

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE MÉIS COMERCIALIZADOS EM RECIFE - PE SUBMETIDOS À AVALIAÇÃO ISOTÓPICA

[Microbiological quality of honeys marketed in Recife - PE on isotopic evaluation]

Maria Betânia de Queiroz Rolim^{1*}, Gilcifran Prestes de Andrade², Amália Maria de Queiroz Rolim³, Marcos Pinheiro Franque¹, Paulo Fernandes de Lima⁴, Andrea Paiva Botelho Lapenda de Moura⁴

¹ Docentes do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UFRPE – UAG.

² Técnico do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE – Dois Irmãos.

³ Docente do Curso de Artes Visuais, Ensino a Distância, Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE – Dois Irmãos.

⁴ Docentes do Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE – Dois Irmãos.

RESUMO – As análises microbiológicas e as pesquisas de adulterantes contribuem à fiscalização do mel: ambas garantem o comércio de produtos com melhor qualidade sanitária e menor depreciação nutricional. Os principais micro-organismos encontrados no mel são os fungos e coliformes, e as adulterações mais frequentes são por adição de açúcares e xaropes de plantas C4, como os de cana-de-açúcar e milho. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi pesquisar a qualidade microbiológica de méis puros e adulterados comercializados em Recife - PE, Brasil. 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 ou xaropes provenientes de plantas C4 e 46 (83,64%) apresentaram contaminação por bolores e leveduras. Méis puros e adulterados com açúcares ou xaropes provenientes de plantas C4, contaminados por fungos, são comercializados em Recife - PE, Brasil. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos com contaminação microbiana.

Palavras-Chave: coliforme; bolores; leveduras; isótopo; adulteração.

ABSTRACT – Microbiological analysis and adulterants researches contribute to surveillance of honey: both ensure trade of the products with sanitary and nutritional quality. The main microorganisms identified in honey are fungi and coliforms, and more frequent adulterations by sugars and syrups of the C4 plants, like sugar cane and corn. In this context, the objective of this work was to investigate the microbiological quality of pure and adulterated honeys marketed in Recife - PE, Brazil. In full, 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 or syrup of the C4 plants and 46 (83,64%) honeys were contaminated with molds and yeasts. Pure and adulterated honeys with sugars or syrups of the C4 plants, contaminated for fungi, were marketed in Recife - PE, Brazil. Its ingestion may harm the consumer when acquire products with microbial contamination.

Keywords: coliform; mold; yeast; isotope; adulteration.

* Autor para correspondência. E-mail: mbveterinaria@yahoo.com.br

Recebido: 25 de fevereiro de 2016.

Aceito para publicação: 23 de agosto de 2016.

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 micro-organismos 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 (Mendes, 2008). Outros fatores como os maus hábitos higiênicos dos manipuladores, além de equipamentos e instalações sujas, também contribuem à disseminação de agentes etiológicos nos méis. Dessa forma, leveduras, bolores e bactérias presentes no mel podem estar envolvidos na produção de enzimas, toxinas, assim como inibir micro-organismos competidores, depreciando o produto (Silva et al., 2008).

A exceção das osmofílicas, a maioria das leveduras 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 (Snowdon & Cliver, 1996; Ananias, 2010).

Os coliformes totais compõem as bactérias da família Enterobacteriaceae e são encontrados em vegetais e solo. Os que apresentam origem fecal são considerados termotolerantes, onde o mais pesquisado é a *Escherichia coli*, um micro-organismo indicador. 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 et al., 2015). Mesmo estando presente, 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).

A legislação brasileira não estabelece parâmetros microbiológicos para o mel (BRASIL, 2000). No entanto, as análises microbiológicas contribuem à

fiscalização do alimento, protegendo o consumidor na aquisição de produtos de baixa qualidade ou adulterado (Marchini et al., 2004).

A adulteração do mel é decorrente da adição de açúcar de cana-de-açúcar, açúcares comerciais e solução de açúcar invertido, além de xarope de milho, arroz, trigo e beterraba. As plantas frequentemente utilizadas para adulterar o mel podem ser classificadas como C3 ou C4, com base no seu metabolismo de carbono (ciclo fotossintético). As C3 fixam o dióxido de carbono atmosférico utilizando o Ciclo de Calvin-Benson e elas apresentam relação mais baixa de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ do que as C4, as quais fixam o dióxido de carbono utilizando o Ciclo Hatch-Slack (C4) (Padovan et al., 2003; Zábrowská & Vorlová, 2014). As principais plantas utilizadas à adulteração do mel são o arroz e a beterraba (C3) (Zhao et al., 2013; Li et al., 2013); milho, trigo e cana-de-açúcar (C4) (Subari et al., 2012; Agila & Barringer, 2013; Guler et al., 2014).

De acordo com Zábrowská & Vorlová (2014), a técnica oficial à quantificação da inclusão de subprodutos de fontes C4 ao mel é a análise isotópica do carbono ($\delta^{0}/_{00} \text{ }^{13}\text{C}$), a qual utiliza a razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = d^{0}/_{00} \text{ }^{13}\text{C}$). O método compara a razão de isótopos de carbono no mel e isótopos de carbono das proteínas separadas a partir do mel. A média para o mel puro é $-25,4 \text{ }^{0}/_{00}$. A diferença entre $d^{0}/_{00} \text{ }^{13}\text{C}$ mel e $d^{0}/_{00} \text{ }^{13}\text{C}$ proteína não deve ser superior a $1 \text{ }^{0}/_{00}$ (Tosun, 2013). Resultados equivalentes a $(-1 \text{ }^{0}/_{00})$ correspondem à inclusão de 7% de açúcar ou xaropes de plantas com ciclo fotossintético C4. Valores maiores que 7% o caracterizam como adulterado (Padovan et al., 2003; Arauco, 2005).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de méis puros e adulterados comercializados em Recife - PE, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de méis foram obtidas em feiras-livres e mercados públicos do Município de Recife - PE. 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 fora obtido um frasco de mel entre 280g e 1000g, 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 bancada de azulejo higienizada: limpa com água e detergente neutro, enxaguada com água e seca com papel toalha limpo; desinfetada com solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 10 minutos, e seca com papel toalha limpo. Cada amostra foi subdividida a dois frascos de vidro esterilizados em autoclave (121°C / 30'), com rosca, lacre e capacidade para 280g. 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.

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).

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.

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 1.

No total, 31 (56,36%) das 55 amostras de mel coletadas estavam adulteradas com derivados de plantas do ciclo fotossintético C4. A variação isotópica dos méis puros foi entre -0,01^{0/00} e -0,99^{0/00}. Para méis adulterados variaram de -1,27^{0/00} a -12,69^{0/00}, equivalente a 7,04% e 100% de adição de açúcar ou xarope de plantas C4. Esses resultados corroboram as informações de Tosun (2013), quando o autor afirma que 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}, pois categoriza adulteração; de Arauco (2005) ao ressaltar que, nos cálculos, resultados equivalentes a (-1^{0/00}), correspondem à inclusão de 7% de subprodutos das plantas de ciclo fotossintético C4; e de Padovan et al. (2003), ao salientarem 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, cujos valores acima o caracterizam como um produto adulterado.

Tabela 1. Valores isotópicos ($\delta^{0/00} \text{ }^{13}\text{C}$) das amostras de mel e de sua proteína, comercializadas em Recife - PE, Brasil.

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: adulterado, 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.

É importante observar que os valores isotópicos dos méis adulterados e das suas proteínas variaram entre $-11,15^{0/00}$ a $-26,79^{0/00}$ e $-18,24^{0/00}$ a $-28,56^{0/00}$, respectivamente, o que ratifica a adição de fontes C4. Padovan et al. (2003) citam que plantas com a fotossíntese Calvin-Benson (ciclo C3), apresentam razão isotópica entre $-21^{0/00}$ e $-32^{0/00}$. Aquelas com a fotossíntese Hatch-Slack (ciclo C4) revelam valores isotópicos distintas das fontes C3, equivalentes a $-12^{0/00}$ a $-19^{0/00}$. Isto ocorre porque plantas C4 têm níveis elevados de ^{13}C quando comparados com fontes C3.

Os valores obtidos das análises microbiológicas para méis puros ou adulterados, inspeccionados ou clandestinos, são apresentados na Tabela 2. Nenhuma amostra apresentou contagem de

coliformes 35°C e 45°C, indicando ou a fragilidade destas bactérias a se desenvolverem no mel, devido à alta pressão osmótica do alimento ou a inexistência de contaminação fecal.

Estes resultados confirmam as informações de Peralta (2010), ao citar que o gradiente osmótico do mel confere ao produto atividade antimicrobiana, causando plasmólise a alguns microrganismos; e a descrição de Souza et al. (2009), ao afirmarem que, se coliformes forem identificados nas análises microbiológicas, é sugerida contaminação externa do produto por fezes e a possível existência de outros germes de difícil detecção e maior patogenicidade. Para Oliveira (2003) bactérias deste grupo podem ser danosas aos consumidores, uma vez da possibilidade de ingestão de toxinas.

Tabela 2. Características microbiológicas (coliformes 35°C, coliformes 45°C, bolores e leveduras) determinadas para amostras de méis puros ou adulterados, inspeccionados ou clandestinos, comercializados em Recife - PE, Brasil.

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	

IN: Inspeccionado; CBL: Contagem de bolores e leveduras UFC.g⁻¹; CC 35°C: Contagem de coliformes 35°C UFC.g⁻¹; CC 45°C: Contagem de coliformes 45°C UFC.g⁻¹; A: Adulterado; 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.

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 fungos acima de 100 UFC.g⁻¹, o que caracterizou elevada contaminação (APHA, 1984): $2,43 \times 10^2$ UFC.g⁻¹ e $21,07 \times 10^2$ UFC.g⁻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 a grande concentração de açúcares nos xaropes ou ao aquecimento dos subprodutos 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 et al. (2007), ao determinarem as características microbiológicas de méis produzidos por *A. mellifera* Linnaeus, 1758, constataram 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 microrganismos. 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 et al. (2009). Em meio à pesquisa de identificação de coliformes, bolores e leveduras em amostras de mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas do alto rio Paraná, os autores citam que cuidados especiais tomados durante as etapas de coleta e processamento do mel são importantes à inocuidade do alimento. Ainda, a diversidade de substâncias presentes no mel, em virtude da pressão seletiva exercida pela composição do alimento, teor de umidade médio de 18,85% e pH variando entre 3,33 e 4,04 foram importantes aos baixos valores de microrganismos encontrados durante as investigações.

Na Tabela 3 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 UFC.g⁻¹) foi registrada entre as amostras de méis não adulterados (puros) não inspecionados (clandestinos), indicando contaminação ambiental recente (presença de bolores) e fontes puras de mel (presença de leveduras osmofílicas). Contudo, a menor média (6,36 UFC.g⁻¹) foi obtida dos méis adulterados clandestinos, provavelmente pelo alto percentual de adulteração com fontes C4 (7,56% a 100%), uma vez que os xaropes destas plantas tendem a não apresentar naturalmente fungos e são aquecidos durante o processamento.

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 3. Estatísticas da contagem de bolores e leveduras de méis comercializados em Recife - PE, Brasil, segundo as condições: adulterado ou não adulterado e inspecionado ou não inspecionado.

A	IN		Valor de p
	S	N	
	Média ± DP (Mediana; n) UFC.g ⁻¹	Média ± DP (Mediana; n) UFC.g ⁻¹	
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*	

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

Quanto aos bolores e leveduras, os resultados obtidos neste estudo são distintos aos de outros autores. Pires et al. (2015) quando verificaram 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), contabilizaram a média da contagem de bolores e leveduras, em UFC.g⁻¹, de 2,03 a T1 e 2,70 para T2. Quanto a Silva et al. (2008), ao diagnosticarem as condições de colheita e extração de mel na Região Norte da Zona da Mata Mineira, optaram 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 2,90 x 10⁴ e 3,70 x 10³.

As médias para bolores e leveduras obtidas neste trabalho se assemelham às de Ananias (2010). Ao avaliar as condições de produção, extração e beneficiamento do mel produzido por *A. mellifera*

na Microrregião de Pires do Rio, Goiás, o autor quantificou os valores de < 1,00 x 10 UFC.g⁻¹ a 5,00 x 10² UFC.g⁻¹.

A importância dos fungos no mel está associada à possibilidade de toxinfecção alimentar e perda da qualidade. Segundo Franco & Landgraf (2008), 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 metabólitos 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, Merabet (2011) retrata sua preocupação frente à legislação

brasileira, por não contemplar parâmetros microbiológicos.

Problemas na qualidade dos méis também são mencionados por Mígdal et al. (2000). Os pesquisadores relatam a influência das leveduras ao processo fermentativo. Conforme as descrições, os micro-organismos podem acarretar alterações consideráveis nos parâmetros físico-químicos do produto. Chirife, Zamora & Motto (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.

CONCLUSÃO

Méis puros e adulterados com açúcares ou xaropes provenientes de plantas C4, contaminados por fungos, são comercializados em Recife - PE, Brasil. Sua ingestão pode causar prejuízos à população consumidora pelo risco de pessoas adquirirem produtos com contaminação microbiana.

REFERÊNCIA

- AGILA A.; BARRINGER, S. Effect of adulteration versus storage on volatiles in unifloral honeys from different floral sources and locations. **Journal Food Science**, n. 2, v. 78, p. 184-191, 2013.
- ALTMAN, D.G. **Practical Statistics for Medical Research**. London: Chapman and Hall, 1991. 611p.
- ALVES, E.M. et al. Presença de coliformes, bolores e leveduras em amostras de mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas do alto rio Paraná. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2222-2224, 2009.
- 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.
- BARROS, G.C. et al. Qualidade físico-química e Microbiológica de méis comercializados na Grande Recife, PE. **Revista de Higiene Alimentar**, v. 17, n. 112, p. 53-58, 2003.
- 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.
- 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: John Wiley and Sons, 1980. 495p.
- EMBRAPA (Meio-Norte) – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2007. **Contaminação do mel por presença de *Clostridium botulinum***. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/69267/1/Doc161.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182p.
- GULER, A. et al. Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. **Food Chemistry**, v. 155, p. 155-160, 2014.
- LI, S.F. et al. Qualitative and quantitative detection of beet syrup adulteration of honey by near-infrared spectroscopy: a feasibility study. **Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi**, n. 10, v. 33, p. 2637-2641, 2013.
- MARCHINI, L.C. et al. 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.
- MENDES, R. Botulismo no mel: revisão de literatura. 2008. **Monografia** (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Castelo Branco, Brasília, 2008.
- MERABET, L.P. Determinação da atividade de água, teor de umidade e parâmetros microbiológicos em compostos de mel. **Revista Brasileira de Economia Doméstica**, v. 22, n. 2, p. 213-232, 2011.
- MIGDAL, W. et al. Microbiological decontamination of natural honey by irradiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 57, p. 285-288, 2000.
- OGA, S. **Fundamentos de Toxicologia**. 2a ed. São Paulo: Atheneu, 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. São Paulo: Varela, p. 91-102. 2003.
- PADOVAN, G.J. et al. Detection of adulteration of commercial honey samples by ¹³C / ¹²C isotopic ratio. **Food Chemistry**, v. 82, n. 4, p. 633-636, 2003.
- PERALTA, E.D. Atividade antimicrobiana e composição química de méis do Estado da Bahia. 2010. 265f. **Tese** (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2010.
- PIRES, R.M.C. et al. Evaluation of hygienic-sanitary quality of honey from *Apis mellifera* L. obtained in semi-arid region of Piauí, Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, v. 9, n. 30, p. 1806-1813, 2015.
- SILVA, M.B.L. et al. 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. et al. Conteúdo microbiológico de méis de *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE) dos estados do Ceará e Piauí. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 1, p. 39-42, 2007.

SOUZA, B.A. et al. Avaliação microbiológica de amostras de mel de troníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 798-802, 2009.

SUBARI, N. et al. A hybrid sensing approach for pure and adulterated honey classification. **Sensors (Basel)**, n. 10, v. 12, p. 14022-14040, 2012.

TCHOUMBOUE, J. et al. 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.

ZÁBRODSKÁ, B.; VORLOVÁ, L. Adulteration of honey and available methods for detection – a review. **Acta Veterinaria Brno**, v. 83, p. S85–S102, 2014.

ZHAO, J.W. et al. Identification of adulterated honey based on three dimensional fluorescence spectra technology. **Spectroscopy and Spectral Analysis**, n. 3, v. 33, p. 1626-1030, 2013.