



Qualidade e autenticidade do mel: comparação entre produtos inspecionados e não inspecionados

Quality and authenticity of honey: comparison between inspected and non-inspected products

Lara Beatriz Oliveira Mateus ^{1*}, Guilherme Henrique Silva ¹, Ana Carolina Nascimento ¹,
Marcelo de Amorim Filho ², Júlia da Costa Carneiro Cruz ¹, Emília Maricato Pedro dos Santos ¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina, Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de Qualidade em Produtos de Origem Animal - GPPoa UFJF, Brasil. ²Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Ciência da Computação, Departamento de Ciência da Computação, Brasil. Autor correspondente: Lara Beatriz Oliveira Mateus, Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de Qualidade em Produtos de Origem Animal - GPPoa UFJF, Brasil.

*Autor correspondente e-mail: laraolima123@hotmail.com.

ARTIGO

Recebido: 08/09/2024

Aprovado: 01/07/2025

Publicado: 26/12/2025

Palavras-chave:

Adulteração
Controle de qualidade
Produtos das abelhas
Produtos de origem animal

Key words:

Adulteration
Quality control
Bee products
Animal-derived products

RESUMO

A legislação brasileira estabelece rigorosos padrões físico-químicos para o mel produzido e comercializado no país. Baseado nisto, este estudo teve como objetivo avaliar méis inspecionados e méis não inspecionados comercializados em Juiz de Fora, Minas Gerais, para detectar adulterações. As análises físico-químicas realizadas incluíram teor de umidade, acidez, pH e as provas de Fiehe, Lund e Lugol. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos de méis. No grupo de méis não inspecionados, 65% das amostras apresentaram alguma não conformidade, sendo que 20% dessas apresentaram múltiplas irregularidades. No grupo de méis inspecionados, 5% apresentaram não conformidade. As não conformidades foram mais frequentes no teste de Fiehe, sugerindo adição de xaropes de açúcar. Houve correlação entre os resultados dos testes de Lund e Lugol, sugerindo presença de substâncias estranhas nos méis. As variações na acidez e no pH dos méis não inspecionados podem indicar adição de substâncias que intensificam a fermentação, reduzindo o pH e aumentando a acidez, além de falhas no controle de qualidade e manipulação inadequada do alimento. Portanto, os méis inspecionados apresentaram maior conformidade com os padrões legais, com menor ocorrência de práticas de adulteração.

ABSTRACT

Brazilian legislation establishes strict physicochemical standards for honey produced and marketed in the country. Based on this, this study aimed to evaluate both inspected and uninspected honeys sold in Juiz de Fora, Minas Gerais, to detect adulteration occurrences. The physicochemical analyses performed included moisture content, acidity, pH, and the Fiehe, Lund, and Lugol tests. The obtained data were compared with legal standards and submitted to the Tukey test ($p < 0.05$). The results showed statistically significant differences between the two groups of honey. In the uninspected honey group, 65% of the samples presented some form of nonconformity, with 20% of these presenting multiple irregularities. In the inspected honey group, 5% showed nonconformity. Nonconformities were most frequent in the Fiehe test, suggesting the addition of sugar syrups. There was a correlation between the results of the Lund and Lugol tests, suggesting the presence of foreign substances in the honeys. The variations in acidity and pH of the uninspected honeys may indicate the addition of substances that intensify fermentation, reducing pH and increasing acidity, as well as failures in quality control and improper handling of the food. Therefore, the inspected honeys showed higher compliance with legal standards, with a lower occurrence of adulteration practices.



INTRODUÇÃO

O mel é um produto natural altamente valorizado nutricional e economicamente, mas sua qualidade pode ser comprometida por adulterações, como a adição de açúcares, água ou outros ingredientes não naturais, e por falhas durante o processamento. Estas práticas não só prejudicam as propriedades do mel, mas também representam riscos à saúde dos consumidores, tornando essencial o controle de sua qualidade higiênico-sanitária, comercial, tecnológica e ambiental, em conformidade com as legislações vigentes (TRIFKOVIĆ et al., 2017).

A análise físico-química é uma ferramenta fundamental para identificar adulterações e garantir a autenticidade do mel. Parâmetros como umidade, pH, acidez, condutividade elétrica, teor de hidroximetilfurfural (HMF) e composição de açúcares são amplamente utilizados para avaliar sua qualidade (WU et al., 2022). Estudos como os de Galhardo et al. (2021) e Gomes et al. (2022) demonstram a eficácia dessas análises na caracterização de méis de diferentes regiões, destacando a importância do monitoramento rigoroso para assegurar a conformidade do produto.

No entanto, embora existam méis inspecionados e regulamentados, o mercado ainda é marcado pela sua comercialização informal, que pode apresentar maior suscetibilidade a adulterações. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a qualidade de méis inspecionados e não inspecionados comercializados em Juiz de Fora, Minas Gerais, buscando identificar possíveis adulterações e verificar se há diferenças nos padrões de qualidade entre os grupos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 20 amostras de mel inspecionados, que apresentavam selo de inspeção oficial (municipal, estadual ou federal) na embalagem e 20 amostras de mel não inspecionado (informal), de diferentes fabricantes, adquiridos em supermercados, mercearias, padarias, empórios e feiras livres organizadas pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Segurança Alimentar (SEAPA) com o apoio da prefeitura e realizadas em diferentes bairros da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Os méis inspecionados são de origem natural produzidos por abelhas da espécie *Apis mellifera*, de floradas silvestre, multifloral e flores de uva japonesa, não havendo restrição quanto à região geográfica de produção, desde que originários de colmeias estabelecidas em território nacional e submetidos a processamento por estabelecimento industrial devidamente registrado no Brasil. Em relação aos méis não-inspecionados, não há informação acerca da espécie produtora e origem floral, sendo estes produzidos na cidade de Juiz de Fora e região. As amostras de méis foram divididas em dois grupos: o grupo A, composto por amostras de méis não inspecionados, e o grupo B, formado por amostras de méis inspecionados. Após a aquisição, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente, em suas embalagens originais e devidamente identificadas.

Empregou-se a metodologia das análises laboratoriais de acordo com os Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). As análises realizadas incluíram a determinação dos seguintes parâmetros físico-químicos: teor de umidade (determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C),

acidez (determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio, com concentração de 0,05 N), pH (determinado em pHmetro de bancada pH-3E, da marca Satra) e as provas de Fiehe, Lund e Lugol.

Ao todo, foram realizados seis tipos de análises laboratoriais nas 40 amostras, todas efetuadas em triplicata. Os resultados obtidos foram documentados e comparados com os padrões legais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (BRASIL, 2000).

Para a análise dos dados, foram utilizados códigos em linguagem Python, criados no software Google Colab®. Entre as operações realizadas, destacou-se a eliminação de outliers. Adicionalmente, a ferramenta foi empregada para gerar gráficos, incluindo boxplots, médias, gráficos de dispersão (scatter plots) e histogramas. As médias dos tratamentos foram, então, submetidas ao teste de Tukey para avaliação de significância ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados revela que no grupo A (méis não inspecionados), sete amostras (7/20) (35%) estavam conformes em todos os testes realizados, enquanto 13 amostras (13/20) (65%) apresentaram alguma não conformidade, sendo que quatro amostras não conformes (4/20) (20%), apresentaram não conformidade em mais de um teste. Em contraste, no grupo B (méis inspecionados), 19 amostras (19/20) (95 %) estavam conformes em todos os testes, enquanto apenas uma amostra (1/20) (5 %) apresentou não conformidade e somente em um dos testes realizados.

Com relação à determinação da umidade, os resultados obtidos indicaram que os méis analisados em ambos os grupos estavam dentro do parâmetro legal estabelecido, que define um valor máximo de 20% de umidade para o mel (BRASIL, 2000). Para os méis não inspecionados, a média de umidade foi de 11,55%, enquanto que, para os méis inspecionados, a média foi de 11,24%.

Seu valor é influenciado por fatores como umidade do ambiente e variedade de néctar coletado pelas abelhas. Valores elevados de umidade interferem na característica sensorial em virtude de sua menor viscosidade e predispõe a diminuição de seu prazo de validade devido a sua fermentação acelerada em decorrência da maior disponibilidade de água aos microrganismos (GOMES et al., 2022). Para a umidade, não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos A e B, uma vez que o p-valor ajustado foi maior que o nível de significância de 0,05 no teste de Tukey.

Os resultados da determinação da presença de hidroximetilfurfural (HMF) por meio do teste de Fiehe mostram que este componente, resultante de transformações químicas nos açúcares presentes no mel, foi detectado em nove amostras (9/40) (22,5 %), especificamente naquelas provenientes do grupo de méis não inspecionados (grupo A). O valor máximo permitido para o HMF é de 60 mg/kg (BRASIL, 2000).

Variações significativas nos teores de HMF entre diferentes amostras de mel foram observadas por Smetanska et al. (2021) que encontraram diferenças em amostras de diferentes origens, enquanto Sajid et al. (2020) observaram que méis florais (*Acacia modesta*, *Justicia adhatoda*, *Brassica rapa* subespécie *oleifera*, *Ziziphus jujubas*, *Citrus sinensis*, *Trifolium repens*, *Dalbergia sissoo*) e com longo tempo de armazenamento apresentaram quantidade de HMF elevada.

Gebeyehu e Jalata (2023) também identificaram teores de HMF acima do padrão estabelecido e estes foram associados ao envelhecimento, armazenamento prolongado, aquecimento excessivo ou adulteração do mel. O aquecimento inadequado do mel é uma das principais causas da formação de HMF, conforme demonstrado por LeBlanc et al. (2009), que observaram aumento exponencial deste composto quando o mel é submetido a temperaturas superiores a 50°C. Este efeito é agravado em méis com alta concentração de frutose, devido a sua instabilidade térmica.

No teste de Lugol, três amostras (3/40) (7,5%) apresentaram resultado positivo, indicando a possível presença de amido e dextrinas no mel. Paralelamente, as mesmas três amostras não conformes no teste de Lugol também se apresentaram não conformes no teste de Lund. A presença de amido e dextrinas, detectada pelas reações positivas no teste de Lugol, sugere a possibilidade de adulteração do mel.

O teste de Lund, por outro lado, avalia a pureza do mel por meio da precipitação de compostos nitrogenados e albuminoides presentes na amostra. A presença de xaropes diversos, que podem conter diferentes perfis de proteínas e compostos nitrogenados não típicos do mel natural, pode alterar a precipitação do mel. Essa alteração indica a presença de adulterantes e a falta de pureza do mel (DE BEER et al., 2021). As irregularidades simultâneas nos testes de Lugol e Lund reforçam a hipótese de fraude, indicando que as mesmas amostras podem ter sido adulteradas de forma a incorporar substâncias não permitidas.

Em paralelo a isso, a análise de correlação revelou uma forte associação positiva entre os testes de Lund e Lugol ($r = 1,00$), bem como entre estes testes e a variável não conformidades ($r = 0,87$). Em contrapartida, observou-se uma correlação negativa acentuada entre o pH e os testes de Lund e Lugol ($r = -0,88$), além de uma correlação negativa ainda mais intensa entre pH e não conformidades ($r = -0,90$), sugerindo que menores valores de pH podem estar associados à ocorrência de adulterações (Figura 1).

Os testes de Lund e Lugol não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B ($GL= 1$; $F= xx$; $p>0,05$). A análise da matriz de correlação evidenciou uma correlação perfeita ($r= 1,00$) entre os testes de Lugol e Lund, indicando que as amostras que apresentaram resultado positivo em um também o fizeram no outro. Esta consistência sugere que ambos os testes detectam características semelhantes relacionadas à presença de adulterantes no mel.

As adulterações, geralmente motivadas por interesses econômicos, envolvem a adição de substâncias como xaropes de açúcar, que imitam o sabor e a aparência do mel puro, mas possuem menor valor nutricional e custo. Um dos adulterantes mais comuns é o xarope de milho, rico em amido e dextrinas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; DODD et al., 2024). Outra prática recorrente consiste na adição de calda de sacarose, açúcar diluído em água, ao próprio mel de abelha, com o objetivo de aumentar o volume final do produto (SANTOS JÚNIOR et al., 2020).

A diluição foi observada pelo aumento da atividade de água (a_w) associada ao aumento de sólidos solúveis, que indicou a adição de açúcares no mel concomitante à adição de água no preparo da adulteração, uma vez que o aumento do teor de água pode ser causado por condições climáticas adversas prevalentes quando o mel é produzido ou pela imaturidade resultante da extração precoce do mel na colmeia (MILEK et al., 2021). Ademais, o acréscimo de água pode promover a fermentação do mel. Este processo fermentativo resulta na produção de ácidos em várias etapas do processamento, o que leva à redução do pH do mel também (ABDI et al., 2024).

Como demonstrado na Figura 2, observa-se uma relação inversamente proporcional entre pH e não conformidades: amostras com pH abaixo de 4,0 (especificamente entre 2,8 e 3,8) apresentaram até quatro faltas nos testes de Lugol e Lund, enquanto todas as amostras com $pH \geq 4,0$ foram aprovadas integralmente. A correlação de $-0,90$ ($p < 0,01$) comprova forte associação negativa (r próximo de -1), indicando que o aumento no valor de pH do mel reduz significativamente a probabilidade de faltas. Estes resultados reforçam que o pH é um parâmetro crítico para determinar a qualidade do mel, servindo como indicador confiável de conformidade com padrões microbiológicos e físico-químicos.

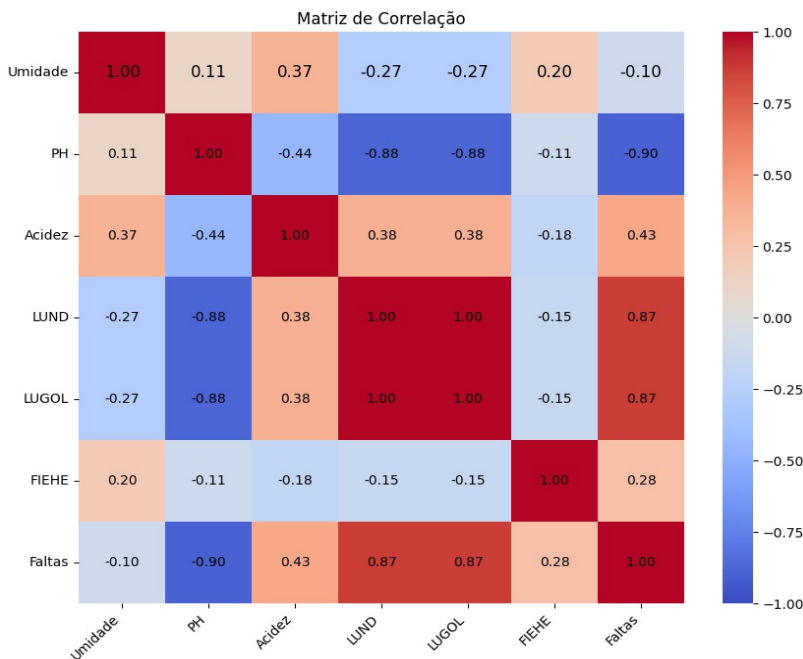


Figura 1. Matriz de correlação das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mel inspecionados e mel não inspecionado (informal) comercializadas, cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais – relações de correlação positiva e negativa entre as análises laboratoriais, com intensidade de cor indicando o grau de associação. A intensidade da cor vermelha indica uma forte correlação positiva (o aumento nos valores numéricos de uma variável está associado ao aumento proporcional dos valores da variável correlacionada); cor azul intensa representa correlação negativa (aumento nos valores numéricos de uma variável está associado à diminuição proporcional dos valores da variável correlacionada).

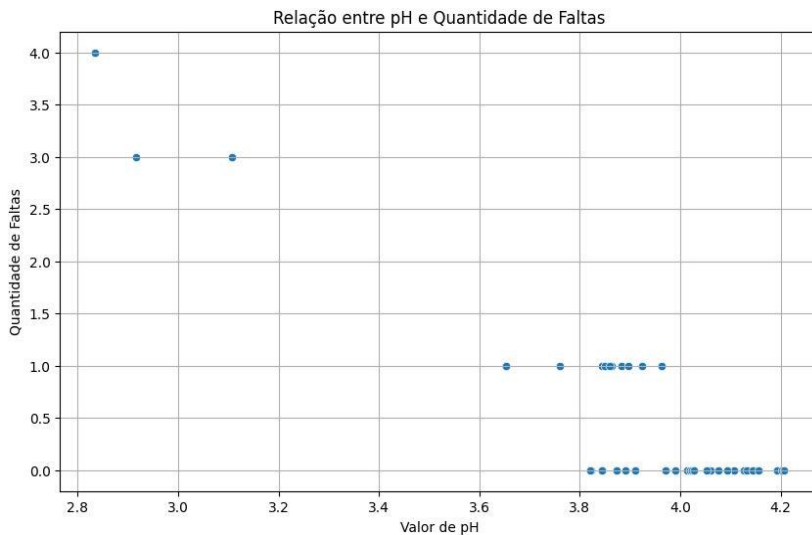


Figura 2. Correlação entre pH e quantidade de testes não conformes em amostras de mel inspecionados e mel não inspecionado (informal) comercializadas, cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Valores de pH superiores a 4,0 mostraram conformidade total nos testes. Relação entre valores de pH (eixo X) e quantidade de testes não conformes (eixo Y) em análises de mel. A linha de tendência demonstra forte correlação negativa ($r = -0,90$), com $pH \geq 4,0$ indicando conformidade total (zero faltas).

Analisando os resultados da determinação de pH, observou-se que os méis não inspecionados apresentaram valores significativamente menores em comparação com os méis inspecionados ($p > 0,05$). A figura 3 ilustra a distribuição dos valores de pH nos dois grupos de amostras: A (méis não inspecionados) e B (méis inspecionados), sendo a média de 3,7573 para os méis do grupo A e 4,0757 para os méis do grupo B.

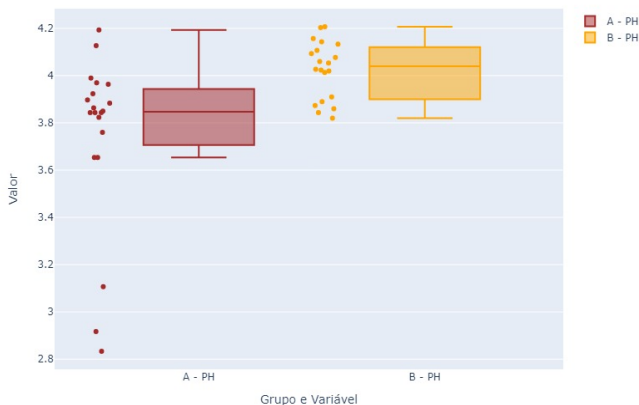


Figura 3. Análise de Boxplot: comparação de valores de pH (médias das triplicatas) entre amostras de méis não inspecionados (Grupo A) e de méis inspecionados (Grupo B) comercializadas, cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. O boxplot exhibe a mediana, os quartis e a dispersão dos valores de pH para cada grupo de amostras de mel. A caixa vermelha representa o grupo A (méis não inspecionados), enquanto a caixa amarela representa o grupo B (méis inspecionados). Os pontos fora das caixas indicam a dispersão dos valores em cada grupo.

A análise descritiva dos dados, representada no boxplot (Figura 3) evidenciou diferenças nos valores de pH entre os grupos experimentais. O grupo A apresentou mediana de

3,84915, sendo 0,19085 unidades inferiores à mediana do grupo B (4,04). Observou-se ainda maior dispersão dos dados no grupo A, com amplitude de 1,36 unidades entre o valor máximo e mínimo de pH, indicando maior variabilidade e menor homogeneidade entre as amostras, em contraste com o grupo B que apresentou amplitude de 0,3867, com menor variabilidade e distribuição mais uniforme dos valores. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas na determinação de pH com p-valor ajustado de 0,0027.

O valor de pH do mel, um alimento naturalmente ácido, varia entre 3,5 e 5,5, sendo este influenciado pela composição do néctar utilizado pelas abelhas para a produção do mel e por atividades microbianas (CHETTOUM et al., 2023). A legislação brasileira não exige a avaliação do pH do mel como análise obrigatória, sendo seu valor variável de acordo com a matéria-prima utilizada na sua produção, dado que pH do mel é influenciado pelo pH do néctar das flores. Ademais, o pH é um

parâmetro que contribui para a manutenção de sua estabilidade, uma vez que méis mais ácidos tendem a apresentar menor proliferação de microrganismos (SILVA et al., 2021).

A análise estatística de correlação evidenciou uma relação entre pH baixo e o aumento das não conformidades no mel. Especificamente, os resultados mostraram que, quando o pH do mel encontra-se abaixo de 3,2, há um aumento no número de não conformidades. Esta correlação direta indica que, quanto menor o valor de pH, mais irregularidades são observadas em outros parâmetros do mel, reforçando a importância do monitoramento do pH para assegurar a qualidade do produto.

A presença de HMF (5-hidroxiacetilfurfural), detectada pelo teste de Fiehe, está intimamente relacionada ao pH do mel, uma vez que um pH mais baixo pode favorecer sua formação (PENTOS; LUCZYCKA, 2018). Além disso, a adição de substâncias ao mel, como água ou xarope, pode iniciar um processo fermentativo que produz ácidos, levando à redução do pH deste alimento de origem animal (ABDI et al., 2024). Consequentemente, a adição de substâncias promove a fermentação e, com isso, o pH do mel se torna baixo, o que favorece a formação de HMF. Estes fatores, em conjunto, justificam a relação entre o pH baixo e as não conformidades detectadas nos testes de Fiehe, Lund e Lugol.

Nesse contexto, o estudo de Damto et al. (2024) destacou que a determinação do pH é altamente eficaz na detecção de adulterações no mel. De acordo com este estudo, todas as adulterações foram detectadas por este teste, revelando que a adição de melão, açúcar ou banana causa uma redução significativa do pH, levando-o a níveis abaixo do esperado. Portanto, o valor de pH mostrou-se fundamental para identificar fraudes neste produto de origem animal devido a sua sensibilidade. Além disso, as amostras de méis não inspecionados que apresentaram desvios na determinação dos valores de pH também se apresentaram não conformes na prova de Lund, sugerindo a presença de componentes indesejáveis no mel, como açúcar, banana e melão.

A análise de acidez do mel revelou que, entre as amostras de méis não inspecionados, três (3/20) apresentaram-se em desacordo com o parâmetro estabelecido pela legislação brasileira, que é de no máximo 50 mEq.kg⁻¹ (BRASIL, 2000). A comparação entre os grupos A (méis não inspecionados) e B (méis inspecionados) para este parâmetro está apresentada na figura 4. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre grupos A (méis não inspecionados) e B (méis inspecionados) com p-valor ajustado de 0,0088.

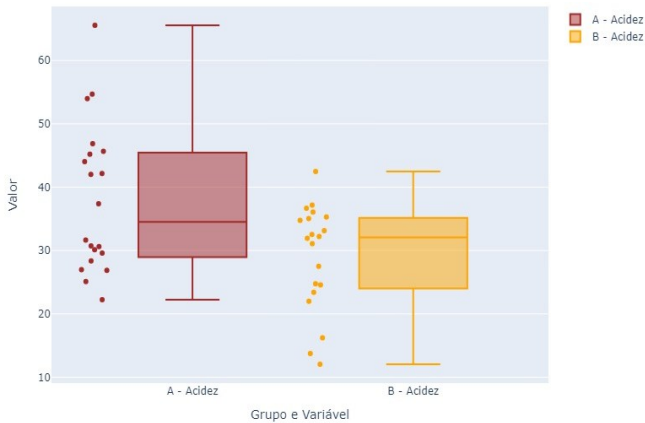


Figura 4. Análise de Boxplot: comparação de valores de acidez (médias das triplicatas), em mEq.kg⁻¹, entre amostras de méis não inspecionados (Grupo A) e de méis inspecionados (Grupo B) comercializadas, cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. O boxplot mostra a mediana, os quartis e a dispersão dos valores de acidez (em mEq.kg⁻¹) para cada grupo de amostras de mel. A caixa vermelha representa o grupo A (méis não inspecionados), enquanto a caixa amarela representa o grupo B (méis inspecionados). Os pontos fora das caixas indicam a dispersão dos valores em cada grupo.

A acidez do mel está relacionada à variação de ácidos orgânicos presentes no alimento, influenciada pela ação de microrganismos e pela quantidade de minerais presente neste produto de origem animal (FINCO et al., 2010). O teste de determinação da acidez livre é um indicador da fermentação de glicose e frutose por leveduras, que convertem açúcares em álcool e dióxido de carbono. Na presença de oxigênio, o álcool é convertido em ácido acético, resultando em um aumento da acidez livre (ANANIAS et al., 2013). Elevados níveis de acidez no mel podem indicar contaminação microbiológica, que pode ocorrer devido às más condições higiênico-sanitárias durante a extração, processamento ou armazenamento do mel (RAWEH et al., 2022). A manipulação inadequada pode promover o crescimento de leveduras, especialmente em condições de altas concentrações de sacarose e baixo pH (LUCA et al., 2024).

Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000), o mel deve ser acondicionado em embalagens adequadas para alimentos que garantam proteção contra contaminação. Entretanto, nos méis não inspecionados analisados, foram encontradas embalagens claramente inadequadas e reaproveitadas - como garrafas de vidro para cerveja com tampas não herméticas, garrafas plásticas de refrigerante sem tratamento adequado e potes plásticos de medicamentos. Estas embalagens comprometem a qualidade do produto por facilitarem a oxidação, permitirem a absorção de umidade e apresentarem risco de contaminação química por migração de compostos dos materiais plásticos. A

situação se agrava pela ausência total de rotulagem, que deveria apresentar informações essenciais do alimento, como espécie produtora, origem floral, datas de extração e envase e prazo de validade.

De acordo com a legislação brasileira, a pasteurização do mel não é obrigatória, entretanto, é uma opção viável para eliminar microrganismos patogênicos e garantir a qualidade do mel armazenado em temperatura ambiente. Além disso, o processo de pasteurização ajuda a evitar a fermentação, mantendo as características sensoriais deste alimento (SCHVEZOV et al., 2020). A pasteurização elimina os microrganismos responsáveis pela deterioração e reduz o teor de umidade, inibindo o processo de fermentação (TIAN et al., 2024).

A diferença observada entre méis inspecionados e não inspecionados pode ser explicada principalmente pela aplicação de rigorosos padrões de controle de qualidade, definidos inclusive pela legislação brasileira que regulamenta a inspeção sanitária deste produto. Estes padrões incluem testes laboratoriais para detectar adulterações, conformidade com regulamentações de produção, rastreabilidade da origem e práticas adequadas de apicultura (TIBOLA et al., 2018).

Para os méis não inspecionados, o não conhecimento acerca da aplicação de boas práticas de processamento (Boas Práticas Apícolas) gera incerteza quanto a ocorrência de adulterações e contaminação do produto, uma vez que não há garantia dos ingredientes presentes e cumprimento de normas sanitárias, como utilização de água potável, capacitação envolvendo a captura de abelhas, manejo das colmeias e a extração do mel com uso de equipamento de proteção individual (EPI), luvas, materiais adequados de embalagens e rótulos (ARAÚJO et al., 2023).

Em vista disso, inconformidades, como transporte inadequado, adulteração, condições de armazenamento, materiais utilizados no processamento e tempo de armazenamento, podem comprometer a qualidade nutricional do mel e promover o crescimento microbiano, afetando suas características físico-químicas e sua segurança (TESFAYE et al., 2024).

CONCLUSÕES

As análises físico-químicas revelaram diferenças entre os grupos de méis inspecionados e não inspecionados: os méis inspecionados atenderam aos padrões legais vigentes no Brasil, enquanto os não inspecionados apresentaram maior número de irregularidades, sugerindo práticas de adulteração.

REFERÊNCIAS

ABDI, G. G.; TOLA, Y. B.; KUYU, C. G. Assessment of physicochemical and microbiological characteristics of honey in southwest ethiopia: detection of adulteration through analytical simulation. *Journal of Food Protection*, v. 87, n. 1, p. e100194, 2024.

ANANIAS, K. B.; MELO, A. A. M. de.; MOURA, C. J. de. Analysis of moisture content, acidity and contamination by yeast and molds in *Apis mellifera* L. honey from central Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 44, n. 3, p. 679-683, 2013.

- ARAÚJO, G. C.; MARIANI, M. A. P.; ZANETONI, J. P. F.; DUPAS, E. Mel do Pantanal e economia social e solidária: possibilidades a partir da análise de três realidades em Corumbá, MS. *Interações*, v. 24, n. 2, p. 651–666, 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: Brasília - DF, 23 out. 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/IN11de2000.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.
- CHETTOUM, A.; FEKMOUS, N.; BOUMENDJEL, M.; MEKHANCHA, D. E.; BOUDIDA, Y.; SEDARI, A.; BERREDJEM, A.; ATI, H.; ZAIDI, K.; BOUMENDJEL, A.; MESSARAH, M. Biological, physicochemical and antibacterial properties of pure honey harvested at the municipality of Seraïdi (Annaba, north east of Algeria). *Food Science and Technology*, v. 43, n. 3, p. e41022, 2023
- DAMTO, T.; ZEWDU, A.; BIRHANU, T. Impact of different adulterants on honey quality properties and evaluating different analytical approaches for adulteration detection. *Food Chemistry*, v. 23, n. 1, p. e101524, 2024.
- DE BEER, T.; OTTO, M.; PRETORIUS, B.; SCHÖNFELDT, H. C. Monitoring the quality of honey: South African case study. *Food Chemistry*, v. 343, n. 1, p. 128527, 2021.
- DODD, S.; KEVEI, Z.; KARIMI, Z.; PARMAR, B.; FRANKLIN, D.; KOIDIS, A.; ANASTASIADI, M. Detection of sugar syrup adulteration in UK honey using DNA barcoding. *Food Control*, v. 131, n. 1, p. 110772, 2024.
- FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- GALHARDO, D.; GARCIA, R. C.; SCHNEIDER, C. R.; BRAGA, G. C.; CHAMBÓ, E. D.; FRANÇA, D. L. B.; STROHER, S. M. Physicochemical, bioactive properties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from western Paraná, Southern Brazil. *Food Science and Technology*, v. 41, n. 1, p. 247-253, 2021.
- GEBEYEHU, H. R.; JALATA, D. D. Physicochemical and mineral contents of honey from Fitcha and Addis Ababa districts in Ethiopia. *Food Chemistry Advances*, v. 2, n. 1, p. e100177, 2023.
- GOMES, V. V.; BANDEIRA, A. M. P.; CORDOVIL, K. P. S.; BANDEIRA FILHO, J. R.; BRAGHINI, F.; BILUCA, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; COSTA, K. S.; AZEVEDO, M. M. R.; TAUBE, P. S. Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey samples of *Apis mellifera* and different species of *Meliponinae* subfamily from the Brazilian eastern Amazon region. *Food Science and Technology*, v. 42, n. 3, p. e114921, 2022.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. (e-book).
- LEBLANC, B. W.; EGGLESTON, G.; SAMMON, D.; KIMBALL, J. Formation of Hydroxymethylfurfural in Domestic High-Fructose Corn Syrup and Its Toxicity to the Honey Bee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, n. 16, p. 7369-7376, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf9014526>.
- LUCA, L.; PAULIUC, D.; OROAIN, M. Honey microbiota, methods for determining the microbiological composition and the antimicrobial effect of honey – a review. *Food Chemistry*, v. 23, n. 1, p. e101524, 2024.
- MILEK, M.; BOCIAN, A.; KLECZYNSKA, E.; SOWA, P.; DZUGAN, M. The comparison of physicochemical parameters, antioxidant activity and proteins for the raw local polish honeys and imported honey blends. *Molecules*, v. 26, n. 9, p. e. 2423, 2021.
- PENTOS, K.; ŁUCZYCKA, D. Dielectric properties of honey: the potential usability for quality assessment. *European Food Research and Technology*, v. 244, n. 1, p. 873–880, 2018.
- RAWEH, H. S. A.; BADJAH-HADJ-AHMED, A. Y.; IQBAL, J.; ALQARNI, A. S. Impact of different storage regimes on the levels of physicochemical characteristics, especially free acidity in Talh (*Acacia gerrardii* Benth.) Honey. *Molecules*, v. 27, n. 18, p. e5959, 2022.
- SAJID, M.; YAMIN, M.; ASAD, F.; YAQUB, S.; AHMAD, S.; MUBARIK, M. A. M. S.; AHMAD, B.; AHMAD, W.; QAMER, S. Comparative study of physio-chemical analysis of fresh and branded honeys from Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 27, n. 1, p. 173-176, 2020.
- SANTOS JÚNIOR, A. F.; BRANDÃO, G. C.; SANTOS JÚNIOR, M. C. S.; SANTOS, F. A. R.; MAGALHÃES, H. I. F.; KORN, M. G. Multi-element composition, physicochemical and pollen attributes of honeys from the Paraguaçu River (Bahia, Brazil) by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP OES). *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, v. 92, n. 3, p. e20181196, 2020..
- SCHVEZOV, N.; PUCCIARELLI, A. B.; VALDES, B.; DALLAGNOL, A. M. Characterization of yateí (*Tetragonisca fiebrigi*) honey and preservation treatments: dehumidification, pasteurization and refrigeration. *Food Control*, v. 111, p. 107080, 2020.
- SILVA, G. S.; BERNARDONI, V.; SANTANA, R. M.; CALAÇA, P.; ASSIS, D. S.; LIMA, W. G.; GARDONI, L. C. P.; BRITO, J. C. M. Official labeled and unlabeled Brazilian honey. Comparison between physicochemical, microbiological, and microscopic parameters. *La Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, v. 50, n. 2, p. 457-475, 2021.
- SMETANSKA, I.; ALHARTHI, S. S.; SELIM, K. A. Physicochemical, antioxidant capacity and color analysis of six

honeys from different origin. Journal of King Saud University - Science, v. 33, n. 5, p. e101447, 2021.

TESFAYE, O.; DESALEGN, A.; MULETA, D. Melissopalynological analysis and microbiological safety of fresh and market honey (*Apis mellifera* L. and *Meliponula beccarii* L.) from Western Oromia, Ethiopia. Heliyon, v. 10, n. 7, p. e28185, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28185>.

TIAN, L.; BILAMJIAN, S.; CUTHBERTSON, D.; ANUMOL, T.; LEOZ, L. JULIEN, C.; GIOVENAZZO, P.; CHAHAL, S.; BAYEN, S. Impact of processing steps (filtration, creaming and pasteurization) on the botanical classification of honey using LC-QTOF-MS. Food Research International, v. 194, n. 7, p. e. 114841, 2024.

TIBOLA, C. S.; SILVA, S. A.; DOSSA, A. A.; PATRÍCIO, D. I. Economically motivated food fraud and adulteration in Brazil: incidents and alternatives to minimize occurrence. Journal of Food Science, v. 83, n. 8, p. 2028-2038, 2018.

TRIFKOVIĆ, J.; ANDRIĆ, F.; RISTIVOJEVIĆ, P.; GUZELMERIC, E.; YESILADA, E. Analytical methods in tracing honey authenticity. Journal of AOAC International, v. 100, n. 4, p. 827-839, 2017.

WU, J.; ZHAO, S.; CHEIN, X.; JIU, Y.; LIU, J.; GAO, J.; WANG, S. Physicochemical parameters, multi-elemental composition and antiradical activity of multifloral honeys from *Apis cerana cerana* in Hainan province, China. Food Science and Technology, v. 42, n. 7, p. e22522, 2022.