

Qualidade de méis de abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811), *Trigona pallens* (Fabricius, 1798) e *Lestrimelitta limao* (Smith) em área urbana, Goiás, Brasil

João Carlos Tomaz Lico¹, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho², Wendel Cruvinel Souza², Aparecida Sofia Taques³, Ivan Alves⁴, Carlos Frederico de Souza Castro² & Matheus Vinícius Abadia Ventura¹

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

² Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

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

⁴ Instituto Federal Goiano, Ipameri, 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: Janeiro 13, 2023

Aceito: Março 08, 2023

Publicado: Julho 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i7.347

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i7.347>

Resumo

O Brasil possui uma grande riqueza em espécies de abelhas sem ferrão que produzem mel de alta qualidade. Este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade de méis de abelhas sem ferrão em área urbana no município de Rio Verde, Goiás, Brasil. Foram coletadas amostras de méis de *Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens* e *Lestrimelitta limao* em apiário na área urbana. Foram realizadas análises físico-químicas e de atividade antioxidante na redução do DPPH usando como controle mel de *Apis mellifera* também coletado no município, no entanto, em uma área sem a presença de transeuntes. Os méis apresentaram baixo conteúdo polínico, e alto potencial sobre as análises de qualidade físico-químicas, bem como, atividade biológica. Em especial, os parâmetros físico-químicos avaliados para méis de abelhas sem ferrão obedecem a legislação para mel, embora seja sobre os parâmetros para mel de *A. mellifera*. As amostras de méis de abelhas indígenas *Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens* e *Lestrimelitta limao* apresentam valores adequados para o consumo humano, podendo ser utilizados em projetos de preservação de espécies nativas com interesse comercial.

Palavras-chave: mel, abelhas indígenas, meliponinae, gênero *Trigona*, gênero *Tetragonisca*, gênero *Lestrimelitta*.

Quality of honey from stingless bees *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811), *Trigona pallens* (Fabricius, 1798) and *Lestrimelitta limao* (Smith) in urban area, Goiás, Brazil

Abstract

Brazil is rich in stingless bee species that produce high quality honey. This study aimed to evaluate the quality of honey from stingless bees in an urban area in the municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil. Honey samples of *Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens* and *Lestrimelitta limao* were collected in an apiary in the urban area. Physicochemical and antioxidant activity analyzes were carried out, in the reduction of DPPH using *Apis mellifera* honey as a control, also collected in the municipality, however, in an area without the presence of passers-by. The honeys showed low pollen content, and high potential on physicochemical quality analyzes, as well as biological activity. In particular, the physicochemical parameters evaluated for honey, from stingless bees comply with the legislation for honey, although it is about the parameters for honey from *A. mellifera*. Samples of honey from indigenous bees *Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens* and *Lestrimelitta limao* have adequate values for human consumption and can be used in projects for the preservation of native species with commercial interest.

Keywords: honey, indigenous bees, meliponinae, *Trigona* genus, *Tetragonisca* genus, *Lestrimelitta* genus.

1. Introdução

Abelhas sem ferrão também conhecidas por “abelhas indígenas” apresentam mel de alta qualidade, embora, em baixa quantidade quando comparadas ao gênero *Apis*, *Apis mellifera* conhecidas por “abelha europa” que são criadas por apicultores e meliponicultores para comercialização de seus produtos (mel, pólen e própolis). Os méis de abelhas indígenas além de suas características sobre a qualidade, são também utilizados na medicina por apresentarem atividades biológicas como, antioxidante (Matos et al., 2011; Santos et al., 2023), antibacteriana, mel de (*Melipona asilvai*) por Caldas et al. (2020), e antiinflamatória, mel de (*Melipona subnitida*) que demonstraram forte atividade na redução de feridas e controle bacteriano no local inflamado em ratos no estudo de Alves et al. (2008). Devido a baixa extração de mel por colônia, o mel de abelhas indígenas ainda carece de informações, embasando conhecimento sobre regras e legislação de comercialização (Souza et al., 2004).

Embora a literatura apresente estudos sobre a qualidade e diversas atividades biológicas em méis de abelhas, ainda, pouco se conhece sobre as espécies das subtribos *Trigonina* (*Tetragonisca angustula* e *Trigona pallens*) e *Meliponini* (*Lestrimelitta limao*). Outras espécies como *Plebeia droryana* e *Cephalotrigona capitata* (*Trigonini*) e *Melipona quadrifasciata*, *Melipona scutellarisi* e *M. asilvai* também apresentam estudos sobre a composição físico-química do mel produzido (Nemésio et al., 2013).

O mel é caracterizado segundo Alves et al. (2005), como um fluido viscoso, aromático e doce ou levemente azedo, produzido por abelhas a partir do néctar e/ou exsudatos sacarínicos de plantas florais, e mantido nas melgueiras para amadurecimento sendo exclusivamente de uso para a alimentação desses insetos sociais. O mel não somente é produzido por abelhas, algumas vespas do gênero *Polybia* (*P. paulista*) (Alves, 2011) podem também produzir mel de qualidade, embora, abelhas sejam mais fáceis de domesticação. Entre as principais tribos, *Meliponini* e *Trigonini* onde abelhas sem ferrão estão incluídas, são as principais espécies estudadas e de interesse comercial, no entanto, com pequenos volumes de méis onde são cotados no mercado com altos valores.

A constituição físico-química do mel apresenta forte variação química, essa variação é explicada por diversos fatores como tipo de solo, espécie de abelha, estado fisiológico da colônia, estado da maturação do mel, condições meteorológicas quando da colheita, tipo de florada, preferência floral e ambiente natural saudável (Crane, 1985; Campos; Modesta, 2000). Além disso, o mel contém uma mistura complexa de açúcares, enzimas, aminoácidos, ácidos, minerais, substâncias aromáticas, vitaminas, pigmentos, cera e grãos de pólen (Matos et al., 2011). Diversos parâmetros como pH, teor de umidade, potencial de oxidorredução e constituintes com atividades biológicas, são fatores que proporcionam menor susceptibilidade à proliferação de microrganismos. Matos et al. (2011) ainda complementa que, a ação antrópica em volta do meliponário apresenta alto potencial negativo sobre a qualidade final do mel, por abelhas nas áreas de forrageio.

Colônias de abelhas indígenas são ainda, pouco conhecidas quanto a qualidade do mel produzido no Estado de Goiás, Santos et al. (2023) analisaram algumas colméias de *T. angustula* na região Sudoeste, em área de preservação de mata no município de Rio Verde, onde obtiveram dados importantes sobre a qualidade e saúde de colônias dessa espécie do gênero *Tetragonisca*. A melicultura na região de Rio Verde existe, embora os melicultores ainda sejam poucos, esse meio de criação de Apidae, deve apresentar expansão ligando a produção, comercialização e manutenção de espécies de abelhas indígenas.

Este estudo teve por objetivo determinar as características sobre a qualidade físico-química e bioativa de méis de *Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens* e *Lestrimelitta limao* provenientes de colônias da região Sudoeste do Estado de Goiás, localizadas em área urbana, e assim, fornecendo subsídios para a sua exploração racional entre a população.

2. Material e Métodos

2.1 Coleta dos méis, amostragem e taxonomia

Foram coletados méis em duas colmeias (considerada como uma única amostra) de *T. angustula*, quatro colmeias de *T. pallens* (considerada como uma única amostra) e seis colmeias (considerada como uma única amostra) de *L. limao* var. rufa (Marchi; Melo, 2006), como padrão foi utilizado mel de *A. mellifera* em Novembro de 2022 a Janeiro de 2023. Os méis foram coletados utilizando uma pipeta automática 1000 µL com ponteiros esterilizados. As amostras foram depositadas em tubos cônicos de 50 mL esterilizados e mantidos em caixa térmica a -2 °C. As amostras foram então transportadas até o laboratório de Química Tecnológica onde permaneceram armazenadas

em freezer a -12 °C até análises.

2.3 Características organolépticas

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

2.4 Análise microscópica do mel

Alíquota de 5 mL de mel foi diluída em 15 mL de água destilada em um tubo cônico de 25 mL. O tubo foi então centrifugado a 2000 rpm por 5 min, e o sobrenadante foi então descartado. O sedimento foi coletado com auxílio de espátula inox e em seguida, transferido para lâminas com lamínulas para microscopia óptica. Foi utilizado microscópio óptico (M.O.) Mod. S1 PZO-Labimex (Metrimplex, Poland). O tipo polínico encontrado nas amostras de méis de *T. angustula*, *T. pallens*, *L. limao* e como padrão *A. mellifera*, foram comparadas conforme morfologia do pólen por família botânica conforme descrito por Royo et al. (1975) e Moreti et al. (2000). Os componentes adicionais foram: partes de órgãos da abelha e cristais de açúcar.

2.5 Análises físico-químicas

O teor de umidade (TU%) foi obtido conforme descrito por IAL (2008) adaptado pelo método gravimétrico. Uma alíquota de 2 g de mel foi transferida para cadinho previamente calcinado e com massa determinada. A amostra foi então mantida em estufa com circulação de ar forçada a 105 °C por 2 h. O resultado obtido, foi expresso em percentagem (%). O teor de cinzas 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 tipo mufla a 600 °C por 2 h. O resultado obtido, foi expresso em percentagem (%) de minerais.

Acidez total foi realizada conforme descrito por Aroucha (2008), onde foi utilizado solução aquosa padronizada de NaOH 0,1 N (*m/v*) e solução etanólica de fenolftaleína 1% (*m/v*). O resultado de acidez foi obtido a partir da multiplicação do volume gasto de NaOH 0,1 N por 10 (massa da amostra de mel, diluída em 75 mL de água destilada). O pH foi obtido a partir de uma diluição em água destilada 1:10 (*v/v*) de mel, e em seguida, a amostra foi lida em pHmetro digital de bancada. 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 por absorbância (Abs) em espectrofotômetro UV-Vis a 635 nm. A cor foi determinada a partir da escala de Pfund. Como padrão, foi utilizado glicerina P.A. – ACS, e os dados em valores de Abs foram transformados conforme equação 1.

$$\text{Cor} = (371,39 \times \text{Abs}_{635}) - 38,70 \text{ Eq. (1)}$$

ONDE: Abs_{635} 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).

Para o ensaio colorimétrico por Lugol, alíquota contendo 1 mL de mel, foi transferida para tudo de ensaios, onde foi adicionado 500 µL de solução aquosa de $\text{I}^2 + \text{KI}$ 5% (*m/v*). Resultado positivo é expresso pelo aparecimento de coloração violeta ou azul (Gomes et al., 2017). O conteúdo de açúcares redutores (AR%) foi obtido a partir de uma solução contendo 2 mL de solução de glicose liquiforme 133-1/500 linearidade de 500 mg dL⁻¹ (Centerkit, Labtest, Brasil). Uma 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 $R^2 = 0,9997$. A condutividade elétrica expressa em (µS cm⁻¹) foi realizada em condutivímetro digital (MS Technopon, Mod. mCA150, Brasil) a partir de 1 mL de mel na proporção (1:10; *v/v*) conforme descrito por Anacleto et al. (2009) com pequena adaptação.

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 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 até completar 50 mL. A mistura logo em seguida, foi filtrada em papel qualitativo, onde foi rejeitado os primeiros 10 mL do sobrenadante. O sobrenadante foi coletado em béquer 150 mL, e uma alíquota 5 mL foi pipetada em tubo de ensaio, ainda no tubo, foi adicionado 5 mL de uma solução aquosa de bissulfito concentração 0,20% (*m/v*). Após esse procedimento, o tubo de ensaios foi homogeneizado em equipamento tipo Vortex por 5 min e determinado a absorvância (Abs) da amostra contra a referência (branco) em espectrofotômetro UV-Vis utilizando cubeta de quartzo de campo único de 1 cm entre os comprimentos de ondas 284 e 336 nm. O resultado foi expresso em mg kg^{-1} de HMF conforme equação 2.

$$\text{mg de HMF kg de mel}^{-1} = (\text{Abs}_{284} - \text{Abs}_{336}) \times F \times 5 \times D / \text{massa da amostra Eq. 2}$$

ONDE: A_{284} é a absorvância em 284 nm, A_{336} é a absorvância em 336 nm, D é o fator de diluição, caso seja necessário e F o fator = 149,7.

Para verificação de mel adulterado, foi utilizada metodologia colorimétrica pela reação de Jagerschmidt, onde uma alíquota contendo 10 g de mel foi acrescida com 10 mL de acetona em um béquer 150 mL sob agitação homogênea em mesa agitadora magnética por 1 min. Em seguida, a mistura foi transferida para funil de decantação, mantida sob repouso por 5 min. Após esse tempo, a fase orgânica foi coletada em tudo de ensaios e adicionado igual volume de HCl P.A. - ACS e homogeneizado por 1 min em capela de exaustão com fluxo de ar negativo. Após esse tempo, o tudo foi mantido sobre resfriamento a 4 °C em geladeira por 10 min, e logo em seguida, foi observado o aparecimento ou não de forte coloração violeta que indica a presença de açúcar comercial. O mel *in natura*, apresentará leve coloração âmbar que se tornará violácea após 5 min (Sbf, 2023).

A reação de Lund, foi realizada para verificação de substâncias estranhas no mel. Uma alíquota com 2 g de mel foi dissolvida em 20 mL de água destilada. A mistura foi transferida para uma proveta volumétrica de 50 mL, onde em seguida, foi adicionado 5 mL de solução aquosa de ácido tânico concentração 5% (*m/v*). Ao volume de 50 mL, foi completado com 40 mL de água destilada. A solução na proveta foi homogeneizada com bastão de vidro e deixada em repouso por 24 h em local ao abrigo da luz e com temperatura controlada de 25 °C. Após esse período, o volume foi lido em mL para o precipitado no fundo da proveta (Sbf, 2023). A reação é considerada positiva indicando a presença de mel puro quando o precipitado variar entre 0,6 e 3,0 mL como corpo de fundo (IAL, 2008).

O conteúdo de sólidos solúveis totais foi determinado em °Brix, utilizando 5 gotas de mel *in natura* em refratômetro manual (RHB-82/ATC, Even, Brasil), com escala de percentual °Brix entre 45-82%. Sólidos insolúveis em água (SIA%) foi obtida 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 conhecida após calcinação. Em seguida, a amostra foi lavada com água destilada a 80 °C até ficar livre de açúcares. Após lavagem, a amostra foi transferida em cadinho para estufa com circulação de ar forçada a 135 °C por 1 h. Após esse tempo, a amostra teve sua massa determinada em balança analítica digital (Marte, Mod., Brasil) em temperatura ambiente. O resultado obtido foi expresso em percentagem (%) conforme fórmula: % sólidos insolúveis em água = diferença de massa do cadinho/massa total da amostra utilizada. A atividade de água (a_w) foi obtida através do equipamento analisador de atividade de água Higropalm digital (Higropalm Mod. HP23-AW-A, Brasil). Para essa análise, foi utilizado ~10 g de mel *in natura* mantido em B.O.D. a 25 °C, conforme descrito por Decagon (2003) com pequenas modificações.

2.6 Atividade antioxidante na redução do DPPH

O radical livre utilizado foi o 2,2-Difenil-1-picril-hidraliza (DPPH) (Sigma-Aldrich, Índia) conforme descrito por Zhang & Hamazu (2004) com modificações realizadas por Gomes et al. (2017). Uma alíquota de mel foi diluída na proporção (1:5) (*v/v*) em béquer de 100 mL. Em seguida, uma alíquota contendo 0,4 mL desta solução foi diluída com 1,6 mL de etanol e, logo em seguida, foi adicionado 0,2 mL de uma solução etanólica de DPPH com concentração conhecida de 1,2 mM mL^{-1} . A mistura foi deixada em descanso protegida da luz por 30 min com temperatura reduzida para 20 °C até completa reação de redução. Após esse tempo, a amostra foi lida em espectrofotômetro UV-Vis (Belphotonics, Mod. M-51, Itália), no comprimento de ondas de 555 nm. Como controle negativo, foi utilizado água destilada. A capacidade de redução do DPPH foi expresso em percentagem (%) de redução conforme equação 3.

$$\% \text{Redução} = 100 - [(\text{Abs amostra} - \text{Abs controle}/\text{Abs controle})] * 100 \text{ Eq. 3}$$

2.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com duas repetições. Os dados foram interpretados por meio da análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey com 5% de probabilidade. O programa estatístico usado foi o *Past 3* (Versão livre).

3. Resultados

Os parâmetros organolépticos obtidos para o controle: sabor doce, aroma característico ao mel, consistência líquida e levemente granulosa; *T. angustula*: levemente doce com toque amargo, aroma característico ao mel, embora bem leve, aromático distinto, líquido levemente viscoso. *T. pallens*: sabor doce floral, aroma característico ao mel, líquido e levemente viscoso. *L. limao*: sabor muito doce, aroma marcante, diferente do característico ao mel, consistência líquido, embora com alta viscosidade.

Pólen de *Citrus* (Figura 1, B) (RCPol, 2023); Anacardiaceae (Figura 1, A, C, G, J e R) (Barth, 1989); Convolvulaceae (Figura 1, J) (Barth, 1989); Curcubitaceae (Figura 1, G) (Barth, 1989); Fabaceae (Figura 1, E) (Barth, 1989); Rubiaceae (Figura 1, G) (Barth, 1989). Cristais de açúcares foram observadas nos méis, controle (Figura 1, K e M), *T. angustula* (Figura 1, L e O) e *L. limao* (Figura 1, N). Larva no mel de *T. pallens* (Figura 1, P). A morfologia dos critais observados foram: pentagonal (Figura 1, K), hexagonal (Figura 1, L, M e O), e drusa (Figura 1, N).

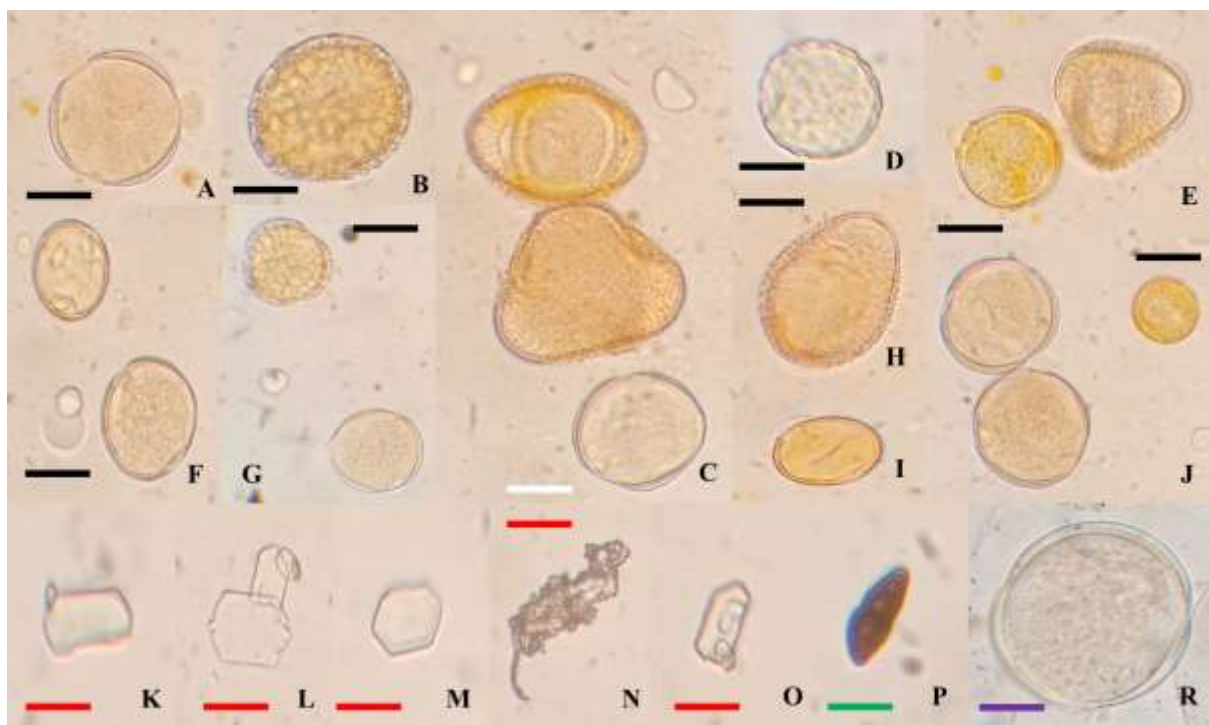


Figura 1. Micrografias por microscopia óptica do tipo polínico (morfologia) entre (A a J e R), cristais de açúcares entre (K e O) e peça de abelha (restos de abelha) em (P). Barras cor (preta) 400 x. Barra cor (branca) 650 x. Barras cor (vermelha) 350 x. Barra cor (verde) 100 x. Barra cor (roxa) 1.500 x, objetiva de imersão. Fonte: Autores, 2023.

Para TU% foi observado, que todos os méis apresentaram diferença estatística, sendo o mel de *T. angustula* com maior umidade de 24% e menor umidade para *T. pallens* com 15%. Para TCZ% o controle (*A. mellifera*) apresentou maior conteúdo de cinzas 0,24% e menor teor para *T. pallens*. Todas as amostras também demonstraram diferença estatística pelo teste de Tukey. O teor de acidez titulável apresentou os seguintes resultados: controle (*A. mellifera*) $22,31 \pm 0,70d$ mEq kg⁻¹, *T. angustula* $47,05 \pm 0,16c$ mEq kg⁻¹, *T. pallens* $57,15 \pm 0,90b$ mEq kg⁻¹ e *L. limao* $66,84 \pm 0,62a$ mEq kg⁻¹, com diferença significativa para todas as amostras. O pH demonstrou maior acidez para o mel de *T. pallens* 4 e não foi observado diferença entre os méis do controle, *T. angustula* e *L. limao*, com pH 3, respectivamente (Tabela 1).

A cor apresentou resultados variados, onde o mel de *T. pallens* tem coloração branca e já o mel de *L. limao* apresentou coloração âmbar escuro. O teste de lugol foi negativo para todas as amostras, demonstrando ser méis de alta excelência e qualidade sem adulterações. O conteúdo de AR% demonstrou que o controle apresentou maior teor de açúcares redutores 76% já os méis de *T. pallens* e *L. limao* não apresentaram diferença entre as amostras, com 62 e 61%, respectivamente. O ensaio de condutividade elétrica mostrou-se que o mel de *T. angustula* apresentou maior capacidade de condução de íons $529 \mu\text{S cm}^{-1}$ e menor intensidade para o mel de *T. pallens*, todas as amostras, inclusive o controle demonstram diferença estatística (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de méis de *Apis mellifera* (controle), *Tetragonisca angustula* (1), *Trigona pallens* (2) e *Lestrimelitta limao* (3), coletados em área urbana de Rio Verde, Sudoeste de Goiás, Brasil.

Amostra	TU%	TCZ%	pH	Cor UV-Vis	Teste de Lugol	Açúcares Redutores (%)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Con	$20,54 \pm 0,22\text{b}$	$0,24 \pm 0,02\text{a}$	$3,72 \pm 0,04\text{b}$	Âmbar	-	$76,98 \pm 0,94\text{a}$	$252,5 \pm 0,08\text{d}$
1	$24,27 \pm 0,07\text{a}$	$0,18 \pm 0,08\text{b}$	$3,86 \pm 0,01\text{b}$	Âmbar extra-claro	-	$51,17 \pm 1,32\text{c}$	$529,3 \pm 0,04\text{a}$
2	$15,33 \pm 0,12\text{d}$	$0,17 \pm 0,05\text{c}$	$4,11 \pm 0,3\text{a}$	Branco	-	$62,43 \pm 1,53\text{b}$	$391,5 \pm 0,05\text{c}$
3	$18,66 \pm 0,19\text{c}$	$0,19 \pm 0,07\text{b}$	$3,84 \pm 0,03\text{b}$	Âmbar escuro	-	$61,90 \pm 0,96\text{b}$	$427,3 \pm 0,09\text{b}$

Nota: Con: Controle mel de *Apis mellifera*. (-) ensaio com resposta negativa. Médias seguidas pela mesma letra não diferem $p > 0,05$ entre si pelo teste de Tukey na mesma coluna. Fonte: Autores, 2023.

O teor de HMF foi superior no controle com 5 mg kg mel^{-1} quando comparado aos méis de abelhas indígenas com médias entre $0,5$ e $0,8 \text{ mg kg mel}^{-1}$. A reação colorimétrica de Jagerschmidt foi negativa para todas as amostras, inclusive controle. O conteúdo de substâncias (corpo de fundo) foi superior no controle com 1 mL e médias entre $0,6$ e $0,8 \text{ mL}$ para os méis de *T. angustula*, *T. pallens* e *L. limao*. O conteúdo de açúcares livres expressos em °Brix foi superior para o mel de *T. pallens* 86% e menor teor para *L. limao* com 77% , onde todos apresentaram diferença estatística comparados ao controle. SIA% apresentou maior média para *T. pallens* com $0,1$ onde não houve diferença entre as amostras controle e *T. angustula* e *L. limao*. A atividade de água apresentou diferença estatística para as três amostras mais controle, com maior a_w para controle. A capacidade de redução do DPPH apresentou ser mais reativo para o mel controle, no entanto, entre as amostras de méis de abelhas indígenas *L. limao* obteve maior capacidade de redução com 44% (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos de méis de *Apis mellifera* (controle), *Tetragonisca angustula* (1), *Trigona pallens* (2) e *Lestrimelitta limao* (3), coletados em área urbana de Rio Verde, Sudoeste de Goiás, Brasil.

Amostra	HMF mg kg de mel ⁻¹	Reação de Jagerschmidt	Reação de Lund (mL)	°Brix	Sólidos insolúveis (%)	Atividade de água a_w	DPPH (%)
Con	$5,32 \pm 0,08\text{a}$	-	$1,50 \pm 0,17\text{a}$	$81,5 \pm 0,09\text{b}$	$0,09 \pm 0,06\text{b}$	$0,66 \pm 0,08\text{a}$	$61,07 \pm 1,86\text{a}$
1	$0,53 \pm 0,04\text{d}$	-	$0,65 \pm 0,07\text{d}$	$75,0 \pm 0,04\text{d}$	$0,08 \pm 0,00\text{b}$	$0,51 \pm 0,01\text{d}$	$42,19 \pm 0,90\text{c}$
2	$0,88 \pm 0,06\text{c}$	-	$0,85 \pm 0,05\text{b}$	$86,3 \pm 0,05\text{a}$	$0,10 \pm 0,04\text{a}$	$0,53 \pm 0,01\text{c}$	$38,07 \pm 0,56\text{d}$
3	$0,70 \pm 0,10\text{b}$	-	$0,70 \pm 0,00\text{c}$	$77,4 \pm 0,03\text{c}$	$0,07 \pm 0,05\text{bc}$	$0,59 \pm 0,05\text{b}$	$44,84 \pm 1,33\text{b}$

Nota: Con: Controle mel de *Apis mellifera*. (-) ensaio com resposta negativa. Médias seguidas pela mesma letra não diferem $p > 0,05$ entre si pelo teste de Tukey na mesma coluna. Fonte: Autores, 2023.

4. Discussão

Existem padrões para o controle de qualidade de méis de meliponíneos, e Vit (2004), propôs por diferenciação

em três gêneros (*Melipona*, *Scaptotrigona* e *Trigona*) para qualificar os parâmetros de qualidade desse produto de Apidae. Alguns Estados do Brasil, possuem regulamentações para a atividade de meliponicultura, no Estado de Goiás, está vigente a Resolução nº 007/2017 – CESMARH (Resolução estadual (*Ad referendum*) (Barbieri-Júnior, 2018), embora ainda não apresentem padrões de qualidade com teores (mínimo e máximo) para mel de abelhas sem ferrão.

As características organolépticas influenciam o consumidor na hora de adquirir o mel. E com isso, há diversos traços em que um consumidor exigente busca ao adquirir produtos de origem Apidae. No entanto, méis sofrem variação em suas características organolépticas, e isso, se deve a peculiaridades sobre quais floradas e espécies vegetais, esses insetos sociais visitam ou têm preferências. Outros pontos como tipo de solo, época de colheita e clima influenciam sobre a qualidade do produto (Silva et al., 2018).

Nossos achados para méis de *T. pallens* e *L. limao* são os primeiros relatos para ambas as espécies, visto que, por serem espécies de Apidae de pequeno porte, o mel em volume é inferior ao de *A. mellifera*, e isso, inviabiliza sua comercialização em larga escala. Não diferente para *T. angustula*, abelha de pequeno porte que produz quantidades também reduzidas de mel, não sendo viável sua comercialização para uso comercial e sim, para uso medicinal. Nossos resultados são similares ao de Sousa (2008), Anacleto et al. (2009) e Silva et al. (2018) quanto a quantidade de mel produzida para esses importantes insetos polinizadores.

Nossos parâmetros físico-químicos e de atividade biológica apresentam resultados variáveis, quando comparados aos estudos na literatura para abelhas sem ferrão. O TU% para nosso controle foi superior ao observado por Santos et al. (2014) para *A. mellifera* igual a 18,12 TU%. No entanto, para mel de *T. angustula*, nosso achado foi similar ao obtido por Santos et al. (2023) para a mesma espécie, entre 23,18 e 25,54 TU%. Souza et al. (2004) encontraram para o mel de *Melipona asilvai* espécie de abelha sem ferrão TU% igual a 29,49. Cortopassi-Laurino & Gelli (1991) apontam valores médios entre 18 a 36% de umidade para méis de abelhas sem ferrão para o Brasil, o mesmo é discutido no estudo de Souza et al. (2006), com diferentes amostras de méis de meliponíneos brasileiros onde houve uma variação entre 19,9 e 41,9% no teor de base úmida (b.a%). Com isso, o mel de *T. angustula* apresentou resultado superior onde o valor máximo preconizado é de 20% para lei vigente, no entanto, esse valor é para mel de *A. mellifera*. Villas-Bôas & Malaspina (2005) discutem que, para méis de meliponíneos o limite máximo de TU é de 35%, logo, todos os méis avaliados em nosso experimento estão dentro do padrão permitido.

Os minerais expressos em cinzas, teor de cinzas (TCZ%) estão conforme o padrão permitido pelas leis do Brasil que regem amostras de mel de *A. mellifera* igual a 0,6%, bem como, para nossas amostras de méis de abelhas sem ferrão. De acordo com Pamplona (1989) quando comparado o teor de cinzas entre o mel de *A. mellifera* e meliponíneos, esse pesquisador sugere que os valores são entre 2 e 3 vezes superior as amostras de gêneros de abelhas indígenas, fato esse, não confirmado em nossos achados para as três espécies de abelhas sem ferrão e pela literatura, onde Santos et al. (2023), obtiveram resultados entre 0,11 e 0,25% de TCZ%; Anacleto et al. (2009) descrevem média de 0,39% para mel de *T. angustula*, e Carvalho et al. (2006) para méis de diferentes espécies de meliponíneos, variação entre 0,04 e 0,50% de TCZ%.

O teor de acidez titulável e pH de nossos achados encontram-se dentro dos valores observados para mel de *A. mellifera* e méis de abelhas sem ferrão. Anacleto et al. (2009) encontraram acidez titulável para méis de *T. angustula* entre 3,2 e 4,8 e de 30,0 e 90,0 meq. kg⁻¹, respectivamente. Para maior abrangência dos nossos resultados, Souza et al. (2004) e Souza et al. (2006) encontraram valores entre 3,27, 3,15 e 4,66 para pH e de 41,64, 5,9 e 109,0 meq.kg⁻¹ para acidez titulável em estudos com *M. asilvai* e com 152 amostras de méis de diversas espécies de meliponíneos provenientes de oito países do continente Americano, respectivamente. Conforme a lei vigente, não há valores preconizados para pH, no entanto, há valores específicos para acidez titulável que estabelece resultado igual e máximo de 50 meq.kg⁻¹ para *A. mellifera*, e para meliponíneos brasileiros, valor máximo de 80 meq.kg⁻¹, estando os nossos resultados dentro dos padrões legais para méis tanto para o controle quanto para as três espécies de abelhas sem ferrões.

A cor é um dos parâmetros observados pelos consumidores ao adquirirem méis no comércio. Nossos registros demonstraram diversidade sobre a variedade de cores. Santos et al. (2023) para cinco amostras de méis de uma região no Estado de Goiás, Brasil, obtiveram coloração predominante âmbar para méis de *T. angustula*. Anacleto et al. (2009) obtiveram para 50% de amostras de méis de *T. angustula* coloração âmbar, embora, tenham registrado coloração tendendo ao âmbar-extra-claro. Iwama (1977) encontrou para amostras da mesma espécie de meliponíneo méis com coloração variando entre incolor a castanho-escuro, enquanto a coloração âmbar-claro predominou entre os méis nos estudos de Cavalcante et al. (2006), Azeredo et al. (2000) e Pamplona (1989).

Para o teste lugol, nossas amostras apresentaram resultados negativos, o que já era esperado para amostras de

méis *in natura* de abelhas indígenas coletadas em área de mata preservada e sem interferência antrópica, embora as colmeias estejam em área urbana. Conforme descrito por Santos et al. (2023), méis que apresentam adição de amido, apresentarão reação positiva para o reagente de lugol, que sugere méis adulterados. Ainda nesse estudo, para cinco amostras de méis de *T. angustula*, os resultados foram negativos. Dias et al. (2009) avaliando diferentes amostras de méis constataram que seis amostras avaliadas apresentaram reação positiva para o reagente de lugol, sugerindo que as amostras de méis comerciais adquiridos principalmente de *A. mellifera* foram adulterados.

Os teores de AR% ficaram acima de 50% para todas as três amostras de méis de meliponíneos em nosso estudo. Anacleto et al. (2009) encontraram média de AR% para méis de *T. angustula* de 56,46% estando acima de nossos achados para a mesma espécie. Carvalho et al. (2006) obtiveram variação entre 42,55 e 55,61% para AR%, Souza et al. (2004) de 68,89 AR% para mel de *M. asilvai*, e Rodrigues et al. (1998) encontraram para *T. angustula* AR% de 58,19. Conforme norma vigente por Brasil (2000), méis de *A. mellifera* devem apresentar valor mínimo de 65% para AR%, embora para abelhas sem ferrão, os valores sugeridos são de no mínimo 50% para AR% (Villas-Bôas; Malaspina, 2005).

A condutividade elétrica foi superior para o mel de *T. angustula*. Esse resultado é superior ao estudo de Santos et al. (2023) com cinco colônias de *T. angustula* em uma mesma região de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil, onde houve uma variação entre 173,9 e 189,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Por se tratar de um produto natural, é necessário que haja parâmetros para cada espécie de abelhas sem ferrão, pois há uma variação muito grande entre os resultados, como pode ser constatado por Cavalcante et al. (2006) onde encontraram resultado médio de 264,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para méis de *M. scutellaris*. Resultados próximos foram também observados para mel de *M. mandacaiá* com valor médio de 294,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no estudo de Oliveira et al. (2006) e 362,86 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para *M. asilvai* por Souza et al. (2004). Anacleto et al. (2009) e Souza et al. (2006) verificaram resultados superiores aos nossos e da literatura, para *T. angustula* com médias de 1337,2 e 1362,6 $\mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente. Esse parâmetro não possui valores específicos para as normas vigentes para *A. mellifera* e tão pouco para abelhas indígenas.

O conteúdo de HMF em nosso estudo, estão dentro dos valores encontrados na literatura, em especial para *T. angustula*. Anacleto et al. (2009) encontraram média de 9,39 mg kg^{-1} , 0,17 a 28,06 mg kg^{-1} para méis de *M. subnitida* por Camargo et al. (2006), 3,14 a 6,64 mg kg^{-1} para méis de diferentes espécies de abelhas sem ferrão por Carvalho et al. (2006); 2,44 mg kg^{-1} para *M. silvai* por Souza et al. (2004) e 0,4 a 31,6 mg kg^{-1} para Meliponini e de 4,2 a 20,4 mg kg^{-1} para *Trigonini* por Vit et al. (1998). Ao comparar nossos resultados com a literatura, estes, estão em conformidade com o limite máximo de HMF que é de 60,0 mg kg^{-1} , e o mesmo ocorre com o parâmetro de HMF para meliponíneos do Brasil com o máximo de 40,0 mg kg^{-1} (Villas-Bôas; Malaspina, 2005).

Reação de Jagerschmidt foi negativo para as nossas amostras de méis de abelhas sem ferrão, e em, nosso controle de mel de *A. mellifera*. Essa reação quando positiva, indica a adulteração de mel com açúcares comerciais conforme descrito por Santos et al. (2023) e Silva et al. (2018), e para reação de lund, nossos valores apresentam alta qualidade, e isso se deve aos valores estarem dentro dos padrões e normativas para qualidade de méis comercializáveis, nesse sentido, para mel de *A. mellifera*. Dias et al. (2009) avaliaram amostras de méis adquiridos no Estado do Paraná, Brasil, com resultados de até 5 mL de corpo de fundo, devido a reação entre a amostra de mel e o ácido tânico, um importante alcaloide que reage a substâncias albuminóides, componentes normais no mel que são facilmente precipitáveis na presença desse ácido. Normativas técnicas apresentam valor mínimo e máximo de 0,6 e 3 mL para mel de *A. mellifera*, acima dessa faixa, méis sugerem adulterações (Santos et al., 2023).

Os açúcares solúveis expressos em °Brix em nossos achados, foram superiores aos obtidos por Santos et al. (2023) para méis de *T. angustula* que variaram entre 67,1 e 69,0 °Brix, e para SIA% nossos valores condizem com os estudos na literatura, em especial, para esse mesmo trabalho desenvolvido por Santos e colaboradores em 2023, com variação entre 0,04 e 0,09.

Os valores de a_w verificados nos méis em neste estudo, apresentam resultados similares ao da literatura com média de 0,66 a_w para *T. angustula* (Anacleto et al., 2009), embora que Almeida-Muradian et al. (2007) tenham encontrado resultados entre 0,74 e 0,76 a_w para o gênero *Melipona*. Nossas amostras de méis controle, *T. angustula*, *T. pallens* e *L. limao* estão dentro dos padrões para a legislação vigente, mesmo que, não haja parâmetro para a atividade de água e sugestões de limites para abelhas sem ferrão para o Brasil (Anacleto et al., 2009).

A atividade antioxidante é dada pela ação de uma solução com características de reduzir um agente oxidante, onde muitas das vezes, esse oxidante possui ação deletéria em biomoléculas. Os méis em nosso estudo

demonstraram boa capacidade de reduzir o radical livre DPPH. Resultados esses promissores, podem ser comparados ao estudo de Santos et al. (2023) com méis de *T. angustula* onde os pesquisadores encontraram atividade redutora entre 45,31 e 61,26% sobre o radical DPPH. No estudo de Gomes et al. (2017) os pesquisadores encontraram resultado de 70,51% para a redução do radical livre DPPH para méis coletados no Estado do Pará, Brasil em especial para *M. compressipes* var. *manausensis* e *M. seminigra* e *A. mellifera*. Para comparação entre espécie, Lopes (2013) encontrou atividade de redução do DPPH de 252,90 mg mL⁻¹ expresso em EC₅₀ em méis coletados no Estado do Paraná, Brasil.

Finalizamos com o discurso que, as diversas espécies de meliponíneos produtores de mel apresentam uma grande variabilidade nos parâmetros físico-químicos entre os méis, onde deixa claro que, a definição e ou padronização desses méis deve ser por espécie. Nesse mesmo pensamento, Souza et al. (2004) faz o mesmo discurso em seus resultados avaliando mel de abelha sem ferrão *M. asilvai* no Estado da Bahia, Brasil.

5. Conclusões

As amostras de méis de abelhas indígenas *Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens* e *Lestrimelitta limao* apresentam valores adequados para o consumo humano, o que possibilita a exploração desse produto de Apidae por comunidades rurais e urbanas, embora em pequena quantidade para uso estritamente medicinal. Parâmetros como pH baixo e elevada acidez titulável total encontrada nos méis avaliados, são alguns dos principais fatores que aumentam a vida útil do mel na prateleira, pois apresentam condições desfavoráveis para proliferação de fungos e bolores.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao apicultor e meliponicultor Sr. Almeida Menezes, C., que cria espécies de abelhas miliponíneas (*Tetragonisca angustula*, *Trigona pallens*, *Lestrimelitta limao*, *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* var. *anthidioides* e *Nannotrigona testaceicornis*) em sua residência e chácara, e *Apis mellifera* em sua chácara para produção de mel e preservação de espécies de abelhas sem ferrão indígenas; ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil; ao Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil, e ao Laboratório de Química Tecnológica do Departamento de Agroquímica dessa instituição de ensino técnico, superior e de pós-graduação.

7. Contribuições dos autores

João Carlos Tomaz Lico: orientado, coleta dos méis, armazenamento, análises laboratoriais, desenvolvimento do projeto, correções, escrita e defesa do manuscrito. *Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*: coorientador, coleta dos méis, análises laboratoriais, padronização de soluções, compra de reagentes, análise estatística, escrita e correção gramatical e científica do estudo final. *Wendel Cruvinel Souza*: análise da escrita científica. *Aparecida Sofia Taques*: análise do manuscrito final. *Ivan Alves*: análise do manuscrito final. *Carlos Frederico de Souza Castro*: correções em soluções padrões, responsável pelo laboratório onde as análises foram realizadas, busca de verbas para compra de vidrarias, reagentes, soluções e equipamentos. *Matheus Vinícius Abadia Ventura*: orientador, análise estatística, escrita e correção científica e gramatical do estudo, submissão e publicação do manuscrito.

8. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

9. Aprovação ética

Não aplicável.

10. Referências

Alves, R. M. O., Carvalho, C. A. L., Souza, B. A. (2006). Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae). *Acta Scientiarum Biological*, 28(1), 65-70. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115870011>

- Alves, D. J. (2011). *Análise genética de populações naturais de Polybia paulista Ihering, 1896 (Hymenoptera: Epiponini)*. Tese de Doutorado em Genética e melhoramento, pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil, 64 p.
- Alves, D. F. S., Júnior, F. C. C., Cabral, P. P. A. C., Júnior, R. M. O., Rego, A. C. M., & Medeiros, A. C. (2008). Efeitos da aplicação tópica do mel de *Melipona subnitida* em feridas infectadas de ratos. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias*, 35(3), 188-193. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912008000300010>
- Alves, R. M. O., Carvalho, C. A. L., Souza, B. A., Sodré, G. S., & Marchini, L. C. (2005). Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae)¹. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 644-650. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400004>
- 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). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(3), 535-541. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300013>
- 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.
- Barth, O. M. (2004). Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen leads of bees. *Scientia Agricola*, 61(3), 342-350. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000300018>
- Barreto, C. F., Freitas, A. S., Vilela, C. G., Baptista-Neto, J. A., & Barth, O. M. (2013). Grãos de pólen de sedimentos superficiais da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 36(1), 32-54.
- Barth, O. M. (1989). *O pólen no mel brasileiro*. Rio de Janeiro, Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz, Ed., Online, 2009), 150 p.
- Brasil. (2000). Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa 11. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial, 20 de outubro de 2000. Disponível em: http://www.engetecno.com.br/legislacao/mel_mel_rtfiq.htm. Acesso em: 26 jan. 2023.
- Caldas, M. J. M., Silva, I. P., Machado, C. S., Carvalho, C. A. L., & Sodré, G. S. (2020). Qualidade e perfil antimicrobiano do mel de *Melipona asilvai*. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 32760-32768. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-646>
- Campos, G., & Modesta, R. C. D. (2000). Diferenças sensoriais entre mel floral e me de melato. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 59(1-2), 7-14.
- Carvalho, C. A. L., (2005). *Mel de abelha sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química*. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, SEAGRI-BA.
- Correa-Trigoso, D. E., Medina, M. E. C., & Meneses, I. A. (2017). Los coprolitos de ratones como indicadores paleoambientales y paleodietario en el sitio Huaca Ventarrón, Lambayeque, Perú. *Anales de Antropología*, 1-11. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia/article/view/61987>
- Crane, E. (1985). *O livro do mel*. 2ª Edição, São Paulo, Nobel, 226 p.
- Cruz-Garcia, C. H., Hoffmann, F. L., Sakanaka, L. S., & Vinturim, T. M. (1999). Determinação da qualidade do mel. *Revista Alimentos e Nutrição*, 10, 23-35.
- 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>
- Domingues, H. A. (2017). *Palinotaxonomia de espécies brasileiras de Aeschynomene L. e de espécies sul-americanas de Tephrosia Pers. (Fabaceae – Papilionoideae)*. Dissertação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, SP, 103 p. https://smastr16.blob.core.windows.net/pgibt/2018/04/higor_antonio_domingues_ms.pdf
- 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>
- Filipe, 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, CEDER, Escola Superior Agrária, 25 de novembro, 1-2 p. <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>
- Gomes, V. V., Dourado, G. S., Costa, S. C., Lima, A. K. O., Silva, D. S., Bandeira, A. M. P., 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>
- Imperatriz-Fonseca, V. L., Kleinert-Giovannini, A., Cortopassi-Laurino, M., & Ramalho, M. (1984). Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula* angustula Latreille, (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo*, 8, 115-131. <https://doi.org/10.11606/issn.2526-3358.bolzoo.1984.122174>
- Kerr, E. W., Carvalho, G. A., & Nascimento, V. A. (1996). *Abelha urucu: 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. (2019). *Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha jataí (Tetragonisca angustula) proveniente de diferentes regiões do estado do Paraná*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil, 62 f. <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4080>
- Lopes, A. E. P., Souza, T. E., Pedrão, M. R., & Dias, L. F. (2019). Caracterização físico-química do mel da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 13(1), 2715-2729. <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/6947/6000#>
- 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 urucu cinzento 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 taxonomia das 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>
- Modro, A. F. H., Marchini, L. C., Moreti, A. C. C. C. (2011). Origem botânica de cargas de pólen de colmeias de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. *Ciência Rural*, 41(11), 1944-1951. <https://www.scielo.br/j/cr/a/ZkkTzCQprgqc4pZGTVSvt3v/?lang=pt&format=pdf>
- Moreti, A. C. C. C., Fonseca, T. C., Rodriguez, A. P. M., Monteiro-Hara, A. C. B. A., & Barth, O. M. (2007).

- Pólen das principais plantas da família Fabaceae com aptidão forrageira e interesse apícola. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(supl. 2), 396-398. <https://rcpol.org.br/wp-content/uploads/2016/07/89-Moreti-et-al.-2007-P%C3%B3len-das-Principais-Plantas-da-Fam%C3%ADlia-Fabaceae.pdf>
- 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>
- 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. relacionadas 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>
- Nemésio, A., Seixas, D. P., & Rasmussen, C. (2013). *Trigona pallens* (Fabricius, 1798) (Hymenoptera: Apidae) strongly attracted to vanillin in northeastern Peru. *Brazilian Journal of Biology*, 73(3), 677-678. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000300031>
- Nogueira-Neto, P. (1997). *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Editora Nogueirapis.
- Oliveira, P. S., Müller, R. C. S., Dantas, K. G. F., Alves, C. N., Vasconcelos M. A. M., & Venturieri, G. C. (2012). Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. *Química Nova*, 35(9), 1728-1732. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000900005>
- Rcpol. (2023). *Rede de catálogos polínicos online*. Palinoecologia. Rutaceae: *Citrus x latifolia* (Yu. Tanaka) Yu. Tanaka. Disponível em <http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-BR:Citrus%20%C3%97%20latifolia> Acesso em 08 de Fev. de 2023.
- 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>
- 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 do mel. 1ª Ed., Montes Claros, Edição Independente, 25 p., 2020.
- Santos, R. B., Menezes Filho, A. C. P., Castro, C. F. S., & Ventura, M. V. A. (2023). Qualidade do mel de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 em área nativa da região Sudoeste, Estado de Goiás, Brasil. *Brazilian Journal of Science*, 2(6), 1-11. <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i6.295>
- Santos, D. C., Moreira, A. S., Oliveira, E. N. A., Santos, Y. M. G. (2014). Elaboração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*¹. *Revista Caatinga*, 27(4), 216-225. <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3092>
- Sbf. (2023). Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Análise de mel. Disponível em http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/analise_mel.html Acesso em 19 jan. 2023.
- Silva, M. G. C., Figueira, P. T., Hosheid, 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. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/909977/site-278-279-68-73.pdf>
- Souza, C. F., Alves, L. R. P., Tulini, 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>
- 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>
- 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.
- Souza, B. A., Carvalho, C. A. L., Sodré, 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>
- 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.unibrazil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2407>
- Vit, P., Medina, M., & Enriquez, M. E. (2004). Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee Word*, 85(1), 2-5.
- 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>
- White, J. W. (1979). Spectrophotometric method for hydroxymethylfurfural in honey. *Journal of AOAC International*, 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/>).