¹⁾ = 0,102
N		69,74 ± 1,77 (69,20; 8)	68,34 ± 2,18 (68,85; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,172
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,942	p ⁽¹⁾ = 0,672	
S	SA	1,85 ± 0,79 (1,89; 9)	4,36 ± 6,59 (1,89; 22)	p ⁽¹⁾ = 0,710
N		0,99 ± 0,68 (0,81; 8)	1,26 ± 0,47 (1,20; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,209
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,034*	p ⁽¹⁾ = 0,011*	
S	CIN	0,17 ± 0,08 (0,15; 9)	0,08 ± 0,05 (0,07; 22)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
N		0,41 ± 0,20 (0,45; 8)	0,22 ± 0,08 (0,18; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,012*
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,016*	p ⁽¹⁾ < 0,001*	
S	SIA	0,07 ± 0,01 (0,07; 9)	0,07 ± 0,02 (0,07; 22)	p ⁽¹⁾ = 0,664
N		0,06 ± 0,02 (0,06; 8)	0,08 ± 0,01 (0,08; 16)	p ⁽¹⁾ = 0,153
Valor de p		p ⁽¹⁾ = 0,236	p ⁽¹⁾ = 0,295	

A: Adulterado; IN: Inspeccionado; P: Parâmetros; S: Sim, N: Não; AR: Açúcares redutores; SA: Sacarose aparente; CIN: Cinzas, SIA: Sólidos insolúveis em água; (*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney

As médias do valor percentual das cinzas foram correspondentemente mais elevadas entre os méis inspecionados do que os clandestinos, assim como entre os méis puros do que adulterados, sendo comprovadas diferenças significativas entre os quatro subgrupos. A maior média foi correspondente aos méis puros inspecionados (0,41) e a menor aos adulterados clandestinos (0,08). Para sacarose aparente são comprovadas diferenças significativas entre os méis adulterados e puros, inspecionados e clandestinos. A média mais elevada correspondeu aos méis adulterados clandestinos (4,36) e a menor aos puros inspecionados (0,99).

Segundo Evangelista-Rodrigues (2005) e Silva et al. (2006) problemas decorrentes do beneficiamento, no momento da filtração ou decantação, assim como a qualidade botânica, podem alterar a quantidade de cinzas no mel. Paralelamente, Azeredo et al. (1999) remete o índice elevado de sacarose a uma colheita prematura, onde não foi possível a quebra do dissacarídeo em hexoses pela ação da invertase.

Aos valores encontrados na Tabela 12, referentes aos dos açúcares redutores e sólidos insolúveis em água, não foram verificadas diferenças significativas entre as amostras de méis adulterados inspecionados e clandestinos; e entre os puros adulterados inspecionados e clandestinos. As maiores e menores médias para os açúcares e sólidos foram, respectivamente, 70,12 (adulterado inspecionado) e 66,85 (adulterado clandestino); 0,06 (puro inspecionado) e 0,08 (puro clandestino).

Campos (1987) esclarece que os açúcares redutores são os monossacarídeos glicose e frutose, e que estes podem alterar algumas características físicas. E os sólidos insolúveis correspondem a partículas encontradas no mel, acima de 15,4 μ m (SENAI, 2009).

6.4 Conclusão

Méis puros e adulterados com açúcares provenientes de fontes C₄, comprometidos físico-quimicamente, são comercializados nas feiras-livres e mercados-públicos, distribuídos na Cidade do Recife. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos impróprios ao consumo.

6.5 Referências

ALVES, E. M. Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná. 77f. 2008. **Tese** (Zootecnia), Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Maringá. Maringá, 2008.

ALTMAN, D. G. **Practical Statistics for Medical Research**. Great Britain – London, Ed. Chapman and Hall, 1991, 611p.

ANANIAS, K. R. Avaliação das condições de produção e qualidade de mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) produzido na microrregião do Pires do Rio, no Estado de Goiás. 2010. 70f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2010.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL OF AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Arlington: AOAC, 1998. 1170p.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL OF AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official method 998.12.C4**: plant sugar in honey. Arlington, 2000. 1017p.

ARAUCO, E.M.R. Avaliação da qualidade do mel e atividade da enzima invertase em *Apis mellifera* L.africanizadas. 2005. 109p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2005.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, 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, p. 51-55, 2006.

AROCHA E. M. M.; OLIVEIRA A. J. F.; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ P. B.; Qualidade do mel de abelha produzido pelos Incubados da Iagram e comercializado no Município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.211-217, jan/mar. 2008.

ARRUDA, C. M. F. Características físico-químicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) da região da Chapada do Araripe, Município de Santana do Cariri, Estado do Ceará. 2003. 86f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. da C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 3-7, 1999.

BARROS, G.C.; MENDES, E.S.; SILVA, L.B.G.; OLIVEIRA, L.A. Qualidade físico-química e Microbiológica de méis comercializados na Grande Recife, PE. **Revista de Higiene Alimentar**, v.17, n.112, p.53-58. 2003.

BARROS, L. B. Perfil sensorial e de qualidade do mel de abelha (*Apis Mellifera*) produzido no Estado do Rio de Janeiro. 2011. 102f. **Tese** (Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense. 2011.

BERA, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 49-52, 2007.

BIANCHI, E.M. **Control de calidad de la miel y la cera**. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 68/3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1990.

BRASIL **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa 11, Diário Oficial, 20 de outubro de 2000. Seção 1, p. 19696-19697. Aprova as Normas o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. 2000.

CAC – CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Official methods of analysis**. v. 3, supl. 2, 1990.

CAMPOS, M.G.R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geleia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, Coimbra, v.11, n.2, p.17-47, 1987.

CANO, C. B.; ZAMBONI, C. Q.; ALVES, H. I.; SPITERI, N.; ATUI, M. B.; SANTOS, M. C.; JORGE, L. I. F.; FERREIRA, U.; RODRIGUES, R. M. M. mel: fraudes e condições sanitárias. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.52, n.1/2, p.1-4, 1992.

COSTA, L. S. M.; ALBUQUERQUE, M. L. S., TRUGO, L.; QUINTEIRO, L. M. C.; BARTH, O. M.; RIBEIRO, M.; DE MARIA, C. A. B. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin brazilian honeys. **Food Chemistry**, v.65, p.347-352, 1999.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2a Ed. New York – Texas, Ed. John Wiley and Sons. Tech University, 1980, 495p.

CRANE, E. **O Livro do Mel**, São Paulo SP, Livraria Nobel S.A., 1980, 226p.

CSURB – COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DO RECIFE. 2007. Mercados públicos. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2007/07/06/mercados_publicos_144933.php> Acesso em: 19 de maio de 2011.

CSURB – COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DO RECIFE. 2009. Feiras-livres. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/2009/08/24/feiras_livres_168213.php>. Acesso em: 19 de maio de 2011.

EVANGELISTA-RIDRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1166-1171, 2005.

FALLICO, B. et al. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, v.85, n.2, p.305-313, 2004.

JOSHI, S.R.; PECCHACKER, H.; WILLIAM, A. *et al.* Physico-chemical characteristics of *Apis dorsata*, *A. cerana* and *A. mellifera* honey from Chitwan district, central Nepal. **Apidologie**, v.31, p.367-375, 2000.

LIRIO, F. C. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de méis florais irradiados. 2010. 154 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.; SILVEIRA NETO, S. Características físico-químicas de amostras de mel e desenvolvimento de enxames de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae), em cinco diferentes espécies de eucaliptos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.21, p.193-206, 2001.

MENDES, C. G.; ABRANTES, M. R.; ROCHA, M. O. C.; PEREIRA, M. W. F.; SOARES, K. M. P.; MESQUITA, L. X.; AROUCHA, E. M. M.; SILVA, J. B. A. Qualidade de amostras de mel comercializadas em feiras-livres do Município de Mossoró, RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.3, p.190-192, 2010.

PADOVAN, G. J.; JONG, D.; RODRIGUES, L. P.; MARCHINI, J. S. Detection of adulteration of commercial honey samples by $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ isotopic ratio. **Food Chemistry**, v.82, n.4, p.633-636, 2003.

RIBEIRO, R. O. R.; SILVA, C.; MONTEIRO, M. L.; BAPTISTA, R. F.; GUIMARÃES, C. F.; MÁRSICO, E. T.; MANO, S. B.; PARDI, H. S. 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, 2009.

RICHTER, W.; JANSEN, C.; VENZKE, T. S. L.; MENDONÇA, C. R. B; BORGES, C. D. Avaliação da qualidade físico-química do mel Produzido na cidade de Pelotas / RS. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 547-553, out /dez, 2011.

RODRÍGUEZ G.O.; FERRER B.S.; FERRER A; RODRÍGUEZ, B. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v.84, p.499–502. 2004.

SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Manual de Segurança e Qualidade para a Apicultura**. Brasília: SEBRAE/NA, 86p. 2009.

SILVA, M. B. L. Diagnostico do sistema de produção e qualidade do mel de *Apis mellifera*. 2007. 97f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.

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

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. 2005. 127 f. **Tese** (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

TERRAB, A.; DIEZ, M.J.; HEREDIA, F.J. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical Characteristics. **Food Chemistry**, v.79, p.373-379, 2002.

TOSUN, M. Detection of adulteration honey added various sugar syrups with $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ isotope ratio analysis method. **Food Chemistry**, v.138, p.1629-1632, 2013.

TORRES, M. C.; ROLIM, H. M. V.; JAIME, N. G.; GIÓIA, J. C.; RABELO, M. Características químicas de méis produzidos e comercializados em Goiânia- Goiás. **Anais Escola de Agronomia e Veterinária**. v.21 / 22, n.1, p.113-119, jan / dez, 1991 / 1992.

VARGAS, T. Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná. 2006. 123f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

WELKE, J. S.; 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. **Ciencia Rural**, v.38, n.6, set, 2008.

WHITE JUNIOR, J. W.; Hydroxymethylfurfural content of honey as an indicator of its adulteration white invert sugars. **Bee World**, v.61, n.1, p.29-37, 1980.

WHITE JUNIOR, W. La miel. In: DADANT, H. **La colmena y la abeja melifera.** Montevideo: Hemisfério Sul, p. 21-35, 1989.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Estado de Pernambuco é comum as pessoas realizarem suas compras em feiras-livres e mercados públicos. A Cidade do Recife, mesmo com vários shoppings centers e centros comerciais, alberga consumidores que preferem o velho hábito de buscarem, no comércio popular, produtos dos mais variados tipos e preços, incluindo os de origem animal. Contudo, muitos destes podem está com a qualidade depreciada, impróprios ao consumo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa vêm acrescentar informações importantes sobre os méis comercializados nas feiras-livres e mercados públicos da Capital Pernambucana, porque indicam que as pessoas estão adquirindo produtos totalmente ou parcialmente adulterados com açúcares de plantas com ciclo fotossintético C_4 . Assim, a qualidade físico-química e microbiológica dos méis disponíveis também é comprometida e remete riscos de saúde às pessoas que os ingerem. É, portanto, fundamental a ação dos órgãos competentes na fiscalização do mel comercializado na Cidade do Recife.

Neste contexto, torna-se importante o monitoramento da qualidade do mel pernambucano, de forma a direcionar ações de desenvolvimento do setor, através de atividades técnicas que garantam a produção de alimentos seguros e idôneos.