

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MEL COMERCIALIZADO EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF HONEY MARKETED IN DIFFERENT REGIONS OF BRAZIL

Larissa Trosinski¹ 

Angélica de Sousa Hrysyk² 

Resumo: O mel é um produto alimentício composto por açúcares, com predominância de frutose e glicose. Com o incremento do consumo de produtos naturais e o elevado preço do mel, percebeu-se a ocorrência de adulterações. Dentre as principais adulterações pode-se citar a adição de açúcares comerciais, glicose, melado e solução de açúcar invertido, também podem ocorrer alterações naturais, sendo aquelas decorrentes do excesso de umidade, calor ou envelhecimento. Devido a possibilidade de fraude e falta de fiscalização dos órgãos competentes é necessário se verificar constantemente a qualidade do mel. Com o objetivo de se investigar os méis comercializados no Brasil, analisou-se vinte amostras, provenientes de dez estados brasileiros. Na realização das análises foram utilizadas metodologias oficiais descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, quantificando o Hidroximetilfurfural e realizando as reações de Fiehe, Lugol e Lund, também foram verificados outros parâmetros, tais como: pH, grau Brix e exame microscópico. Os resultados mostram que todas as amostras apresentaram algum tipo de inconformidade, seja pelo indício de presença de açúcares, aquecimento inadequado e teores de umidade acima do estabelecido pela legislação brasileira. Os resultados obtidos confirmam a necessidade de avaliação da qualidade do mel, divulgando para a população as formas de adulteração que estão sujeitas, alertando para a necessidade de controle e certificação.

Palavras-chave: Mel. Adulteração. Qualidade.

¹ Graduanda em Engenharia Agrônoma, UCP – Faculdades do Centro do Paraná, larytro79@gmail.com

² Doutora em Química, IFPR – Instituto Federal do Paraná, angelica.hrysyk@ifpr.edu.br

Abstract: Honey is a food product composed of sugars, predominantly fructose and glucose. With the increase in the consumption of natural products and the high price of honey, the occurrence of adulterations was noticed. Among the main adulterations we can mention the addition of commercial sugars, glucose, molasses and inverted sugar solution, natural changes can also occur, being those resulting from excess moisture, heat or aging. Due to the possibility of fraud and lack of supervision by the competent bodies, it is necessary to constantly check the quality of honey. In order to investigate the honey sold in Brazil, twenty samples from ten Brazilian states were analyzed. In carrying out the analysis, official methodologies described by the Instituto Adolfo Lutz were used, quantifying the Hydroxymethylfurfural and performing the reactions of Fiehe, Lugol and Lund, other parameters were also verified, such as: pH, degree Brix and microscopic examination. The results show that all samples showed some type of non-conformity, either due to the presence of sugars, inadequate heating and humidity levels above that established by Brazilian legislation. The results obtained confirm the need to evaluate the quality of honey, disclosing to the population the forms of adulteration that are subject, alerting to the need for control and certification.

Keywords: Honey. Adulteration. Quality.

1 INTRODUÇÃO

O mel é um produto alimentício sintetizado pelas abelhas melíferas, que utilizam o néctar das flores ou secreções provenientes de partes das plantas ou excreções de insetos sugadores de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com suas substâncias específicas, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

Esse produto é geralmente comercializado na forma *in natura* e praticamente não recebe tratamento industrial, apontado como um dos adoçantes mais antigos e tradicionais (APARNA; RAJALAKSHMI, 1999). Sendo considerado um produto importante e único, contendo compostos bioativos derivados de abelhas e plantas (ANDRADE *et al.*, 2022).

Em sua constituição são relatadas a presença de açúcares como frutose (38%) e glicose (31%), água (cerca de 20%) e outros constituintes em menores quantidades, como proteínas, enzimas, aminoácidos, minerais, vitaminas, ácidos orgânicos e compostos fenólicos que contribuem para a qualidade do mel e efeitos na saúde (SANTOS-BUELGA; GONZALEZ-PARAMAS, 2017).

Devido a sua rica composição química, propriedades medicinais são atribuídas ao mel, sendo utilizado para tratar infecções de feridas e cicatrização (VAN DEN BERG *et al.*, 2008), com potencial no tratamento de doenças gástricas e cardiovasculares (ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2010). Apresentando potencial terapêutico devido as suas propriedades antibacterianas (ALMASAUDI, 2021).

A composição química dos méis é extremamente complexa, pois depende de vários fatores como a sua natureza botânica e geográfica origem e pode sofrer alterações significativas dependendo do tempo de armazenamento e condições (SANTOS-BUELGA; GONZALEZ-PARAMAS, 2017) e ainda, estágio de maturação e espécie da abelha (SCHLABITZ, 2010). De acordo com as plantas utilizadas em sua elaboração, o mel pode ser monofloral, isto é, produzido a partir do néctar de uma única flor, ou polifloral, produzido a partir do néctar de diversas espécies de flores (MACHADO *et al.*, 2022).

Essas diferenças na composição atribuem ao mel propriedades físicas diversas, tais como cor, viscosidade, propriedades higroscópicas e pH. O sabor é determinado principalmente pela composição botânica do mel (compostos voláteis, carboidratos e fitoquímicos) que podem variar significativamente de um mel para outro (FERREIRA *et al.*, 2009).

A cristalização do mel é um dos fatores que os consumidores frequentemente apresentam dúvidas. Embora todo mel passe por esse processo, a velocidade de cristalização dependerá dos tipos de açúcares presentes, teor de água, a origem floral do néctar, manejo, clima e condições de armazenamento (KUROISHI *et al.*, 2012)

Segundo regulamentações internacionais, o mel é um alimento açucarado característicos, sem necessidade de adição ou remoção de nenhum de seus componentes de origem (CODEX, 2000). No entanto, há vários adoçantes e xaropes baratos que são com frequência utilizados para substituir fraudulentamente os componentes naturais do mel, provavelmente, os mais utilizados são os xaropes com alto teor de frutose e açúcares invertidos (ARVANITTOYANNIS *et al.*, 2005).

Ao se avaliar a autenticidade do mel devem ser consideradas a autenticidade em relação à produção de mel, como a adição de açúcar, remoção ou adição de água e aquecimento, e também a autenticidade em relação à denominação, ou seja, determinação da origem botânica e geográfica do mel (MILOJKOVIĆ-OPSENICA *et al.*, 2015).

O Brasil destaca-se como grande produtor de mel, pois devido a diversificação da flora, grande extensão territorial e variabilidade climática, possui capacidade de produzir o ano todo. Diferente de outros países que, normalmente, colhem mel uma vez por ano, a elevada capacidade de produção em várias regiões do país, ocasiona uma grande variação nas características deste produto. Em razão desta diversidade, os estudos direcionados para a sua caracterização são de extrema importância para a criação de padrões de qualidade (MARCHINI; SOUSA, 2006).

No país, os padrões de avaliação da qualidade do mel são determinados pelo Ministério da Agricultura por meio da Instrução Normativa nº 11 de outubro

de 2000, que regulamenta o padrão de qualidade e identidade do mel comercializado, estabelecendo valores e parâmetros para características sensoriais, físico-químicas e ainda critérios macro e microbiológicos (BRASIL, 2000).

A fraude decorrente da substituição dos constituintes originais do mel, por outros de menor valor, representa prejuízos para os consumidores e produtores. Os consumidores adquirem produtos de baixa qualidade, que como consequência, acabam interferindo em sua confiança; e os produtores são impactados pela concorrência desleal, uma vez que produtos fraudados são geralmente comercializados abaixo do valor de mercado, dificultando a competitividade e lucratividade dos produtos originais.

Devido as possibilidades de fraudes, pela adição de solventes e açúcares, e a ausência da verificação dos padrões estabelecidos pela legislação, que não exigidos pelos órgãos de controle, destaca-se a necessidade da realização das análises físico-químicas para avaliar da autenticidade do mel.

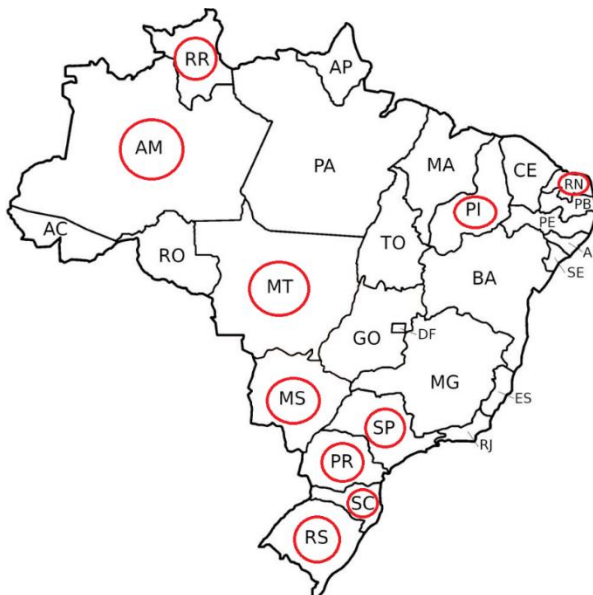
Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar méis das cinco regiões brasileiras, verificando se os parâmetros avaliados estão de acordo com a legislação vigente. Com os resultados pretende-se traçar um panorama geral sobre o produto, identificando a qualidade dos méis comercializados no país.

2 MATERIAL E MÉTODO

As análises para a avaliação da qualidade do mel foram realizadas no Instituto Federal do Paraná – Campus Pitanga no período de 2018 a 2020. A definição da amostragem consistiu em se obter a representação de todas as regiões do país: Sul (PR, SC e RS), Sudeste (SP), Norte (AM e RR), Nordeste (PI e RN) e Centro-oeste (MT e MS). Foram analisadas 20 amostras de méis de marcas diferentes, provenientes de 15 municípios: Ortigueira-PR, Guarapuava-PR, Pitanga-PR, Rolândia-PR, Xaxim-SC, Ivoti-RS, São José do Rio Preto-SP, Lábrea-AM, Manaus-AM e Boa Vista-RR, Picos-PI, Natal-RN, Cerro Corá-RN, Juína-MT, Dourados-MS. Em alguns municípios foram analisadas mais de uma

amostra, todas adquiridas em supermercados locais. Participaram da pesquisa 10 Estados, destacados na Figura 1.

Figura 1. Locais de origem dos méis analisados.



FONTE: autoria própria (2021).

A proposta das análises de mel é fundamentada em protocolos indicados para o produto de acordo com a legislação vigente utilizando os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram avaliados os parâmetros: pH, exame microscópico, hidroximetilfurfural, grau Brix e reações de Fiehe, Lund e Lugol.

2.1 Determinação de pH

O pH foi determinado utilizando o pHmetro digital, Del Lab, com compensação automática de temperatura e sensibilidade de 99%.

2.2 Exame microscópico

Para se reconhecer a presença de grãos de pólen, grãos de amido, resíduo de órgãos de abelha, elementos vegetais, sujidades, matérias estranhas ao mel, cera e cristais de açúcar presentes no mel, adicionou-se uma gota de

mel e uma gota de glicerina iodada entre uma lâmina e lamínula, levadas ao microscópio, Edutec, com aumento 1600 vezes.

2.3 Determinação de hidroximetilfurfural – HMF

A determinação de HMF foi realizada após clarificação das amostras com os reagentes de Carrez (I e II) de acordo com normativa do IAL (2008) e método nº 980.23 (AOAC, 1997) recomendado pela Instrução Normativa do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil, 2000). As soluções utilizadas são: a) Solução de Carrez I: 15g de ferrocianeto de potássio - $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ dissolvido em água e completado para 100 mL; b) Solução de Carrez II – 30g de acetato de zinco – $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ dissolvido em água e completado para 100 mL; c) Solução de bissulfito de sódio - $NaHSO_3$ a 0,2% m/v – 0,20 g de bissulfito de sódio em água e diluído para 100 mL. Pesou-se 5 g do mel L e transferiu-se, com no máximo, com 25 mL de água para um balão volumétrico de 50 mL, foi adicionado 0,5 mL de solução de Carrez I e misturado, e posteriormente foi adicionado 0,5 mL de solução de Carrez II e misturado. Foi completado o volume para 50 mL com água, filtrado, descartado os primeiros 10 mL do filtrado, pipetado 5 mL para cada um dos dois tubos de ensaio, adicionado 5 mL de água em um dos tubos (amostra) e 5 mL de solução de bissulfito de sódio 0,2% no outro (referência). As amostras foram analisadas em cubetas de quartzo e analisadas em triplicata nos comprimentos de ondas de 284 e 336nm em espectrofotômetro UV/Vis – 340G, Nova Instrument. O teor de HMF foi determinado de acordo com a Equação 1:

$$HMF (mg/Kg) = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

A_{284} = leitura da absorvância a 284 nm

A_{336} = leitura da absorvância a 336 nm

P = massa da amostra em g

5 = massa nominal da amostra

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

126 = peso molecular do HMF

16830 =absortividade molar do HMF a 284 nm

1000 = conversão de g para mg

10 = diluição de 5 g de mel para 50 mL

1000 = conversão de g para kg

2.4 Grau Brix

Na determinação do grau Brix (°Bx) utilizou-se o Refratômetro portátil ATC, faixa de medição: 58-90%, divisão: 0,5%.

2.5 Reação de Fiehe

Para identificar a presença de açúcar comercial ou o aquecimento acima de 40°C do produto, foi realizada a reação de Fiehe em triplicata. Pesou-se 5 g de mel, adicionou-se 5 mL éter, agitando-se vigorosamente com um bastão de vidro. A camada etérea foi transferida para um tubo de ensaio, e adicionado 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina (1%). O sistema foi deixado em repouso por 10 minutos. Na presença de glicose comercial ou de mel superaquecido, aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando fraude (IAL, 2008).

2.6 Reação de Lund

A reação de Lund baseia-se na determinação de substâncias albuminóides precipitáveis como o ácido tânico. Determina também se houve adição de água ou outro diluidor no mel (IAL, 2008).

Para a identificação foi dissolvido 2 g de mel em 20 mL de água e transferido para uma proveta graduada de 50 mL, adicionou-se 5 mL de solução de ácido tânico (0,5%) e completado o volume com água destilada até a marca de 40 mL e homogeneizado com bastão de vidro. O sistema ficou em repouso por 24 horas, após esse período verificou-se a formação de precipitado. Na presença de mel puro haverá a formação de precipitado entre 0,6 a 3 mL. Na presença de mel adulterado, não haverá formação de precipitado ou excederá o

volume máximo do referido intervalo (IAL, 2008). A reação foi realizada em triplicata.

2.7 Reação de Lugol

A reação de Lugol foi realizada em triplicata. Pesou-se 10 g da amostra em um béquer de 50 mL em seguida adicionou-se 20 mL de água sob agitação. A mistura foi levada a aquecimento em banho-maria fervente por 1 hora e, posteriormente, foi resfriada a temperatura ambiente. Adicionou-se 0,5 mL da solução de Lugol (1 g de iodo ressublimado em 10 mL de água contendo 3 g de iodeto de potássio e diluído para 50 mL com água).

Na 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 (IAL, 2008).

2.8 Determinação de umidade

Para a determinação da umidade pesou-se, em triplicata, de 5 a 10 g da amostra, totalmente homogeneizada, em uma cápsula de porcelana, previamente preparada (higienizadas e secas em estufa a 110°C por 30 minutos). As amostras foram secas em estufa durante 2 horas a (105 ±2) °C. As cápsulas foram retiradas da estufa, resfriadas em dessecador e pesadas, repetiu-se as operações de secagem por 30 minutos e de resfriamento até que o peso entre duas secagens apresentasse diferença ≤ 2 mg. (IAL, 2008). O cálculo da umidade foi realizado utilizando-se a equação 2.

$$\textit{Umidade} (\%) = \frac{N \times 100}{P} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

N = perda de massa em g

P = massa da amostra em g

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a crescente busca por produtos naturais existe uma grande preocupação com a fraude no setor de alimentos. Segundo Geana e Ciucure (2020) a prevenção da fraude e a promoção de um produto autêntico são essenciais para garantir o sucesso comercial de produtos agroalimentares de alto valor no mercado. Preocupados com a autenticidade dos alimentos, os membros do Parlamento Europeu introduziram o mel na lista de produtos mais expostos ao risco de fraude alimentar, na maioria dos casos pela adição de açúcares, mas também há casos de declaração falsa de origem botânica ou geográfica.

Para se garantir a autenticidade do mel são empregados diferentes métodos de avaliação, dentre os principais guias orientativos, pode-se destacar o material desenvolvido pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL,2008) que sugere diferentes métodos físico-químico para análise de alimentos, dentre eles: o mel, esse documento contém metodologias que permitem verificar se os valores estão de acordo com os recomendados pela legislação brasileira, bem como podem mostrar indícios de fraude.

Uma das análises propostas é a reação de Fiehe, que permite verificar indícios de adulteração pela mudança de coloração do mel, pois na presença de substâncias produzidas durante o superaquecimento de mel ou a adição de xaropes de açúcares (IAL, 2008), muda da cor amarelada, característica do mel, para vermelho cereja, conforme mostrado na Figura 2, é possível verificar essa diferença ao comparar o mel puro (A) com o resultado para um mel adulterado (B).

Figura 2. Resultados para a reações de Fiehe: (A) mel puro; (B) mel com resultado positivo.



(A)

(B)

Fonte: autoria própria (2019)

A reação de Lugol indica a presença de dextrinas ou amido, quanto maior a intensidade da cor, que pode variar de marrom-avermelhada a azul, maior a quantidade das substâncias presentes na amostra fraudada.

Na Figura 3, pode-se verificar a mudança de cor ao se comparar uma amostra de mel puro (A) e outra com indícios de adulteração (B).

Figura 3. Resultados para a reações de Lugol: (A) mel puro; (B) mel com resultado positivo.



(A)

(B)

Fonte: autoria própria (2019).

A reação de Lund mostra a presença de albuminoides, substâncias naturalmente presentes no mel, a sua ausência é um indicativo de fraude. A adulteração do mel é confirmada quando há formação de precipitado excedendo 3mL, o que ocorre pela adição de substâncias proteicas, ou quando o volume é inferior a 0,6mL, indicando que ocorreu a diluição do mel (BERA e ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

Na figura 4, são mostradas as principais diferenças verificadas em relação ao volume de precipitados formados na reação de Lund, em A o precipitado está compreendido no intervalo estabelecido, ou seja, de 0,6 a 3,0 mL (IAL, 2008), em B percebe-se a quase ausência da formação do precipitado, com valor abaixo do estabelecido.

Figura 4. Resultados para a reações de Lund: (A) mel puro; (B) mel com resultado negativo.



(A)

(B)

Fonte: autoria própria (2019)

Os resultados dos parâmetros avaliados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises de pH, HMF e teor de umidade.

Amostra	Fiehe	Lugol	Lund	pH	HMF (mg Kg ⁻¹)*	Umidade (%)*	°Bx
A	N	P	P	3,84	11,0 ± 2,0	20,8 ± 0,40	ND
B	P	P	P	4,04	9,0 ± 1,0	18,7 ± 0,031	ND
C	P	P	P	3,73	21,5 ± 1,5	19,4 ± 0,53	ND
D	P	P	P	3,80	7,5 ± 1,5	17,5 ± 0,37	ND
E	P	N	N	2,96	39,1 ± 2,0	47,6 ± 1,00	72
F	P	P	P	3,94	19,42 ± 2,0	35,5 ± 1,34	77
G	P	P	P	4,13	9,0 ± 2,5	30,7 ± 0,99	76
H	P	P	N	3,87	14,0 ± 4,9	28,0 ± 3,90	79
I	P	P	P	2,96	20,1 ± 2,2	34,7 ± 3,90	75
J	N	P	P	3,30	15,0 ± 3,8	26,7 ± 8,50	77
K	P	N	P	3,13	34,4 ± 0,80	34,3 ± 3,90	77
L	P	P	P	3,67	28,76 ± 4,2	34,51 ± 0,44	77
M	P	P	P	3,67	30,24 ± 6,0	33,24 ± 0,43	78
N	P	N	P	2,67	26,23 ± 5,0	29,14 ± 4,20	70
O	P	P	N	2,41	26,28 ± 5,4	29,93 ± 0,29	80
P	P	N	P	3,00	23,86 ± 5,8	33,55 ± 1,90	79
Q	P	P	N	2,04	31,43 ± 5,5	37,03 ± 1,00	76
R	P	N	N	2,21	21,42 ± 4,5	33,37 ± 0,25	77
S	P	P	P	4,20	14,90 ± 5,4	38,74 ± 0,055	78
T	ND	ND	ND	3,67	28,76 ± 6,2	34,51 ± 0,44	ND
Resultados esperados/ Limites	N	N	P	NE	Máx. 60**	Máx. 20**	DE

N: negativo; P: positivo; ND: não determinado; NE: não estabelecido.

*Os resultados correspondem à média das triplicatas (± desvio-padrão).

**Limites estabelecidos pela IN nº 11 de 2000 (BRASIL, 2000)

Fonte: autoria própria (2020).

De acordo com os dados da Tabela 1, 89% das amostras que foram submetidas a reação de Fiehe mostraram resultado positivo, ou seja,

apresentaram a coloração vermelho cereja, o que indica a presença de glicose comercial ou que o mel foi superaquecido (IAL, 2008). Resultado superior ao apresentado por Schlabitz e colaboradores (2010) que analisaram 12 amostras de méis da região do Vale do Taquari-RS e relatam resultado positivo para 75% das amostras analisadas.

Dentre as amostras analisadas para Lugol, cerca de 74% apresentaram tons avermelhadas a marrons, o que indica a presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar presentes nas amostras (IAL, 2008), essa diferença de intensidade da cor depende da quantidade das dextrinas ou amido, presentes nas amostras analisadas (BORGES, 2017).

As amostras A e J apresentaram indícios de adição de açúcar, pois os resultados mostram positivo para Fiehe e negativo para Lugol, logo pode-se descartar o aquecimento das amostras.

Nas amostras E, K, N, P e R há indício de aquecimento, confirmado pelo resultado positivo para Fiehe e apresentaram resultado negativo para a adição de açúcares, conforme a reação de Lugol. As demais amostras apresentaram valores positivos para ambas as reações, indicando a presença de açúcares e aquecimento.

Verificou-se resultado positivo para a reação Lund em 74% das amostras analisadas indicando que o precipitado formado está dentro do estabelecido, ou seja, compreendidos no intervalo e 0,6 a 3,0 mL (IAL, 2008). As amostras que apresentaram resultado negativo estão identificadas por E, H, O, Q e R, as amostras com menor quantidade de precipitado também possuem valores de umidade acima do estabelecido pela legislação (20%), o que pode indicar adição de um diluidor as amostras.

Segundo Meireles (2013), ao analisar 20 amostras de méis da região de São José do Rio Preto-SP, 35% foram reprovados na reação de Lund, logo foram considerados méis não puros.

O pH não está estabelecido na legislação, no entanto quanto menor o valor, menor é a probabilidade de desenvolvimento microbiano no mel. As amostras analisadas possuem pH compreendidos entre 2,02 e 4,20, sendo considerado estável quanto ao crescimento bacteriano, ficando suscetível quase

que exclusivamente ao crescimento de bolores e leveduras (JAY, 2009). Essa informação é confirmada por Hoffmann (2001), ele afirma que valores de pH menores que 4,5, são importantes para garantir a qualidade dos alimentos, pois valores baixos indicam que as amostras estão isentas de micro-organismo patogênicos, evitando-se assim posteriores contaminações.

O pH é influenciado pelo solo, néctar ou combinação de vegetais para a composição do mel, substâncias presentes na mandíbula das abelhas ou que entrem em contato durante o transporte até a colmeia, podem também influenciar. O valor do pH do mel é de extrema importância, pois influencia na velocidade de formação do hidroximetilfurfural (HMF). O HMF é um aldeído cíclico que se forma por desidratação da frutose em meio ácido (pH 3,9), sendo esse processo acelerado pelo calor (ESTUPINÃN, 1998).

Sendo que o seu teor é um indicador de qualidade no mel, essa substância, que geralmente não está presente em méis frescos, é formada quando o produto é exposto a temperaturas acima de 35°C por longo período de tempo. Concentrações elevadas podem indicar superaquecimento, condições impróprias de armazenamento ou produto fora do prazo de validade, pois a quantidade dessa substância pode aumentar com o passar do tempo (ZAPPALÀ *et al.*, 2005).

Além de sua toxicidade, a presença de HMF no mel indica ainda uma queda no seu valor nutritivo, pela destruição, por meio de aquecimento, de algumas vitaminas e enzimas que são termolábeis (VERÍSSIMO, 1988).

As amostras analisadas apresentaram valores de HMF compreendidos de 6,0 a 41,1 mg/Kg, estão, portanto, em conformidade com a Legislação Brasileira (Brasil, 2000) que estabelece um máximo de 60 mg/Kg e também estão abaixo do especificado pela Legislação Internacional que permite até 80 mg/Kg (Codex Alimentarius, 2000). Dentre os méis analisados, as amostras E e K apresentaram maiores valores de HMF, $39,1 \pm 2,0$ e $34,4 \pm 0,80$, respectivamente, corroborando com o resultado positivo para aquecimento, identificado pela reação de Fiehe.

Outro importante parâmetro utilizado para se determinar a qualidade do mel é teor de umidade. De acordo com a legislação brasileira o teor de umidade

não deve ser inferior a 16,8% e nem superior a 20% (Brasil, 2000). De acordo com os valores obtidos, 75% das amostras de méis estão com teores superiores ao estabelecido.

Valores superiores a 20% propiciam condições favoráveis para a proliferação de microrganismos no mel e podem indicar também colheita realizada fora de época, ou seja, méis colhidos “verdes” ou ainda não-maduros (ROSSI *et al.*; 1999). O teor de umidade influencia ainda outras características tais como a viscosidade, peso, conservação, sabor, palatabilidade e cristalização (VENTURINI; SARCINELLI, SILVA, 2007).

Em estudo realizado no município de São Gabriel-BA, Alves (2005) verificou que a umidade, para as 20 amostras de méis analisadas, apresentou média de $28,78 \pm 2,73\%$, mostrando que 100% das amostras estão acima dos limites especificados nas legislações nacional e internacional.

Os resultados obtidos para o grau Brix, nas amostras analisadas, estão compreendidos entre 72° Bx e 80° Bx. Esse resultado indica a quantidade, em percentual, de açúcares totais presentes no mel (MEIRELES, 2013). A Instrução Normativa nº. 11 de 2000 do Ministério da Agricultura não estabelece obrigatoriedade de análise de grau Brix com parâmetro de avaliação da qualidade.

No entanto, pode-se propor uma correlação existente entre o teor de água e o grau Brix nas amostras. No trabalho de Borges (2017), por exemplo, foram encontrados valores para o grau Brix variando de 64 a $80,5^{\circ}$ Bx, com teor de água maior que 25 e 17,8%, respectivamente. Dessa forma pode-se concluir que as duas medidas são inversamente proporcionais. Tal relação foi percebida para a mostra E que, dentre todos os méis analisados, apresentou maior valor de umidade: 47,6% ($\pm 1,00$) e menor valor de grau Brix: 72° Bx.

Com a realização do exame microscópico pretendeu-se identificar substâncias diversas não inerentes ao mel. Segundo a legislação vigente, o mel deve, necessariamente, apresentar grãos de pólen e pode conter cera de abelhas recolhidas durante o processo de extração. No entanto não deve conter substâncias estranhas, de qualquer natureza, tais como insetos, larvas, grãos de areia e outros (Brasil, 2000).

No exame microscópico foi possível visualizar cristais de açúcar nas amostras A, C e D, presença de cera, provavelmente utilizada nas caixas, na amostra E, e também grãos de pólen nas amostras A e B. As demais amostras apresentaram aspecto homogêneo não sendo possível identificar a presença de outras substâncias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos pode-se afirmar que todas as amostras analisadas apresentaram alguma inconformidade com a Instrução Normativa nº 11 de 2000, seja pela adição de algum tipo de açúcar, podendo ser glicose, melado ou xaropes de açúcar ou que as abelhas foram alimentadas no início da florada, geralmente, com açúcar comum (sacarose) e/ou que foram submetidas a aquecimento superior a 40°C. Porém os valores de HMF estão abaixo do estabelecido na legislação vigente, ou seja, as quantidades medidas da substância nos méis indicam que são seguros para o consumo.

No entanto, quase todas as amostras apresentaram excesso de umidade (acima de 20%) estando em desacordo com a legislação vigente. Para algumas amostras foi possível verificar que a umidade excessiva corroborou com o resultado da reação de Lund, o que pode indicar a adição de uma substância diluidora.

De acordo com a pesquisa, ressalta-se a necessidade de avaliar a qualidade do mel, levando informação para que a população conheça as formas de adulteração e passem a exigir, dos órgãos competentes, o controle e a certificação dos produtos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. B.; VIANA, E. B. M.; MARCIA ELENA ZANUTO, M. E.; DE SOUZA, C. C. E. Honey from stingless bees: a review on chemical parameters, content of bioactive compounds and their therapeutic properties. **Research, Society and Development**. 11, 16, 1 - 21, 2022.

ALMASAUDI, S. The antibacterial activities of honey. **Journal of Biological Sciences**, 28, 4, 2188-2196, 2021.

ALVAREZ-SUAREZ, J.; TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; BERTOLI, E.; BATTINO, M.; Contribution of honey in nutrition and human health: A review. *Mediterranean*. **Mediterr J Nutr Metab**,3, 15–23, 2010.

ALVES, R. M. D. O., CARVALHO, C. A. L. D., SOUZA, B. D. A., SODRÉ, G. D. S., & MARCHINI, L. C.; Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Food Science and Technology**, 25, 644-650, 2005.

APARNA, A. R.; RAJALAKSHMI, D.; Honey – Its characteristics, sensory aspects and applications. **Food Reviews International**, 15, pp. 455–471, 1999.

ARVANITOYANNIS, I. S.; CHALHOUB, C.; GOTSIU, P.; LYDAKIS-SIMANTIRIS, N.; KEFALAS, P.; Novel quality control methods in conjunction with chemometrics (multivariate analysis) for detecting honey authenticity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 45, 193–203, 2005.

BERA, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, 27, 49-52, 2007.

BORGES, J. G; PINHEIRO, J. V.R; TELLES, R. B. A; QUADROS, C. P.; Qualidade de mel comercializado em feiras livres de Salvador e Petrolina. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**,19, p. 231-240, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de Outubro de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 out. 2000. Seção 1, p.16-17.

Codex Alimentarius, FAO/OMS. Norma Mundial do Codex para o Mel. Codex Alimentarius, Alinorm 01/25, 2000.

ESTUPINÑAN, S; SANJUÁN, E; MILLÁN, R. GONZÁLES-CORTÉS, A. M. Parámetros de calidad de la miel II. Composición química. Revision. **Alimentaria**. n. 297. p. 117-122, 1998.

FERREIRA, I. C. F. R., AIRES, E., BARREIRA, J. C. M., & ESTEVINHO, L. M. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. **Food Chemistry**,114, 1438–1443, 2009.

GEANA, E. I.; CIUCURE, V. T.; Establishing authenticity of honey via comprehensive Romanian honey analysis. **Food Chemistry**, 306, 125595-125595, 2020.

HOFFMANN, F. L.; Fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos. **Brasil Alimentos**, São Paulo, Signus Editora Ltda, n. 9 – Jul./Ago, 2001.

Instituto Adolfo Lutz - IAL. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**, 4. ed. São Paulo, 2008.

JAY, J.M., Microbiologia de alimentos, Ed. Artmed. 2009.

KUROISHI, A. M.; QUEIROZ, M. B.; ALMEIDA, M. M.; QUAST, L. B. Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. **Brazilian Journal Food Technology**, 15, 1. Campinas Jan./Mar. 2012.

MACHADO, A. M.; TOMÁS, A.; RUSSO-ALMEIDA, P.; DUARTE, A.; ANTUNES, M. VILAS-BOAS, M.; MIGUEL, M. G.; FIGUEIREDO, A.C. Quality assessment of Portuguese monofloral honeys. Physicochemical parameters as tools in botanical source differentiation. **Food Research International**, 157, 2022.

MARCHINI, L. C.; SOUSA, B. A. **Composição físico-química, qualidade e diversidade dos méis brasileiros de abelhas africanizadas**. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16. 2006. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2., 2006, Aracaju, 2006.

MEIRELES, S; CANÇADO, I. A. C.; Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **SYNTHESIS Revistal Digital FAPAM**, 4, 207-219, 2013.

MILOJKOVIĆ-OPSENICA, D.; LUŠIĆ, D.; TEŠIĆ, Ž.; Modern analytical techniques in the assessment of the authenticity of Serbian honey. **Archives of Industrial Hygiene and Toxicology**, 66, 233–241, 2015.

ROSSI, N. F; MARTINELLI, L. A.; LACERDA, T. H. M.; DE CAMARGO, P. B. C.; VICTÓRIA, R. L.; Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciênc. Technol. Aliment**, 19, 1-16, 1999.

SANTOS-BUELGA, C., & GONZALEZ-PARAMAS, A. M. Chemical composition of honey. In **Bee Products – Chemical and Biological Properties**. 43–82, 2017.

SCHLABITZ, C; DA SILVA, S. A. F; DE SOUZA, C. F. V.; Avaliação de parâmetros físico químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, 04, 80-90, 2010.

VAN DEN BERG, A. J., VAN DEN WORM, E., VAN UFFORD, H. C., HALKES, S. B., HOEKSTRA, M. J., BEUKELMAN, C. J.; An in vitro examination of the

antioxidant and antiinflammatory properties of buckwheat honey. **J. Wound Care**, 17, 172 – 178, 2008.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. da.; Características do mel. **Boletim Técnico**, 2007.

VERÍSSIMO, M. T. L.; **Saiba o que é o HMF**. Apicultura no Brasil, v. 4, n. 24, 31, 1988.

ZAPPALÀ, M; FALLICO; ARENA, B; E; VERZERA, A.; Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. **Food Control** 2005, 16, 273-277.