

Análises físico-químicas de méis de *Apis mellifera* comercializados na Central de Abastecimento do Paraná (CEASA/PR)

Physicochemical analyses of Apis mellifera honeys commercialized at the Paraná Supply Center (CEASA/PR)

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR, Brasil

*Correspondência: camilla.moreira@pucpr.edu.br

Recebido: 1 ago 2025 | Aceito: 28 out 2025

Editora: Renata Ernlund Freitas de Macedo

DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/acad.2025.23009>

Rev. Acad. Ciênc. Anim. 2025;23:e23009

Resumo

O mel é um produto natural de alto valor nutritivo e econômico, frequentemente alvo de fraudes que comprometem sua qualidade e segurança. Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas de méis de *Apis mellifera* comercializados em seis boxes da Central de Abastecimento do Paraná (CEASA/PR), verificando sua conformidade com a legislação vigente. Foram analisadas treze marcas comerciais quanto aos parâmetros de umidade, acidez, cinzas e pH, além das reações de Fiehe, Lund e Lugol. Na análise estatística, houve diferença significativa entre as amostras analisadas para a umidade, acidez, cinzas,

Camilla Deschamps Moreira 

Marilia Silva Malvezzi Karwowski 

pH e Lund. O teor de umidade ultrapassou ligeiramente o limite estabelecido pela legislação em 53,8% das amostras (1, 2, 4, 5, 8, 10 e 11). A amostra 5 apresentou acidez acima do valor máximo permitido. Todas mantiveram o teor de cinzas dentro dos padrões legais. O pH das amostras 3 e 5 foi significativamente baixo. Na reação de Fiehe, houve reprovação das amostras 3, 5 e 12; na de Lund, 2, 3, 5, 8 e 12; e na de Lugol, 2, 3, 5 e 8. Os resultados apontam para indícios fortes de adulteração em 38,4% das amostras (2, 3, 5, 8 e 12), e podem estar relacionados a falhas no processamento e armazenamento ou a fraudes intencionais, evidenciando a importância da fiscalização e de análises de controle para assegurar a qualidade e autenticidade do mel comercializado.

Palavras-chave: Mel. Qualidade. Análises laboratoriais. Fraude. Legislação.

Abstract

Honey is a natural product of high nutritional and economic value, yet it is often subject to frauds that compromise its quality and safety. This study aimed to evaluate the physicochemical characteristics of *Apis mellifera* honey marketed in six stalls at the Paraná Supply Center (CEASA/PR), assessing its compliance with current legislation. Thirteen commercial brands were analyzed for moisture, acidity, ash, and pH, in addition to the Fiehe, Lund, and Lugol reactions. Statistical analysis revealed significant differences among samples for moisture, acidity, ash, pH, and Lund reaction. Moisture

content slightly exceeded the legal limit in 53,8% of the samples (1, 2, 4, 5, 8, 10, and 11). Sample 5 showed acidity above the maximum permitted value. All samples remained within the legal standards for ash content. Samples 3 and 5 presented significantly low pH values. In the Fiehe reaction, samples 3, 5, and 12 failed; in the Lund reaction, samples 2, 3, 5, 8, and 12; and in the Lugol reaction, samples 2, 3, 5, and 8. The results indicate strong evidence of adulteration in 38,4% of the samples (2, 3, 5, 8, and 12), which may be associated with processing and storage failures or intentional fraud, highlighting the importance of inspection and control analyses to ensure the quality and authenticity of commercialized honey.

Keywords: Honey. Quality. Laboratory Analyses. Fraud. Legislation.

Introdução

O mel é um alimento natural de alto valor nutricional e terapêutico, com demanda em constante expansão mundialmente (Vicini et al., 2018; Albuquerque et al., 2021). Rico em açúcares naturais, vitaminas, minerais e compostos bioativos, é reconhecido tanto por seu sabor quanto por suas propriedades funcionais, sendo considerado um alimento saudável e seguro (Barreira et al., 2019; Albuquerque et al., 2021). No entanto, com o crescimento do consumo e valorização econômica do mel, as práticas de adulteração e comercialização fora dos padrões estabelecidos por lei têm se popularizado, comprometendo sua qualidade e segurança (Souza et al., 2020). Diante disso, a fiscalização desse alimento mostra-se imprescindível, através da qual realizam-se uma série de análises que conferem a conformidade do mel com os parâmetros físico-químicos definidos pela legislação brasileira.

A Central de Abastecimento do Paraná (CEASA/PR), localizada em Curitiba, configura-se como um dos principais centros de distribuição de alimentos no estado. Embora sua estrutura seja majoritariamente dedicada à comercialização de hortaliças, o local também dispõe, em menor escala, de unidades varejistas de venda de mel. A fiscalização desse produto é atribuída ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), sendo esse controle

sanitário essencial para a garantia da segurança alimentar dos consumidores que acessam diariamente o complexo.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade de méis de *Apis mellifera* comercializados na CEASA/PR, por meio de análises físico-químicas e ensaios voltados à detecção de fraudes, comparando os resultados obtidos com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, definido pela Instrução Normativa (IN) 11/2000 (Brasil, 2000).

Material e métodos

Foram adquiridos treze méis comerciais de abelhas *Apis mellifera* em seis diferentes boxes da CEASA/PR (Figura 1). Mantidos nas embalagens originais, foram numerados como amostras de 1 a 13 e armazenados em temperatura ambiente, ao abrigo de luz e umidade, até a realização das análises, ocorridas no Laboratório de Físico-Química da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

Análises laboratoriais

Realizaram-se análises de umidade, acidez, cinzas e pH, além de testes qualitativos para detecção de fraudes, utilizando as reações de Fiehe, Lund e Lugol, segundo o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O teor de umidade foi determinado pelo método refratométrico, realizando a leitura direta do teor de sólidos solúveis totais no refratômetro e, então, subtraindo de 100 para obtenção do percentual de água. O limite estabelecido é de no máximo 20 g de água para cada 100 g de mel (20%) (Brasil, 2000).

A acidez livre foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, utilizando fenolftaleína como indicador e pHmetro para monitorar o ponto final (pH \approx 8,5). Foram diluídos 10 gramas da amostra em 75 ml de água destilada. O volume de NaOH consumido foi utilizado no cálculo da acidez, conforme a fórmula:

$$\text{Acidez livre (mEq/kg)} = \frac{V \times FC \times M \times 1000}{m}$$

Sendo V (ml) o volume de NaOH consumido, FC o fator de correção da solução, M (N) a molaridade da solução e m (g) a massa da amostra.



Figura 1 - Amostras de mel adquiridas na Central de Abastecimento do Paraná (CEASA/PR).

Para a análise de cinzas, pesou-se 5 g de cada amostra em cadinhos previamente limpos e secos. Realizou-se uma etapa de pré-queima para diminuição da matéria orgânica e, em seguida, os cadinhos foram levados à mufla a 600 °C até peso constante. Após resfriamento no dessecador, realizou-se a pesagem final e o teor de cinzas foi calculado conforme:

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{peso das cinzas}}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

O limite máximo de teor de cinzas permitido pela IN 11/2000 é 0,6% (Brasil, 2000).

A análise de pH foi realizada conforme metodologia da AOAC (Latimer, 2023), utilizando 10 g de amostra dissolvidos em 75 ml de água destilada livre de CO₂. Após completa homogeneização, procedeu-se à medição direta do pH com um pH metro (Hanna Instruments pH21) previamente calibrado.

Para a reação de Fiehe, pesou-se 5 g de cada amostra em béqueres de 50 ml, adicionando-se 5 ml de éter, seguido de agitação vigorosa com uma espátula. A camada etérea foi então transferida para uma cápsula de porcelana, onde aguardou-se pela evaporação parcial do éter à temperatura ambiente. Na sequência, adicionaram-se cinco gotas de solução clorídrica de resorcina. Após 10 minutos de repouso, na formação de coloração vermelha intensa, indica-se presença de elevado teor de hidroximetilfurfural (HMF) no mel, caracterizando adulteração ou falha no processamento (IAL, 2008).

Para a reação de Lund, foram pesados 2 g de cada amostra em provetas de 50 ml, adicionando-se

20 ml de água. Em seguida, acrescentou-se 5 ml de solução de ácido tânico a 0,5%, completando-se o volume com água deionizada até 40 ml. As soluções foram homogeneizadas com bastão de vidro e mantidas em repouso por 24 horas. Na presença de mel puro, ocorre a formação de um precipitado variando entre 0,6 e 3,0 ml no fundo da proveta. Por outro lado, a ausência de precipitado ou formação acima de 3,0 ml indica adulteração (IAL, 2008).

Para a reação de Lugol, pesou-se 10 g de cada amostra em béqueres de 50 ml, adicionando-se 20 ml de água deionizada. Na sequência, adicionou-se 0,5 ml da solução de Lugol em cada béquer, seguido de agitação. A presença de glicose comercial ou xaropes exógenos é indicada pela formação de coloração que varia de marrom-avermelhada a azul.

Análise estatística

As análises quantitativas (umidade, acidez, cinzas, pH e Lund) foram realizadas em triplicata, com resultados expressos como médias ± erro padrão. Aplicou-se análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software Statgraphics Centurion 19.

Resultados e discussão

Os resultados de todas as análises realizadas estão expressos na Tabela 1. Houve diferença significativa entre as amostras para os parâmetros de umidade, acidez, cinzas, pH e para a reação de Lund ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Resultados das análises laboratoriais

Amostra	Umidade (%)	Acidez (mEq/kg)	Cinzas(%)	pH	Lund (ml)	Fiehe	Lugol
1	20,30 ^{def} ± 0,20	41,18 ^b ± 0,80	0,57 ^a ± 0,08	4,09 ^b ± 0,01	2,35 ^{bc} ± 0,12	N	N
2	21,30 ^{ab} ± 0,26	28,42 ^e ± 1,23	0,11 ^{de} ± 0,00	4,18 ^a ± 0,02	0,00 ^e ± 0,00	N	P
3	19,96 ^{fg} ± 0,06	29,83 ^{de} ± 0,82	0,05 ^{de} ± 0,02	2,91 ⁱ ± 0,03	0,00 ^e ± 0,00	P	P
4	20,83 ^{bc} ± 0,06	21,39 ^f ± 1,53	0,05 ^{de} ± 0,00	3,39 ^g ± 0,01	1,57 ^d ± 0,04	N	N
5	20,76 ^{cd} ± 0,15	53,36 ^a ± 0,34	0,05 ^{de} ± 0,00	2,52 ⁱ ± 0,02	0,00 ^e ± 0,00	P	P
6	19,96 ^{fg} ± 0,06	41,82 ^b ± 3,02	0,33 ^{bc} ± 0,08	3,91 ^{cd} ± 0,01	2,13 ^c ± 0,23	N	N
7	19,96 ^{fg} ± 0,06	41,28 ^b ± 2,15	0,54 ^a ± 0,03	4,20 ^a ± 0,00	2,22 ^c ± 0,08	N	N
8	21,63 ^a ± 0,06	27,01 ^e ± 0,07	0,10 ^{de} ± 0,01	3,94 ^c ± 0,02	0,00 ^e ± 0,00	N	P
9	19,76 ^g ± 0,12	34,19 ^c ± 1,28	0,19 ^{cd} ± 0,00	3,71 ^e ± 0,00	2,06 ^c ± 0,25	N	N
10	20,23 ^{efg} ± 0,06	43,88 ^b ± 1,78	0,33 ^{bc} ± 0,01	3,62 ^f ± 0,01	2,76 ^a ± 0,06	N	N
11	20,56 ^{cde} ± 0,06	33,22 ^{cd} ± 0,86	0,49 ^{ab} ± 0,16	3,88 ^d ± 0,01	2,65 ^{ab} ± 0,22	N	N
12	16,96 ^h ± 0,12	16,06 ^g ± 0,69	0,01 ^e ± 0,00	3,04 ^h ± 0,01	0,00 ^e ± 0,00	P	N
13	19,83 ^{fg} ± 0,45	15,59 ^g ± 0,44	0,05 ^{de} ± 0,04	3,68 ^e ± 0,01	1,26 ^d ± 0,16	N	N
Min.	16,96	15,59	0,01	2,52	0,00	-	-
Max.	21,63	53,36	0,57	4,20	2,76	-	-
RE	Max. 20,0	Max. 50,0	Max. 0,6	3,3-4,6	0,6-3,0	N	N

Nota: N = negativo; P = positivo; Min. = mínimo; Max. = máximo; RE = resultado esperado. Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si.

O percentual de umidade das amostras variou de 16,96 a 21,63%, sendo que as amostras 1, 2, 4, 5, 8, 10 e 11 apresentaram valores entre 20,23 e 21,63%, ligeiramente ao limite de 20% definido pela legislação (Brasil, 2000); contudo, esse percentual de aumento pode estar relacionado ao erro experimental do estudo. O aumento de umidade indica maior propensão à proliferação de fungos e à fermentação, reduzindo a vida de prateleira do produto (Périco et al., 2011; Souza et al., 2020). Características como viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização e sabor são afetadas conforme o teor de água presente (Souza et al., 2020; Freitas et al., 2022).

No parâmetro de acidez, os valores variaram entre 15,59 e 53,36 mEq/kg, sendo que apenas a amostra 5, com 53,36 mEq/kg, excedeu o limite máximo de 50 mEq/kg (Brasil, 2000). A elevação da acidez do mel está associada à maturação, fermentação, concentração dos ácidos orgânicos e minerais presentes no néctar e à ação da enzima glicose-oxidase, que converte glicose em ácido glucônico de forma contínua, mesmo após o processamento (Rolim et al., 2018; Kasmirski e Tenfen, 2021). O valor elevado observado na amostra 5 pode refletir início de fermentação ou adulteração.

Na análise de cinzas obtiveram-se valores entre 0,01 e 0,57%, permanecendo abaixo do limite legal, definido em 0,6% (Brasil, 2000). O teor de cinzas reflete a quantidade total de matéria inorgânica no mel e relaciona-se principalmente com a espécie botânica de origem e com fatores geográficos (Souza et al., 2015). Entretanto, valores próximos ao limite, como nas amostras 1 e 7, podem apontar falhas de processamento, como ausência de filtração adequada (Kasmirski e Tenfen, 2021).

Os valores de pH variaram entre 2,52 e 4,20, demonstrando grande variação entre as amostras. A vigente legislação não estabelece valores de referência, contudo, em 1985, adotava-se entre 3,3 e 4,6 (Brasil, 1985), valores coerentes com os achados por Périco et al. (2011) e Bogo et al. (2017). As amostras 3 e 5 apresentaram-se significativamente abaixo desse intervalo, com 2,91 e 2,52, respectivamente, sugerindo adulteração por xaropes ácidos, como os de milho de alta frutose ou açúcar invertido. Essa hipótese é reforçada pelo resultado positivo no teste de Lugol, que indica a presença de amido ou derivados nas amostras. Nesses casos, recomenda-se a realização de análises específicas de isótopos de carbono ou espectroscopia, que possam confirmar a origem dos açúcares (Tosun, 2013).

Na reação de Fiehe, as amostras 3, 5 e 12 apresentaram resultado positivo (Figura 2), evidenciado pela formação de coloração vermelha. Este achado está associado a elevados teores de HMF, uma vez que esse composto reage com a resorcina, resultando na coloração vermelha. O HMF é um produto da degradação dos açúcares, esta que é catalisada em meio ácido ou via reação de Maillard (Aguiar et al., 2016; Shapla et al., 2018). A presença de HMF em níveis elevados pode indicar superaquecimento, adição de glicose comercial ou armazenamento inadequado por tempo prolongado (IAL, 2008; Bogo et al., 2017).

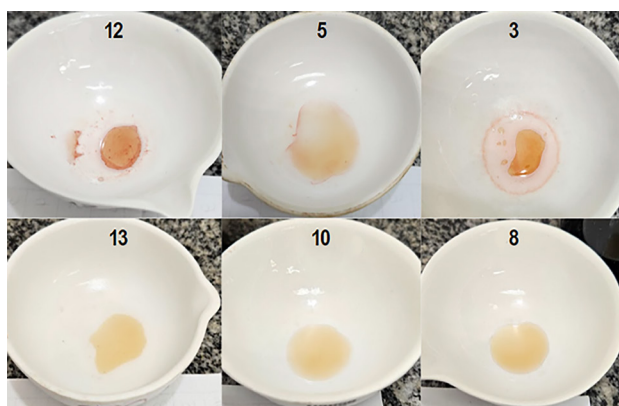


Figura 2 - Resultados positivos para a reação de Fiehe das amostras 12, 5 e 3 em comparação com resultados negativos das amostras 13, 10 e 8.

No entanto, por ser qualitativa, essa reação não mostra-se suficientemente precisa para atestar a não conformidade com o limite de HMF - estabelecido em 60 mg/kg pela legislação -, sendo necessárias análises quantitativas complementares (Bogo et al., 2017; Brasil, 2000, 2025).

Na reação de Lund, as amostras 1, 4, 6, 7, 9, 10, 11 e 13 apresentaram formação de depósito no fundo da proveta (Figura 3) - entre 1,26 e 2,76 ml - dentro dos limites descritos pelo IAL (2008), que variam de 0,6 a 3,0 ml. Esse resultado confirma a presença de albuminoides, compostos proteicos naturais do mel, provenientes tanto das secreções das abelhas quanto dos néctares coletados (IAL, 2008; Medeiros e Souza, 2016). A ausência desse precipitado foi observada nas amostras 2, 3, 5, 8 e 12, indicando adulteração, de acordo com critérios atualizados pelo MAPA (Brasil, 2025).

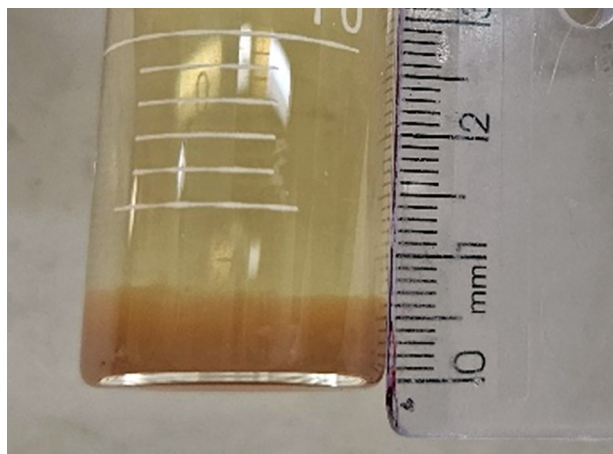


Figura 3 - Formação do precipitado no fundo da proveta, atestando autenticidade de uma amostra.

Na reação de Lugol, as amostras 2, 3, 5 e 8 apresentaram resultado positivo (Figura 4), tendo as amostras 3 e 5 exibido coloração escura mais acentuada que as demais. Sendo essa uma análise qualitativa, destaca-se que há um viés subjetivo na interpretação dos resultados, reforçando a importância de análises complementares para confirmação dos achados.

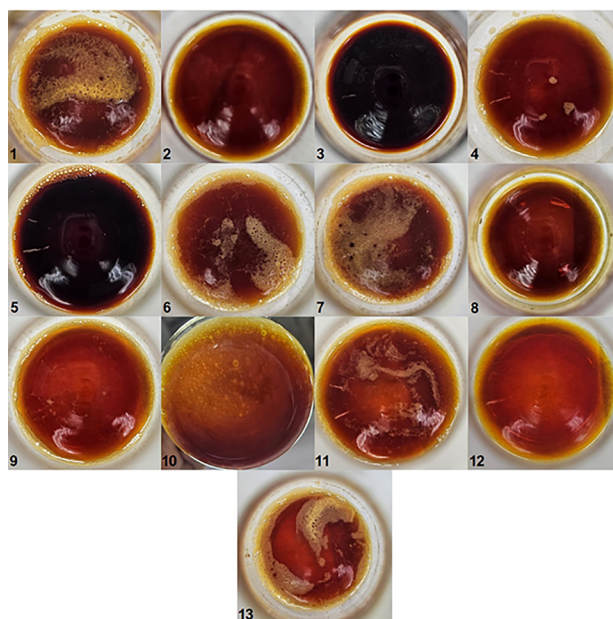


Figura 4 - Resultados da reação de Lugol. As amostras 3 e 5 apresentaram escurecimento acentuado, ao passo que as amostras 2 e 8 exibiram alteração de menor intensidade.

Ao relacionar os resultados, verifica-se que a amostra 12 foi reprovada simultaneamente nas reações de Fiehe e Lund, indicando possível superaquecimento. Esse fator justificaria tanto a elevação dos teores de HMF – evidenciada na reação de Fiehe – quanto a degradação das proteínas albuminoides, resultando na ausência de precipitado na reação de Lund. Por sua vez, as demais amostras que não formaram precipitado na reação de Lund (2, 3, 5 e 8) também foram reprovadas no teste de Lugol, o que aponta para fraude por adição de adulterantes. Entre os mais comuns estão xaropes de milho com alto teor de frutose, de açúcar invertido e de cana-de-açúcar (Brar et al., 2023), bem como xaropes de glicose e de sacarose, obtidos a partir de beterraba ou cana-de-açúcar (Tosun, 2013).

As amostras 3 e 5 apresentaram não conformidades simultâneas nas três reações, Fiehe, Lund e Lugol, além de pH significativamente abaixo do esperado. Esse conjunto de resultados sugere adulteração por xaropes ácidos, os quais provocam acidificação, favorecem a formação de HMF e alteram as proteínas albuminoides, corroborando os achados obtidos.

Conclusão

Os resultados evidenciam não conformidades em 9 dos 13 produtos analisados e indicam tanto práticas inadequadas de processamento e armazenamento quanto fraudes intencionais. Deste modo, reforça-se a necessidade de fiscalização criteriosa e de realização das demais análises previstas na legislação, como açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, atividade diastásica e HMF, para garantir a qualidade e autenticidade do mel comercializado.

Contribuição dos autores

Ambas as autoras contribuíram igualmente para esse estudo e aprovaram sua versão final.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto de dados deste artigo – planilhas contendo os resultados das análises quantitativas,

com os valores das triplicatas – está disponível no link: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/33346>.

Referências

- Aguiar LK, Marques DD, Sartori RA, Silva KL, Scarante GC. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão do estado do Acre. *Enc Biosfera*. 2016;13(23):908-19. http://doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_078
- Albuquerque JCG, Sobrinho ME, Lins TCL. Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília - DF, Brasil. *Semina Cienc Biol Saude*. 2021;42(1):71-80. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2021v42n1p71>
- Bogo S, Santin NC, Frighetto M. Avaliação das características físico-químicas do mel comercializado nos municípios de Fraiburgo e Videira, SC. *Unoesc Cienc ACBS*. 2017;8(2):109-16. <https://periodicos.unoesc.edu.br/acbs/article/view/13028>
- Brar DS, Nayik GA, Aggarwal AK, Kaur S, Nanda V, Saxena S, et al. Chemical and functional characteristics to detect sugar syrup adulteration in honey from different botanical origins. *Int J Food Prop*. 2023;26(1):1390-413. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2218066>
- Brasil. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Brasília: Diário Oficial da União; 23 out 2000. <https://tinyurl.com/v347ua96>
- Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Insp Abe-lhas: Manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de produtos de abelhas e derivados em estabelecimentos sob inspeção federal (SIF). Brasília, DF: MAPA, 2025. <https://tinyurl.com/42h8stux>
- Brasil. Portaria nº 6, de 25 de julho de 1985. Aprova as Normas Higienico-Sanitárias e Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados. Brasília: Diário Oficial da União; 2 jul 1985. <https://tinyurl.com/yn5sweb7>
- Freitas EPB, Craveiro RS, Assunção JMB, Lopes YMS, Modesto Jr EN, Souza RF. Caracterização físico-química em méis de abelhas produzidos no município de Cachoeira do Arari - Ilha de Marajó, Pará. *Res Soc Develop*. 2022;11(3): e34811326532. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26532>

Instituto Adolfo Lutz - IAL. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.

Kasmirski G, Tenfen A. Controle de qualidade de mel de apis melífera scutellata e tetragonisca angustula coletados em Massaranduba - SC. Braz J Develop. 2021;7(6):60296-310. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-422>

Latimer Jr GW, editor. Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL. 22 ed. Arlington: AOAC; 2023.

Medeiros D, Souza MF. Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de boas práticas apícolas. ACiS. 2015;3(4):1-21. <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1073>

Périco E, Tiuman TS, Lawich MC, Kruger RL. Avaliação microbiológica e físico-química de méis comercializados no município de Toledo, PR. Rev Cienc Exatas Nat. 2011;13(3):365-82. <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/1342>

Rolim MBQ, Andrade GP, Rolim AMQ, Queiroz APF, Cavalcanti EFTSF, Moura APBL, et al. Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: revisão. Med Vet. 2018;12(1):73-81. <https://doi.org/10.26605/medvet-v12n1-2154>

Shapla UM, Solayman M, Alam N, Khalil MI, Gan SH. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. Chem Cent J. 2018;12(1):35. <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0408-3>

Sousa JMB, Souza EL, Marques G, Benassi MT, Gullón B, Pintado MM, et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. LWT. 2016;65:645-51. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>

Souza SMO, Borges ACC, Soares JVV. Avaliação do percentual de água e presença de resíduos no mel comercializado informalmente. Pubvet. 2020;14(5):a577. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n5a577.1-7>

Tosun M. Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with ¹³C/¹²C isotope ratio analysis method. Food Chem. 2013;138(2-3):1629-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.068>

Viciniescki RP, Cordeiro SG, Oliveira EC. Detecção de adulteração e caracterização físico-química de mel de abelha de pequenos produtores do interior gaúcho. Destaq Acad. 2018;10(4):326-35. <https://doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v10i4a2018.2047>