

REVISTA  
**DESAFIOS**

ISSN: 2359-3652

V.12, n.1, ABRIL/2025 – DOI: [http://dx.doi.org/10.20873/pibic\\_2024\\_21104](http://dx.doi.org/10.20873/pibic_2024_21104)

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MÉIS PRODUZIDOS NA REGIÃO DO TOCANTINS.**

**PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS FOR ASSESSING THE QUALITY OF HONEY PRODUCED IN THE TOCANTINS REGION.**

*ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA MIEL PRODUCIDA EN LA REGIÓN DE TOCANTINS.*

---

**Raylla Bueno da Silva Barbosa:**

Química Ambiental. Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus Gurupi. E-mail: [raylla.bueno@uft.edu.br](mailto:raylla.bueno@uft.edu.br) | [Orcid.org/0009-0006-2113-6013](https://orcid.org/0009-0006-2113-6013)

**Geiser Gabriel de Oliveira:**

Doutor em Química. Professor Adjunto (DE) na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus Gurupi. E-mail: [geiser@uft.edu.br](mailto:geiser@uft.edu.br) | [Orcid.org/0000-0002-5359-7707](https://orcid.org/0000-0002-5359-7707)

**Paulo Henrique Tschoeke:**

Doutor em Produção Vegetal. Professor Associado II na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus Gurupi. E-mail: [pht@uft.edu.br](mailto:pht@uft.edu.br) | [Orcid.org/0000-0003-4669-0361](https://orcid.org/0000-0003-4669-0361)

**Raquel Marchesan:**

Doutora em Engenharia Florestal. Professora Adjunta (DE) na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus Gurupi. E-mail: [raquelmarchesan@uft.edu.br](mailto:raquelmarchesan@uft.edu.br) | [Orcid.org/0000-0002-0129-2100](https://orcid.org/0000-0002-0129-2100)

**Carla Jovania Gomes Colares:**

Doutora em Química Analítica. Professora Adjunta (DE) na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus Gurupi. E-mail: [carla.colares@uft.edu.br](mailto:carla.colares@uft.edu.br) | [Orcid.org/0000-0002-1755-4224](https://orcid.org/0000-0002-1755-4224)

---

**RESUMO:**

O consumo de mel oferece uma combinação única de compostos bioativos e o controle da qualidade deste produto é de fundamental importância para garantir a segurança dos alimentos, preservar suas propriedades e proteger os consumidores contra fraudes e contaminações. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de 31 amostras obtidas por apicultores das regiões sul e norte do Estado do Tocantins. Para detectar possíveis alterações, realizou-se os seguintes testes: reação de Lugol e Lund e pesquisa de corantes. Avaliaram-se os parâmetros de pH, acidez total, cinzas, condutividade, hidroximetilfurfural (HMF) por UV-vis, umidade e sólidos solúveis. Para os testes de Lugol e pesquisa de corantes, todas as amostras apresentaram resultado negativo e em relação ao teste de Lund, houve a formação do precipitado máximo permitido no intervalo de 0,6 a 3,0 mL. Os resultados para pH ( $3,36 \pm 0,12$  e  $4,43 \pm 0,09$ ), condutividade ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) ( $214,9 \pm 1,48$  e  $856,8 \pm 1,41$ ) e sólidos solúveis (82-85° Brix) estiveram de acordo com estudos citados na literatura, uma vez que esses parâmetros não têm valores máximos permitidos estabelecidos pela legislação. No que se refere a acidez total ( $\text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), tem-se  $2,25 \pm 0,83$  e  $13,93 \pm 1,18$ , estando em conformidade com a legislação. Quanto às cinzas (%), 19% das amostras estavam em desacordo e para o hidroximetilfurfural ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) e o teor de umidade (%), apenas 6,45% das amostras estavam fora dos limites estabelecidos. Tais resultados obtidos na presente pesquisa demonstraram de modo geral que os produtores de méis das regiões sul e norte do estado do Tocantins fornecem um produto de qualidade para os consumidores, evidenciando a importância de um manejo adequado e utilização de boas práticas e possui um potencial promissor para a atividade da apicultura.

**KEY WORDS:** Mel, Análises físico-químicas e Qualidade

---

---

## ABSTRACT:

The consumption of honey offers a unique combination of bioactive compounds and quality control of this product is of fundamental importance to guarantee food safety, preserve its properties and protect consumers from fraud and contamination. The aim of this study was therefore to assess the quality of 31 samples obtained from beekeepers in the southern and northern regions of the state of Tocantins. In order to detect possible alterations, the following tests were carried out: Lugol and Lund reaction and dye testing. The following parameters were evaluated: pH, total acidity, ash, conductivity, hydroxymethylfurfural (HMF) by UV-vis, humidity and soluble solids. All the samples tested negative for Lugol and the Lund reaction showed the formation of the maximum precipitate allowed in the range of 0.6 to 3.0 mL. The results for pH ( $3.36 \pm 0.12$  and  $4.43 \pm 0.09$ ), conductivity ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) ( $214.9 \pm 1.48$  and  $856.8 \pm 1.41$ ) and soluble solids (82-85° Brix) were in line with studies cited in the literature, since these parameters do not have maximum permitted values established by legislation. Total acidity ( $\text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) was  $2.25 \pm 0.83$  and  $13.93 \pm 1.18$ , in line with the legislation. As for ash (%), 19% of the samples were non-compliant and for hydroxymethylfurfural ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) and moisture content (%), only 6.45% of the samples were outside the established limits. The results obtained in this study generally show that honey producers in the southern and northern regions of the state of Tocantins provide a product of quality for consumers, highlighting the importance of proper management and the use of good practices, and that there is promising potential for beekeeping activities.

**KEYWORDS:** Honey, Physicochemical analysis and Quality

---

## RESUMEN:

El consumo de miel ofrece una combinación única de compuestos bioactivos y el control de calidad de este producto es de fundamental importancia para garantizar la seguridad alimentaria, preservar sus propiedades y proteger a los consumidores del fraude y la contaminación. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de 31 muestras obtenidas de apicultores de las regiones sur y norte del estado de Tocantins. Para detectar posibles alteraciones, se realizaron las siguientes pruebas: reacción de Lugol y Lund y pruebas de coloración. Se evaluaron los siguientes parámetros: pH, acidez total, cenizas, conductividad, hidroximetilfurfural (HMF) por UV-vis, humedad y sólidos solubles. Todas las muestras dieron negativo en la prueba de Lugol y la prueba de Lund mostró la formación del precipitado máximo permitido en el intervalo de 0,6 a 3,0 ml. Los resultados de pH ( $3,36 \pm 0,12$  y  $4,43 \pm 0,09$ ), conductividad ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) ( $214,9 \pm 1,48$  y  $856,8 \pm 1,41$ ) y sólidos solubles (82-85° Brix) se ajustaron a los estudios citados en la bibliografía, ya que estos parámetros no tienen valores máximos permitidos establecidos por la legislación. La acidez total ( $\text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) fue de  $2,25 \pm 0,83$  y  $13,93 \pm 1,18$ , en consonancia con la legislación. En cuanto a las cenizas (%), el 19% de las muestras no se ajustaban a la legislación y, en lo que respecta al hidroximetilfurfural ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y al contenido de humedad (%), sólo el 6,45% de las muestras estaban fuera de los límites establecidos. Los resultados obtenidos en este estudio muestran, en general, que los productores de miel de las regiones sur y norte del estado de Tocantins proporcionan un producto de calidad para los consumidores, destacando la importancia de una gestión adecuada y del uso de buenas prácticas, y que existe un potencial prometedor para la apicultura.

**Palabras clave:** Miel, análisis fisicoquímicos y calidad

---

## INTRODUÇÃO

A legislação brasileira apresenta a definição de mel como um produto naturalmente produzido por abelhas melíferas, obtido a partir do néctar das flores, de secreções de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores de partes vivas das mesmas. É composto por uma solução de açúcares concentrados, principalmente glicose e frutose, os quais influenciam diretamente na sua doçura, além de possuir enzimas (invertase, amilase e glicose oxidase), aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, pigmentos e grãos de pólen. Por possuir diferentes origens florais, sua composição físico-química e sensorial pode sofrer algumas variações e, assim, ser classificado de acordo com sua origem botânica e forma de obtenção (Brasil, 2000), sendo considerado um alimento importante e possui efeitos terapêuticos, tais como antianêmicos, emoliente, digestivo, laxativo e diurético (Salgado *et al.*, 2008).

Com relação a composição físico-química, existem variações, sendo influenciada por diversos fatores como: condições climáticas, o nível de maturação, a espécie da abelha, o tipo de vegetação do qual o néctar se origina, entre outros. Outro aspecto que influencia diretamente na qualidade do mel são as etapas de extração, processamento e armazenamento realizadas pelo apicultor (Waltrich e de Carvalho 2020; Alves, *et al.*, 2021).

A produção nacional de mel no Brasil, apesar de não estar entre os maiores exportadores, vem aumentando sua participação, em que no ano de 2023, foram produzidas aproximadamente 64.188 toneladas, sendo o maior produtor o estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2023). No estado do Tocantins, de acordo com dados da Associação Brasileira dos Exportadores de Mel (ABEMEL), no ano de 2022 foi produzido 115 toneladas, se destacando na região Norte em 4º lugar, ficando atrás apenas do Pará, Rondônia e Roraima (ABEMEL, 2022).

Em virtude da importância como alimento e por apresentar uma expansão comercial nacional, a fim de obter um maior rendimento e conseqüentemente sua lucratividade, o mel tem sido alvo de inúmeras adulterações, principalmente com adição de água, amidos e glicoses (França, 2020). Este produto apícola é reconhecido internacionalmente por sua pureza e para fins de exportação, é necessário a realização de testes regulares de qualidade para assegurar a ausência de impurezas, adulterações e contaminação por defensivos agrícolas. O apicultor deve estar regularizado de acordo com os regulamentos e com os rótulos apropriados e registrados (ABEMEL, 2020).

As falsificações e adulterações em méis podem ser identificadas por meio de análises físico-químicas (IAL, 2008). Assim, a sua autenticidade é especialmente importante devido às características alimentares e medicinais, sendo uma preocupação crucial para as autoridades, consumidores, comerciantes e produtores, a fim de assegurar o cumprimento de todos os requisitos legais, já

que a qualidade integra as estratégias de valorização do produto, conferindo-lhe uma identidade regional e agregando ao seu valor (Brasil, 2000).

Tendo em vista o exposto, esse trabalho visa avaliar os parâmetros físico-químicos de amostras de méis de associações de apicultores ou por apicultores informais na região Sul e extremo Norte do estado do Tocantins.

## **METODOLOGIA**

### **Aquisição das amostras**

Para a condução deste estudo, realizou-se uma coleta de 31 (Figura 1) amostras ao longo dos meses de setembro a dezembro de 2023 e de janeiro a março de 2024, em que as mesmas foram cedidas por apicultores das cidades de Cariri-TO, Figueirópolis-TO, Sucupira-TO, Nova Olinda-TO e Gurupi-TO. Esse processo visou garantir a diversidade e a representatividade da produção apícola nas diferentes localidades do estado do Tocantins. Após a obtenção das amostras, elas foram numeradas e armazenadas a temperatura ambiente.

Figura 1. Amostras de mel utilizadas para realização das análises



Fonte: autor, 2024.

### **Parâmetros físico-químicos avaliados**

Os parâmetros físico-químicos avaliados para a caracterização das amostras seguiram as normas estabelecidas para análise de alimentos, conforme descrito pelo instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e A.O.A.C (1995), sendo avaliados os testes qualitativos, compreendidos pelas: reações de Lund, Lugol e pesquisa de corantes. Já as análises quantitativas foram realizadas em triplicata e incluem: pH, determinação da acidez total, determinação da condutividade, hidroximetilfurfural (HMF), umidade. Para a determinação de cinzas e sólidos solúveis (°Brix), as análises foram realizadas em uma única sequência analítica e os valores foram expressos como médias aritméticas  $\pm$  desvio padrão.

## Testes qualitativos

Todas análises qualitativas foram realizadas pelos métodos oficiais, em que a reação de Lugol identifica a fraude quando adicionada a solução (iodo/iodeto de potássio) nas amostras previamente aquecidas as 60° C por 1 hora, apresentando um composto de coloração que pode variar do vermelho violeta ao azul quando amido ou dextrinas são adicionados ao mel com fins fraudulentos. No teste de Lund, espera-se a formação de precipitado entre 0,6 e 3,0 mL após a adição de uma solução alcoólica de ácido tânico 0,5%, o que indica a presença de albuminoides, atestando a qualidade ou não. E para a pesquisa de corantes, esse ao adicionar solução ácida, o mel deve permanecer com a coloração inalterada, pois se existirem substâncias que conferem coloração adicionadas, a cor passa gradualmente de violeta a rosa (Coringa *et al.*, 2009; Viciniescki *et al.*, 2018; IAL, 2008; A.O.A.C, 1995).

## Testes quantitativos

Todas análises descritas foram realizadas pelos métodos oficiais (IAL, 2008; A.O.A.C, 1995), em que para a determinação do pH foi realizada com a utilização do pHmetro calibrado com a leitura nas amostras devidamente diluídas.

A avaliação da umidade as amostras de mel previamente pesadas em cadinhos de porcelana foram levadas em estufa à temperatura de 105 °C, em que o processo foi repetido até a obtenção do peso constante e calculado conforme a equação 1. E as cinzas foram determinadas a partir das amostras submetidas à análise de umidade que foram incineradas em mufla a 550 °C por 2 horas.

$$U (\%) = \frac{M_b - M_c}{M_a} \times 100 \quad \text{Equação 1.}$$

Em que:  $M_a$  = peso da amostra,  $M_b$  = peso do cadinho + amostra e  $M_c$  = peso do cadinho + amostra após secagem em estufa a 105° C até peso constante.

$$C (\%) = \frac{M_b - M_c}{M_a} \times 100 \quad \text{Equação 2.}$$

Em que:  $M_a$  = peso da amostra,  $M_b$  = peso do cadinho + amostra (após secagem em estufa a 105°C) e  $M_c$  = peso do cadinho + amostra após incineradas em mufla a 550 °C por 2 horas.

A acidez total (AT) é avaliada através da soma da acidez livre (AL) e da acidez lactônica (ALac), em que a AL é obtida por meio da titulação do mel devidamente diluído com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,05 M) até alcançar o valor do pH em 8,5 (com a utilização do pHmetro devidamente calibrado); a ALac é avaliada imediatamente após atingir o pH 8,5; em que acrescenta-se 10 mL de NaOH 0,05 mol L<sup>-1</sup> e dá continuidade a titulação com o ácido clorídrico 0,05 M (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>) até que a solução tenha o pH 8,3. Em seguida a AT é calculada conforme as equações 3, 4 e 5. (A.O.A.C, 1995)

#### ACIDEZ LIVRE (AL)

$$\frac{(V-Vb)x50xf}{P} = \text{acidez livre em miliequivalentes por kg} \quad \text{Equação 3}$$

Em que,  $V$  = mL da solução de NaOH 0,05 mol L<sup>-1</sup> gasto na titulação,  $Vb$  = mL da solução de NaOH 0,05 mol L<sup>-1</sup> gasto na titulação para o branco,  $f$  = fator de correção da solução de NaOH e  $P$  = massa da amostra em g.

#### ACIDEZ LACTÔNICA (ALac)

$$\frac{(10-Va)x50xf'}{P} = \text{acidez lactônica em miliequivalentes por kg} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:  $Va$  = da solução de HCl 0,050 mol L<sup>-1</sup> gasto na titulação,  $f'$  = fator de correção da solução de HCl 0,050 mol L<sup>-1</sup> e  $P$  = massa da amostra em g.

$$\text{ACIDEZ TOTAL (meq.kg}^{-1}\text{)} = \text{AL} + \text{ALac} \quad \text{Equação 5.}$$

A determinação da condutividade foi realizada a partir das amostras diluídas e medidas em um condutímetro devidamente calibrado a temperatura de 20 °C e os resultados expressos em  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ .

O HMF foi avaliado pelo método espectrofotométrico baseado na clarificação da amostra com solução de Carrez I (ferrocianeto de potássio) e Carrez II (acetato de zinco) e a absorbância medida nos comprimentos de onda 284 nm e 336 nm (AOAC,1995). O HMF foi, então, determinado de acordo com a equação 6.

$$\text{HMF mg Kg}^{-1} = \frac{(A_{284} - A_{336})x 149,7x5}{P} \quad \text{Equação 6.}$$

Em que:  $A_{284}$  = leitura da absorvância a 284 nm;  $A_{336}$  = leitura da absorvância a 336 nm;  $P$  = massa da amostra em g; 5 = massa nominal da amostra;  $149,7 = (126/16830) \times (1000/10) \times (1000/5)$ ; 126 = peso molecular do HMF; 16830 = absorvidade molar do HMF a 284 nm; 1000 = conversão de g para mg; 10 = diluição de 5 g de mel para 50 mL; 1000 = conversão de g para kg.

Os sólidos solúveis foram avaliados a partir de um refratômetro com °Brix (devidamente calibrado) em escala de 0 a 90%, em que as amostras de mel foram colocadas diretamente na lâmina do mesmo, tendo a leitura direta no aparelho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Testes qualitativos

Para os testes de Lund, Lugol e Pesquisa de Corantes, como esperado, nenhuma das amostras analisadas apresentou resultados positivos. O teste de Lund, caracterizou-se como dentro do especificado com a formação de precipitado na faixa de 0,6 a 3,0 mL. A Figura 2 ilustra, respectivamente, cada teste realizado.

Figuras 2. Resultados para testes qualitativos



Fonte: Autor, 2024.

Comparativamente aos resultados obtidos no presente trabalho, no estudo de Farias *et al.* (2020) em que os autores avaliaram o perfil qualitativo de 13 amostras de méis de abelhas *Apis mellífera* coletados no estado do Ceará através de testes físico-químicos e fitoquímicos utilizando-se dos parâmetros normativos estabelecidos pela legislação brasileira para verificar suas propriedades, tiveram como resultado que todas as amostras apresentaram-se dentro das normas estabelecidas para o teste de Lugol e Lund.

### Testes qualitativos

Os resultados dos testes de pH, umidade, acidez total (AT), cinzas, condutividade, HMF e sólidos solúveis são apresentados na Tabela 1, ao final da discussão de cada parâmetro.

### Potencial Hidrogeniônico (pH)

Com relação ao pH, para as 31 amostras estudadas, foram obtidos resultados entre  $3,36 \pm 0,12$  e  $4,43 \pm 0,09$ , valores mínimos e máximos respectivamente. O pH não está estabelecido na legislação, no entanto quanto menor o valor, menor é a probabilidade de desenvolvimento microbiano. Fato pode ter ocorrido devido a influência do néctar, composição floral no dia da coleta, condições dos solos, concentração de diferentes ácidos, cálcio sódio, potássio e outros constituintes das cinzas. Valores alterados de pH, indicam fermentação ou adulteração do produto (Trosinski e Hrysyk, 2023).

### Umidade

Nos resultados referentes ao teor de umidade, 29 amostras analisadas tiveram porcentagens que atendem a faixa esperada pela legislação brasileira, apenas as amostras 9 e 30 com 21,69% e 20,22%, respectivamente, tiveram acima de 20%. Valores semelhantes foram obtidos por Santos *et al.* (2011), na sua caracterização físico-química de méis comercializados no município de Aracati-CE, em que das 7 amostras analisadas, apenas uma teve valor superior ao estabelecido com 21,60% de umidade e Souza *et al.* (2023), avaliaram 5 exemplares de méis comercializados em feiras-livres da cidade de Barreiras-BA, e apenas uma ultrapassou o limite estabelecido com 20,20%.

### Acidez Total

Os resultados da análise da acidez total (AT) demonstram o atendimento à legislação, em que a mesma estabelece um valor máximo de  $50 \text{ meq.kg}^{-1}$ . Nas análises realizadas nas 31 amostras, foi obtido valores entre  $2,25 \pm 0,83 \text{ meq.kg}^{-1}$  e  $13,93 \pm 1,18 \text{ meq.kg}^{-1}$ , sendo estes o mínimo e o máximo, respectivamente. A acidez do mel é um componente de extrema relevância, pois além de conferir características químicas e sensoriais, contribui para a sua estabilidade frente ao desenvolvimento de microrganismos (Rosa *et al.*, 2023).

A AT foi avaliada pelos autores De Souza (2021) em amostras industrializados (inspeccionados) comercializados na cidade Barreiras-Bahia, através de análises físico-químicas. Foram coletadas 5 marcas de méis inspeccionados, obtidas em supermercados e mercados e a AT variou entre 21,64 e 36,35  $\text{meq kg}^{-1}$ , atendendo assim a legislação.

## Cinzas

É evidenciado na literatura que existe uma relação linear entre o teor mineral e a condutividade elétrica. O teor de cinzas dá uma medida direta do resíduo inorgânico após carbonização, enquanto a condutividade elétrica mede todas as substâncias orgânicas e inorgânicas ionizáveis presentes no mel (Estevinho *et al.*, 2012).

O teor de cinzas expressa os minerais presentes no mel e geralmente variam de 0,1% (m.m<sup>-1</sup>) a 1,0% (m.m<sup>-1</sup>). A alteração deste parâmetro indica irregularidades, como a falta de higienização e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo apicultor (Araújo *et al.*, 2024). De acordo com a regulamentação brasileira, o limite máximo de cinzas permitidos é de 0,6% (0,6 g por 100 g) e no melato ou mel de melato e suas misturas com mel floral, tolera-se até 1,2% (Brasil, 2000).

Neste trabalho, o valor mínimo de cinzas obtido foi de 0,10% e o máximo de 2,64%. Ressalta-se que foi relatado pelo apicultor a presença de amostras não decantadas, o que pode ter influenciado o resultado. Foi observado seis amostras que apresentaram altos valores de cinzas, em que cinco estavam acima do limite, enquanto as demais permaneceram dentro dos valores estabelecidos pela legislação. Os autores Krolow *et al.* (2020), relatam valores mínimos de cinzas encontrados de 0,04% e máximo de 0,78%, também apresentando uma alta variação deste parâmetro.

## Condutividade

Os valores para condutividade elétrica obtidos no presente trabalho variaram de 214,9±1,48 a 856,8±1,18  $\mu\text{s.cm}^{-1}$ . No trabalho de Da Silva (2016), na determinação de identidade e qualidade em méis comercializados na região de Ponta Grossa-PR, 7 amostras de diferentes marcas comerciais tiveram valores de condutividade onde variam entre 357,3 a 615,3  $\mu\text{s.cm}^{-1}$ . Para a condutividade, também não há um limite estabelecido pela legislação, mas de acordo com a Codex Alimentarius (1993), o máximo de condutividade elétrica aceitável para amostras de mel é de até 800  $\mu\text{s.cm}^{-1}$ . No trabalho de Souza *et al.* (2023), apenas uma amostra esteve fora do que é instruído por esta normativa, com uma condutividade de 929  $\mu\text{s.cm}^{-1}$ , resultado semelhante ao obtido no presente estudo, em que apenas duas amostra apresentaram valores de condutividade acima do especificado, sendo as mesma com o teor de cinzas superior a 0,6%.

### Hidroxiacetilfurfural

O limite máximo permitido de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 11 de 2000 é de 60 mg.kg<sup>-1</sup>, assim, das 31 amostras analisadas, 6,45% estavam acima do especificado. As amostras 9 e 15 apresentaram valores de 71,17 meq.kg<sup>-1</sup> e 61,05 meq.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, apresentando-se fora do padrão estabelecido. O valor mínimo e máximo para HMF foi de 11,71±0,54 mg kg<sup>-1</sup> e 71,17±2,49 mg kg<sup>-1</sup> (amostras 29 e 9, respectivamente). Ressalta-se que méis de climas tropicais podem apresentar altos níveis de HMF devido às altas temperaturas nas colmeias, o que ocorre naturalmente e não indica adulteração ou superaquecimento intencional do produto (Abadio Finco, 2010; Silva *et al.*, 2008).

No trabalho de Notari *et al.* (2020), 10 amostras de méis foram analisadas bem como sua rotulagem e o resultado para o HMF variou de 5,87 mg kg<sup>-1</sup> a 101,52 mg kg<sup>-1</sup>, com média de 31,73 mg kg<sup>-1</sup>, ou seja, 20% das amostras analisadas de méis consumidos na cidade de Caxias-RS estavam em inconformidade.

### Sólidos Solúveis

A escala em graus Brix (°Brix) mede a quantidade de sólidos solúveis e a IN nº 11 de 2000 não estabelece obrigatoriedade de análise de °Brix como parâmetro de avaliação da qualidade. Contudo, vale expressar os resultados obtidos por Trosinski e Hrysyk (2023) em que no seu estudo foi apurado valores compreendidos entre 72 °Brix e 80 °Brix, e com resultados de umidade superior ao estabelecido. Pelo menos 75% das amostras não atendiam a legislação, logo pode-se apontar uma analogia entre estes parâmetros.

Para o presente estudo os valores de todas as amostras estiveram entre 82 a 85 °Brix, ou seja, para o presente trabalho, a correlação citada acima pode ser reafirmada já que os resultados das duas análises estão numericamente distantes, se aproximando do que é descrito na literatura.

Tabela 1. Valores médios dos resultados das análises de pH, umidade, acidez, cinzas, condutividade, HMF e ° Brix das amostras de mel.

Código da Amostra	pH	Umidade (%)	Acidez (meq.kg <sup>-1</sup> )	Cinzas (%)	Condutividade e (μS cm <sup>-1</sup> )	HMF (meq.kg <sup>-1</sup> )	SS (°Brix)
1	4,18±0,12	13,19±0,68	4,93±1,04	0,55	592,7±0,42	36,11±3,62	86
2	3,46±0,13	15,83±0,15	8,61±0,72	0,34	248,8±0,36	48,53±0,83	83
3	3,42±0,14	15,79±0,41	5,82±0,59	0,32	226,4±0,29	50,95±0,73	83
4	4,42±0,19	16,03±0,27	6,48±0,77	2,64	854,1±0,57	52,12±0,48	85
5	3,55±0,13	15,62±0,69	10,94±1,29	0,24	226,6±0,23	44,94±1,04	83
6	4,04±0,14	16,11±0,27	3,18±1,16	0,31	593,7±0,75	53,65±2,69	85
7	4,03±0,09	13,72±0,14	9,26±0,97	0,48	310,0±1,84	14,54±0,79	85
8	3,87±0,07	14,93±0,40	6,80±0,68	0,91	438,7±0,17	34,63±0,91	85
9	3,89±0,06	21,69±5,7	4,32±0,59	0,38	591,3±0,35	71,17±2,49	84
10	4,43±0,09	15,15±0,30	3,46±0,82	1,58	856,8±1,41	33,68±2,21	85
11	3,48±0,11	18,56±0,98	6,64±0,80	0,22	256,3±0,75	38,18±0,38	84
12	3,46±0,07	16,95±0,26	8,17±0,92	0,11	240,2±0,46	56,61±2,11	83

Tabela 1. Continuação

13	4,19±0,11	17,16±0,83	3,19±1,16	0,60	716,2±0,57	49,33±0,11	85
14	3,38±0,06	16,08±0,05	7,63±0,64	0,32	322,8±0,64	33,00±1,04	84
15	4,02±0,09	17,50±0,38	6,07±0,75	0,55	641,5±0,78	61,05±0,58	85
16	3,85±0,08	16,01±0,57	4,53±0,84	0,52	594,5±0,71	35,17±1,39	85
17	4,11±0,10	17,46±0,39	12,34±0,89	0,93	672,4±1,50	45,42±3,59	85
18	3,39±0,06	18,27±0,26	12,88±0,66	0,21	270,3±1,37	52,88±0,76	83
19	3,36±0,12	18,14±0,09	7,97±0,59	0,10	214,9±1,48	49,29±2,87	83
20	4,00±0,10	16,89±0,33	2,25±0,83	0,21	548,9±2,83	31,63±0,17	83
21	3,75±0,08	15,64±0,56	6,78±0,68	0,41	585,7±1,44	34,56±3,72	84
22	3,65±0,13	15,60±0,25	12,42±1,37	0,42	618,0±0,78	46,19±2,30	85
23	3,72±0,12	16,52±0,01	8,42±1,03	1,38	522,6±0,44	30,59±2,24	82
24	3,57±0,05	16,05±0,39	8,62±0,71	0,42	252,7±0,15	23,60±2,93	83
25	3,67±0,19	17,47±0,26	2,97±1,02	0,34	475,6±0,64	28,74±0,75	82
26	3,61±0,11	17,36±0,63	5,94±1,14	0,36	429,5±1,16	24,49±0,69	83
27	3,54±0,08	15,59±0,44	5,76±1,23	0,24	316,8±0,91	26,33±0,59	83

Tabela 1. Continuação

28	3,62±0,09	14,76±0,26	3,84±0,63	0,59	599,9±1,41	52,47±2,50	84
29	3,79±0,06	14,77±0,83	11,30±1,85	0,53	632,5±1,12	11,71±0,54	84
30	3,43±0,04	20,22±0,57	13,93±1,18	0,85	393,9±0,49	51,31±1,43	82
31	3,67±0,10	18,82±0,12	11,97±1,54	0,17	445,3±0,64	46,61±2,42	83
LE	NE	< 20,0%	< 50 meq.kg <sup>-1</sup>	< 0,6%	NE	< 60,0 meq.kg <sup>-1</sup>	NE

Legenda: LE – legislação, Médias ± desvio padrão das análises, NE – Não especificado na legislação brasileira, SS = sólidos solúveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes qualitativos realizados, incluindo os testes de Lugol, pesquisa de corantes e Lund, não identificaram adulterações nas 31 amostras de méis analisadas, com resultados negativos e formação de precipitado na faixa específica, respectivamente, em todos os casos. O pH das amostras variou entre 3,36±0,12 e 4,43±0,09, uma faixa condizente com o esperado, ainda que não haja regulamentação específica para este parâmetro. Além disso, a condutividade e os sólidos solúveis também se mantiveram dentro dos valores previstos na literatura, apesar da ausência de limites estipulados pela legislação brasileira para essas características.

As análises de umidade e índice de acidez indicaram que todas as amostras estavam em conformidade com os limites máximos permitidos. No entanto, no que diz respeito ao teor de cinzas, seis amostras apresentaram valores acima de 0,6%. Já na análise de hidroximetilfurfural (HMF), conduzida conforme a metodologia oficial, apenas duas amostras ficaram fora dos padrões permitidos.

Em síntese, com base nas análises físico-químicas realizadas, o mel produzido nas regiões Sul e Norte do Tocantins demonstrou boa qualidade. Embora algumas unidades tenham apresentado desvios pontuais nos parâmetros de cinzas e HMF, a maioria das amostras avaliadas se mantiveram dentro dos

padrões de qualidade exigidos, o que sugere que os apicultores locais estão fornecendo um produto adequado ao consumo.

### *Agradecimentos*

Ao apoio financeiro recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil, aos apicultores da associação e demais colaboradores, à Universidade Federal do Tocantins Campus Gurupi.

### *Referências Bibliográficas*

ABADIO FINCO, F.D.B.; MOURA, L.L.; SILVA, I.G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. v.30, n.3, p. 706-712, 2010.

ABEMEL – Associação Brasileira dos Exportadores de Mel. **Dados estatísticos do mercado do mel – 2018 a 2022**. Disponível em: <https://www.brazilletsbee.com.br/2024-01-25-ABEMEL-Estatistica-2018-2022.pdf>. Acesso em: 12/09/2024.

ALVES, L.R.P.; DE SOUZA, C.F.; MAMEDE, A.M.G.N.; DE LIMA, F.S.O.; LIMA, A.I. Perfis dos produtores, comerciantes e consumidores de mel da cidade de Barreiras–Bahia. **Research, Society and Development**. v.10, n.15, p.1-11, 2021

ARAÚJO, J.M.; FRANCO, C.J.P.; LIMA, P.H.M.; DE SOUZA, A.S.; PAZ, M.S.O. Avaliação da qualidade do mel amazônico comercializado em feiras livres. **Research, Society and Development**. v.13, n.8, p.1-12, 2024.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed, Arlington: A.O.A.C.; 1995.

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**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1690>. Acesso em: 27/09/2024.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex Standard for Honey**. n.12, rev.2, p. 1-8, 2001.

CORINGA, E.A.O.; KONDO, D.B.; MENDES, C.R.J.; SANTOS, M.R.E. **Qualidade físico-química de amostras de méis produzidos no Estado do Mato Grosso**. APL Apicultura. 2009.

DA SILVA, A.P. Determinação de identidade e qualidade em méis comercializados na região de Ponta Grossa-PR. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR; 2016.

DE SOUZA, C.F.; ALVES, L.R.P.; TULINI, F.L.; MAMEDE, A.M.G.N.; SANTANA, A.C.B.A.; LIMA, A.I. Parâmetros de qualidade de méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. **Research, Society and Development**. v.10, n.1, p.1-9, 2021.

ESTEVINHO, L.; PEREIRA, A.P.P.; MOREIRA, L.; DIAS, L.G.; PEREIRA, E. Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. **Food and Chemical Toxicology**. v.46, n., p. 3774–3779, 2008.

FARIAS, R.A.; LIBERATO, M.C.T.C.; TARGINO, K.O.; SALES, K.L.S.; BARBOSA, K.L.; BRITO, F.S.; CAVALCANTE, V.G. Análise do potencial das propriedades físicas e químicas em méis de *Apis mellifera* provenientes do estado do Ceará: uma avaliação de qualidade. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.8, p.62234–62246, 2020.

FRANÇA, V.F. Aplicação de imagens digitais e técnicas quimiométricas para detecção de adulteração em mel. Areia, PB. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal da Paraíba – UFPB; 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção de mel de abelha no Estado do Tocantins, 2023**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/to>. Acesso em: 25/09/2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Disponível em:

<https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>.  
Acesso em: 28/02/2024.

KROLOW, A.C.; FERRI, N.M.L.; FONSECA, L.X.; BENTO, A.F.; FIGUEIRA, K.U.; LIMA, F.M. Estabilidade físico-química de amostras de méis da região Sul do Rio Grande do Sul no período de armazenamento. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.4, p.19796–19806, 2020.

NOTARI, L.M.M.; MALINVERNO, E.; ALVES, M.K. Análise físico-química e rotulagem do mel consumido em Caxias do Sul – RS. **Revisão Uningá**. v.35, n1, p.1-14, 2020.

ROSA, A.A.; ROSA, A.G.; SOARES, J.P.G.; JUNQUEIRA, A.M.R.; MOREIRA, I.D. Qualidade de méis comercializados informalmente em feiras livres no Distrito Federal. **Concilium**. v.23, n.10, p.220-226, 2023.

SALGADO, T.B.; ORSI, R.O.; FUNARI, S.R.C.; MARTINS, O.A. Análise físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* L. comercializados na região de Botucatu, São Paulo, Brasil. **Publicações da Medicina Veterinária**. v.2, n.20, p. 1-17, 2008.

SANTOS, D.D. da C.; OLIVEIRA, E.N.A.; MARTINS, J.N. Caracterização físico-química de méis comercializados no Município de Aracati - CE. **Acta Veterinaria Brasílica**. v.5, n.2, p.158-162, 2011.

DA SILVA, S.J.N.; SCHUCH, P.Z.; VAINSTEIN, M.H., JABLONSKI, A. Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínética capilar micelar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28 supl., n.1, p.46-50, 2008.

SOUZA, G.N. S.; CANO, C.B.; DE MORAES, T.F.; SCABBIA, R.J.A. Caracterização físico-química do mel produzido em alguns apiários da região do Alto Tietê, Estado de São Paulo. **Revista Científica UMC**. v.8, n.2, p.1-10, 2023.

TROSINSKI, L.; HRYSYK, A.S. Avaliação da qualidade do mel comercializado em diferentes regiões do Brasil. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**. v.8, n.2, p. 1-19, 2023.

VICINIESCKI, R.P.; CORDEIRO, S.G.; OLIVEIRA, E.C. Detecção de adulteração e caracterização físico-química de mel de abelha de pequenos produtores do interior gaúcho. **Destaques Acadêmicos, Lajeado**. v. 10, n.4, p.326-335, 2018.

WALTRICH, C.; CARVALHO, L.. Estudo de propriedades físicas e químicas durante armazenamento de mel produzido na região de Blumenau, Brasil. **Research, Society and Development**. v.9, n.7, p.1-15, 2020.