

Avaliação Microbiológica e Físico-química de Méis Comercializados no Município de Toledo, Pr

Microbiological and Physicochemical Evaluation of Honeys Sold in the City of Toledo, Pr

Edna Périco

Universidade Paranaense – UNIPAR, Toledo, Pr
edna_perico@hotmail.com

Tatiana Shioji Tiuman

Universidade Paranaense – UNIPAR, Toledo, Pr
tiuman@unipar.br

Márcia Cristina Lawich

Universidade Paranaense – UNIPAR, Toledo, Pr
marcialawich@hotmail.com

Roberta Letícia Kruger

Universidade Paranaense – UNIPAR, Toledo, Pr
betakruger@unipar.br

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Toledo, Pr. Foram analisadas trinta amostras de méis de diferentes marcas. As análises microbiológicas realizadas foram: pesquisa de coliformes totais e fecais e presença de fungos. As análises físico-químicas realizadas foram: pH, umidade, cinzas, açúcares redutores, acidez total e hidroximetilfurfural. Para analisar adulterações, foram utilizados os testes de reação de Lund, reação de Fiehe e prova do Lugol. Em todas as amostras observou-se ausência de coliformes e presença de fungos. Em relação à legislação vigente, quanto aos teores de umidade, cinzas e acidez todas as amostras encontraram-se dentro dos padrões estabelecidos. Para a análise de açúcares redutores, todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios e para hidroximetilfurfural somente 16,6% demonstraram valores aceitáveis.

Recebido em 12/08/2011 - Aceito em 25/11/2011.

RECEN Guarapuava, Paraná v. 13 nº 3 p. 365-382 Edição Especial 2011

Para reação de Lund, 3,3% das amostras apresentaram adulteração e para prova de Fiehe, 10% das amostras tiveram resultado positivo. Nas adulterações do mel pela reação do Lugol, observou-se que todas as amostras tiveram resultado negativo. Assim, observou-se que somente cinco amostras apresentaram todos os parâmetros físico-químicos dentro dos limites aceitáveis.

Palavras-chave: adulteração; controle de qualidade; mel.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the physicochemical and microbiological quality of honeys sold in Toledo/PR market. Thirty samples of honey of different brands were analyzed. The microbiological analyses were: total coliforms and fecal coliforms research and the presence of fungi. Physicochemical analyses were: pH, moisture, ashes, reducing sugars, total acidity and hydroxymethylfurfural. Lund's reaction, Fiehe's reaction and Lugol's test were the tests used to analyze the adulteration in the samples. All the samples present absence of coliforms and presence of fungi. According to the current law for moisture, ashes and acidity tests, all the samples were following the required parameters. For the analysis of reducing sugars all samples showed satisfactory results and for hydroxymethylfurfural values, only 16.6% showed acceptable values. In Lund's reaction, 3.3% of the samples showed adulteration and in Fiehe's reaction, 10% of the samples had a positive result. Honey adulterations for Lugol's test showed that all the samples had negative results. All these analyses showed that only five of the samples had all the physicochemical parameters within the acceptable limits.

Key words: adulteration; honey; quality control.

1 Introdução

A legislação brasileira define mel como produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de secreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com subs-

tâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colméia. O mel pode ser classificado quanto à sua origem em mel floral ou mel de melato. O mel floral é obtido dos néctares das flores, e ainda pode ser classificado em: mel unifloral ou monofloral (quando o produto procede principalmente da origem de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e possui características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias) ou mel multifloral ou polifloral (obtido a partir de diferentes origens florais). O mel de melato é formado principalmente a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas [1].

O mel de abelhas é um produto muito apreciado, no entanto, de fácil adulteração com açúcares ou xaropes. Dessa forma, é necessário que haja algumas análises para a determinação da sua qualidade para que seja comercializado. O mel é basicamente uma mistura complexa de açúcares altamente concentrada. A composição do mel depende de muitos fatores tais como: espécies colhidas, natureza do solo, raça de abelhas, estado fisiológico da colônia, estado de maturação do mel e condições meteorológicas [2].

Assim, o mel fica sujeito a variações em seu aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais. Contudo, estas características também podem ser modificadas por adulterações geradas por fontes não confiáveis que fazem mau uso do produto, adicionando em sua composição substâncias de menor valor comercial e nutritivo. Isso ocorre, principalmente, devido ao fato do mel, como mercadoria, ter disponibilidade limitada e um preço relativamente alto, incentivando a sua adulteração [3].

No Brasil, a legislação atual determina que seja expressamente proibida a utilização de qualquer tipo de aditivos. As análises físico-químicas de méis contribuem para um controle de qualidade e para a fiscalização dos mesmos. Seus resultados são comparados com os padrões citados por órgãos oficiais internacionais, ou com os estabelecidos pelo próprio país, protegendo contra fraude. Os parâmetros físico-químicos são importantes para sua caracterização, e primordial para garantir a qualidade do mel no mercado [4].

O Ministério da Agricultura e Abastecimento, por meio da Instrução Normativa

11, de 20 de outubro de 2000 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel [1], estabelece como requisitos de qualidade físico-química as análises de açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas), acidez livre, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF) e conteúdo de pólen. Para cada requisito, estabelece padrões de qualidade que os produtos devem atender. As características microbiológicas do mel estão relacionadas à qualidade e a segurança deste alimento. Os micro-organismos de importância são primariamente leveduras, fungos filamentosos e bactérias formadoras de esporos [5]. A análise microbiológica faz-se necessária devido à maioria dos méis não passar por pasteurização [6]. A avaliação físico-química dos constituintes do mel é necessária, uma vez que estes influenciam a qualidade durante a estocagem, a cristalização, a textura, o aroma e a qualidade nutricional [7].

A maior preocupação das autoridades, consumidores, comerciantes e produtores idôneos refere-se aos riscos de adulteração do mel. A adulteração é praticada em razão do alto custo do mel, da facilidade de incorporação dos adulterantes, da dificuldade de identificá-los (o que pode apenas ser realizado em laboratórios especializados), da dificuldade de identificação dos criminosos e da impunidade no país. Hoje, os adulterantes mostram-se cada vez mais sofisticados, podendo, até mesmo, incluir pólen, corantes e aromatizantes [8].

A adulteração é, em geral, realizada com a adição de outros carboidratos, principalmente açúcares comerciais como glicose comercial, solução ou xarope de sacarose e solução de sacarose invertida, proveniente de cana ou milho [9].

O Brasil tem um grande potencial apícola, devido à sua flora ser bastante diversificada, por sua extensão territorial e pela variabilidade climática existente, possibilitando assim produzir mel o ano todo, o que o diferencia dos demais países que, normalmente, colhem mel uma vez por ano. No entanto, estas mesmas características que possibilitam ao país um grande potencial produtivo, proporcionam uma grande variação nas características deste produto. Devido a esta diversidade na sua composição os estudos voltados para a sua caracterização são de extrema importância para a criação de padrões de qualidade [10].

Assim, este trabalho teve a finalidade de avaliar a qualidade e verificar possíveis

adulterações dos méis consumidos pela população, na cidade de Toledo, no interior do Paraná.

2 Material e métodos

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Química, Bioquímica e Microbiologia da Universidade Paranaense – UNIPAR – *Campus* Toledo.

Foram coletadas 30 amostras de mel de abelhas, com cerca de 500 gramas cada, adquiridas em supermercados, farmácias, feiras e Associação dos Apicultores de Toledo/PR, armazenadas em temperatura ambiente durante as análises e respeitando o prazo de validade contido no rótulo.

2.1 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com o Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos [11].

Uma alíquota de 25,0 g de cada amostra de mel foi empregada para preparação da primeira diluição (10^{-1}) em 225,0 mL de água peptonada tamponada 0,1% estéril, e as preparações das diluições decimais subsequentes foram realizadas em tubos contendo 9,0 mL do mesmo diluente para obtenção das concentrações 10^{-2} e 10^{-3} de mel.

Para contagem padrão dos bolores e leveduras, 0,1 mL de cada diluição foi semeado em triplicata em placas de Petri, utilizando o meio *Plate Count Agar* (PCA) com cloranfenicol a 1%. A incubação se deu em estufa bacteriológica a 25 °C durante 5 dias. Após esse período, fez-se a contagem para determinar o número de unidades formadoras de colônia (UFC/g).

Para a pesquisa de coliformes, utilizou-se a técnica de fermentação em tubos múltiplos, sendo inicialmente realizado o teste presuntivo utilizando o caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) para incubação das diluições, em séries de três tubos, com tubos de Durham invertidos para visualização de produção de gás, permanecendo este material em estufa para demanda biológica de oxigênio (BOD) a 35 °C por 48 horas.

Para os tubos da série LST, que apresentaram resultados positivos (formação de gás no interior do tubo de Durham), realizou-se o teste confirmatório utilizando o

caldo Verde Bile Brilhante (VBB) para coliformes a 35 °C e o caldo *Escherichia coli* (EC) para coliformes a 45 °C, sendo este último mantido em banho-maria, sob agitação.

2.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz [12]. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para a determinação do pH, utilizou-se um potenciômetro digital. Utilizou-se uma alíquota de 10g de cada amostra que foi diluída em 100 mL de água destilada.

Para a quantificação da umidade, fez-se a determinação por gravimetria, utilizando o método em estufa à 105 °C por 4 horas.

Os açúcares redutores foram quantificados por titulometria pelo método de Lane-Eynon.

O método utilizado para determinação de HMF foi o quantitativo, por meio da espectrofotometria a 284 e 336 nm. Como a absorbância para todas as amostras foi maior que 0,6, diluiu-se cada solução de amostra com água, na mesma proporção e se corrigiu a absorbância para a diluição, conforme a indicação da metodologia.

A acidez total foi obtida pelo somatório entre a acidez livre e a acidez lactônica. A acidez livre foi obtida da titulação com hidróxido de sódio até o ponto de equivalência e a acidez lactônica foi obtida pela adição de um excesso de hidróxido de sódio que foi titulado com ácido clorídrico.

Para a quantificação das cinzas (minerais totais), fez-se a determinação por gravimetria, utilizando-se o método de incineração em mufla à 500 °C por 6 horas.

2.3 Testes de adulterações

As provas de adulterações foram realizadas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz [12]. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A Prova de Lund baseia-se na precipitação dos albuminóides do mel pelo ácido tânico e é considerada negativa para adulteração quando o precipitado variar de 0,6 a

3,0 mL no fundo da proveta, após 24 horas de descanso.

A Prova de Fiehe é qualitativa e baseia-se em uma reação colorimétrica cujo resultado positivo exibe uma coloração vermelha, após reação com solução clorídrica de resorcina. Na presença de glicose comercial ou de mel superaquecido, aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando a fraude.

A Prova do Lugol pesquisa a presença de amido e dextrinas no mel. Esta reação colorimétrica é qualitativa, a qual, após a adição da solução de Lugol, se houver presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar, a solução ficará colorida de marrom-avermelhada a azul. A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido, presentes na amostra fraudada.

3 Resultados e discussões

3.1 Análises microbiológicas

Os resultados das análises de bolores e leveduras estão apresentados na tabela 1, os valores máximos e mínimos encontrados foram $1,6 \times 10^5$ e $0,5 \times 10^1$, respectivamente, sendo que a maioria das amostras ficou próxima ao limite inferior encontrado. Para pesquisas de coliformes todas as amostras apresentaram resultado negativo, não necessitando realizar a prova para *Escherichia coli* (EC). A presença destes micro-organismos indica contaminação externa durante a manipulação e processamento, comprometendo, assim, a qualidade final do produto.

Em nenhuma das amostras de mel analisadas, verificou-se a presença de micro-organismos do grupo coliformes, o que indica boas práticas de manipulação do mel em relação à colheita, processamento e manipulação do produto. As legislações vigentes [1, 13] não exigem a realização de análises microbiológicas em mel, estabelecendo apenas que sejam seguidas boas práticas de higiene na manipulação do produto.

Um estudo semelhante foi realizado por Silva *et al.* [5] onde os valores encontrados para coliformes totais e termotolerantes nas amostras provenientes da produção de pequenos apicultores e de entrepostos do S.I.F-MG (Serviço de Inspeção Federal-MG) foram menores que 3 NMP/g. Esses resultados indicam que foram empregadas

Tabela 1. Contagem padrão de bolores e leveduras (UFC/g) das amostras de mel

Amostras	Bolores e leveduras (UFC/g)*
1	$1,0 \times 10^3$
2	$1,0 \times 10^4$
3	$0,5 \times 10^1$
4	$2,0 \times 10^3$
5	$0,5 \times 10^1$
6	$1,0 \times 10^1$
7	$4,5 \times 10^2$
8	$1,15 \times 10^3$
9	$3,0 \times 10^2$
10	$6,0 \times 10^2$
11	$2,0 \times 10^1$
12	$2,0 \times 10^2$
13	$1,0 \times 10^1$
14	$1,0 \times 10^1$
15	$2,0 \times 10^1$
16	$2,5 \times 10^1$
17	$1,65 \times 10^5$
18	$6,0 \times 10^1$
19	$2,5 \times 10^1$
20	$1,5 \times 10^1$
21	$2,5 \times 10^3$
22	$0,5 \times 10^1$
23	$0,5 \times 10^1$
24	$1,0 \times 10^2$
25	$1,5 \times 10^3$
26	$0,5 \times 10^1$
27	$0,5 \times 10^1$
28	$1,0 \times 10^1$
29	$0,5 \times 10^1$
30	$1,5 \times 10^1$

*Média das unidades formadoras de colônias obtidas nas três diluições avaliadas

**Número mais provável de bactérias baseado na combinação de tubos positivos em cada diluição (probabilidade tabelada conforme [11])

condições adequadas de higiene ao longo do processamento do mel e que o produto possui qualidade higiênico-sanitária satisfatória para consumo. Neste mesmo estudo, os resultados demonstraram que há diferença entre a qualidade de méis coletados diretamente dos apicultores daqueles com registro no S.I.F, onde a contaminação por fungos filamentosos e leveduras mostrou-se superior nas amostras provenientes dos pequenos apicultores, evidenciando, assim, a necessidade da aplicação das Boas Práticas de Fabricação para que haja a garantia da qualidade do mel produzido e processado.

3.2 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas estão reunidos na tabela 2. De acordo com os resultados apresentados nesta tabela, em relação à legislação vigente [1], quanto à prova de umidade todas as amostras encontram-se dentro dos padrões exigidos, variando entre 8,7 e 17,6 g/100 g de mel, sendo que o máximo permitido pela legislação é de 20 g/100 g de mel. Este é um fator de extrema relevância, pois a quantidade elevada de água presente no mel facilita a proliferação de leveduras, levando à fermentação, tornando o produto impróprio para consumo e impossibilitando a sua comercialização.

Em um estudo semelhante, realizado por Alves *et al.* [14], 100% das amostras analisadas foram reprovadas pelo teor de umidade acima do especificado como padrão, com uma média de 28,8 g/100 g de mel. Estes pesquisadores atribuíram o excesso de água encontrada no mel à baixa taxa de desidratação do néctar durante o processo de transformação no mel.

Bertoldi *et al.* [15] concordam que teores de umidade dentro dos padrões de referência potencializam a promoção de um aumento da vida de prateleira do produto, uma vez que propicia condição desfavorável para o desenvolvimento microbiano.

Em relação ao teor de minerais totais (cinzas), todas as amostras apresentam-se dentro dos padrões permitidos (Tabela 2), uma vez que pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel [1], permite-se até 0,6 g/100 g de cinzas em amostras de mel, qualificando-o, ainda, como mel para consumo.

Tabela 2. Resultados dos indicadores de qualidade dos méis comercializados em Toledo que foram obtidos por análises físico-químicas de 30 amostras. Médias seguidas pelo desvio-padrão da análise

Par ^a	Umidade g/100g <20	Minerais g/100g <0,6	AR ^b g/100g >60	AT ^c mEq/kg <50	pH -	HMF ^d mg/kg <60
1	10,1 ± 0,5	0,4 ± 0,01	72,5 ± 1,5	11,8 ± 0,4	4,19	160,2 ± 0,2
2	11,4 ± 0,1	0,2 ± 0,01	75,8 ± 3,2	12,4 ± 0,1	3,90	155,9 ± 2,1
3	13,1 ± 0,1	0,4 ± 0,1	72,5 ± 1,5	12,3 ± 0,4	4,10	549,0 ± 3,6
4	12,0 ± 0,1	0,4 ± 0,1	72,5 ± 1,5	11,8 ± 0,3	4,35	147,0 ± 0,4
5	10,5 ± 0,6	0,2 ± 0,1	71,4 ± 0,1	11,6 ± 0,4	3,83	71,93 ± 4,5
6	12,3 ± 1,1	0,3 ± 0,02	70,4 ± 1,4	11,9 ± 0,3	3,97	44,38 ± 3,9
7	11,2 ± 0,6	0,4 ± 0,03	71,4 ± 0,1	12,0 ± 0,6	4,14	157,3 ± 9,6
8	13,1 ± 0,2	0,4 ± 0,1	70,4 ± 1,4	11,8 ± 0,4	4,09	31,28 ± 0,2
9	9,5 ± 0,3	0,13 ± 0,1	72,5 ± 1,5	12,0 ± 0,3	3,53	581,4 ± 4,2
10	12,8 ± 0,6	0,2 ± 0,02	72,5 ± 1,5	11,7 ± 0,3	3,98	171,2 ± 3,4
11	14,9 ± 2,0	0,4 ± 0,04	72,6 ± 4,4	12,6 ± 0,4	3,98	309,6 ± 3,9
12	15,2 ± 0,9	0,4 ± 0,07	62,5 ± 0,1	12,2 ± 0,3	3,91	106,2 ± 3,1
13	14,9 ± 0,3	0,3 ± 0,02	74,6 ± 1,6	12,2 ± 0,1	3,93	179,2 ± 2,0
14	14,4 ± 0,3	0,2 ± 0,25	61,0 ± 2,1	11,9 ± 0,2	3,95	111,9 ± 0,1
15	13,4 ± 0,5	0,1 ± 0,08	72,5 ± 1,5	11,9 ± 0,1	3,89	132,4 ± 3,4
16	16,1 ± 2,8	0,2 ± 0,02	67,8 ± 5,2	12,0 ± 0,1	3,84	132,2 ± 3,5
17	14,1 ± 0,3	0,2 ± 0,10	74,6 ± 1,6	11,9 ± 0,1	4,03	170,5 ± 2,3
18	14,4 ± 0,2	0,5 ± 0,4	61,0 ± 2,1	11,3 ± 0,1	4,61	115,2 ± 0,1
19	11,2 ± 0,8	0,2 ± 0,06	71,5 ± 2,9	11,5 ± 0,2	4,03	90,77 ± 8,4
20	11,6 ± 0,3	0,5 ± 0,04	68,6 ± 3,9	11,7 ± 0,4	4,60	116,2 ± 1,5
21	11,7 ± 0,2	0,2 ± 0,17	78,2 ± 3,4	12,9 ± 0,2	3,91	146,0 ± 2,9
22	12,0 ± 0,6	0,2 ± 0,12	74,6 ± 1,6	12,8 ± 0,1	3,93	72,39 ± 2,0
23	9,8 ± 0,2	0,4 ± 0,14	72,5 ± 1,5	11,8 ± 0,2	4,10	156,8 ± 0,8
24	11,7 ± 0,3	0,4 ± 0,12	71,5 ± 2,9	11,9 ± 0,1	4,5	52,70 ± 0,9
25	11,6 ± 0,4	0,3 ± 0,03	75,7 ± 0,1	12,5 ± 0,3	4,03	153,3 ± 0,2
26	8,7 ± 0,3	0,6 ± 0,08	74,6 ± 1,6	12,0 ± 0,1	4,06	136,3 ± 0,1
27	17,6 ± 6,8	0,25 ± 0,2	75,8 ± 3,2	13,1 ± 0,1	3,97	81,87 ± 0,8
28	9,7 ± 1,1	0,55 ± 0,2	79,5 ± 5,3	12,5 ± 0,2	4,33	52,87 ± 3,5
29	13,3 ± 0,3	0,3 ± 0,05	75,7 ± 0,1	12,1 ± 0,1	3,91	56,06 ± 0,1
30	11,3 ± 3,2	0,2 ± 0,12	78,2 ± 3,45	12,2 ± 0,1	3,86	64,31 ± 0,9

Onde: a: Par = Parâmetros estabelecidos pela legislação vigente [1]; b: AR = Açúcares redutores; c: AT = Acidez total; d: HMF: hidroximetilfurfural

Ainda, de acordo com Bertoldi *et al.* [15], o conteúdo de minerais no mel está

relacionado com o tipo de néctar da flor utilizada pelas abelhas melíferas, concluindo que há variações no conteúdo de minerais de acordo com a área geográfica de onde esse produto apícola foi obtido.

Na determinação de açúcares redutores, todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios para mel de mesa (Tabela 2), ou seja, valores acima de 60 g/100 g de mel, o qual é o mínimo exigido pela legislação [1]. Os açúcares redutores são os principais constituintes dos méis expressos em teor de glicose, bem como sua determinação indica que o mel não é verde, ou seja, a maior parte da sacarose já foi convertida em glicose e frutose.

Por outro lado, no estudo realizado por Barth *et al.* [16], ao analisarem 31 amostras de méis procedentes de floradas diferentes, constataram que uma parte das amostras analisadas não poderia ser classificada como mel de mesa devido ao baixo teor de açúcares redutores. Ainda, segundo estes mesmos autores, seria necessário comparar os dados sobre os estudos realizados em relação à composição físico-química dos méis produzidos na região Sudeste do Brasil, pois há indícios de que os padrões estabelecidos pela legislação brasileira não contemplariam alguns desses méis para consumo em função do teor de açúcares redutores que possuem naturalmente.

Mesmo assim, de uma forma geral, em trabalhos encontrados na literatura mostram que os méis estudados encontram-se dentro do limite preconizado pela legislação, como é o caso de Komatsu; Marchini; Moretti [17] que analisando o conteúdo de açúcares redutores em méis de flores silvestres produzidos por *A. mellifera L.*, encontraram valores entre 72,3 e 74,6 g/100 g. Em outro estudo, Alves *et al.* [14] realizaram a quantificação destes açúcares em amostras de mel de *Melipona mandacaiá*, e os valores obtidos variaram de 64,29 a 82,10 g/100 g, com média de 74,82 g/100 g, classificando as amostras dentro dos padrões exigidos. Ainda, Bertoldi *et al.* [15] analisaram 17 amostras na região do Pantanal que obtiveram valores entre 69,71 e 77,40 g/100 g, podendo estes também serem classificados como méis de mesa.

Quanto à acidez, todas as amostras encontram-se dentro dos padrões, bem abaixo do máximo de acidez total tolerável que é de 50 mEq/kg (Tabela 2). Segundo Bertoldi *et al.* [15], que observaram valores elevados de acidez na maioria das amostras analisadas, possivelmente a acidez elevada de algumas amostras esteja ligada a fato-

res relacionados a uma característica própria do mel da região, pois considerando que esse produto apícola é proveniente do néctar das flores coletado pelas abelhas africanizadas, pode-se sugerir que o mel tem em sua composição uma concentração maior de ácidos orgânicos. Por outro lado, a acidez excessiva pode ser um indício de proliferação microbiana.

Os valores de pH não estão padronizados pela legislação vigente [1]. Assim, sua determinação no controle de qualidade do mel não é obrigatória, porém mostra-se útil, por ter influencia na formação do HMF. Como se pode observar na tabela 2, os valores médios de pH oscilam entre 3,5 e 4,6. O pH nesta faixa torna-se um fator determinante no crescimento de micro-organismos patogênicos, os quais, de uma forma geral, não apresentam atividade abaixo de pH 4,5. Segundo Leal; Silva; Jesus [18], o potencial de hidrogênio do mel de abelhas indica o estado de conservação deste produto que é naturalmente ácido com valores normais entre 3,3 e 4,6. Quando esses valores estão alterados, pode-se sugerir que o mel passou pelo processo de fermentação ou que este foi adulterado.

Valores muito baixos de pH podem indicar adulteração por xarope de sacarose ou amido invertido por hidrólise ácida, enquanto valores muito altos evidenciam caldas de sacarose sem adição de ácido. Portanto para confirmação da adulteração devem ser avaliados outros parâmetros como índice de diástase, HMF, açúcares redutores e/ou sacarose aparente.

Cabe ressaltar que o valor do pH do mel poderá ser também influenciado pelo pH do néctar, além das diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais para a composição final do mel. Diferença dos valores de pH entre os méis das diferentes espécies de abelhas (africanizadas e nativas) mesmo quando produzidas na mesma região é um fator que poderia ser explicado pelas substâncias mandibulares que são acrescentadas ao néctar durante o transporte do mesmo até a colméia [2].

Para os valores de HMF (hidroximetilfurfural), apenas cinco amostras (16,6%) (Tabela 2) demonstram valores aceitáveis pela legislação. O tratamento térmico e a armazenagem inadequados levam a níveis crescentes de HMF [18]. De acordo com Mendes *et al.* [6] o HMF é utilizado como indicador de qualidade, uma vez que tem origem na degradação de enzimas presentes nos méis e apenas uma pequena quanti-

dade de enzima é encontrada em méis maduros. Teoricamente, méis com maior taxa de frutose darão origem a maiores taxas de HMF, ao longo de processos de armazenagem. O limite estabelecido pela legislação brasileira para HMF em méis é de 60 mg/kg [1].

As adulterações no mel podem ser realizadas empregando xarope de milho, de beterraba e também por adição de xarope invertido, que é obtido por hidrólise ácida do xarope de milho que contém altos teores de hidroximetilfurfural. Com o armazenamento prolongado à temperatura ambiente elevada, esse teor pode se elevar, alterando o valor nutricional do produto. Sendo assim, a determinação do HMF serve como indicador da qualidade global do mel [15]. O mel recém-extraído contém pouca quantidade de HMF, quando este mel é armazenado em presença de elevadas temperaturas ou aquecido acima de 40 °C, os açúcares presentes transformam-se em HMF por desidratação. Valores de HMF aumentam de acordo com a temperatura a que o mel é submetido ou estocado [8].

3.3 Testes de adulterações

Na tabela 3, encontram-se os resultados obtidos para as amostras analisadas nas Provas de Lund, Fiehe e Lugol.

Tabela 3. Adulterações nas amostras de méis

Tipo de análise	Número das amostras fora do padrão	%
Prova de Lund	9	3,3
Prova de Fiehe	1, 3 e 9	10
Prova do Lugol	-	-

A Reação de Lund é um teste para verificar a pureza do mel e é fundamentada na precipitação pelo ácido tânico adicionado na amostra. Na presença de mel natural esse precipitado forma um depósito de 0,6 a 3,0 mL no fundo da proveta. No entanto, a reação não ocorre em mel artificial e, no caso de mel adulterado, o volume do precipitado aparecerá em menor quantidade, o que indica que ocorreu adição de proteínas ou perda durante o processo. Se houve adição de um diluidor o resultado

indica mel adulterado, comprometendo assim sua qualidade final [15]. Nesta prova apenas uma amostra teve resultado positivo, representando 3,3% do total (Tabela 3).

No caso da Prova de Fiehe, resultados positivos indicam superaquecimento do mel ou fraude do produto por adição de glicose e outros açúcares. De acordo com a tabela 3, observa-se que neste estudo 10% das amostras analisadas foram positivas para esta prova. O superaquecimento pode ser utilizado quando há a tentativa de reaproveitar produtos que já estejam em início de fermentação, ou para facilitar o envase, para diminuir a cristalização e melhorar a aparência do produto para comercialização, ou ainda, quando há controle de temperatura no transporte ou armazenamento destes produtos. Porém, cabe ressaltar que o aquecimento em temperaturas próximas a da pasteurização ou maiores de méis é proibido pela legislação atual em relação ao mel de mesa [1].

E ainda, conforme pode ser observado na tabela 3, nenhuma das amostras analisadas apresentou resultado positivo para o teste de Lugol, o qual indica a presença de glicose comercial. Assim, fica provado que a adulteração indicada pela prova de Fiehe é do tipo superaquecimento.

No estudo de Ribeiro *et al.* [3], avaliou-se méis inspecionados e clandestinos no Rio de Janeiro, e foi constatado que 30% das amostras clandestinas analisadas encontravam-se fora dos padrões estabelecidos e todas as amostras inspecionadas estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação, apresentando diferenças significativas entre os grupos estudados. Ainda, nesse mesmo estudo, 50% das amostras clandestinas tiveram reação positiva para a prova de Fiehe, indicando, provavelmente, a presença de açúcar invertido, evidenciando fraude do produto. E por fim, estes pesquisadores encontraram resultado positivo para a prova do Lugol em 70% das amostras analisadas de méis clandestinos. Com isso, este estudo também alerta para a importância da fiscalização constante pelos órgãos competentes.

4 Conclusões

Ao final deste estudo, observou-se que somente cinco amostras (nº 6, 8, 24, 28 e 29) apresentaram todos os parâmetros físico-químicos dentro dos limites aceitáveis. Com as análises de adulterações, verificou-se que há uma necessidade de identificar

quais os fatores que estão resultando no superaquecimento destas amostras para que medidas de prevenção possam ser adotadas, uma vez que nestes casos propriedades importantes do mel podem estar sendo perdidas. Outra alteração significativa foi no índice de HMF, principal composto formado em amostras de méis que sofrem alterações durante armazenamento inadequado.

Como a maioria das amostras analisadas apresentaram pelo menos um parâmetro com valores em desacordo com os padrões estabelecidos pelas legislações vigentes no país, e teve alto índice de reprovação, isto nos mostra que os produtores e os comerciantes de méis preocupam-se mais com a comercialização do produto, deixando de estabelecer um controle de qualidade eficiente a partir do uso das boas práticas de fabricação durante a extração e processamento do mel. Além disso, ocorre depreciação do mel por armazenamento e manejo indevido proporcionando uma redução da qualidade do produto comercializado e consumido.

Como o mel é um produto não tóxico e pode ser consumido sem restrição, devem-se tomar alguns cuidados quando da aquisição desse produto para consumo, salvo quando se tem conhecimento da origem com controle de qualidade e inspeção realizadas pelos órgãos competentes. Condições inadequadas de higiene dos procedimentos de manipulação e processamento do mel favorecem a contaminação e o desenvolvimento de micro-organismos potencialmente patogênicos capazes de produzir toxinas em alimentos sem controle de qualidade.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Paranaense – *Campus* de Toledo pela infraestrutura disponibilizada e a Associação dos Apicultores de Toledo, Pr pela disponibilização de algumas das amostras.

6 Referências

- [1] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis->

consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7797. Acesso em ago/2010.

- [2] EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análises físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. *Ciênc Rural*, v. 35, p. 1166–1171, 2005.
- [3] RIBEIRO, R. O. R.; SILVA, C.; MONTEIRO, M. L.; BAPTISTA, R. F.; GUIMARÃES, C. F.; MARSICO, 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. *Rev Bras Cienc Vet*, v. 16, p. 3–7, 2009.
- [4] SILVA, R. A.; AQUINO, I. S.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SOUZA, D. L. Análise físico-química de amostras de mel de abelhas zamboque (*Frieseo-melitta varia*) da região do Seridó do Rio Grande do Norte. *Rev Verde*, v. 4, p. 70–75, 2009.
- [5] SILVA, M. B. L.; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, D.; GOMES, J. C.; GONÇALVES, M. M.; 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. *Alim Nutr*, v. 19, p. 417–420, 2008.
- [6] MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises do mel: revisão. *Rev Caatinga*, v. 22, p. 07–14, 2009.
- [7] BRAGA, K. A.; SILVA, M. B. L.; PEREIRA, L. A.; BESSA, J. A. Qualidade físico-química de méis comercializados no município de Uberaba. In: II Seminário Iniciação Científica-IFTM, *Campus Uberaba*, MG, out/2009.
- [8] SANTOS, D. C.; MOURA NETO, L. G.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. N. L. Avaliação da qualidade físico-química de amostras de méis comercializadas na região do Vale do Jaguaribe-CE. *Rev Verde*, v. 4, p. 21–26, 2009.

- [9] ROSSI, N. F.; MARTINELLI, L. A.; LACERDA, T. H. M.; CAMARGO, P. B.; VITÓRIA, R. L. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. *Ciencia Tecnol Alime*, v. 19, p. 199–204, 1999.
- [10] MARCHINI, L. C.; SOUZA, B. A. Composição físico-química, qualidade e diversidade dos méis brasileiros de abelhas africanizadas. In: 16º Congresso Brasileiro de Apicultura, 2006, Aracaju. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Apicultura, 2006.
- [11] SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos. São Paulo: Livraria Varela LTDA, 2ª ed., 2001.
- [12] NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1ª ed., 2008.
- [13] MERCOSUL. Regulamento Técnico Mercosul: Identidade e qualidade do mel. Resolução GMC n°15/94. Montevideu, 1999. Disponível em: <http://www.mercosul.gov.br/normativa/resolucao/1994/mercosul-gmc-res-no-15-94/regulamento-tecnico-mercosul-de-identidade-e-qualidade-do-mel>.
- [14] ALVES, R. M. O.; CARVALH, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia smith (hymenoptera: apidae)*. *Ciencia Tecnol Alime*, v. 25, p. 644–650, 2005.
- [15] BERTOLDI, F. C.; REIS, V. D. A.; GONZAGA, L. V.; CONGRO, C. R. Caracterização físico-química e sensorial de amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera L.*) produzidas no pantanal. *Evidência Biotecnol Aliment*, v. 7, p. 63–74, 2007.
- [16] BARTH, M. O.; MAIORINO, C.; BENATTI, A. P. T.; BASTOS, D. H. M. Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indi-

cados monoflorais do sudeste do Brasil. *Ciencia Tecnol Alime*, v. 25, p. 229–233, 2005.

- [17] KOMATSU, S. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera L.*, 1758 (*hymenoptera, apidae*) no Estado de São Paulo. 2. Conteúdo de açúcares e de proteína. *Ciencia Tecnol Alime*, v. 22, p. 143–146, 2002.
- [18] LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. Aspecto físico-químico do mel de abelhas comercializadas no município de Salvador, Bahia. *Rev Bras Saúde Prod Animal*, v. 1, p. 14–18, 2001.