CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DO MEL DE ABELHA POR ANÁLISE DE REAÇÃO DE LUGOL

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND DETECT ION OF ADULTERATION OF BEE HONEY BY LUGOL REAC TION

Clara Lua Silva de Carvalho, Rayany Emanuelly Freitas Costa, Sarah Neilla Barros Henrique da Silva, Yuri Santiago Araújo, Aline Saturnino Souto (orientadora), Thais Leocádio de Miranda (orientadora)

ETEC de Praia Grande, Curso Técnico em Química
E-mail para contato: claralua1608@gmail.com

RESUMO – *O mel é um alimento natural amplamente consumido, valorizado por suas propriedades nutricionais e terapêuticas. No entanto, devido à alta demanda e ao valor comercial, é frequentemente alvo de adulterações que comprometem sua qualidade e autenticidade. Este trabalho tem como objetivo a caracterização físico-química e a detecção de possíveis adulterações em três amostras de mel adquiridas em diferentes locais. A metodologia aplicada envolveu a realização da Reação de Lugol, para verificação de indícios de adição de amidos ou açúcares, bem como análises físico-químicas essenciais. A pesquisa demonstra a relevância ao auxiliar na identificação de adulterações e na valorização da produção apícola, além de reforçar a importância da conscientização do consumidor quanto à origem do produto.*

Palavras-chave: Mel; Adulteração; Análises físico-químicas; Qualidade; Reação de Lugol.

ABSTRACT- Honey is a widely consumed natural food that is valued for its nutritional and therapeutic properties. However, due to the high demand and commercial value, it is often the target of tampering that compromises its quality

and authenticity. This work aims at the physicochemical characterization and detection of possible adulterations in three honey samples acquired at different locations. The methodology applied involved the performance of the Lugol Reaction, to verify signs of addition of starches or sugars, as well as essential physicochemical analyses. The research demonstrates the relevance of helping to identify adulterations and value beekeeping production, in addition to reinforcing the importance of consumer awareness of the origin of the product.

Keywords: Honey; Adulteration; Physicochemical analysis; Quality; Lugol reaction.

1 INTRODUÇÃO

O mel é definido como um produto natural elaborado pelas abelhas a partir do néctar floral, que passa por transformações enzimáticas e processos de maturação dentro das colmeias, resultando em uma substância de alto valor biológico e grande complexidade química (Camargo, 2002). Sua composição é influenciada por fatores como origem botânica, condições climáticas, estado fisiológico da colônia e espécies de abelhas, refletindo-se em aroma, cor, viscosidade e propriedades funcionais (Just; Nespolo, 2010). Além de fornecer energia, o mel contém vitaminas, minerais, ácidos orgânicos, enzimas e compostos fenólicos que desempenham funções antioxidantes, antimicrobianas e reguladoras no organismo humano.

No contexto socioeconômico, a apicultura brasileira se consolida como atividade de relevância global, com destaque para a produção de mel de alta qualidade. Segundo a Frente Parlamentar da Agropecuária (2023), o país produziu 55,8 mil toneladas em 2021, alcançando a 10ª posição mundial, embora o consumo interno ainda esteja abaixo da média global. A valorização crescente do mel decorre da busca por alternativas alimentares mais saudáveis, o que impulsiona tanto a produção quanto a exportação.

Entretanto, a qualidade do mel é impactada por fatores ambientais e pelo uso de agrotóxicos. Pesquisas apontam resíduos de pesticidas em quase 40% das amostras analisadas no Brasil, com destaque para compostos como fipronil e imidacloprido, associados à desorientação, redução da atividade forrageira e

mortalidade das abelhas, além de potenciais riscos à saúde humana (Sousa *et al.*, 2025). Também, variações climáticas, sazonalidade e manejo apícola influenciam diretamente parâmetros físico-químicos como pH, acidez, teor de açúcares e umidade, podendo comprometer a estabilidade e favorecer fermentações indesejadas (Cartaxo *et al.*, 2025; Ferreira *et al.*, 2023).

A adulteração do mel constitui outro desafio recorrente, realizada pela adição de xaropes, açúcares ou amido, bem como fraudes em rotulagem e uso indevido do selo de pureza (Anagaw, 2024). Esse tipo de prática compromete a confiança do consumidor, prejudica produtores honestos e reduz o valor nutricional do alimento (Amorim, 2025). Para a detecção dessas adulterações, métodos tradicionais e modernos são empregados. Dentre os clássicos, destacam-se a análise físico-química, a melissopalinologia e a aplicação de reagentes específicos como a solução de Lugol. Esta última, desenvolvida no século XIX, baseia-se na formação de complexos entre iodo e amido, resultando em coloração azul-escura característica. Apesar de ser qualitativa, trata-se de um teste de fácil execução, baixo custo e utilidade em análises preliminares. Já métodos modernos, como a Espectroscopia de Massa de Razão Isotópica (IRMS) e a Ressonância Magnética Nuclear (NMR), permitem análises mais precisas e quantitativas, embora exijam maior infraestrutura laboratorial (UFRGS, s.d.; Coelho, s.d.; Rachineni, 2022).

Dessa forma, o estudo do mel envolve não apenas seus aspectos nutricionais e econômicos, mas também desafios ambientais e práticas fraudulentas que afetam sua qualidade. Nesse cenário, a Reação de Lugol se apresenta como ferramenta acessível e relevante para a caracterização preliminar e a detecção de adulterações, justificando sua escolha como um dos métodos aplicados neste trabalho

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de detectar a adulteração das amostras de mel, foi realizado o teste de Lugol, e análises físico-químicas. Foram analisadas três amostras de mel de origens distintas

— M1 (apicultor local), M2 (internet) e M3 (feira livre) — com o objetivo de comparar produtos artesanais e comerciais (tabela 1).

Inicialmente, foi realizado o método do Lugol, onde foi pesado 10g de cada amostra de mel e dissolvidos em 20mL de água destilada. A solução foi aquecida em banho-maria a 100°C durante uma hora, para inativar enzimas interferentes. Após o resfriamento, adicionou-se 0,5mL de solução de Lugol a 5%, homogeneizada a mistura. A coloração azul-escura ou violeta indicou presença de amido ou dextrinas (amostras adulteradas), enquanto coloração amarelada indicou mel puro.

Para determinação da acidez, foram utilizados 10g de mel dissolvidos em 50mL de água destilada, adicionando-se duas gotas de fenolftaleína como indicador. A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,05 N até a coloração rósea persistente. O volume base consumido permitiu identificar sinais de fermentação, indicando alterações na qualidade do mel.

A determinação do pH foi realizada dissolvendo-se 10g de mel em 20mL de água deionizada. As medições foram feitas com fita indicadora de pH, previamente comparada com soluções padrão. Os valores obtidos permitiram avaliar a acidez natural e a estabilidade das amostras.

As temperaturas das amostras foram medidas inserindo-se um termômetro no centro do béquer, evitando contato com as paredes. Após a estabilização da leitura, o valor foi registrado, garantindo a padronização das análises subsequentes.

Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados por meio do refratômetro, calibrado com água destilada. Uma gota de cada amostra foi aplicada sobre o prisma, e os resultados foram expressos em graus Brix (°Brix).

Por fim, a densidade foi obtida utilizando um picnômetro previamente seco e tarado. Após a adição do mel, a vidraria foi pesada novamente. A densidade (g/cm^3) foi calculada pela razão entre a massa e o volume do picnômetro, sendo um parâmetro indicativo da pureza do mel.

Todos os procedimentos foram realizados seguindo protocolos laboratoriais padrão, com replicações sempre que possível, garantindo confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados. Essa abordagem integrada permitiu avaliar de forma abrangente a qualidade das amostras e detectar alterações que comprometem a autenticidade do produto.

Tabela 1. Amostras dos meis.

Amostra	Origem
M1	Apicultor
M2	Comprado pela internet
M3	feira

Fonte: Autoria própria, 2025.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Lugol visa revelar a presença de amido e dextrinas através da solução de iodeto de potássio. Moléculas com massas moleculares elevadas podem formar compostos coloridos por sofrerem reações de complexação. Um exemplo dessa reação é quando ocorre a complexação do iodo com a amilopectina e a amilose (polissacarídeos presentes no amido), que resulta em um complexo de coloração azul intenso (Souza, 2019). Esta coloração pode ser observada por causa da absorção de iodo nos espaços vazios das moléculas de amilose, enquanto as amilopectinas, na presença do iodo, formam um complexo avermelhado (Pavia *et al.*, 2009).

Foi possível observar com os resultados presentes na tabela 2 a alteração na coloração das amostras M2 e M3, indicando que estas amostras foram adulteradas com amido, diferente da amostra M1 que não reagiu com a solução de Lugol, revelando que essa amostra não possui a presença de amido, pois sua coloração não foi alterada.

Tabela 2. Coloração e resultados das amostras de mel após o teste de Lugol.

Amostra	Massa (g)	Coloração	Resultado
M1	10,161	Âmbar	Puro
M2	10,030	Azul escuro	Adulterado
M3	10,129	Azul escuro	Adulterado

Fonte: Autoria própria, 2025.

A acidez total titulável corresponde à quantidade de ácido presente em uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida durante uma titulação (Valois *et al*., 2014). A acidez pode ser encontrada utilizando a seguinte fórmula:

$$Acidez\ (mEq) = \frac{V \times f \times 100}{P} \quad (1)$$

De acordo com o Ministério da Agricultura, o limite de acidez máxima para o mel é de 50 mEq/Kg (Brasil, 2000). Uma acidez elevada evidencia fermentação na substância, podendo também evidenciar adulteração por xarope de sacarose (Iyomasa, 2019).

Analisando os resultados da titulação (tabela 3) foi possível observar que todas as amostras se encontram dentro da instrução normativa sobre acidez, pois nenhuma das amostras analisadas obtiveram acidez maior que 50 mEq/Kg.

Tabela 3. Níveis de acidez nas amostras de mel.

Amostra	Valor da bureta (mL)	Nível de acidez mEq/Kg
M1	5,3	26,5
	5,1	25,5
	4,6	23
M2	9,5	47,5
	9,4	47
	9,4	47
M3	8,2	41
	7,9	39,5
	7,7	38,5

Fonte: Autoria própria, 2025.

A temperatura de todas as amostras de mel foi equivalente a 21°C (tabela 4). Esse valor está de acordo com a temperatura ambiente do laboratório no qual foi feito o procedimento.

O pH do mel é influenciado pela origem botânica, a concentração de ácidos orgânicos e minerais, e pelo processo de maturação. Valores entre 3,4 e 6,1 estão dentro da faixa considerada adequada (Pereira *et al*, 2023). Apesar da importância do pH como indicador de qualidade, este parâmetro não é contemplado pela legislação brasileira.

Foi possível concluir com os resultados obtidos (tabela 4) que apenas uma das amostras se encontra dentro da faixa valor adequado.

Grau Brix refere-se a uma escala numérica que expressa a quantidade de sólidos solúveis em uma solução de sacarose, sendo que 1 °Brix corresponde a 1 grama de açúcar em 100 gramas de solução. A determinação do °Brix foi realizada por meio de um refratômetro, cujos resultados estão apresentados na Tabela 4.

Observa-se que os valores de °Brix variaram entre 2,63 e 2,82, indicando uma diferença mínima entre as amostras em relação ao teor de açúcares totais presentes no mel.

A densidade do mel está diretamente ligada à sua viscosidade, a qual depende do seu teor de água presente. Quanto menor for a quantidade de água, maior será o índice de viscosidade e densidade relativa (Alves, *et al.*, 2005). A densidade pode ser calculada através da fórmula:

$$Densidade = \frac{Massa}{Volume} \quad (2)$$

De acordo com os resultados obtidos (tabela 4) foi possível observar que todas as amostras de mel se encontram em uma faixa de densidade aproximada. A amostra com menor e maior densidade são respectivamente M1 e M3, sendo possível concluir que a amostra M1 possui maior quantidade de água, a amostra M3 possui menor quantidade de água por ser a amostra mais densa, e a amostra M2 se encontra em um valor intermediário.

Conforme a legislação brasileira não existe parâmetros para indicar a densidade ideal para o mel.

Tabela 4. Análises físico-químicas.

Amostra	pH	Densidade	ºBrix	Temperatura
M1	5	1,4584	2,82	21º
M2	3	1,4666	2,72	21º
M3	3	1,4842	2,63	21º

Fonte: Autoria própria, 2025.

4 CONCLUSÃO

As amostras de mel submetidas ao teste de Lugol revelaram que as amostras M2 e M3 foram adulteradas com amido, enquanto a amostra M1 manteve-se pura, sem alteração de coloração, confirmando sua autenticidade. Nas análises físico-químicas, foi possível obter uma avaliação detalhada do mel. A acidez manteve-se dentro dos parâmetros aceitáveis, afastando indícios de fermentação. Na determinação do pH, observou-se uma limitação quanto à precisão devido à indisponibilidade do pHmetro, sendo utilizada, em substituição, a fita indicadora de pH. Ainda assim, os valores obtidos permaneceram dentro da faixa aceitável (entre 3,4 e 6,1), o que sugere estabilidade das amostras e ausência de riscos imediatos de degradação. Entretanto, a falta de padronização dos valores de pH na legislação brasileira representa uma

lacuna que pode comprometer a fiscalização da qualidade do mel produzido e comercializado no país. Os parâmetros de sólidos solúveis totais (°Brix), densidade e temperatura apresentaram-se compatíveis com os padrões esperados, embora tenham indicado variações associadas à diluição e à possível adulteração em algumas amostras. Conclui-se, portanto, que os resultados obtidos reforçam a importância da integração de diferentes métodos de análises físico-químicas e sensoriais para uma avaliação mais precisa da qualidade do mel. As análises aplicadas mostraram-se eficazes na detecção de adulterações e na caracterização das amostras, permitindo distinguir produtos genuínos de produtos adulterados

5 REFERÊNCIAS

ALVEZ, Rogério, et al., Características físico-químicas de amostras de mel de Melipona Mandacaia Smith (hymenoptera: apidae). SciELO Brasil, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/F5fh4qscxwMDvMfB3wbv6fy/abstract/?lang=pt>. Acesso em 19 set. 2025.

AMORIM, Valcelene. Mel puro ou mistura duvidosa? Pesquisa investiga o produto comercializado em feiras livres. UESB. 2025. Disponível em: <https://www.uesb.br/noticias/mel-puro-ou-mistura-duvidosa-pesquisa-investiga-o-produto-comercializado-em-feiras-livres/#:~:text=A%20adultera%C3%A7%C3%A3o%20do%20mel%20pode, riscos%20%C3%A0%20sa%C3%BAde%20do%20consumidor>. Acesso em: 21 set. 2025

ANAGAW, Yeniewa. Adulteração de alimentos: causas, riscos e técnicas de detecção revisão. PMC PubMed Central, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11080768/#:~:text=As%20t%C3%A9cnicas%20mais%20comumente%20usadas, MS%2C%2037%20FTIR%20e%20SERS.&text-Pesquisas%20recentes%20se%20concentraram%20na%20determina%C3%A7%C3%A3o%20de%20adulterantes%20usando%20diferentes%20t%C3%A9cnicaanal%C3%ADticas>. Acesso em: 21 set. 2025

APICULTURA Brasileira. FPA Agropecuária, 2023. Disponível em: <https://share.google/DvuLINPmA4AVxrY62>. Acesso em: 21 set. 2025

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. 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: 21 set. 2025.

CAMARGO, Ricardo. Sistemas de produção 3. 2002. P. 136. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento Embrapa, Teresina. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/67483/1/sistemaprod ucao3.PDF>. Acesso em: 21 set. 2025.

CARTAXO, Higor Braga et al. Fatores determinantes na qualidade do mel de abelhas: características físico-químicas, propriedades biológicas e influências ambientais. Universidade Federal de Campina Grande, 2024. Disponível em: <https://share.google/zRDZC0kQF0u7dtk5Z>. Acesso em: 23 set. 2025.

COELHO, Pedro. O que é a solução de Lugol e para que serve? Disponível em: <https://share.google/KUAAY9T6NdV3EhEey>. Acesso em: 23 set. 2025.

FERREIRA, Alyne do Monte et al. Avaliação da qualidade ambiental do mel de abelhas comercializado no Municipio de João Pessoa-PB: uma abordagem física e química. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 10, n. 25, p. 633-642, 2023. Disponível em: <https://share.google/uuisFjLNvF3rFBRhE>. Acesso em 20 de Set. 2025.

IYOMASA, Larissa. Qualidade do mel: os parâmetros de qualidade na produção de mel. Blog Ifope, 2019. Disponível em: <https://blog.ifope.com.br/parametros-de-qualidade-do-mel/ >. Acesso em: 22 set. 2025.

JUST, S; NESPOLO, C. O mel e suas propriedades. SV Rural, Santa Catarina, edição 47. P. 4. Set. 2010. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/1043/caderno_udesc_047_1519741 6503848 1043.pdf>. Acesso em: 21 set. 2025.

O AMIDO. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/grao/gr_grao_amido_popup.htm>. Acesso em: 18 ago. 2025.

PAVIA, Donald L.; LAMPMAN, Gary M.; KRIZ, George S.; ENGEL, Randall G. Química orgânica experimental: técnicas de escala pequena. 2. ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Porto Alegre: Bookman, 2009. 880 p.

RACHINENI, Kavitha. Identificação do tipo de adulterantes de açúcar no mel: aplicação combinada de espectroscopia de RMN e classificação supervisionada por aprendizado de máquina. 2022. 5 p. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665927122000089>. Acesso em: 11 set. 2025.

PEREIRA, Kenia. PH do mel: um critério de qualidade negligenciado pela legislação brasileira. AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology, 2023. Disponível em:<https://agris.fao.org/search/en/providers/122192/records/6798affbd6a63682f044c8b0>. Acesso em: 21 set. 2025.

SOUSA, Renan da Silva et al. Unbounded bees: A systematic review and meta-analysis investigating pesticide contamination in Brazilian bees and hive products. Journal of Hazardous Materials Advances, v. 9, p. 100524, 2025. Disponível em: <https://share.google/yqFFa0rfBnkn114FX>. Acesso em: 20 set. 2025

SOUZA, Antônia Queiroz Lima de; et *al.* Pesquisa de polissacarídeos: reação com o iodo. BrazilianJournal of Development, 2019. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm>. Acesso em: 18 ago. 2025.

VALOIS, J.S. et al. Determinação de acidez em sucos industrializados comercializado em São Luís/MA. Congresso Brasileiro de Química, 2014. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/4/4550-17658.html#:~:text=Introdu%C3%A7%C3%A3o,Brasileira%20(BRASIL%2C%202000>. Acesso em: 21 set. 2025.