

QUALIDADE DE MÊIS COMERCIALIZADOS EM UNAÍ/MG: UMA ABORDAGEM FÍSICO-QUÍMICA

Rubens Pires Mateus Filho¹, Vitória Gabrielly Vasconcelos Moura², Leandro Ferreira da Silva², Paulo César Melquíades Santos³, Mírian da Silva Costa Pereira³

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (ICA/UFVJM), Unaí, Brasil
(rubens.pires@ufvjm.edu.br)

²Escola Estadual Vigário Torres, Unaí, Brasil

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (ICA/UFVJM), Unaí, Brasil

Resumo: A qualidade de oito amostras de mel comercializadas no município de Unaí-MG foi avaliada por meio da determinação da acidez total e da realização de testes qualitativos para hidroximetilfurfural (HMF). Os resultados demonstraram que todas as amostras apresentaram valores de acidez total inferiores ao limite máximo de 50 meq/kg estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA. A Reação de Fiehe foi positiva na maioria das amostras, enquanto a Reação de Jagerschmidt apresentou resultado negativo em todas elas. Esses achados sugerem a presença de níveis moderados de HMF, possivelmente associados ao armazenamento ou ao aquecimento do produto, sem indícios conclusivos de adulteração.

Palavras-chave: mel; acidez; qualidade; hidroximetilfurfural

INTRODUÇÃO

O mel é um produto natural produzido por abelhas a partir do néctar das flores ou de secreções de partes vivas de plantas, que são coletadas, transformadas, combinadas com substâncias específicas das abelhas, armazenadas e deixadas a maturar nos favos da colmeia (SILVA; DE MARCHI, 2010; SOUSA, 2008). Do ponto de vista químico, o mel é uma solução supersaturada constituída majoritariamente por açúcares (frutose e glicose), mas que abriga uma vasta gama de compostos minoritários, como aminoácidos, vitaminas, minerais, lipídios, enzimas (como a diastase e a invertase) e diversos fitoquímicos, incluindo flavonoides e ácidos fenólicos (CARVALHO et al., 2023). Essencialmente, o mel é uma solução constituída principalmente por açúcares, aminoácidos, vitaminas, minerais, lipídios, enzimas e outros fitoquímicos, além de conter flavonoides e ácidos fenólicos (CARVALHO et al., 2023). Sua constituição e características químicas dependem dos tipos de fontes florais visitadas pelas abelhas, dos fatores ambientais, do seu armazenamento e das espécies (SILVA et al., 2022).

Historicamente, o mel transcende seu valor como alimento, sendo reconhecido por suas propriedades terapêuticas e biológicas. Ele auxilia na produção de células sanguíneas, na purificação do sistema circulatório e oferece proteção contra a arteriosclerose (CARVALHO et al., 2024). Tais benefícios são atribuídos à presença de compostos antioxidantes, como ácidos orgânicos, compostos aromáticos, ácido ascórbico, catalases e carotenoides, que atuam no combate aos radicais livres no

organismo humano (CARVALHO et al., 2024). Além dessas propriedades, o mel apresenta atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e cicatrizante, características amplamente exploradas tanto na medicina tradicional quanto em pesquisas científicas contemporâneas (MARCHINI et al., 2008a). Além disso, a atividade enzimática presente no mel fresco é um dos principais indicadores de sua integridade biológica, sendo sensível ao calor e ao envelhecimento do produto.

A atividade antioxidante do mel está intimamente relacionada ao seu conteúdo de compostos fenólicos, que inclui ácidos fenólicos e flavonoides em proporções variáveis conforme a origem botânica e geográfica do produto. Esses compostos atuam sinergicamente na neutralização de espécies reativas de oxigênio, contribuindo para a proteção celular e a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2010). A diversidade fitoquímica do mel, portanto, não apenas fundamenta suas propriedades funcionais, mas também serve como um importante marcador de autenticidade e origem floral, sendo utilizada em estudos de caracterização e controle de qualidade.

Adulterações comuns envolvem a adição de xaropes de açúcar comercial, como o açúcar de cana ou milho, visando o aumento do volume e a redução de custos de produção. Tais práticas não apenas comprometem o valor nutricional e medicinal do mel, mas também representam um risco à saúde pública (CARVALHO et al., 2023). Além das adulterações intencionais, o mel pode ter sua qualidade comprometida pelo aquecimento excessivo, que provoca a formação de



hidroximetilfurfural (HMF) e a inativação enzimática, e por condições inadequadas de armazenamento, como exposição à umidade e variações de temperatura (SILVA et al., 2022). Baseado nisso, a importância da obtenção de parâmetros físico-químicos dos méis é holística para garantir a qualidade desse produto no mercado (MARCHINI et al., 2008a). Sua qualidade garante a segurança alimentar do consumidor, prevenindo-o contra produtos adulterados ou contaminados que podem ser prejudiciais à saúde (SILVA; DE MARCHI, 2010; SILVA et al., 2022). A qualidade pode ser alterada a partir de parâmetros físico-químicos do mel que são estabelecidos pela legislação brasileira, levando em consideração fatores como umidade, acidez, teor de minerais e níveis de HMF, entre outros (BRASIL, 2000).

Entre os parâmetros físico-químicos utilizados para o controle de qualidade do mel, destacam-se a acidez e o teor de hidroximetilfurfural (HMF), ambos previstos na Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA (BRASIL, 2000). A acidez do mel resulta da presença de ácidos orgânicos naturais e influencia diretamente sua estabilidade microbiológica e aceitabilidade pelo consumidor, sendo que valores acima do limite legal podem indicar fermentação indesejada (SOUSA, 2008). O HMF, por sua vez, é um composto formado pela degradação de açúcares em condições de calor e acidez, e sua presença em concentrações elevadas pode indicar superaquecimento, armazenamento prolongado ou adição de xaropes comerciais ao produto (FALEIROS-QUEVEDO et al., 2024). Dessa forma, a determinação desses parâmetros constitui ferramenta indispensável para avaliar a autenticidade e a conformidade do mel com os padrões de qualidade vigentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas oito amostras de mel comercializadas em diferentes mercados do município de Unaí/MG, adquiridas durante o mês de janeiro. As amostras estavam armazenadas em prateleiras, em temperatura ambiente, sem refrigeração e sem exposição direta a fontes de calor. Todas as análises foram realizadas em triplicata, totalizando 24 determinações, com o objetivo de assegurar maior precisão e reprodutibilidade dos resultados.

As análises foram conduzidas no Laboratório de Química do Instituto de Ciências Agrárias da UFVJM, Campus Unaí. A determinação da acidez livre, lactônica e total foi realizada de acordo com os métodos analíticos descritos no Manual de Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL).

Para a determinação da acidez livre, foram pesados 10 g de mel, posteriormente dissolvidos em 75 mL de

água destilada. Em seguida, realizou-se titulação potenciométrica com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,05 N até pH 8,5. A acidez lactônica foi determinada por retrotitulação com solução de ácido clorídrico (HCl) 0,05 N até pH 8,3, após a titulação com NaOH. A acidez total foi obtida pela soma dos valores de acidez livre e acidez lactônica.

A Reação de Fiehe também foi realizada conforme as recomendações do IAL. Para isso, aproximadamente 5 g de mel foram pesados em béquer, adicionados de 5 mL de éter etílico e agitados. Em seguida, a camada etérea foi transferida para tubo de ensaio, acrescida de 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina e mantida em repouso por 10 minutos. O aparecimento de coloração vermelha intensa foi considerado resultado positivo.

A Reação de Jagerschmidt foi conduzida com base nas mesmas recomendações metodológicas. Aproximadamente 10 g de mel foram triturados com 10 mL de acetona em gral de porcelana. Após a decantação do solvente, 3 mL da fase líquida foram transferidos para tubo de ensaio contendo igual volume de HCl concentrado. A mistura foi resfriada em água corrente, sendo o aparecimento de coloração vermelha interpretado como resultado positivo.

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão das triplicatas. A avaliação de conformidade foi realizada com base nos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA (BRASIL, 2000), que define o limite máximo de 50 meq/kg para acidez total e 60 mg/kg para o teor de HMF em méis de regiões tropicais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises de pH, acidez livre, acidez lactônica e acidez total das oito amostras de mel, realizadas em triplicata, são apresentados nas Tabelas 1 e 2 que sumariza as médias e desvios padrão por amostra de mel. De acordo com a Tabela 1, os valores de pH das amostras de mel analisadas variaram de 3,85 a 4,69, sendo que a maioria apresentou pH na faixa de 4,15 a 4,61. Esses resultados estão em consonância com a literatura, que relata valores de pH do mel geralmente entre 3,5 e 4,5, caracterizando-o como um alimento naturalmente ácido. Resultado semelhante foi observado por Carvalho et al. (2023), ao analisarem méis comercializados em Araguaína-TO, com valores de pH variando entre 3,60 e 4,43, faixa atribuída à composição típica de ácidos orgânicos presentes no mel. De modo semelhante, Marchini et al. (2008a) relataram valores de pH entre 3,72 e 4,64 em méis de *Apis mellifera* provenientes da região noroeste do Rio Grande do Sul, corroborando os resultados obtidos no presente estudo.

Em relação à acidez total (Tabela 2), os valores médios observados variaram de 23,50 meq/kg a

42,67 meq/kg. A Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece o limite máximo de 50 meq/kg para esse parâmetro (BRASIL, 2000). Dessa forma, todas as amostras analisadas apresentaram valores inferiores ao limite permitido, evidenciando conformidade com a legislação brasileira vigente. Esses resultados sugerem que os méis avaliados apresentavam qualidade físico-química satisfatória quanto à acidez, não indicando processos fermentativos acentuados ou alterações capazes de comprometer significativamente a qualidade do produto.

Tabela 1. Média e Desvio Padrão dos Parâmetros de Acidez Livre por amostra de mel.

Amostras	pH (Méd.)	pH (DP)	Acidez Livre (meq/kg) (Méd.)	Acidez Livre (meq/kg) (DP)
1	4,61	0,02	29,50	0,87
2	4,69	0,02	23,00	0,50
3	3,92	0,02	24,17	0,58
4	4,43	0,11	34,83	1,76
5	4,17	0,02	26,50	0,50
6	4,15	0,03	26,17	1,04
7	4,20	0,03	29,50	0,50
8	3,85	0,01	18,67	1,04

DP = Desvio Padrão; Méd. = Média

Tabela 2. Média e Desvio Padrão dos Parâmetros de Acidez Lactônica e Acidez Total por amostra de mel.

Amostras	Acidez Lactônica (meq/kg) (Méd.)	Acidez Lactônica (meq/kg) (DP)	Acidez Total (meq/kg) (Méd.)	Acidez Total (meq/kg) (DP)
1	5,33	1,26	34,83	1,61
2	4,83	1,53	27,83	1,26
3	6,33	1,04	30,50	0,50
4	7,83	1,89	42,67	0,58
5	6,50	0,00	33,00	0,50
6	8,50	0,50	34,67	1,53
7	9,67	0,76	39,17	1,04
8	4,83	1,26	23,50	2,29

DP = Desvio Padrão; Méd. = Média

Os resultados encontrados também são semelhantes aos relatados por Silva et al. (2022), que avaliaram méis produzidos no Vale do Rio Bois, em Goiás, e registraram acidez total entre 16,50 e 46,30 meq/kg, todos dentro do limite legal. Carvalho et al. (2023) também verificaram conformidade com a legislação em méis industrializados e artesanais comercializados em Araguaína-TO, com valores de acidez total variando de 19,40 a 43,00 meq/kg, próximos aos observados no presente estudo. Segundo Sousa (2008), valores de acidez total acima

do limite estabelecido podem indicar ocorrência de fermentação, processo associado, entre outros fatores, ao teor elevado de umidade e ao desenvolvimento de leveduras, o que pode comprometer a estabilidade, a vida útil e a aceitabilidade do mel.

Ao analisar as Tabelas 1 e 2 observa-se que a acidez livre variou de 18,67 meq/kg a 34,83 meq/kg, enquanto a acidez lactônica apresentou valores entre 4,83 meq/kg e 9,67 meq/kg. A relação entre essas duas frações contribui diretamente para a acidez total

e constitui um parâmetro relevante para a avaliação da qualidade do mel. A acidez livre está associada principalmente à presença de ácidos orgânicos no produto, enquanto a acidez lactônica corresponde à fração relacionada às lactonas, compostos que podem ser convertidos em ácidos durante o processo analítico. Marchini et al. (2008a) destacam que a acidez lactônica, embora geralmente presente em menor proporção, é importante para a estabilidade do mel, uma vez que contribui para o equilíbrio ácido-base e para o efeito tamponante do produto. No presente estudo, os valores de acidez lactônica permaneceram relativamente baixos, estando de acordo com os resultados de Carvalho et al. (2023), que observaram valores entre 2,00 e 9,50 meq/kg em méis comerciais brasileiros.

Os baixos desvios-padrão observados para a maioria dos parâmetros analisados indicam boa reprodutibilidade das determinações realizadas em triplicata. Esse comportamento sugere consistência nos procedimentos analíticos adotados e baixa variabilidade entre as repetições de cada amostra. Além disso, a reduzida dispersão dos dados reforça a confiabilidade dos resultados obtidos para os parâmetros de pH, acidez livre, acidez lactônica e acidez total.

A Reação de Fiehe é um teste qualitativo empregado para indicar a possível presença de hidroximetilfurfural (HMF) no mel, composto associado ao envelhecimento, ao superaquecimento ou à adição de xaropes de açúcares invertidos. A reação ocorre por meio de ensaio colorimétrico com solução clorídrica de resorcina, sendo o aparecimento de coloração vermelha indicativo de resultado positivo (FALEIROS-QUEVEDO et al., 2024).

No presente estudo, as amostras 1, 3, 4 e 6 apresentaram coloração positiva para a Reação de Fiehe (Figura 1). Entre elas, as amostras 4 e 6 (Figura 1) destacaram-se pela maior intensidade de coloração, sugerindo maior presença relativa de compostos associados à formação de HMF. As amostras 2, 5 e 7 também apresentaram coloração, porém com menor intensidade, indicando reação positiva menos pronunciada. Por outro lado, a amostra 8 (Figura 1) não apresentou coloração característica, sendo a única amostra com resultado negativo para esse teste, conforme observado na Figura 1.

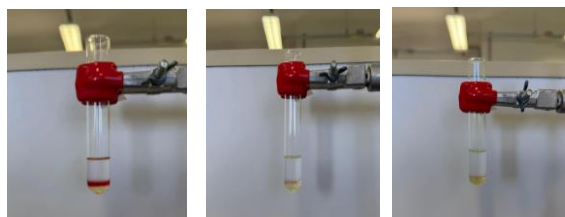


Figura 1. Amostras 4, 5 e 8 submetidas à Reação de Fiehe.

A presença de coloração vermelha, ainda que em diferentes intensidades, na maioria das amostras analisadas sugere que parte dos méis comercializados em Unai/MG pode ter sido submetida a condições de armazenamento ou processamento capazes de favorecer a formação de HMF. Entre essas condições, destacam-se a exposição ao calor, o armazenamento prolongado ou o processamento térmico inadequado. Entretanto, por se tratar de um teste qualitativo, a Reação de Fiehe não permite, isoladamente, quantificar o teor de HMF nem confirmar adulteração. Assim, os resultados positivos devem ser interpretados como indicativos da possível presença desse composto, exigindo métodos quantitativos complementares para confirmação.

A Reação de Jagerschmidt foi realizada como teste qualitativo complementar, com o objetivo de verificar a presença de HMF ou de indícios de adulteração por açúcares comerciais. O resultado positivo é caracterizado pelo aparecimento de coloração vermelha intensa ou violeta na interface da reação, conforme descrito em protocolos laboratoriais aplicados à análise de mel (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, [s.d.]).

Todas as oito amostras analisadas apresentaram resultado negativo na Reação de Jagerschmidt. As colorações observadas variaram entre amarelo-claro e âmbar límpido, sem formação de anel avermelhado ou coloração violeta característica de resultado positivo. Dessa forma, os dados obtidos por esse método não indicaram a presença de níveis acentuados de HMF nem evidências qualitativas de adulteração por açúcar comercial, conforme demonstrado na Figura 2.

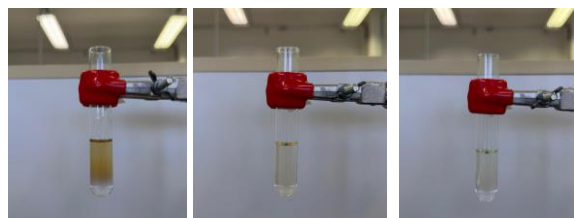


Figura 2. Amostras 2, 5 e 7 submetidas à Reação de Jagerschmidt.

A divergência entre os resultados da Reação de Fiehe, positiva em sete das oito amostras, e da Reação de Jagerschmidt, negativa em todas as amostras, sugere que pode haver presença de HMF em níveis detectáveis pelo primeiro teste, porém sem evidências de intensidade suficiente para produzir



resposta positiva no segundo método. Essa interpretação indica que os méis analisados podem ter sofrido algum grau de envelhecimento, aquecimento ou exposição a condições inadequadas de armazenamento, mas não apresentam indícios qualitativos consistentes de adulteração grosseira por adição de açúcares comerciais.

Resultados semelhantes foram descritos por Carvalho et al. (2023), que, ao analisarem méis comerciais em Araguaína-TO, observaram positividade na Reação de Fiehe em algumas amostras, associando esse comportamento principalmente a condições de armazenamento e processamento, e não necessariamente à adulteração intencional. Silva et al. (2022) também relataram que méis submetidos a temperaturas elevadas durante o armazenamento podem apresentar Reação de Fiehe positiva sem, contudo, evidenciar fraude por açúcares comerciais em testes complementares. De forma semelhante, Marchini et al. (2008a) ressaltam que a interpretação conjunta de testes qualitativos é fundamental para evitar conclusões precipitadas, uma vez que cada método apresenta sensibilidade e especificidade próprias.

Portanto, os resultados obtidos indicam que a maioria das amostras apresentou reação positiva para Fiehe, sugerindo possível formação de HMF em algum grau. Contudo, a negatividade da Reação de Jagerschmidt em todas as amostras reduz a possibilidade de adulteração evidente por açúcares comerciais. Recomenda-se, entretanto, que estudos futuros incluam a quantificação de HMF por métodos instrumentais, como espectrofotometria ou cromatografia líquida de alta eficiência, a fim de confirmar os resultados qualitativos e estabelecer com maior precisão a condição de frescor e qualidade dos méis avaliados.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as oito amostras de mel analisadas apresentaram qualidade satisfatória quanto aos parâmetros de acidez, uma vez que todos os valores de acidez total permaneceram abaixo do limite máximo de 50 meq/kg estabelecido pela legislação brasileira. As variações observadas no pH, na acidez livre e na acidez lactônica podem estar relacionadas à origem floral, ao processamento e às condições de armazenamento dos méis.

A Reação de Fiehe positiva na maioria das amostras sugere possível presença de HMF em algum grau, indicando eventual envelhecimento, aquecimento ou armazenamento inadequado. Entretanto, a Reação de Jagerschmidt negativa em todas as amostras não evidenciou níveis elevados de HMF nem indícios consistentes de adulteração por açúcares comerciais. Assim, embora os méis avaliados estejam em conformidade quanto à acidez, recomenda-se a realização de análises quantitativas complementares

para melhor caracterização de sua qualidade e autenticidade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa vinculada ao PIBIC/FAPEMIG - Brasil. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa através do PIBIC-EM/CNPq - Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-SUAREZ, J. M. et al. Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, v. 3, p. 15–23, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 out. 2000. Seção 1, p. 16-17.
- CARVALHO, Nagila Lessa de; ARAÚJO, Milena dos Santos; SILVA, Sabrina Alexandre Ribeiro da; DAMASCENO, Iangla Araújo de Melo. Análises físico-químicas dos méis industrializados e artesanais comercializados em Araguaína - TO. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 27, p. 231–236, 2023.
- CARVALHO, N. L. de et al. Assessment of essential minerals and physico-chemical analysis of floral origins fresh honey produced by *Apis mellifera*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 84, e263534, 2024.
- FALEIROS-QUEVEDO, M.; BARBIERI, C.; MOTTA, A. C. I.; FRANCOY, T. M. The role of qualitative tests in detecting adulterants in stingless bee honey: a promising approach for honey producers and consumers. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 27, e2023059, 2024.
- MARCHINI, L. C. et al. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v. 38, p. 1737-1742, 2008a.
- SILVA, F. S.; DE MARCHI, M. R. R. Validação de método analítico para análise de amitraz em mel utilizando GC/TSD. *Eclética Química*, v. 35, p. 63-71, 2010.
- SILVA, M. C.; RODRIGUES, R. F.; CAVALCANTI, G. R.; SOUSA, J. M. F. Atributos físico-químicos do mel como medida da apicultura aprimorada no Vale do Rio Bois, Brasil. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 24, p. 13524, 2022.



SOUSA, Graziela Leal. Composição e qualidade de méis de abelhas (*Apis mellifera*) e méis de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*). 2008. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.
Departamento de Farmácia. Laboratório de Farmacognosia. Análise do mel. Curitiba: UFPR, [s.d.]. 34 p.