

Estudo físico-químico de méis comercializados no município de Rio Verde, Goiás, Brasil

Kemilly Naves¹, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho², Amanda de Oliveira Souza², Aparecida Sofia Taques³, Ivan Alves⁴ & Matheus Vinícius Abadia Ventura^{1,2}

¹ Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

² Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

³ Instituto Federal do Mato Grosso, IFMT, São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

⁴ Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Ceres, Goiás, Brasil

Correspondência: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Laboratório de Química Tecnológica, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com

Recebido: Março 19, 2023

Aceito: Abril 07, 2023

Publicado: Maio 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i5.366

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i5.366>

Resumo

Apis mellifera abelha eussocial é dentre os grupos de Apidae com maior produção de mel anualmente. Este estudo teve por objetivo, avaliar amostras de méis adquiridos no comércio em Rio Verde, Goiás, Brasil, quanto as características físico-químicas (quantitativa e qualitativa). Foram adquiridas 10 amostras de méis de *A. mellifera*. Foram realizados os ensaios metodológicos para teores de umidade, cinzas e açúcares redutores, hidroximetilfurfural, bem como, pH, cor Pfund, condutimetria, teste de lund, lugol, °Brix e sólidos insolúveis em água. Os méis avaliados apresentaram padrão nas exigências para normativas que regem a qualidade de mel no Brasil, no entanto, os testes qualitativos demonstram haver adulterações em amostras analisadas, sugerindo atenção quanto aos órgãos de vigilância sanitária e também dos próprios apicultores. As amostras em sua maioria, apresentam qualidade físico-química, no entanto, os testes qualitativos demonstraram que há adulterações em sete das dez amostras analisadas.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, adulteração, reação de Lund, açúcares redutores, abelhas com ferrão.

Physicochemical study of honeys sold in the city of Rio Verde, Goiás, Brazil

Abstract

Apis mellifera is a eusocial bee among the Apidae groups with the highest annual honey production. The objective of this study was to evaluate samples of honey purchased in the market in Rio Verde, Goiás, Brazil, regarding physicochemical characteristics (quantitative and qualitative). Ten samples of *A. mellifera* honey were acquired. Methodological tests were carried out for moisture content, ash and reducing sugars, hydroxymethylfurfural, as well as pH, Pfund color, conductimetry, Lund test, Lugol test, °Brix and water insoluble solids. The evaluated honeys showed a standard in the requirements for normatives that govern the quality of honey in Brazil, however, the qualitative tests demonstrate that there are adulterations in analyzed samples, suggesting attention regarding the health surveillance agencies and also the beekeepers themselves. Most of the samples have physicochemical quality, however, the qualitative tests showed that there are adulterations in seven of the ten analyzed samples.

Keywords: *Apis mellifera*, adulteration, Lund reaction, reducing sugars, stinging bees.

1. Introdução

O mel é um dos produtos extraídos de insetos do grupo Apidae. É considerado um alimento natural que pode ser consumido *in natura* ou com acompanhamentos, apresentando em sua constituição nutritiva grande valor nutricional e comprovadas atividades biológicas como antifúngico, antibacteriano e antioxidante na redução de radicais livres como as espécies reativas de Oxigênio (EROs) (Garcia-Cruz et al., 1999; Silva et al., 2006;

Ribeiro; Starikoff, 2019). Na composição nutricional, o mel apresenta uma grande quantidade de açúcares, água, minerais e vitaminas (Haydak, 1970; Brodschneider; Crailsheim, 2010; Albuquerque et al., 2021). O mel comercial que conhecemos no dia a dia, é produzido em larga escala advindo do gênero *Apis*, *Apis mellifera*, sendo essa responsável por grandes volumes de mel anualmente coletados em milhares de apiários pelo Brasil e mundo. Conforme Gibbs et al. (2006) *A. mellifera* é uma das poucas espécies de abelhas que apresentaram tamanho salto evolutivo, com uma sociedade extremamente diferenciada e com grandes números de insetos produtores de mel em apenas uma colmeia.

A constituição química desse produto natural, apresenta especiais características conforme a floração em que esses insetos sociais frequentam coletando o néctar das flores. O conteúdo melífero fica depositado nos alvéolos dos favos para o amadurecimento enzimático. Onde após completo esse período, o alvéolo é fechado com cera, e posteriormente em períodos de pouca floração ou baixa precipitação pluviométrica, esses insetos usam essa valiosa fonte para a própria alimentação (Barbosa et al., 2007).

O aroma, sabor, coloração e consistência do mel é devido a origem floral, clima, tipo de solo, espécie de abelha e manejo do apicultor. É por isso, que a composição complexa do mel pode sofrer variações no paladar, viscosidade, densidade, aroma, cor entre outros atributos, até mesmo a cristalização. Além disso, é um produto facilmente adulterado com amido, açúcares invertidos, dextrinas, corantes, aromas artificiais, açúcares comerciais como glicose, melado, caldo de cana-de-açúcar, xarope de sacarose dentre outras substâncias capazes de dar volume e apresentar ao consumidor um produto de qualidade, muitas das vezes, questionável (Rossi et al., 1999; Araújo et al., 2006; Gois et al., 2013).

O Brasil é um dos maiores produtores de méis do mundo, tanto de abelhas sociais europeias e africanas (com ferrão) e indígenas (sem ferrão). A criação de abelhas para a produção de mel ocorre na maior parte do território brasileiro, embora a região Sul apresente 49,61%, os maiores números de apiários do país, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor nacional com 20,18%, em seguida, a região Nordeste com a segunda maior produção 22,90%, com destaque para os estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí sobre a produção média nacional (Opuchkevich et al., 2008; Moura et al., 2014). Além disso, o mel produzido apresenta alta qualidade. Em especial, *A. mellifera* apresenta entre os pesquisadores e apicultores, a rusticidade como principal característica, o que diminui a utilização de drogas de uso veterinário no manejo. É a partir disso, o favorecimento sobre o desenvolvimento e a promoção de produtos com grande aceitação no mercado interno e externo (Sebrae, 2007).

Por se tratar de um produto exclusivo e natural, Santos et al. (2009), Gois et al. (2013) e Almeida Filho et al. (2011) discutem sobre a necessidade de se estabelecer técnicas com a finalidade de avaliar, identificar e variar a composição química do mel, visando o estabelecimento de parâmetros de qualidade físico-químicos e microbiológicos e também bioativos para cada grupo de méis, sendo também importante o conhecimento sobre méis vendidos comercialmente e até com selos de qualidade que apresentam adulteração (fraudes) na constituição físico-química e microbiana.

E é com isso, que a Instrução Normativa n°. 11 de 20 de Outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentam as análises obrigatórias para a determinação sobre a qualidade de mel produzido e ao atendimento às exigências da cadeia produtiva nacional e comercial internacional (Silva et al., 2006; Aroucha et al., 2008).

Sendo assim, é importante qualificar a variação de indicadores de qualidade quantitativos e qualitativos de qualidade do mel comercialmente vendido, mesmo que, para grandes marcas, gerando assim informações que possam minimizar a deterioração, prolongar a vida útil de prateleira e fornecer ao consumidor um produto de qualidade sem adulterações que infringem as leis vigentes no país, bem como, para o exterior.

Desta forma, o presente estudo avaliou dez amostras de méis comerciais adquiridos no mercado especializado na região sudoeste de Goiás, Brasil, quanto as suas características físico-químicas quantitativa e qualitativa.

2. Material e Métodos

2.1 Aquisição dos méis

Foram adquiridas 10 amostras de méis comerciais em estabelecimentos de vendas no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, no mês de Março de 2023. As amostras foram representadas por letras (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J), a marca dos produtos foram mantidas em sigilo científico. Todas as amostras de méis foram mantidas sob refrigeração a 8 °C até análises.

2.2 Características organolépticas

Os parâmetros organolépticos para méis, foram avaliados conforme o decreto 12342 de 27 de Setembro de 1978 (Brasil, 2000). Os parâmetros avaliados foram para cor visual, presença de impurezas (partes de inseto), líquido denso, viscoso, translúcido, turvo ou parcialmente translúcido, cristalino, cor, odor próprio, formação de cristalização e sabor próprio e doce (Silva et al., 2018).

2.2 Análises físico-químicas

O teor de umidade (TU%) foi determinado conforme proposto por IAL (2008) adaptado para método gravimétrico. Alíquota de 2 g de mel foi transferida para cadinho seco e com massa determinada. A amostra foi então mantida em estufa com circulação de ar forçada a 105 °C por 3 h. O resultado foi expresso em percentagem (%). O teor de cinzas (TCZ%) foi determinado conforme descrito por Gomes et al. (2017) adaptado, utilizando a mesma amostra para o teor de TU%, no entanto, o cadinho foi transferido para forno mufla a 600 °C por 4 h.

O pH foi obtido a partir de uma diluição em água destilada 1:10 (v/v) de mel. A mistura ficou sob descanso por 15 min, e em seguida, a amostra foi lida em pHmetro digital. O conteúdo de açúcares redutores (AR%) foi obtido a partir de uma solução contendo 2 mL de glicose liquiforme 133-1/500 linearidade de 500 mg dL⁻¹ (Centerkit, Labtest, Brasil). Alíquota contendo 200 µL de cada solução aquosa de mel na proporção (1:2500, v/v) foi preparada previamente. A mistura ficou sob repouso em temperatura de 25 °C em local ao abrigo da luz por 30 min e em seguida, foi lida em espectrofotômetro UV-Vis a 555 nm conforme proposto por Gomes et al. (2017). Para quantificação do teor de AR%, foi preparada uma curva padrão de glicose com concentração variada 0,00; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 µg mL⁻¹ e com com R² = 0,9993. A condutividade elétrica expressa em (µS cm⁻¹) foi realizada em condutivímetro digital a partir de 2 mL de mel na proporção (1:10; v/v) conforme descrito por Anacleto et al. (2009) adaptado.

O teor de hidroximetilfurfural (HMF) foi determinado pelo método espectrofotométrico, descrito por White (1979) e adaptado por Evangelista-Rodrigues et al. (2005). Alíquota contendo 5 g de mel, foi transferida para balão volumétrico de 50 mL e adicionado com 25 mL de água destilada. Em seguida, foi adicionado a mistura 0,50 mL da solução aquosa de Carrez I, onde em seguida, foi homogeneizada manualmente. A essa mistura, foi adicionado 0,50 mL da solução aquosa de Carrez II, e novamente homogeneizado manualmente. Foi adicionado a mistura água destilada (50 mL). Essa mistura foi logo em seguida, filtrada em papel qualitativo, rejeitando os primeiros 10 mL do sobrenadante. O sobrenadante foi em seguida, coletado em béquer 150 mL, e uma alíquota 5 mL foi pipetada em tubo de ensaios. Ainda no tubo, foi adicionado 5 mL de uma solução aquosa de bissulfito com concentração igual a 0,20% (m/v). Após esse procedimento, o tubo de ensaios foi homogeneizado manualmente por 1 min e determinado a absorbância (Abs) da amostra contra a referência (branco) em espectrofotômetro UV-Vis utilizando cubeta de quartzo entre os comprimentos de ondas 284 e 336 nm. O resultado foi expresso em mg kg⁻¹ de HMF conforme equação 1.

$$\text{mg de HMF kg}^{-1} = (\text{Abs}_{284} - \text{Abs}_{336}) \times F \times 5 \times D / \text{massa da amostra Eq. (1)}$$

ONDE: onde D é o fator de diluição, caso seja necessário, e F o fator = 149,7.

A cor foi determinada em uma alíquota contendo 5 mL de mel dissolvido em água destilada na proporção de 1:2 (v/v). A solução foi transferida para cubeta de vidro óptico e lida em absorbância (Abs) em espectrofotômetro UV-Vis a 635 nm. A cor foi determinada a partir da escala de Pfund (Felipe et al., 2015). Como padrão, foi utilizado glicerina P.A – ACS, e os dados em valores de Abs foram transformados conforme equação 2.

$$\text{Cor} = (371,39 \times \text{Abs}_{635}) - 38,70 \text{ Eq. (2)}$$

ONDE: Abs₆₃₅ é a absorbância da amostra no comprimento de onda de 635 nm. Colorímetro Pfund em cor, é expressa em mm e agrupada em: branco-água (0-8 mm), extra-branco (8-16,5 mm), branco (16,5-34 mm), âmbar extra-claro (34-50 mm), âmbar claro (50-85 mm), âmbar (85-114 mm), e escuro (mais de 114 mm) conforme

proposto por Filipe et al. (2015).

A prova de Lund foi realizada conforme descrito por IAL (2008) para determinação de precipitação de albuminóides do mel pelo ácido tânico a 2 % (*m/v*). O resultado é considerado negativo para adulteração quando o precipitado variar entre 0,6 e 3,0 mL como sobrenadante na proveta após 24 h de descanso.

O teste de lugol foi realizado conforme descrito por IAL (2008) para determinação de presença de amido e dextrinas no mel. Esse ensaio é de cunho qualitativo, onde após a adição de solução de lugol a 5% (*m/v*) apresentará coloração marrom-avermelhada a azul se houver a presença de glicose comercial, xaropes de açúcares e amido.

O conteúdo de sólidos solúveis totais foi determinado em °Brix. Alíquota contendo 5 gotas de mel in natura, foi homogeneizado sobre o prisma de um refratômetro manual, com escala de percentual °Brix entre 45-82%. Os sólidos insolúveis em água (SIA%) foi obtido conforme descrito por Evangelista-Rodrigues et al. (2005). Alíquota contendo 10 g de mel foi diluída em água destilada a 80 °C com proporção (1:0,5) (*v/v*) em cadinho com massa determinada após calcinação em mufla a 550 °C por 3 h. Em seguida, a amostra foi lavada com água destilada a 80 °C até ficar livre de açúcares. Após lavagem, a amostra foi transferida para cadinho e levado para estufa com circulação de ar forçada a 105 °C por 2 h. Após esse tempo, o cadinho com amostra teve sua massa determinada em balança analítica. O resultado obtido foi então expresso em percentagem (%) conforme fórmula: % sólidos insolúveis em água = diferença de massa do cadinho/massa total da amostra utilizada.

3. Resultados e Discussão

Ressalta-se, primeiramente, que, em busca na literatura científica, não foram encontrados estudos sobre a qualidade do mel produzido ou comercializado no estado de Goiás, sendo esse ponto de importante destaque para a discussão deste trabalho.

Todas as amostras de méis avaliados, apresentaram visual límpido, exeto amostra (J) com cristalização, sem presença de impurezas visíveis, líquido denso (A-F e H-J), amostra (G) demonstrou ser levemente denso, aroma, odor, gosto adocicado a levemente ácido característico ao mel, .

Para o parâmetro TU apenas a amostra I não está conforme os padrões estabelecidos (Brasil, 2000) que rege máximo de TU igual ou inferior a 20% (Tabela 1). As demais amostras estão em conformidade com as leis nacionais para comercialização de mel. Em comparação com a literatura, nossos resultados estão de acordo, onde no estudo de Azeredo et al. (2003) verificando o conteúdo de TU em mel de abelhas africanizadas, obtiveram variação de 18,59 e 19,58%; também por Evangelista-Rodrigues et al. (2005) onde obtiveram para duas amostras de méis de *A. mellifera* TU de 18%; Dias et al. (2009) entre 12 e 19% para seis amostras de méis e por Périco et al. (2011) para trinta amostras com variação entre 8 e 16% para a mesma espécie de Apidae.

O teor de TCZ expresso em minerais apresentou variação entre 0,05 e 0,14%. Dias et al. (2009) descrevem valores entre 0,02 e 0,19%, corroborando com nossos resultados. Ainda nesse sentido, nossos resultados atendem ao valor de referência estabelecido na legislação brasileira que apresenta máximo de 0,6% de TCZ para mel. Conforme Venturini et al. (2007) o TCZ é influenciado pela origem florística, onde expressa a riqueza do mel em nutrientes minerais, no entanto, TCZ muito alto, indica adulteração de mel.

O conteúdo de AR variou entre 67 e 76% entre as nossas amostras de méis de *A. mellifera*. Dias et al. (2009) verificaram também para méis dessa espécie de Apidae comercializados em em Londrina, estado do Paraná, Brasil, variação entre 69 e 76% de AR. Nossos resultados estão também próximos aos obtidos por Périco et al. (2011) onde avaliaram 30 amostras de méis de *A. mellifera* comercializado em Toledo, estado do Paraná, Brasil, com variação entre 61 e 79%. Conforme normas nacionais, o valor mínimo de AR é de 65% e o *Codex Alimentarius* de 60%, sendo que nossos resultados médios das dez amostras se encontram dentro dos parâmetros exigidos nacional e internacionalmente para mel. Os valores de condutimetria nas dez amostras de méis em nosso estudo, variaram entre 195 e 977 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Para os valores de pH, os dados (Tabela 1) mostraram que há diferença significativa entre as amostras de méis avaliados. Méis muito ácidos foram obtidos para as amostras D, F, G, I e J. Evangelista-Rodrigues et al. Encontraram médias para duas amostras de méis de *A. mellifera* com pH de 3,85 e 4,61. Conforme Crane (1983) o pH pode estar ligado diretamente com a composição floral nas áreas dos apiários, onde por sua vez, o pH é influenciado pelo pH do néctar, além das diferenças da composição do solo ou a associação de espécies vegetais para a composição final do mel.

O teor de HMF apresentou importante variação entre as dez amostras de méis de *A. mellifera* comercializados. Embora os valores tenham sido superiores a 20 mg 100 g⁻¹ nossos resultados estão com valores dentro dos padrões exigidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de mel MAPA, pela Instrução Normativa n°. 11 de 20 de outubro de 2000 que normaliza valor máximo de 40 mg 100 g⁻¹ de HMF. Em comparação aos resultados obtidos por Oliveria et al. (2019) para méis de *A. mellifera* do estado do Mato Grosso e Goiás, os valores variaram entre 20,50 e 60,30 mg 100 g⁻¹, e no estudo de Evangelista-Rodrigues et al. (2005) obtiveram médias para duas amostras de mel de *A. mellifera* no estado da Paraíba de 20,70 e 23,90 mg 100 g⁻¹ de HMF. Ainda conforme os autores, resultados de HMF mais altos podem ter interferência com aspectos bióticos como o calor irradiado sobre as colmeias.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos da qualidade de méis comercializados no município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Amostra	TU (%)	TCZ (%)	AR (%)	Condutimetria ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	HMF (mg 100 g ⁻¹)
A	13,13 ± 0,09	0,12 ± 0,03	73,51 ± 0,26	656,6 ± 0,05	3,5 ± 0,01	22,18 ± 0,31
B	10,07 ± 0,12	0,08 ± 0,07	74,18 ± 0,18	540,5 ± 0,07	3,3 ± 0,01	24,51 ± 0,68
C	17,11 ± 0,06	0,06 ± 0,04	76,09 ± 0,21	312,4 ± 0,04	3,1 ± 0,01	20,11 ± 0,93
D	17,39 ± 0,18	0,09 ± 0,08	67,32 ± 0,84	907,3 ± 0,06	2,6 ± 0,01	27,08 ± 0,91
E	12,08 ± 0,04	0,09 ± 0,09	75,90 ± 0,87	298,1 ± 0,06	3,4 ± 0,01	20,00 ± 0,88
F	18,84 ± 0,14	0,11 ± 0,10	71,05 ± 0,99	415,7 ± 0,03	1,7 ± 0,01	29,14 ± 0,24
G	18,21 ± 0,08	0,08 ± 0,03	76,11 ± 0,52	977,2 ± 0,01	2,8 ± 0,01	26,07 ± 0,66
H	13,33 ± 0,17	0,05 ± 0,07	69,99 ± 0,40	433,0 ± 0,03	3,1 ± 0,01	24,73 ± 0,90
I	21,90 ± 0,06	0,12 ± 0,09	70,07 ± 0,11	195,5 ± 0,07	2,9 ± 0,01	25,41 ± 0,73
J	9,51 ± 0,64	0,14 ± 0,04	74,94 ± 0,08	371,4 ± 0,04	2,8 ± 0,01	25,88 ± 0,54

Nota: Resultados expressos referentes à média da triplicata. Fonte: Autores, 2023.

A coloração pelo método Pfund (Tabela 2) demonstrou uma coloração variando entre o extra-branco ao âmbar escuro. Nascimento & Santos (2020) encontraram valores interessantes para méis no estado da Bahia, Brasil com 55% tendendo a coloração âmbar claro. Conforme os padrões exigidos pela legislação brasileira, as dez amostras de méis estão dentro dos padrões. A cor do mel está associada à sua origem florística (Abadio Finco et al., 2010; Vieira et al., 2014).

Na reação de Lund o resultado variou entre 0 amostra (F) e 3 amostra (J) em mL indicando a presença de substâncias estranhas no mel, na presença de substâncias albuminoides, componentes normais no mel e que são precipitados na presença de solução de ácido tânico. Dias et al. (2009) encontraram entre 2 e 5 mL para 4 de seis amostras de méis avaliados. Conforme legislação brasileira, este precipitado forma um precipitado com volume entre 0,6 e 3,0 mL, no entanto para a amostra F a reação não ocorreu, sendo esse, um indicativo de superaquecimento do mel e/ou de adulteração por adição de xarope ou açúcar invertido. Além disso, volumes superiores a 3 mL de precipitado, pode ser indicativo de adulteração do produto.

Para a reação de lugol, as amostras D-J apresentaram resultado positivo apresentando coloração marrom-avermelhado. Este resultado é indicativo de adulteração do produto com amido e dextrinas. Dias et al. (2009) encontraram entre 6 amostras, duas com resultado positivo para o teste de lugol, conferindo adulteração do produto. Já no estudo de Oliveira et al. (2019) os resultados foram negativos para méis de *A. mellifera* coletados em Barra do Garças (MT) e Iporá (GO). Os valores em °Brix variaram entre as dez amostras de méis de *A. mellifera* entre 76 e 81 °Brix. O valor de SIA variaram entre 0,03 e 0,21% estando, portanto, as amostras C, F e J fora das especificações de qualidade exigida pela legislação brasileira com máximo de 0,1%. Dias et al. (2009) encontraram resultados entre 0,25 e 0,32% para seis amostras de méis de *A. mellifera*.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos da qualidade de méis comercializados no município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Amostra	Cor (Pfund)	Lund (mL)	Lugol (+/-)	°Brix	SIA (%)
A	Extra branco	2,7	-	80,5	0,04
B	Âmbar claro	1,5	-	80,0	0,07
C	Âmbar	1,0	-	80,8	0,12
D	Âmbar	1,0	+	76,7	0,09
E	Âmbar escuro	1,7	+	80,6	0,11
F	Âmbar	0,0	+	77,5	0,21
G	Âmbar	1,0	+	79,5	0,03
H	Âmbar claro	2,0	+	79,6	0,10
I	Âmbar	1,5	+	80,5	0,08
J	Âmbar	3,0	+	81,5	0,20

Fonte: Autores, 2023.

4. Conclusões

As análises realizadas no estudo, verificaram a qualidade dos méis comercializados no estado de Goiás, a partir de produtos prontos comerciais adquiridos no comércio especializado da região de Rio Verde, Goiás, Brasil. Embora os méis apresentem qualidade, existem ressalvas, como observado para o teor de umidade superior ao preconizado por lei vigente (quantitativo), bem como para os testes de Lugol e Lund (qualitativos) com possível presença de materiais estranhos, amido, dextrinas e açúcares invertidos.

Por fim, conclui-se que, mesmo as amostras regularizadas comercialmente, podem possuir alguma característica indesejável e isso não isenta a responsabilidade da ação conjunta do poder público e das agências sanitárias, sobre vistoriar os produtos da linha comercial, bem como, dos produtores, para evitar assim, problemas com a cadeia de produção e, principalmente com o indício de adulteração, prejudicando a qualidade do produto Apidae.

5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano; ao Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano; ao Laboratório de Química Tecnológica Departamento do Mestrado em Agroquímica no Instituto Federal Goiano; aos órgãos de financiamento em pesquisa, CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, e a FAPEG – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás.

6. Contribuições dos autores

Kemilly Naves: coleta dos méis, escrita do projeto, desenvolvimento experimental, escrita do artigo. *Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*: desenvolvimento experimental, preparo de soluções, escrita do projeto, correções científicas e gramaticais, e coorientação. *Amanda de Oliveira Souza*: preparo de soluções, ensaios qualitativos. *Aparecida Sofia Taques*: correções gramaticais e científicas, estruturação do projeto. *Ivan Alves*: correções científicas e estruturação do artigo científico final. *Matheus Vinícius Abadia Ventura*: correções científicas, orientação e publicação do artigo final.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

- Abadio Finco, F. D. B., Moura, L. L., Silva, I. G. (2010). Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(3), 706-712.
- Albuquerque, J. C. G., Sobrinho, M. E., 7 Lins, T. C. L. (2021). Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília – DF, Brasil. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 42(1), 71-80. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2021v42n1p71>
- Almeida Filho, J. P., Machado, A. V., Alves, F. M. S., Queiroga, K. H., & Cândido, A. F. M. (2011). Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal – PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(3), 83-90. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7435961>
- Anacleto, D. A., Souza, B. A., Marchini, L. C., & Moreti, A. C. C. C. (2009). Composição de amostras de mel de abelha jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811). *Food Science and Technology*, 29(3), 535-541. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300013>
- Araújo, D. R., Silva, R. H. D., & Sousa, J. S. (2006). Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6(1), 51-55. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50060108>
- Aroucha, E. M. M., Oliveira, A. J. F., Nunes, G. H. S., Maracajá, P. B., & Santos, M. C. A. (2008). Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da iagram e comercializado no município de Mossoró/RN. *Revista Caatinga*, 21(1), 211-217.
- Azeredo, L. C. (2003). Proteins contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different origins. *Food Chemistry*, 80, 249-254.
- Barbosa, A. D., Pereira, F. D., Neto, V. J. M., Rego, J. D., Lopes, M. D., & Camargo, R. C. (2007). Criação de abelhas (apicultura). Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica.
- Brasil. (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 11 de 20 de Outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 de Outubro de 2000.
- Brodtschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), 278-294. <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>
- Dias, J. S., Camargo, A. C., Barin, C. S., & Ellensohn, R. M. (2009). Caracterização físico-química de amostras de mel. *Unopar Científica Ciências Exatas e Tecnológicas*, 8(1), 19-22. <https://revista.pgsskroton.com/index.php/exatas/article/view/616>
- Evangelista-Rodrigues, A., Silva, E. M. S., Beserra, E. M. F., & Rodrigues, M. L. (2005). Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. *Ciência Rural*, 35(5), 1166-1171. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500028>
- Felipe, A., Gouveia, C., Vitorino, C., Gonçalves, C., Peres, F., Godinho, J., & Anjos, O. (2015). Avaliação da cor no mel. In: III Jornadas – Potencial Técnico e Científico do IPCB. IPCB/CEDER, Escola Superior Agrária, 25 de Novembro de 2015. <https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/5753/1/5.pdf>
- Fuenmayor, C. A., Zuluaga-Domínguez, C. M., Díaz-Moreno, A. C., & Quicazán, M. C. (2012). ‘Miel de angelita’: nutritional composition and physicochemical properties of *Tetragonisca angustula* honey. *Interciencia*, 37(2), 142-147. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33922717011>
- Garcia-Cruz, C. H., Hoffmann, F. L., Sakanaka, L. S., & Vinturim, T. M. (1999). Determinação da qualidade do mel. *Alimentos e Nutrição*, 10, 23-35.
- Gibbis, R. A., Weinstock, G. M. et al. (2006). Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature*, 443, 931-949. <https://doi.org/10.1038/nature05260>
- Gois, G. C., Rodrigues, A. E., Lima, C. A., & Silva, L. T. (2013). Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. *Acta Veterinaria Brasileira*, 7(2), 137-147. <https://doi.org/10.21708/avb.2013.7.2.3009>
- Gomes, V. V., Dourado, G. S., Costa, S. C., Lima, A. K. O., Silva, D. S., Bandeira, A. M., Vasconcelos, A. A., &

- Taube, P. S. (2017). Avaliação da qualidade do mel comercializado no Oeste do Pará, Brasil. *Revista Virtual de Química*, 9(2), 815-826. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170050>
- Haydak, M. H. (1970). Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology*, 15, 143-156. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.15.010170.001043>
- Ial. (2008). Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, IV edição, 1ª Edição Digital, São Paulo, 1020 p. <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>
- Kerr, E. W., Carvalho, G. A., & Nascimento, V. A. (1996). Abelha uruçu: biologia, manejo e conservação. Belo Horizonte: Acangaú.
- Kuroishi, A. M., Queiroz, M. B., Almeida, M. M., & Quast, L. B. (2012). Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(1), 84-91. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012000100009>
- Leal, V. M., Silva, M. H., & Jesus N. M. (2001). Aspecto físico-químico do mel de abelhas comercializadas no município de Salvador-Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 1, 14-18. <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/1825/1/585-2181-2-PB.pdf>
- Lopes, A. E. P. (2015). Caracterização físico-química do mel da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*). Trabalho de conclusão de curso, Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, 48 p.
- Mattietto, R. A., Oliveira, T. C. S., Oliveira, R. H., & Venturieri, G. C. (2012). Avaliação da formação de hidroximetilfurfural em mel de uruçu cinzenta pasteurizado e armazenado a temperatura ambiente. In: XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, COPEQ 2012, 9 a 12 de setembro de 2012, Búzios, RJ, 3214-3219 p. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/964552/1/036973.pdf>
- Matos, I. T. S. R., Nunes, M. T., Mota, D. A., Laureano, M. M. M., & Hoshiba, M. A. (2011). Qualidade microbiológica do mel de *Melipona* sp. produzido na Amazônia Central (Parintins – AM – Brasil). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(4), 91-95.
- Marchi, P., & Melo, G. A. R. (2006). Revisão taxonomiada espécies brasileiras de abelhas do gênero *Lestrimelitta* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponina). *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(1), 6-30. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262006000100002>
- Mendonça, K., Marchini, L. C., Souza, B. A., Almeida-Anacleto, D., & Moreti, A. C. C. C. (2008). Plantas apícolas de importância para *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em fragmento de Cerrado em Itirapina, SP. *Neotropical Entomology*, 37(5), 513-521. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000500003>
- Menezes Filho, A. C. P., Santos, M. C., Sousa, W. C., & Castro, C. F. S. (2020). Avaliações físico-químicas, fitoquímicas e bioativas do extrato hidroetanólico floral de *Styrax ferrugineus* Nedd & Mart. (laranjinha-do-cerrado). *Brazilian Journal of Natural Science*, 3(3), 380-398. <https://doi.org/10.31415/bjns.v3i3.108>
- Moura, S. G., Muratori, M. C. S., Monte, A. M., Carneiro, R. M., Souza, D. C., & Moura, J. Z. (2014). Qualidade do mel de *Apis mellifera* L. relacionados às boas práticas apícolas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(3), 731-739. <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/Y6Cswt8s77Mnv3PQLbbBNLh/abstract/?lang=pt>
- Moreti, A. C. C. C., Carvalho, C. A. L., Marchini, L. C., & Oliveira, P. C. F. (2000). Espéctro polínico de amostras de mel de *Apis mellifera* L., coletadas na Bahia. *Bragantia*, 59(1), 1-6. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052000000100002>
- Morgado, L. N., Andrade, R. C., Lorenzon, M. C. A., & Gonçalves-Esteves, V. (2011). Padrão polínico utilizado por *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Meliponina). *Acta Botanica Brasilia*, 25(4), 932-934. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000400021>
- Nascimento, A. L. G., & Santos, F. A. R. (2020). Méis da Bahia: cores e origem. In: XXIV Seminário de Iniciação Científica da UEFS, Semanna Nacional de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 1-4 pp. <https://doi.org/10.13102/semic.vi24.6782>
- Oliveira, G. V., Paes, T. G. B., & Oliveira, K. A. M. (2019). Qualidade microbiológica e química do mel (*Apis mellifera*) submetido a diferentes tratamentos térmicos. *Revista Panorâmica*, 150-166.
- Opuchkevich, M. H., Klosowski, A. L. M., & Macohon, E. R. (2008). Qualidade do mel no município de

- Prudentópolis. *Revista Conexão*, 4(1), 36-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6854703>
- Périco, E., Tiunan, T. S., Lawich, M. C., & Kruger, R. L. (2011). Avaliação microbiológica e físico-química de méis comercializados no município de Toleto, PR. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 13(3), 365-382. <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/1342/1553>
- Radaeski, J. N., Evaldt, A. C. P., Bauermann, S. G., & Lima, G. L. (2014). Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paeoecológicas. *Iheringia, série botânica*, 69(1), 107-132.
- Radaeski, J. N., Evaldt, A. C. P., & Bauermann, S. G. (2016). Morfologia polínica de espécies da família *Asteraceae* Martinov nos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, série botânica*, 71(3), 357-366. <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/592>
- Ribeiro, R., & Starikoff, K. R. (2019). Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(1), 111-118. <http://dx.doi.org/10.5965/223811711812019111>
- Rossi, N. F., Martinelli, L. A., Lacerda, T. H., Camargo, P. D., & Victoria R. L. (1999). Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19(2), 199-204.
- Royo, V. A., Almeida, C. A., Santos, M. C. F., Veloso, P. H. F., Oliveira, D. A., Júnior, A. F. M., Brandão, M. M., & Menezes, E. V. (1975). Manual Técnico. Avaliação da qualidade domel. 1ª Ed., Montes Claros, Edição Independente, 25 p., 2020.
- Sbf. (2023). Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Análise de mel. Disponível em http://www.sbfagnosia.org.br/Ensino/analise_mel.html Acesso em 07 Abr. 2023.
- Sebrae. (2007). Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. Apicultura: manual do agente do desenvolvimento rural. Brasília: Sebrae, 186 p.
- Silva, R. A. (2006). Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alimentos e Nutrição*, 17, 113-120.
- Silva, R. A., Rodrigues, L. M. F. M., Lima, A., & Camargo, R. C. R. (2006). Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos, estado do Piauí, Brasil. *Revista Higiene Alimentar*, 20, 90-94.
- Silva, M. G. C., Figueira, P. T., Hoscheid, J., & Fukumoto, N. M. (2018). Análise das propriedades físico-químicas de amostras de mel comercializado em feiras livres do município de Assis Chateaubriand, PR. *Higiene Alimentar*, 32(278/279), 68-73.
- Sousa, R. S., & Carneiro, J. G. M. (2008). Pesquisa de sujidades e matérias estranhas em mel de abelhas (*Apis mellifera* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 32-33. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100006>
- Sousa, G. L. (2008). Composição e qualidade de méis de abelhas (*Apis mellifera*) e méis de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*). Dissertação de Mestrado em Bromatologia, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, 86 p.
- Sousa, A. V. B., Santos, G. M., Porto, R. G. C. L., Júnior, F. C. R., & Moreira-Júnior, R. S. R. (2018). Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de cajína e do mel produzidos no estado do Piauí – Brasil. *Interfaces Científicas*, 6(2), 21-32. <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2018v6n2p21-32>
- Souza, B. A., Carvalho, C. A. L., Sodrê, G. S., & Marchini, L. C. (2004). Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae). *Ciência Rural*, 34(5), 1623-1624. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000500048>
- Stanski, C., Nogueira, M. K. F. S., & Luz, C. F. P. (2016). Palinologia de espécies de Asteraceae de utilidade medicinal para a região dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR, Brasil. *Hoehnea*, 43(3), 349-360. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-19/2016>
- Souza, C. F., Alves, L. R. P., Tuliní, F. L., Mamede, A. M. G. N., Santana, A.C. B. A., & Lima, Í. A. (2021). Parâmetros de qualidade de méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. *Research, Society and Development*, 10(1), e28710110959. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.10959>

- Tripoli, E. C. B., & Lima, C. P. (2014). Correlação das análises de méis da cidade de Curitiba com a atividade antibacteriana. *Cadernos da Escola de Saúde*, 1(11), 116-127. <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2407>
- Venturini, K. S., Sarcinelli, M. F., & Silva, L. C. (2007). Características do mel. *Boletim Técnico – PIE-UFES*. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01107>. Acesso em 07 Abril 2023.
- Vieira, A. C., Delonzek, E. C., Lüdke, M. V., Breyer, D., & Lorscheider, C. (2014). Caracterização físico-química de mel de diferentes floradas produzido por apicultores da região centro-sul no estado do Paraná. *Acta Iguazu*, 3(3), 138-148.
- Vit, P., & D'Albore, G. R. (1994). Melissopalynology for stingless bees (Apidae: Meliponinae) from Venezuela. *Journal of Apicultural Research*, 33(3), 145-154. <https://doi.org/10.1080/00218839.1994.11100862>
- Vit, P., Medina, M., & Enriquez, M. E. (2004). Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World*, 85(1), 2-5.
- White, J. W. (1979). Spectrophotometric method for hydroxymethylfurfural in honey. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, 62(3), 509-514. <https://doi.org/10.1093/jaoac/62.3.509>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).