

## Qualidade do mel de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 em área nativa da região Sudoeste, Estado de Goiás, Brasil

Raiane Borges dos Santos<sup>1</sup>, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho<sup>2</sup>, Carlos Frederico de Souza Castro<sup>2</sup> & Matheus Vinícius Abadia Ventura<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, 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: Fevereiro 05, 2023

Publicado: Junho 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i6.295

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i6.295>

### Resumo

Abelhas sem ferrão como *Tetragonisca angustula* também são produtoras de mel. Esse estudo teve por objetivo avaliar a qualidade de méis de colônias de *T. angustula* coletados em área de preservação permanente localizado no município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil. Foram coletados méis em 5 colônias de *T. angustula*. Os méis foram avaliados tanto qualitativamente quanto quantitativamente por protocolos padronizados por (Brasil, 2000), além da análise sensorial e conteúdo polínico. Os méis das cinco colônias de *T. angustula* apresentaram grande morfologia e tipos de poléns, em diversas famílias vegetais, além da qualidade sensorial, qualitativa e quantitativa equiparáveis a outros estudos com méis dessa espécie de Apidae. Esse estudo demonstrou que na área avaliada em uma região no Estado de Goiás, *T. angustula* apresenta mel de alta qualidade, embora a quantidade seja baixa para inúmeras espécies de abelhas sem ferrão, ainda nossos achados, estes fortalecem a necessidade de normativas específicas para qualidade de méis de meliponíneos tanto para normas brasileiras quanto internacionais.

**Palavras-chave:** gênero *Tetragonisca*, abelhas sem ferrão, açúcares em mel, açúcares, abelha jataí.

## Quality of honey from *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 in a native area of the Southwest region, Goiás State, Brazil

### Abstract

Stingless bees like *Tetragonisca angustula* are also honey producers. This study aimed to evaluate the quality of honey from *T. angustula* colonies collected in a permanent preservation area located in the municipality of Rio Verde, State of Goiás, Brazil. Honeys were collected from 5 colonies of *T. angustula*. The honeys were evaluated both qualitatively and quantitatively by protocols standardized by (Brasil, 2000), in addition to sensory analysis and pollen content. The honeys from the five colonies of *T. angustula* showed great morphology and types of pollens, in several plant families, in addition to sensory, qualitative, and quantitative quality comparable to other studies with honeys of this species of Apidae. This study demonstrated that in the evaluated area in a region in the State of Goiás, *T. angustula* presents high quality honey, although the quantity is low for numerous species of stingless bees, yet our findings, these strengthen the need for specific regulations for quality of meliponine honeys for both Brazilian and international standards.

**Keywords:** *Tetragonisca* genus, stingless bees, honey sugars, sugars, jataí bee.

### 1. Introdução

O mel pode ser obtido não apenas de abelhas com ferrão, ex: *Apis mellifera*, mas também de abelhas sem ferrão. No entanto, o volume de mel é inferior. As abelhas meliponíneas abrangem uma grande se não uma superfamília conhecida por Apoidea, com inúmeros indivíduos distribuídos principalmente no território brasileiro sendo algumas conhecidas por borá (*Tetragona claviceps*), jataí (*Tetragonisca angustula*), jandaíra (*Melipona*

*subnitida*), mandacaiá (*Melipona quadrifasciata*), mirins (*Plebeia* sp.) e urucu nordestina (*Meliponascutellaris* sp.) (Souza et al. (2019).

*Tetragonisca angustula* Latreille é uma espécie de abelha indígena pertencente ao grupo dos Hymenopteras, Apidae e Meliponinae, que não possui ferrão. São abelhas de porte reduzido quando comparada a *A. mellifera*, sendo conhecidas popularmente por abelhas-jataí, onde apresentam distribuição por todo o território brasileiro, em especial nos Estados de Goiás, Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (Imperatriz-Fonseca et al., 1984; Nogueira-Neto, 1997; Fuenmayor et al., 2012). Morfológicamente, apresentam pequeno porte, com cor dourada, hábitos de nidificação bastante diversificados, ocupando ocos de troncos, muros de pedra, mourões de cerca, dentre outros locais onde contrõem suas colônias.

Os meliponíneos inclusive *T. angustula*, se encontram ameaçadas de extinção devido às alterações em seus ambientes naturais, causados principalmente pela ação antropogênica como (desmatamentos, incêndios e uso de pesticidas), bem como, ação predatória de meleiros ilegais. Abelhas sem ferrão, apresentam alta taxa de polinização entre 40 e 90% para as espécies vegetais nativas, sendo que, somente 10% são representados por abelhas solitárias, borboletas, coleópteros, morcegos, aves, alguns mamíferos, bem como, gotículas d'água, pelo vento e por abelhas europeias (*Apis* sp.) e africanizadas (esta última, abelhas africanas que modificaram geneticamente colônias de *Apis mellifera* puras, em especial no Brasil) (Kerr et al., 1996; Lopes, 2015).

De acordo com Souza et al. (2019), o mel é definido como alimento proveniente de abelhas melíferas, que utilizam o néctar das florações ou secreções florais e excreções de insetos sugadores de plantas que as abelhas recolhem, transformam e combinam com substâncias específicas próprias, maturando em favos na colmeia (melgueiras) conhecido por mel de melato. O mel apresenta composição bem diversificada, isso se deve a composição do néctar de espécies vegetais produtoras de flores em que as abelhas apresentam maior o menor aptidão de busca e coleta. Sabe-se que, as condições edafo-climáticas e o manejo das colônias pelos apicultores apresentam baixa influência quanto a qualidade do produto (Anacleto et al., 2009).

Como discutido, os meliponíneos produzem baixo conteúdo de mel, embora essa característica, seja negativa pela produção em escala comercial. Por outro lado, apresenta pontos positivos, entre eles, a produção de um produto diferenciado com alta qualidade quando comparado ao mel de *A. mellifera*, pela doçura, fino, suave, levemente azedo e aroma inigualáveis, que difere dos outros méis, sendo assim, um produto exótico de alto preço (Carvalho et al., 2005). Morgado et al. (2011) complementa ainda que as abelhas *T. angustula* apreciam pólenes coloridos, onde ainda nesse estudo, foi verificado que as colônias apresentaram preferências por grãos de pólen de cor clara como creme (n = 6253, amarelo (n = 5369 e abóbora (n = 2199) que contribuíram nas identificações de alguns tipos polínicos em dominância neste e em nosso estudo.

Visto isso, por se tratar de um produto comercial, o mel tanto de *A. mellifera* quanto de *T. angustula* dentre outras espécies de Apidae, deve apresentar padrões de qualidade, no entanto, os meliponíneos ainda não estão incluídos nas normativas como a Instrução Normativa 11, de 20 de Outubro de 2000 (Brasil, 2000), que regulamente a padronização sobre a qualidade de méis comercializados. Essa normativa específica padrões de qualidade unicamente para méis advindos de *A. mellifera* esta, por ser uma espécie que produz em larga escala méis de boa qualidade com pequena variação em todo ano, e com menor produção, no período de estiagem (Azeredo et al., 2000).

Embora as espécies de abelhas sem ferrão produzem mel superior ao de *A. mellifera* em qualidade, estes ainda não apresentam normas padrões de qualidade, estando assim, sempre comparados as normativas para *Apis*. Diversas análises sensoriais, polínicas e físico-químicas são realizadas para assim, garantir um produto de alta qualidade e livre de adulterações, fornecendo ao consumidor exigente um produto com qualidade de exportação (Anacleto et al., 2009).

Diversos estudos com produtos advindos de abelhas sem ferrão, já foram desenvolvidos, embora ainda careça de informações, pois se trata de insetos com gostos peculiares bem variáveis. No Estado de Goiás, ainda se conhece pouco sobre as colônias de *T. angustula* e suas preferências, bem como a qualidade de seus méis, própolis, ceras e pólen. Sendo assim, necessário investimentos em pesquisas para abranger maior conhecimento científico sobre essa espécie, podendo assim, comparar com outras colônias de *T. angustula* de outros estados brasileiros.

Este estudo teve por finalidade, avaliar a qualidade do mel de colônias de *Tetragonisca angustula* em uma área de preservação permanente localizada em uma propriedade rural no município de Rio Verde, no Sudoeste do Estado de Goiás, Brasil.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de coleta

Foram coletadas 5 amostras de méis entre o período de Fevereiro de 2022 a Fevereiro de 2023, obtidas de colméias de *T. angustula*. As amostras são provenientes de uma única área de proteção permanente (APP) localizada em uma unidade rural, Fazenda Antônio Menezes & Filhos, localizado no município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil, com as seguintes coordenadas geográficas ( 17°42'59.6''S e 50°53'28.3W).

### 2.2 Coleta dos méis

Os méis de *T. agunstula*, foram colhidos furando-se os alvéolos das melgueiras. O mel foi coletado com auxílio de uma serinha e posteriormente filtrados para retirada de sujidades. As amostras de méis foram mantidas em Vails de 15 mL esterilizados e mantidos sob refrigeração a -8 °C em caixa térmica. Ao todo, foram coletados entre 30 e 70 g de mel por colméia.

### 2.3 Características organolépticas

Os parâmetros organolépticos dos méis, foram avaliados conforme decreto 12342 de 27 de Setembro de 1978, onde se avalia o aspecto: líquido denso, viscoso, translúcido ou parcialmente cristalino; cor levemente amarelada ou castanho-escuro; odor próprio, e sabor próprio e doce (Sbf, 2023).

### 2.4 Análise microscópica do mel

Alíquota de 10 mL de mel foi diluída em 20 mL de água destilada em um tubo cônico de 50 mL. O tubo foi então centrifugado a 2000 rpm por 5 min e o sobrenadante descartado. O sedimento foi coletado com auxílio de uma espátula e transferido para lâminas e lamínula para microscopia óptica, microscópio S1 PZO-Labimex (Metrimpex, Poland). O tipo polínico encontrado nas amostras de méis de *T. angustula* foram comparadas conforme morfologia do pólen por família botânica da região de cada colmeia conforme descrito por Royo et al. (1975) e Moreti et al. (2000).

### 2.5 Análises físico-químicas

O teor de umidade foi determinado conforme descrito por IAL (2008) pelo método gravimétrico, onde uma alíquota de 1 g de mel foi transferido para cadinho previamente calcinado. A amostra foi mantida em estufa com circulação de ar forçada a 105 °C por 3 h. O resultado obtido, foi expresso em percentagem (%). O teor de cinzas foi determinado conforme descrito por Gomes et al. (2017). Alíquota contendo 1 g de mel, foi transferida para cadinho previamente calcinado, onde em seguida, foi transferido para forno tipo mufla a 600 °C por 3 h. O resultado foi expresso em percentagem (%) de minerais. O pH foi determinado a partir de uma diluição em água destilada 1:10 (v/v), e em seguida, a amostra foi lida em pHmetro digital. A cor foi determinada a partir de uma alíquota de 5 mL dissolvida em água destilada na proporção de 1:2 (v/v). A solução foi transferida para cubeta de vidro óptico e lida por absorvância (Abs) em espectrofotômetro UV-Vis (Belphotonics, Mod. M-51, Itália) a 635 nm. A cor for determinada a partir da escala de Pfund, e os dados de Abs foram transformados conforme equação 1.

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

Onde:  $\text{Abs}_{635}$  é a absorvância 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 descrito por Filipe et al. (2015).

Alíquota de 1 mL de mel foi transferida para tudo de ensaios, onde foi determinado o teste de lugol. Após transferência da amostra, foi adicionado ao tudo 0,500 mL de solução de lugol 5% (m/v). Este método colorimétrico, caso positivo apresenta coloração violeta ou azul (Gomes et al., 2017).

O conteúdo de açúcares redutores foi obtido a partir de uma solução contendo 2 mL de solução de glicose líquiforme 133-1/500 linearidade de 500 mg dL<sup>-1</sup> (Centerkit, Labtest, Brasil), com 200 µL de cada solução aquosa de mel na porporção (1:2500, v/v). A mistura ficou sob repouso em temperatura de 25 °C com proteção luminosa por 30 min e, em seguida, foi lida em espectrofotômetro UV-Vis a 555 nm (Gomes et al., 2017). Para

quantificação do teor de açúcares, foi utilizado uma curva de glicose padrão com concentração variando entre (0,00; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) com  $R^2 = 0,9997$ . A condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) 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) adaptado.

A determinação do hidroximetilfurfural (HMF) foi determinado pelo método espectrofotométrico UV-Vis, conforme descrito por White (1979) adaptado por Evangelista-Rodrigues et al. (2005). Alíquota contendo 5 g de mel foi transferida para balão volumétrico de 50 mL com um total de 25 mL de água. Em seguida, foi adicionado 0,50 mL da solução aquosa de Carrez I, a mistura foi homogeneizada manualmente, e em seguida, foi adicionado 0,50 mL da solução aquosa de Carrez II, e novamente homogeneizado manualmente, a mistura foi completada com água destilada. A mistura foi então filtrada em papel qualitativo, onde foi rejeitado os primeiros 10 mL do filtrado. Logo após, foi pipetado 5 mL do filtrado em tubo de ensaio, e 5 mL de uma solução aquosa de bissulfito concentração 0,20% (m/v). Após esse procedimento, o tubo de ensaios foi homogeneizado manualmente por 5 min e determinado a absorvância (Abs) da amostra contra a referência (branco) em espectrofotômetro UV-Vis (Belphotonics, Mod. M-51, Itália) utilizando cubeta de quartzo de campo único de 1 cm entre os comprimentos de ondas 284 e 336 nm. O resultado foi expresso em  $\text{mg kg}^{-1}$  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 determinação de fraude em mel, foi adotado a metodologia pela reação de Jagerschmidt, onde uma alíquota contendo 10 g de mel foi acrescida com 10 mL de acetona em um béquer sob agitação homogênea manual e constante por 25 s. Em seguida, a mistura foi transferida para funil de decantação, mantida sob repouso por 5 min. Após esse tempo, a primeira fase foi coletada em tudo de ensaios e adicionado igual volume de HCl concentrado e homogeneizar por 1 min. Após esse período, deixar esfriar até  $-8^\circ\text{C}$  em refrigerador e observar o aparecimento ou não de forte coloração violeta que indica a presença de açúcar comercial. Caso o mel seja *in natura*, surgirá uma leve coloração âmbar que se tornará violácea após 5 min (Sbf, 2023).

Foi realizado ensaio de reação de Lund, onde foi dissolvido 2 g de mel em 20 mL de água destilada. A mistura foi transferida para proveta volumétrica de 50 mL, onde em seguida, foi adicionado 5 mL de solução aquosa de ácido tânico concentração 5% (m/v) e em seguida, completou-se com 40 mL de água destilada. A proveta foi então homogeneizada com bastão de vidro e deixada em repouso por 24 h. Após esse período, foi lido o volume em mL do 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  $^\circ\text{Brix}$ , utilizando 5 gotas de mel em um refratômetro manual (RHB-82/ATC, Even, Brasil), com escala de percentual  $^\circ\text{Brix}$  entre 45-82%. Sólidos insolúveis em água (SIA) foi determinado conforme descrito por Evangelista-Rodrigues et al. (2005). Alíquota contendo 10 g de mel foi diluída em água destilada a  $80^\circ\text{C}$  com proporção (1:0,5, v/v) em cadinho previamente calcinado. Em seguida, a amostra foi lavada com água destilada a  $80^\circ\text{C}$  até ficar livre de açúcares. A amostra foi transferida para estufa com circulação de ar forçada a  $135^\circ\text{C}$  por 1 h. Após esse período, a amostra teve sua massa determinada em temperatura de  $25^\circ\text{C}$ . 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 determinada por meio de equipamento digital analisador de atividade de água Higropalm (Higropalm Mod. HP23-AW-A, Brasil), onde amostra contendo 15 g de mel foi utilizado no ensaio, conforme descrito por Decagon (2003) adaptado.

## 2.6 Atividade antioxidante DPPH

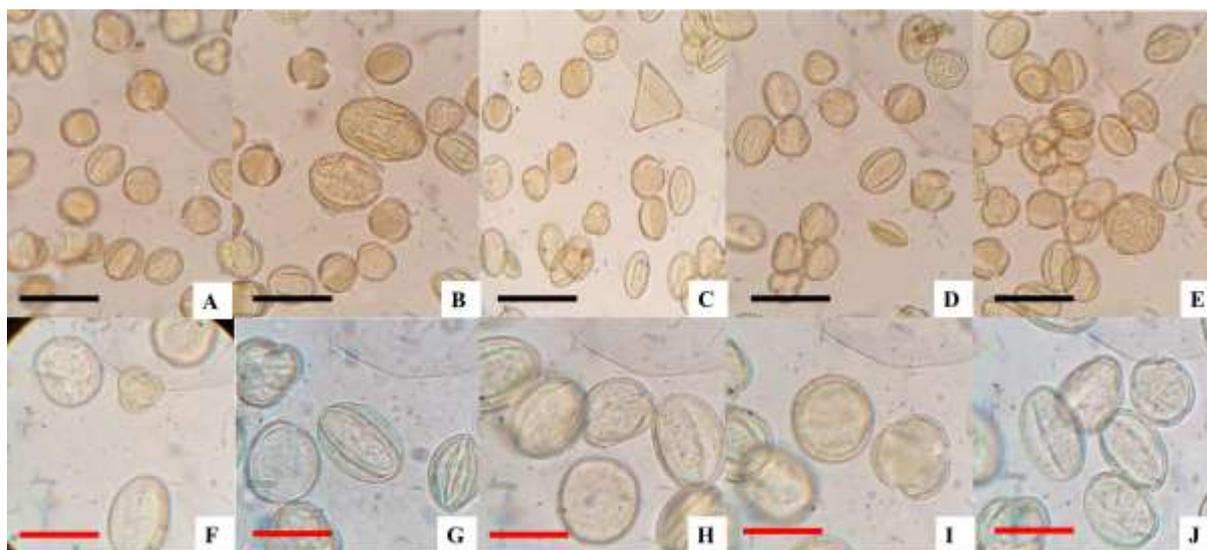
A redução do radical livre 2,2-Difenil-1-picril-hidraliza (DPPH) foi determinado conforme descrito por Zhang & Hamauzu (2004) e modificado por Gomes et al. (2017). Uma alíquota de mel foi diluída na proporção (1:5, v/v). Em seguida, uma alíquota contendo 0,4 mL desta solução foi diluída com 1,6 mL de etanol e, logo após, foi adicionado 0,2 mL de uma solução etanólica de DPPH concentração 1,2 mM  $\text{mL}^{-1}$ . A mistura foi deixada em descanso protegida da luz por 30 min com temperatura reduzida para  $20^\circ\text{C}$ . Após esse tempo, a amostra foi lida em espectrofotômetro UV-Vis (Belphotonics, Mod. M-51, Itália), em 555 nm. Como controle negativo, foi utilizado água destilada. A capacidade de redução do DPPH foi expresso em percentagem (%) de sequestro conforme equação 3.

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

### 3. Resultados

Os parâmetros organoléuticos foram: líquido levemente denso, viscoso, translúcido, cristalino após centrifugação; cor levemente amarelada e/ou castanho-claro; odor próprio, e sabor próprio e doce para as cinco amostras analisadas de meis de *T. angustula*.

Na análise polínica é possível verificar a presença das famílias de vegetais florísticos, Asteraceae (Figura 1, A, B, C, D e G) (Radaeski et al., 2016; Stanski et al., 2016); Fabaceae (Figura 1, A, C, D, E, G e H) (Moreti et al., 2007; Modro et al., 2011); Leguminosae – Papilionoideae, *Aeschynomene* L. (Figura 1, A, B, C, D, E, F, H e I), (Figura 1, I – *Aeschynomene montevidensis*), Figura 1 A, D e E – *Aeschynomene var. benthamii* = *Ae. benthamii* (Domingues, 2017); Myrtaceae (Figura 1, C) (Mendonça et al., 2008; Modro et al., 2011); Brassicaceae (Figura 1, B, C, D, E e G) (Modro et al., 2011); Salicaceae (Figura 1, A, B, C e E) (Modro et al., 2011); Araceae (Figura 1, A, B, C, E, H e J) (Modro et al., 2011); Ranunculaceae (Figura 1, E e H) (Correa-Trigoso et al., 2017); Malvaceae (Figura 1, B e C) (Correa-Trigoso et al., 2017); Anacardiaceae (Figura 1, C, E, H e J) (Barreto et al., 2013); *Mutisia coccínea* (Figura 1, D, E, G e H) (Radaeski et al., 2014), e *Citrus* sp. (Rutaceae) (Figura 1, A, C, e J) (Mendonça et al., 2008) foram descritas. Grão de amido foi visto nas micrografias (Figura 1, B, C, D, E e J).



**Figura 1.** Conteúdo polínico em cinco amostras de meigs de *Tetragonisca angustula* coletadas em uma área de Cerrado fisionomia cerradão no Sudoeste do Estado de Goiás, Brasil. Nota: Barras em cor preta (400 x) e barras em cor vermelha (1.500 x) por microscopia óptica. Fonte: Autores, 2022.

O TU% entre 23 e 25%, TCZ% entre 0,11 e 0,25%, pH entre 3 e 4, AR% entre 56 e 70%, condutividade elétrica entre 173 e 189  $\mu\text{S cm}^{-1}$  para as cinco amostras de meigs de *T. angustula* coletadas em uma mesma área de APP localizada no município de Rio Verde, Goiás, Brasil (Tabela 1).

O teor de HMF variou entre 0,39 e 0,86 mg kg mel<sup>-1</sup>, não foi observada reação de Jagerschmidt por se tratar de amostras de meigs puros, a reação de Lund variou entre 0,58 e 1,07, os sólidos solúveis expressos em °Brix variou entre 67 e 69 °Brix, sólidos insolúveis em água entre 0,04 e 0,09%, atividade de água entre 0,56 e 0,73  $a_w$  e a atividade de redução do radical livre DPPH entre 45 e 61% (Tabela 2).

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos de méis de abelha-jataí (*Tetragonisca angustula*) coletados na região do Sudoeste goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Amostra	TU%	TCZ%	pH	Cor	Teste de Lugol	Açúcares Redutores (%)	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
1	23,18 $\pm$ 0,11	0,11 $\pm$ 0,03	3,09 $\pm$ 0,03	Âmbar	-	67,31 $\pm$ 1,13	184,3 $\pm$ 0,07
2	25,54 $\pm$ 0,04	0,16 $\pm$ 0,05	4,11 $\pm$ 0,05	Âmbar	-	58,57 $\pm$ 0,95	180,1 $\pm$ 0,05
3	24,77 $\pm$ 0,12	0,18 $\pm$ 0,00	3,91 $\pm$ 0,03	Âmbar	-	69,14 $\pm$ 1,33	181,2 $\pm$ 0,04
4	23,86 $\pm$ 0,09	0,14 $\pm$ 0,04	3,87 $\pm$ 0,03	Âmbar	-	56,18 $\pm$ 1,17	173,9 $\pm$ 0,07
5	25,41 $\pm$ 0,06	0,25 $\pm$ 0,09	3,32 $\pm$ 0,04	Âmbar	-	70,09 $\pm$ 0,97	189,4 $\pm$ 0,05

Nota: (-) negativo. (+) positivo. Os resultados com desvio padrão, são uma média a partir de 3 réplicas para cada amostra de mel. Fonte: Autores, 2022.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos e atividade antioxidante de méis de abelha-jataí (*Tetragonisca angustula*) coletados na região do Sudoeste goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Amostra	HMF mg kg de mel <sup>-1</sup>	Reação de Jagerschmidt	Reação de Lund (mL)	°Brix	Sólidos insolúveis (%)	Atividade de água $a_w$	DPPH (%)
1	0,46 $\pm$ 0,03	-	0,58 $\pm$ 0,00	68,5 $\pm$ 0,00	0,06 $\pm$ 0,03	0,71 $\pm$ 0,01	45,31 $\pm$ 1,32
2	0,56 $\pm$ 0,05	-	1,07 $\pm$ 0,11	67,1 $\pm$ 0,02	0,09 $\pm$ 0,06	0,56 $\pm$ 0,00	53,11 $\pm$ 0,55
3	0,39 $\pm$ 0,07	-	0,94 $\pm$ 0,10	69,0 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,02	0,73 $\pm$ 0,05	49,64 $\pm$ 1,40
4	0,41 $\pm$ 0,03	-	1,03 $\pm$ 0,17	68,3 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,00	0,65 $\pm$ 0,03	61,26 $\pm$ 0,57
5	0,86 $\pm$ 0,07	-	0,61 $\pm$ 0,04	68,6 $\pm$ 0,00	0,06 $\pm$ 0,02	0,69 $\pm$ 0,08	59,01 $\pm$ 0,78

Nota: (-) negativo. (+) positivo. Os resultados com desvio padrão, são uma média a partir de 3 réplicas para cada amostra de mel. Fonte: Autores, 2023.

#### 4. Discussão

As características organolépticas são análises importantes para fornecer ao consumidor exigente, um produto de qualidade e que apresente boa aparência. Nossos méis de *T. angustula* apresentaram as características exigidas pela legislação brasileira para méis de qualidade, embora para o gênero *Apis*. A coleta foi realizada com cuidado e respeito as colônias, e isso, nos apresentou-se limpo e livre de sujidades.

As características variam entre os gêneros principalmente cor, sabor, aroma e consistência. Silva et al. (2018) encontraram para méis comerciais advindos de *Apis mellifera*, cor marrom claro e âmbar escuro, sabor doce e caramelo queimado, aroma característico ao mel e consistência líquida e viscosa e líquida e granulosa. A instrução normativa nº 11 de 20 de Outubro de 2000, estabelece regulamentações técnicas de identidade e qualidade de méis, nas análises macroscópicas e microscópicas, devendo o mel estar livre de substâncias estranhas, como insetos, larvas, grãos de areias, dentre outros (Tripoli; Lima, 2014).

As colmeias analisadas na mesma área de estudo, apresentou grande número de pólenes pertencentes a diversas famílias botânicas, como Asteraceae, Fabaceae, Leguminosae – Papilionoideae, Myrtaceae, Brassicaceae, Salicaceae, Araceae, Ranunculaceae, Malvaceae, Anacardiaceae e Rutaceae. O número de visitias entre as espécies vegetais variam conforme a aceitabilidade das abelhas em estudo (Barth, 2004). Alves et al. (2006) verificou para o mel de *M. mandacaiá* 26 tipos polínicos pertencentes a 11 famílias botânicas. As famílias descritas nesse estudo, são ricas em néctar. *T. angustula* no estudo de Morgado et al. (2011) visitou diversas famílias de getais como Melastomataceae, Myrtaceae, Piperaceae, Caesalpiniaceae, Meliaceae, Cyperaceae e Cecropiaceae. Embora, Vit & D'Albore (1994) tenham descrito que alguns grupos de abelhas apresentaram na constituição polínica em seus méis, espécies vegetais pobres em néctar.

Os teores de umidade e cinzas estão conformes quando comparados aos relatos na literatura com o mel dessa espécie de abelha social. Anacleto et al. (2009) obtiveram resultados com média de 24,37% e de 0,39% TU%, e de média de 0,39% para TCZ% respectivamente. Outros estudos relatam resultados similares aos obtidos nesse estudo, Souza et al. (2006) e Rodrigues et al. (1998) encontraram médias entre 26,10 e 26,62% de TU%, respectivamente, Iwama (1977) encontrou para amostras de méis de *T. angustula* média de 27,4% de TU%. O conteúdo de cinzas expressa qualitativamente o conteúdo de minerais em uma amostra, Denadai et al. (2002) e Sousa et al. (2006) encontraram teores de cinzas entre 0,45 e 0,37%, respectivamente, para mel de *T. angustula*. Os nossos achados para TU% excedem o valor máximo de 20% permitido pela legislação vigente, no entanto, para mel de *A. mellifera*, porém todas as 5 amostras de méis de *T. angustula* encontram-se dentro do limite máximo de 35% sugeridos para méis de meliponíneos do Brasil (Villas-Bôas; Malaspina, 2005). Nossos achados para TCZ% estão dentro dos valores estabelecidos vigentes de no máximo 0,6% sendo o mesmo sugerido para méis de meliponíneos do Brasil conforme Villas-Bôas & Mapaspina (2005).

A faixa de pH obtido para as cinco amostras de méis de *T. angustula* estão dentro da amplitude de valores encontrados em méis de diferentes espécies de abelhas entre pH 3,2 e 4,8. Anacleto et al. (2009) encontraram para essa mesma espécie variação de pH entre 3 e 4. Souza et al. (2006) encontraram valores entre pH 3,15 e 4,66 para 152 amostras de méis de diversas espécies de meliponíneos provenientes de oito países do continente Americano.

Azevedo et al (2000) estudaram também abelhas sem ferrão onde obtiveram pH médio de 3,5. A cor é um parâmetro de aceitabilidade entre os consumidores de méis em todo mundo. Colônias de *T. angustula* nesse estudo produziram mel com coloração âmbar conforme resultados expressos em mm Pfund. Anacleto et al. (2009) obtiveram uma variação entre âmbar, âmbar-extra-claro, com prevalência para cor âmbar corroborando com nossos achados. Embora não seja essa predominância de cor obrigatória para essa espécie, Cavalcante et al. (2006), Azeredo et al. (2000), Pamplona (1989) e Iwama (1977) obtiveram méis com cores entre incolor a castanho-escuro, âmbar-claro foi predominante nesses estudos.

O teste de lugol em todas as amostras apresentou resultados negativos, garantindo a qualidade dos méis por esse ensaio qualitativo rápido e simples. Se houver alteração nos padrões de qualidade de méis com adição de amido há uma reação que apresenta alteração de coloração, onde o amido reage com o iodo formando complexos de coloração vermelho-violeta indicando qualitativamente que o mel é adulterado (Dias et al., 2009). Esses autores ainda descrevem em estudo que das seis amostras, duas, testaram positivas. Nossos achados classificam os méis coletados como de excelente qualidade, onde não há adulteração.

O conteúdo de açúcares redutores está dentro do observado para estudos com méis de *T. angustula*. Anacleto et al. (2009) obtiveram uma média para açúcares redutores de 55,46%. Rodrigues et al. (1998) obtiveram resultados similares aos nossos e por Anacleto e colaboradores de 58,19% e para meliponíneos Carvalho et al. (2006) obtiveram resultados entre 0,85 e 2,15% para AR. Para méis de *Apis*, Dias et al. (2009) descreveram conteúdos de AR entre 69,40 e 76,22%. As normas nacionais estabelecem para méis de *Apis* teor mínimo de 65%, o *Codex Alimentarius* estabelece valor de AR mínimo de 60%.

Nossos resultados para condutividade elétrica em méis de *T. angustula* estão abaixo do observado na literatura. Anacleto et al. (2009) encontraram para méis dessa mesma espécie, resultados superiores entre 1061 e 2700  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , estando também superiores a diversos autores como Carvalho et al. (2006) para méis de abelhas sem ferrão entre 384,78 e 954,95  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ; Cavalcante et al. (2006) com méis de *M. scutellaris* com média de 264,2  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e Oliveira et al. (2006) de 294  $\mu\text{S cm}^{-1}$  para méis de *M. mandacaia*. No entanto, as normas vigentes para qualidade de mel não estabelece valores mínimos e máximos para méis de espécies de abelhas sem ferrão.

De acordo com Leal et al. (2001) e Dias et al. (2009) o teste de Fiehe é uma análise qualitativa diretamente ligada à obtenção de coloração avermelhado presente na reação do hidroximetilfurfural com a presença de resorcina, onde há degradação enzimática presentes nos méis o que indica a adulteração do mel por adição de açúcar comercial, estocagem inadequada ou superaquecimento. Uma forte coloração significa que há um teor alto de HMF.

Os valores de HMF apresentaram similaridade aos observados em outros estudos, Anacleto et al. (2009) encontraram para méis de *T. angustula* média de 9,39 mg Kg mel<sup>-1</sup> e variação entre 0,75 e 30,58 mg Kg mel<sup>-1</sup>. Resultados próximos também foram observados por Camargo et al. (2006) para méis de *M. subnitida* entre 0,17 e 28,06 mg Kg mel<sup>-1</sup>; Carvalho et al. (2006) e Vit et al. (1998) avaliaram méis de meliponíneos com variação entre 3,14 e 6,64 e de 0,4 e 31,6 (*Meliponini*) e 4,2 e 20,4 (*Trigonini*) mg kg mel<sup>-1</sup> respectivamente. Todos os resultados observados e comparados nesse estudo, estão dentro das normas vigentes expressas para HMF com máximo de 60,0 mg Kg mel<sup>-1</sup>.

Os ensaios de reação para Jagerschmidt apresentaram resultados negativos em nosso estudo, esse teste qualitativo caso positivo, apresenta qualitativamente reação com coloração violeta indicando a presença de adulteração do mel com açúcares comerciais (Silva et al., 2018), ainda esses autores citados, apresentaram em seus resultados validando a reação em amostras de cinco méis, resultado positivo para duas amostras de méis comerciais no município de Assis Chateaubriand, Estado do Paraná, Brasil; e para o teste de Lund resultados dentro dos padrões e normativas para qualidade de méis comercializáveis. Dias et al. (2009) verificaram a qualidade de méis comercializados no município de Londrina, Estado do Paraná, Brasil, onde discutem que entre as amostras testadas, apresentaram resultados de até 5 mL de corpo de fundo (substâncias estranhas) em contato com a solução de ácido tânico do reagente, isso acontece na presença de substâncias albuminóides, componentes normais no mel e que são precipitados na presença da solução ácida pelo alcaloide. Nas normativas técnicas, deseja-se que, encontrem apenas 0,6 a 3 mL de corpo de fundo em amostras de mel de *Apis mellifera*, acima dessa faixa, induzem a indicativos de adulteração.

Os sólidos insolúveis em água em nossos achados, apresentaram resultados similares a literatura, embora estejam dentro dos padrões exigidos. Dias et al. (2009) encontraram SIA entre 0,04 e 0,32%. Estando esses resultados inferiores e três amostras acima do permitido (0,25; 0,32 e 0,28%) pelas normas exigidas pela legislação brasileira para méis, embora essa normativa seja para méis de *Apis mellifera* com até 0,1%.

Nossos valores de atividade de água são similares aos obtidos por Anacleto et al. (2009) que avaliaram colmeias de *T. angustula* onde obtiveram média de 0,66  $a_w$ , estando nossos resultados e de Anacleto e colaboradores, acima da média obtida para méis de abelhas do gênero *Melipona*, como obtidos por Almeida-Muradian et al. (2007) variando entre 0,74 e 0,76  $a_w$ . Embora ainda não seja bem estabelecida a atividade de água, esse parâmetro é considerado novo para avaliação sobre a qualidade de méis de abelhas com e sem ferrão no mundo, inclusive nas normas vigentes brasileiras.

Os méis de *T. angustula* apresentaram atividade antioxidante na redução do radical DPPH. Resultados promissores foram também obtidos por Gomes et al. (2017) em méis coletados na região Oeste do Estado do Pará, Brasil, para *Melipona compressipes manaosensis* e *Melipona seminigra* e *Apis mellifera* variando entre 11,98 e 70,51% na redução do DPPH. Alguns produtos da linha de cosméticos são compostos por quantidades específicas de méis que agem como promotores contra agentes antibacterianos, antifúngicos e como inibidores do envelhecimento que estão envolvidos nas ações deletérias causadas por espécies reativas como o Oxigênio singlete (ROs) (Oliveira et al., 2012; Sousa et al., 2018).

## 5. Conclusões

Concluí-se que, os méis de *Tetragonisca angustula* avaliadas nesse estudo em uma área de preservação, se encontram dentro das normas da legislação brasileira para méis na maioria das análises, embora essa legislação seja especificamente para méis de *Apis mellifera* (Brasil, 2000) como já mencionado. Sendo assim, essas normas não são adequadas para avaliarem méis de abelhas sem ferrão para todos os padrões físico-químicos e sensoriais de meliponíneos. Esse estudo incluí com dezenas de outros trabalhos, para que seja criada normas técnicas sobre a qualidade de méis de abelhas sem ferrão, partindo daí nesta premissa, sobre a criação de uma legislação brasileira específica ou compartilhada que seja adequada para esse fim em especial na avaliação de produtos de meliponíneos.

## 6. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil; ao Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil; aos Laboratórios de Química Tecnológica e de Pós-Colheita do Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil.

## 7. Contribuições dos autores

*Raiane Borges dos Santos*: escrita do projeto, coleta de amostras de méis, execução dos ensaios organolépticos e físico-químicos, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*: identificador da espécie de abelha, coleta das amostras de méis, análise organoléptica e polínica, análise da atividade antioxidante pelo DPPH, correções gramaticais e científicas e coorientador do estudo. *Carlos Frederico de Souza Castro*: busca de verbas para compra de equipamentos, vidrarias, reagente e soluções. *Matheus Vinícius Abadia Ventura*: orientador, correção gramatical e científica, análise estatística, submissão,

correções pós-avaliação e publicação.

### 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>
- 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. <file:///C:/Users/astro/Downloads/2013Anurio36-1CintiaGuanabarasuperficie.pdf>
- 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\\_rtftiq.htm](http://www.engetecno.com.br/legislacao/mel_mel_rtftiq.htm). Acesso em: 26 de Jan. de 2023.
- 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>
- 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.pgskroton.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](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: Acangáú.
- 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., 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>
- 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/ct/a/ZkkTzCQprggc4pZGTVSvt3v/?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>
- 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>

- 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. file:///C:/Users/astro/Downloads/Diversidadedepoleneesporos2014.pdf
- 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.
- Sbf. (2023). Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Análise de mel. Disponível em [http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/analise\\_mel.html](http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/analise_mel.html) Acesso em 19 de Jan de 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>
- 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, 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.
- 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., & 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/>).