

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MÉIS DE *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) EM ÁREAS URBANAS E FLORESTAIS<sup>1</sup>**

*PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) HONEYS IN URBAN AND FOREST AREAS*

**Edier Rodrigo de Andrade<sup>2</sup>**

**RESUMO**

A abelha Jataí *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) é um meliponíneo pertencente a tribo Meliponini, trata-se de uma abelha generalista na obtenção de recursos, possui hábitos de coleta limpos e alto potencial produtivo. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas dos méis de abelha Jataí produzidos em ambiente de floresta nativa e em áreas urbanas, utilizando a Norma Interna Regulamentadora do Mel de Abelhas Sem Ferrão no Estado de Santa Catarina como referência dos parâmetros qualitativos. O mel utilizado para as análises foi coletado no início da safra produtiva de 2024/2025, no dia 07 de outubro de 2025, sendo proveniente das floradas do início da primavera. Foram realizadas coletas apenas das colônias que apresentaram produção de mel excedente nas melgueiras e contendo os potes de mel operculados, sinalizando seu ponto de maturação. As colônias em áreas de floresta nativa apresentaram méis próprios para o consumo, já as colônias em ambientes urbanos, os açúcares redutores não atenderam o limite mínimo de 45 g/100 g, apresentando 38,1 g/100 g.

**Palavras-chave:** Abelhas sem ferrão; Florada; Produção de mel.

**ABSTRACT**

*The Jataí bee *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) is a meliponine belonging to the Meliponini tribe. It is a generalist bee in obtaining resources, has clean collection habits and high productive potential. Therefore, the present study aimed to evaluate the physicochemical properties of Jataí bee honeys produced in native forest environments and in urban areas, using the Internal Regulatory Standard for Stingless Bee Honey in the State of Santa Catarina as a reference for qualitative parameters. The honey used for the analyses was collected at the beginning of the 2024/2025 productive harvest, on October 7, 2025, and came from early spring flowering. Collections were only made from colonies that showed surplus honey production in the honey supers and containing capped honey pots, signaling their point of maturation. Colonies in native forest areas presented honey suitable for consumption, while in colonies in urban environments, the reducing sugars did not meet the minimum limit of 45 g/100 g, presenting 38.1 g/100 g.*

**Keywords:** Stingless bees; Flowering; Honey production.

<sup>1</sup> Pesquisa Desenvolvida na Universidade Regional de Blumenau através do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal.

<sup>2</sup> Doutorando em Ciências Ambientais. Pesquisador em Meliponicultura. Universidade Regional de Blumenau. Rua São Paulo, 3250, Blumenau - SC. CEP 89030-080. E-mail erandrade@furb.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4042-4718>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, diferente da apicultura, a meliponicultura pode ser legalmente integrada tanto em zoneamento urbano como em zoneamento rural. Originalmente a meliponicultura consistia em uma prática predominantemente rural, porém com a popularização da atividade, houve um crescente movimento da criação em áreas urbanas, sendo esta por hobby, consumo próprio ou mesmo comercial (Rouzic *et al.*, 2014). Além de promover geração de renda e de recursos como mel, cera e própolis, a meliponicultura auxilia com funções ecológicas de polinização, fundamentais para o equilíbrio e a manutenção dos ecossistemas (Maia *et al.*, 2020).

A relação da produção de mel dos meliponíneos está diretamente ligada a disponibilidade de recursos florais, sendo que a maior preservação e disponibilidade de mata nativa tende a favorecer a qualidade e a produção. Para a abelha Jataí, *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae), a produtividade anual de mel varia de 500 a 1.500 ml, tendo variação em função da genética da colônia, da sua maturidade, e das condições ambientais como temperatura, pluviosidade e disponibilidade de recursos florais (Nogueira-Neto, 1997).

As propriedades físico-químicas do mel dependem basicamente da composição e das propriedades do néctar disponível, oscilando em função da espécie vegetal explorada, e em função da espécie de abelha que o produz (White Jr, 1978). Mesmo produzindo mel em menor quantidade quando comparada a *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), a abelha *T. angustula* fornece um mel distinto, despertando interesse de consumidores específicos e agregando alto valor monetário ao produto (Carvalho *et al.*, 2005).

De modo geral, os méis dos meliponíneos apresentam características próprias quando comparados aos méis de *A. mellifera*. As características físico-químicas do mel de *T. angustula* diferem das características do mel de *A. mellifera*, gerando um sabor particularizado pela acidez e um aroma próprio peculiar, agregando valor ao produto e direcionando a um mercado consumidor distinto (Oliveira *et al.*, 2013). Segundo Abd Jalil *et al.* (2017), o mel das abelhas sem ferrão possui dentre propriedades a doçura diferenciada combinada a acidez, além de textura líquida e menor cristalização.

O aumento do interesse na criação das abelhas sem ferrão surtiu esforços para estipular padrões próprios na determinação das características físico-químicas dos diferentes méis, tendo em vista que estes não se adequavam as normas regulamentadas para o mel de abelhas do gênero *Apis* (Carvalho *et al.*, 2005). Apesar de no Brasil não haver uma regulamentação própria de âmbito federal para normatizar os parâmetros de controle da qualidade dos méis dos meliponíneos, em Santa Catarina, estado do referido estudo, tem-se a Norma Interna Regulamentadora do Mel de Abelhas Sem Ferrão no Estado de Santa Catarina (NIR-MASF/SC). Tal norma está disposta na Portaria SAR nº 37/2020, de 04/11/2020 da Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural de Santa Catarina.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas dos méis de abelha Jataí produzidos em ambiente de floresta nativa e em áreas urbanas, utilizando a NIR-MASF/SC como referência dos parâmetros qualitativos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 PERÍODO E LOCAL DO EXPERIMENTO

As amostras de mel coletadas para as análises físico-químicas neste experimento foram provenientes de meliponários instalados para a pesquisa nos municípios de Blumenau (SC) e Massaranduba (SC). Ambos os municípios estão inseridos no bioma Mata Atlântica, conforme

a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2012. A tipologia florestal presente nas áreas de estudo é a Floresta Ombrófila Densa, conforme definido por Klein (1978). O clima para os municípios de Blumenau e Massaranduba é do tipo Cfa - subtropical úmido de verão quente, com a temperatura média no mês mais quente de 22 °C, no mês mais frio temperatura média de 18 °C, e sem a presença de estação seca, conforme Alvarez *et al.* (2013).

Foram realizadas coletas de mel em dois meliponários situados em áreas urbanas no município de Blumenau. Um meliponário no bairro Escola Agrícola, localizado na região Oeste do município, com localização de posicionamento global a 26°53'50.44"S e 49° 5'50.18"W, e a 40 metros de altitude. Outro meliponário no bairro Itoupava Seca, localizado na região Central do município, com localização de posicionamento global a 26°53'24.05"S e 49° 5'8.66"W, e a 20 metros de altitude.

As coletas realizadas em áreas de floresta nativa foram realizadas no perímetro rural dos municípios de Massaranduba e Blumenau. O meliponário no município de Massaranduba, localizado na comunidade Braço Paula Ramos, tendo seu acesso terrestre pelo município limítrofe de Luiz Alves, com localização de posicionamento global a 26°45'21.09"S e 49° 1'32.87"W, e a 315 metros de altitude. O meliponário na área rural do município de Blumenau foi instalado no distrito da Vila Itoupava, localidade da Itoupava Rega, região Norte do município, com localização de posicionamento global a 26°42'16.48"S e 49° 5'41.23"W, e a 223 metros de altitude.

As coletas foram realizadas no período da safra 2024/2025 no dia 07 de outubro de 2024, tendo mel oriundo das floradas de início da primavera. As colônias utilizadas no experimento foram padronizadas em caixas modelo INPA, e o mel foi coletado das caixas que apresentaram produção nas melgueiras, e com potes de mel operculados (mel maduro).

## 2.2 COLETA DO MEL PARA ANÁLISE

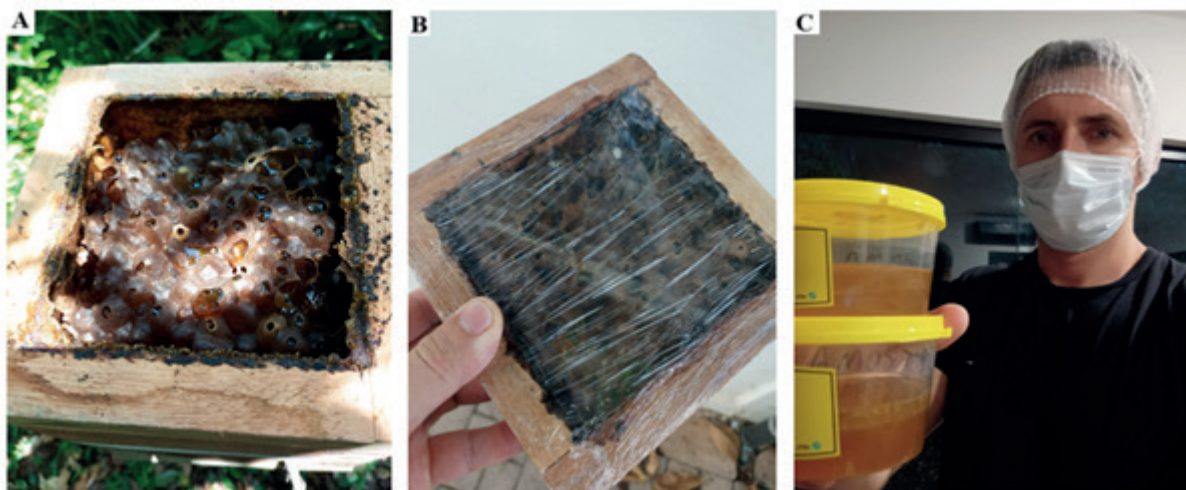
O mel *in natura* foi coletado através da remoção das melgueiras com o auxílio de um formão e foram, ainda a campo, embaladas com filme plástico de policloreto de vinilo para evitar contaminação externa. Em sequência as melgueiras foram acondicionadas em caixa térmica resfriada para evitar a fermentação durante o transporte. O beneficiamento se deu em ambiente esterilizado e climatizado, através da abertura dos potes de mel (desoperculação) com auxílio de uma lâmina e escoamento do mel por gravidade, evitando contato manual com o produto. Durante o processo de coleta e beneficiamento do mel, foram utilizadas touca de cabelo e máscara, seguindo as orientações técnicas para manejo de produtos alimentícios (Figura 1).

As melgueiras após a coleta do mel foram devolvidas no dia seguinte as suas respectivas colônias, contendo todo material de cerume para potencializar a continuidade da produtividade das mesmas. Após a relocação das melgueiras, estas foram vedadas com fita adesiva de papel crepado para evitar entrada de inimigos naturais como formigas e a mosca forídeo *Pseudohipocera kerteszi* Brues, 1907 (Diptera: Phoridae), auxiliando na proteção das colônias até a propolização das eventuais frestas por parte das abelhas.

Após a extração do mel, o mesmo passou por processo de coagem, primeiramente por peneira de 0,5 mm para remoção de partículas sólidas maiores, e em sequência coagem com tecido voal para remoção de partículas menores. Após a coagem as amostras foram envasadas em embalagens estéreis, lacradas e com fechamento hermético, identificadas e acondicionadas sob refrigeração para evitar processos fermentativos e contribuir na preservação do produto (Figura 1). Todo este processo foi realizado de forma individual para as amostras de áreas urbanas e as amostras de áreas de floresta nativa.

O mel de cada tratamento, urbano e floresta nativa, foi beneficiado e envasado separadamente. Para cada tratamento juntou-se o mel produzido por cada colônia em uma amostra geral, destinadas para análise, contendo 200 ml cada. As amostras dos méis foram enviadas em caixa térmica resfriada, um dia após a coleta e beneficiamento ao Freitag Laboratórios no município de Timbó (SC). Efetuaram-se as seguintes análises físico-químicas: açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, umidade, cinzas, acidez, pH, atividade de água, hidroximetilfurfural e cor.

- Figura 1** - Mel de *T. angustula* coletado para análise das propriedades físico-químicas:
- A) Melgueira com mel maduro, presença de potes desoperculados em função da remoção da tampa da caixa;
  - B) Melgueira embalada com filme plástico para evitar contaminação no transporte;
  - C) Amostras de mel após beneficiamento, em embalagens estéreis e lacradas para envio ao laboratório



Fonte: Construção do Autor.

## 2.3 AÇÚCARES REDUTORES E SACAROSE APARENTE

A determinação da maturidade do mel pelos açúcares redutores (glicose e frutose) e da sacarose aparente foi realizada conforme o Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal do MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária - Brasil, 2024).

Os teores de glicose e frutose foram determinados por cromatografia líquida com detecção por índice de refração seguindo o método AOAC 977.20, no qual as amostras de mel foram previamente diluídas em água destilada, filtradas e posteriormente injetadas em sistema cromatográfico equipado com coluna amino, permitindo a separação e quantificação dos açúcares por comparação com padrões analíticos. Os açúcares redutores foram expressos pela soma dos valores obtidos em g/100 g com uma casa decimal. O mesmo método foi utilizado para determinar o teor de sacarose aparente. Foi utilizada a unidade de medida “g/100 g” recomendada pelo MAPA e pela Portaria SAR nº 37 de 04 de novembro de 2020 (SC).

## 2.4 UMIDADE

A umidade foi determinada por refratometria utilizando o método B da norma AOAC 969.38 (AOAC Intl., 2023) e reportando o valor obtido em “g/100 g” com uma casa decimal, conforme indicado pela norma. Para a análise, uma alíquota de mel foi aplicada diretamente no prisma do refratômetro, cobrindo completamente sua superfície. A leitura do índice de refração foi realizada à temperatura de 20 °C. Quando necessário, os valores foram corrigidos para essa temperatura, conforme recomendado

pelo método, e convertidos em teor de umidade por meio de tabelas de referência. O teor de umidade do mel juntamente com os açúcares redutores e a sacarose aparente foram utilizados como indicativo da maturidade conforme indicado pela Portaria SAR nº 37 de 04 de novembro de 2020 (SC).

## 2.5 CINZAS E SÓLIDOS INSOLÚVEIS

A determinação da pureza do mel através do teor de cinzas ou resíduos minerais fixos, e do teor de sólidos insolúveis em água foi realizada por gravimetria seguindo as normas ABNT NBR 15714-3 e ABNT NBR 15714-5 respectivamente.

Para a determinação de cinzas, 5 g de mel foram pesados e submetidos à incineração em forno mufla até obtenção de resíduo mineral constante, sendo o resultado expresso com base na massa inicial da amostra. Para a determinação de sólidos insolúveis, 20 g de mel foram dissolvidos em água, sendo a solução posteriormente filtrada. O resíduo retido foi seco e pesado, permitindo a quantificação gravimétrica do material insolúvel.

O resultado final foi expresso em “g/100 g” para ambos os ensaios, conforme indicação técnica expressa pelas normas utilizadas como referência e pela Portaria SAR nº 37 de 04 de novembro de 2020 (SC).

## 2.6 HIDROXIMETILFURFURAL

Para determinar o hidroximetilfurfural (HMF) foi utilizada como referência a norma AOAC pelo método 820.23 (AOAC Intl., 2023). Para a análise, as amostras de mel foram previamente solubilizadas, e a absorvância das soluções foi medida em espectrofotômetro UV-Vis nos comprimentos de onda de 284 e 336 nm. O teor de HMF foi calculado a partir da diferença entre as leituras, conforme estabelecido pelo método, a fim de corrigir possíveis interferências. Os resultados obtidos foram reportados em mg HMF/ kg com uma casa decimal.

## 2.7 ACIDEZ LIVRE

A determinação da acidez livre foi obtida por titulometria utilizando como referência a norma AOAC com o método 962.19 (AOAC Intl., 2023). A amostra foi titulada com uma solução de NaOH 0,05N atingindo o pH 8,5. Os resultados obtidos foram reportados em “mEq/kg” com uma casa decimal.

## 2.8 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por método eletrométrico, utilizando peagâmetro digital, conforme a ABNT NBR 15714-6. Para a análise, 10 g de mel foram dissolvidos em 75 mL de água destilada, sob agitação, até completa homogeneização. A leitura do pH foi realizada diretamente na solução obtida, utilizando eletrodo de vidro, à temperatura de 20 °C. Previamente às medições, o equipamento foi calibrado com soluções tampão de pH 4,0; 7,0 e 10,0.

## 2.9 ATIVIDADE DE ÁGUA

Para determinar a atividade de água ( $A_w$ ) foi utilizado método do ponto de orvalho, descrito na norma ISO 18787 de 2017. Por este método, para determinar a atividade de água, aferiu-se a temperatura exata do ponto de orvalho, determinando a temperatura exata em que ocorreu a condensação do vapor de água e a temperatura da superfície da amostra. O valor da atividade de água foi reportado com três casas decimais.

As análises de atividade de água, juntamente com pH, acidez livre e HMF foram utilizadas para indicar a deterioração do produto, conforme indicado pela NIR-MASF/SC.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das propriedades físico-químicas dos méis de abelha Jataí, em comparação com a NIR-MASF/SC, estão apresentados na Tabela 1. A amostra de mel proveniente de área de floresta nativa atendeu a todas as especificações estabelecidas pela norma. Em contraste, a amostra oriunda de ambiente urbano não atendeu aos limites para açúcares redutores, apresentando valores inferiores ao mínimo estipulado pela legislação catarinense vigente.

**Tabela 1** - Parâmetros físico-químicos dos méis de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) coletados em áreas de floresta nativa e em áreas urbanas nos municípios de Blumenau-SC e Massaranduba-SC.

Parâmetro	Floresta Nativa	Urbano	Legislação
Acidez Livre (mEq/kg)	12,9 ± 0,7	10,5 ± 0,7	≤ 100 mEq/kg
Açúcares Redutores (g/100 g)	48,4 ± 0,1	38,1 ± 0,1	≥ 45 g/100 g
Cinzas/Resíduo Mineral (g/100 g)	0,40 ± 0,03	0,50 ± 0,03	≤ 0,6 g/100 g
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	26,7 ± 0,2	34,2 ± 0,2	≤ 40 mg/kg
Sólidos Insolúveis (g/100 g)	0,009 ± 0,002	0,010 ± 0,002	≤ 0,1 g/100 g
Sacarose Aparente (g/100 g)	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	≤ 6 g/100 g
Umidade (mel <i>in natura</i> ) (g/100 g)	26,0 ± 0,1	26,8 ± 0,1	≤ 40 g/100 g
pH	3,83 ± 0,01	3,80 ± 0,01	2,8 a 4,8
Atividade de Água - Aw	0,728 ± 0,028	0,759 ± 0,028	0,52 a 0,80 Aw
Cor	Característico ao produto	Característico ao produto	Incolor a pardo-escuro

Notas: Foi utilizado como referência de legislação os valores estipulados pela Portaria SAR nº 37/2020, de 04/11/2020 da Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural de Santa Catarina, que dispõe a Norma Interna Regulamentadora do Mel de Abelhas Sem Ferrão no Estado de Santa Catarina (NIR-MASF/SC); A incerteza expandida relatada é U95%, baseada numa incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de 95%.

Fonte: Construção do Autor

### 3.1 AÇÚCARES REDUTORES E SACAROSE APARENTE

Os resultados das amostras em áreas de floresta nativa obtiveram valores de açúcares redutores e sacarose aparente dentro dos limites estabelecidos pela NIR-MASF/SC. Para açúcares redutores o valor encontrado nos meliponários em área de floresta nativa foi de 48,4 g/100 g, sendo o valor mínimo estabelecido pela legislação catarinense de 45 g/100 g. Já para a sacarose aparente, o valor obtido foi de 0,3 g/100 g, sendo que o valor máximo permitido é de 6 g/100 g.

Anacleto *et al.* (2009), para a mesma espécie de abelha, obtiveram valores de açúcares redutores semelhantes ao encontrado em área de floresta nativa, com variação de 48,66 a 57,97 g/100 g e valor médio de teor de sacarose aparente de 0,95 g/100 g.

Segundo Carvalho *et al.* (2005), para as abelhas da tribo Meliponini, tribo em que se insere a abelha Jataí, os valores de açúcares redutores variam de 42,5 a 55,6 g/100 g, valores condizentes aos obtidos dos meliponários localizados em área florestal neste estudo. Para o mesmo autor, a sacarose aparente dos méis de meliponíneos variou de 0,85 a 2,15 g/100 g, valores superiores aos encontrados neste estudo, porém dentro dos valores estipulados da legislação.

Na amostra de mel coletada nos meliponários urbanos, o valor obtido de sacarose aparente atendeu os limites estabelecidos na NIR-MASF/SC, porém o valor encontrado para os açúcares redutores ficou abaixo do mínimo estabelecido. Para a sacarose aparente, o valor obtido foi de 0,4 g/100 g, sendo valor máximo permitido de 6 g/100 g. O valor obtido dos açúcares redutores foi de 38,1 g/100 g, abaixo do mínimo estabelecido de 45 g/100 g.

Para ambos os méis os resultados do teor de sacarose aparente mostram que estavam maduros, no ponto correto de colheita, tendo passado pelo processo enzimático de invertase, que é hidrólise do

dissacarídeo sacarose em monossacarídeos glicose e frutose (açúcares redutores). Além de indicar o ponto de maturação, a sacarose aparente estando dentro dos limites normatizados, também é indício para ausência de adulteração do mel, seja pela alimentação artificial das abelhas com açúcar comercial, ou pela adição direta de sacarose no mel (Gomes *et al.*, 2017). Esses resultados confirmam que a colheita foi realizada no ponto adequado de maturação, descartando a hipótese de imaturidade como causa para o baixo teor de açúcares redutores. Vale ressaltar que as colônias do presente estudo não foram alimentadas artificialmente durante o período experimental.

A provável causa do valor dos açúcares redutores do mel de área urbana estar abaixo do mínimo regulamentado, possivelmente está relacionada com a qualidade do néctar coletado pelas abelhas. As coletas de mel, tanto de área urbana, quanto de floresta nativa ocorreram no mesmo período, e todos os meliponários estão localizados em áreas com mesma tipologia florestal (Floresta Ombrófila Densa). No entanto, nos meliponários urbanos, dentro do campo de voo das abelhas, que segundo Van Nieuwstadt & Iraheta (1996) para *T. angustula* corresponde a um raio aproximado de 680 m, o valor médio de cobertura por remanescentes florestais foi de 28,2%, sendo o restante predomínio de áreas residenciais, com espécies vegetais em sua maioria exóticas, oriundas de arborização urbana e paisagismo. Situação diferente foi encontrada nos meliponários de áreas de floresta nativa, situados em zona rural com valor médio de 82,8% de cobertura florestal nativa dentro do campo de voo das abelhas, sendo o restante predomínio de lavoura e pecuária. Esta diferença na composição dos recursos vegetais disponíveis, pode ter resultado na diferença obtida dos valores de açúcares redutores entre a área urbana e a florestal. Segundo Alves *et al.* (2005) em estudo com mel de abelha Mandaçaia, obtiveram variação entre o teor de açúcares redutores de aproximadamente 20% entre amostras, notando uma variação acentuada, dada para os autores em decorrência da flora local de cada amostra de mel coletada.

Gomes *et al.* (2017), em estudo com méis de Meliponíneos e *Apis mellifera*, encontraram valores de açúcares redutores entre 47,3 e 90,7 g/100 g, atribuindo essa variação às diferentes origens florais do néctar. Tal fato pode ter influenciado na variação dos dados deste trabalho, considerando que os valores de sacarose aparente e umidade permaneceram dentro dos limites estabelecidos, indicando condições adequadas de maturação e ausência de indícios de adulteração (Gomes *et al.*, 2017). Adicionalmente, o teor de HMF dentro do limite estabelecido pela Portaria SAR nº 37/2020, de 40 mg/kg, sugere ausência de exposição a temperaturas elevadas ou armazenamento inadequado, uma vez que esse composto está associado à desidratação da frutose em meio ácido e à perda de qualidade do mel (Fatima *et al.*, 2017). O valor de acidez livre das amostras também permaneceu abaixo do limite máximo de 100 mEq/kg estabelecido pela mesma normativa, reforçando a adequação das características de qualidade do produto.

Os resultados obtidos neste estudo, particularmente o teor de açúcares redutores abaixo do mínimo estabelecido pela legislação vigente, mesmo em méis maduros e sem indícios de adulteração, corroboram a necessidade de revisão dos parâmetros normativos para méis de abelhas sem ferrão. Julek *et al.* (2024) realizaram uma análise bibliométrica e revisão sistemática sobre o mel de abelhas

sem ferrão no Brasil, destacando a grande variabilidade nas características físico-químicas dos méis de diferentes espécies e regiões. Essas evidências reforçam a importância de desenvolver regulamentações específicas que considerem as particularidades bioquímicas de espécies como *T. angustula*, evitando a possível desclassificação indevida de méis aptos ao consumo humano.

Destaca-se que foi analisada uma amostra de cada tipo de mel, caracterizando o presente estudo como de natureza exploratória e de caráter piloto. Nessa perspectiva, embora não se aplique uma abordagem inferencial estatística, os resultados obtidos indicam a existência de diferenças nas propriedades físico-químicas dos méis analisados, contribuindo para a compreensão do efeito do ambiente de produção sobre a qualidade do produto.

### 3.2 UMIDADE

Os valores obtidos para a análise de umidade dos méis atenderam a legislação catarinense, a qual estabelece o valor máximo de umidade de 40 g/100 g para mel *in natura* de abelhas sem ferrão. Os valores do teor de umidade ficaram próximos, obtendo 26 g/100 g para o mel coletado em área de floresta nativa e 26,8 g/100 g para o mel urbano.

Resultado semelhante foi obtido em Piracicaba, estado de São Paulo por Anacleto *et al.* (2009), também em estudo com *T. angustula*, apresentando valor médio das amostras de 24,4 g/100 g tendo variação de 23,0 a 32,5 g/100 g. Oliveira *et al.* (2013), encontraram valor de umidade de 25 g/100 g para méis de *T. angustula*. Já Aguiar *et al.* (2016), obtiveram valor médio de umidade de 21,2 g/100 g para a mesma espécie de abelha na região amazônica, estado do Acre.

As variações do teor de umidade observadas entre diferentes estudos podem estar associadas a fatores ambientais e geográficos, como temperatura, umidade relativa do ar, regime pluviométrico e disponibilidade de recursos florais. Em regiões com maior umidade ambiental, como áreas tropicais úmidas, o mel tende a apresentar maior teor de água devido à menor eficiência na desidratação do néctar pelas abelhas. Além disso, características próprias das abelhas sem ferrão, como o armazenamento do mel em potes de cerume, também favorecem a retenção de umidade (Lavinias *et al.*, 2025). Nesse contexto, as diferenças observadas entre os estudos podem refletir a influência das condições climáticas locais e da origem botânica do néctar sobre a composição final do mel.

### 3.3 CINZAS E SÓLIDOS INSOLÚVEIS

Conforme a NIR-MASF/SC, para satisfazer a condição de pureza do mel, os méis precisam atender às especificações para os teores cinzas (resíduo mineral) e o teor de sólidos insolúveis em água, este relacionado a sujidade do mel. Tanto o mel urbano quanto o produzido em floresta nativa estiveram em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela norma estadual.

O limite máximo estabelecido para o teor de cinzas é de 0,60 g/100 g, conforme regulamentação vigente. O mel coletado em área de floresta nativa obteve 0,40 g/100 g e o mel urbano 0,50 g/100 g, estando dentro dos limites estipulados. Estes méis possuíram níveis aceitáveis de minerais, e não houve indícios de contaminação por materiais inorgânicos nas amostras analisadas.

A concentração de minerais expressa pela porcentagem de cinzas do mel de *T. angustula*, se assemelha quando comparado ao mel de *A. mellifera*, com variação de 0,20 a 0,60 g/100 g (Anacleto *et al.*, 2009). Valores semelhantes foram obtidos por Aguiar *et al.* (2016), com valor médio de 0,48 g/100 g. Já em estudo conduzido no Rio Grande do Sul, também com a abelha Jataí, Roós *et al.* (2015), encontraram o teor de cinzas de 0,28 g/100 g.

O teor máximo de sólidos insolúveis expresso na legislação é de 0,1 g/100 g, neste trabalho, o mel coletado em área de floresta nativa obteve 0,009 g/100 g e o mel urbano 0,010 g/100 g, apresentando valores semelhantes e estando em conformidade com a legislação catarinense, sem contaminação física relevante.

Valor próximo de sólidos insolúveis no mel de *T. angustula* foi encontrado por Lico *et al.* (2023), com 0,080 g/100 g. Borsato (2013), em trabalho elaborado com mel de meliponíneos no estado do Paraná encontrou valores de sólidos insolúveis entre 0,010 a 0,060 g/100 g. A variação de valores do teor de sólidos insolúveis é dada em função das práticas de manejo na colheita, extração e beneficiamento do mel.

### 3.4 HIDROXIMETILFURFURAL

De acordo com as análises realizadas a quantidade de hidroximetilfurfural (HMF) foi satisfatória atendendo o limite de 40 mg/kg da legislação. Os méis coletados em área de floresta nativa apresentaram 26,7 mg/kg de HMF, enquanto os méis de área urbana apresentaram 34,2 mg/kg.

Anacleto *et al.* (2009), encontraram resultados semelhantes de HMF no mel de abelha Jataí, com valores variando de 0,75 a 30,58 mg/kg. Resultado semelhante foi obtido por Alves *et al.* (2012), com concentração média de 28,6 mg/kg.

Segundo Martínez *et al.* (2017), o HMF é um importante indicador de deterioração do mel, pois tende a aumentar com o tempo de armazenamento, com variações de temperatura, principalmente com aquecimento, além da forma como foi manipulado e processado durante seu beneficiamento. Trata-se de um aldeído cíclico que resulta da transformação de monossacarídeos, em especial através da desidratação da frutose em meio ácido. Os cuidados realizados no beneficiamento, envase e refrigeração do mel contribuíram nos resultados positivos obtidos na concentração de HMF neste trabalho, tais cuidados contribuem com o aumento da vida útil do produto.

### 3.5 ACIDEZ LIVRE

Os resultados obtidos para a acidez livre dos méis de *T. angustula* neste trabalho atenderem os valores estabelecidos pela legislação. A legislação catarinense determina 100 mEq/kg como valor máximo de acidez dos méis de abelhas sem ferrão. O valor obtido na amostra de méis urbano foi de 10,5 mEq/kg, enquanto a amostra de méis de área de floresta nativa foi de 12,9 mEq/kg.

Quando comparado ao mel de *A. mellifera*, a acidez no mel de *T. angustula* tende a ser mais alta por conta do maior teor de umidade, que gera uma atividade enzimática glicose-oxidase maior, resultando em mais ácido glicônico, conseqüentemente baixando o pH (Mendes *et al.*, 2009). Anacleto *et al.* (2009), em estudo com méis de *T. angustula* encontraram valores de acidez variando de 17,0 mEq/kg a 98,0 mEq/kg. Segundo Alves *et al.* (2012), a acidez do mel de *T. angustula* tende a sofrer aumento linear durante o período de armazenamento do mel, principalmente quando armazenado a temperatura ambiente e exposição excessiva ao calor.

### 3.6 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Neste trabalho o pH obtido na amostra de méis urbanos foi de 3,80 e o pH da amostra de méis de áreas de floresta nativa foi de 3,83. Ambas as amostras atenderam os valores normatizados pela legislação catarinense para méis de abelhas sem ferrão, que varia de 2,8 a 4,8.

Alves *et al.* (2012), obtiveram para amostras de mel de Jataí os mesmos valores de pH, variando de 3,80 a 3,83. Valores semelhantes foram obtidos por Roós *et al.* (2015), com o pH do mel de *T. angustula* variando entre 3,38 a 3,72. Em outro estudo também com méis de abelha Jataí, Anacleto *et al.* (2009) encontraram valor médio de pH 4,1, variando entre 3,54 a 4,64.

### 3.7 ATIVIDADE DE ÁGUA

Nas análises realizadas, a atividade de água ( $A_w$ ) em ambas as amostras foi satisfatória. A legislação catarinense determina um limite entre 0,520 e 0,800. No presente estudo, foram obtidos valores de 0,759 para o mel de área urbana e 0,728 para o mel de floresta nativa, não indicando condições favoráveis ao crescimento imediato de microrganismos.

Os resultados deste trabalho ficaram dentro da variação encontrada por Anacleto *et al.* (2009), que obtiveram variação da atividade de água nas amostras de mel de Jataí de 0,59 a 0,82 com valor médio de 0,66. Já em estudo com abelhas sem ferrão do gênero *Melipona* sp. Almeida-Muradian *et al.* (2007), em comparação com os valores obtidos para *T. angustula* neste estudo, registraram variação menor, de 0,74 a 0,76  $A_w$ .

Estudos recentes demonstram que a atividade de água apresenta correlação significativa com outros parâmetros, como acidez livre e teor de umidade, refletindo mudanças na composição do produto. Além disso, maior teor de umidade favorece o crescimento microbiano e o início de processos fermentativos, afetando a estabilidade e a qualidade do mel (Lavinias *et al.*, 2025).

## 4 CONCLUSÃO

Nas amostras de méis avaliadas, as colônias de *Tetragonisca angustula* em ambiente urbano produziram mel com teor de açúcares redutores inferior ao mínimo exigido pela legislação vigente, o que resultou na sua desclassificação para fins de comercialização e consumo humano, conforme os critérios estabelecidos pela Portaria SAR nº 37/2020, que regulamenta os parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão no Estado de Santa Catarina. Em contraste, o mel produzido pelas colônias da mesma espécie em áreas de floresta nativa atendeu plenamente a todos os requisitos legais e pode ser considerado apto para a comercialização e consumo.

A constatação de que o teor de sacarose aparente permaneceu dentro dos limites estabelecidos, mesmo nas amostras urbanas, indica que o mel estava no ponto adequado de maturação e não sofreu adulterações por adição de açúcares ou alimentação artificial das colônias. Isso reforça a hipótese de que a baixa concentração de açúcares redutores no mel urbano decorreu da composição florística disponível, majoritariamente composta por espécies exóticas, e não por falhas no manejo ou processamento.

Além disso, todos os demais parâmetros físico-químicos avaliados, como umidade, pH, acidez livre, teor de cinzas, sólidos insolúveis, HMF e atividade de água, estiveram dentro dos limites normatizados, demonstrando a eficiência dos procedimentos adotados no beneficiamento, envase e conservação das amostras. Esses cuidados foram fundamentais para garantir a qualidade sanitária e biológica do produto, evidenciando que a meliponicultura, mesmo em ambientes urbanos, pode ser tecnicamente viável quando aliada a boas práticas de manejo.

O presente estudo possui caráter exploratório e contribui com informações iniciais sobre as propriedades físico-químicas do mel produzido por *T. angustula* em diferentes contextos ambientais, incluindo ambientes urbanos. Embora o número de amostras analisadas e o período único de coleta não permitam análises estatísticas inferenciais robustas, os resultados obtidos indicam tendências relevantes e fornecem subsídios para o desenvolvimento de estudos futuros com maior número de amostras, replicação e avaliação em diferentes períodos sazonais. Nesse contexto, os resultados também destacam a importância de considerar as particularidades ambientais e florísticas dos diferentes contextos de criação ao avaliar a conformidade dos méis produzidos por meliponíneos. A inadequação de um único parâmetro, neste caso os açúcares redutores, em méis maduros e sem sinais de adulteração, reforçam a necessidade de revisões nas normas regulatórias atuais, de forma a incorporar variações naturais ligadas à biologia da espécie, sazonalidade e origem botânica do néctar.

Portanto, conclui-se que o mel de *T. angustula* produzido em áreas de floresta nativa neste estudo apresenta qualidade físico-química compatível com os padrões legais vigentes. Já o mel urbano, embora apresente características sanitárias e de processamento adequadas, teve seu valor comercial comprometido exclusivamente por um parâmetro que pode estar mais associado à diversidade e composição floral do ambiente do que à qualidade intrínseca do produto. Tal constatação evidencia a importância de políticas públicas e regulamentações mais específicas para os méis de abelhas sem ferrão, que contemplem a diversidade de contextos ecológicos e produtivos, bem como as diferenças nos parâmetros físico-químicos dos méis em relação as diferentes espécies de meliponíneos.

## REFERÊNCIAS

ABD JALIL, Mohd Azri; KASMURI, Abdul Razak; HADI, Hazrina. **Stingless bee honey, the natural wound healer: A review**. *Skin Pharmacology and Physiology*, v. 30, n. 2, p. 66-75, 2017.

AGUIAR, Ludimila Klippel *et al.* **Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão do estado do Acre**. *Enciclopédia Biosfera*, v. 13, n. 23, p. 908-919, 2016.

ALMEIDA-MURADIAN, Ligia Bicudo de; MATSUDA, Adriana Hitomi; BASTOS, Deborah Helena Markowicz. **Physicochemical parameters of Amazon Melipona honey**. *Química nova*, v. 30, p. 707-708, 2007.

ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, Eloi Machado *et al.* **Estabilidade físico-química e sensorial de méis desumidificado de *Tetragonisca angustula***. *Magistra*, v. 24, p. 185-193, 2012.

ALVES, Rogério Marcos de Oliveira *et al.* **Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae)**. *Food Science and Technology*, v. 25, p. 644-650, 2005.

ANACLETO, Daniela de Almeida *et al.* **Composição de amostras de mel de abelha jataí (*Tetragonisca angustula* latreille, 1811)**. *Food Science and Technology*, v. 29, n. 3, p. 535-541, 2009.

BORSATO, Débora Maria. **Composição química, caracterização polínica e avaliação de atividades biológicas de méis produzidos por meliponíneos do Paraná**. Tese Doutorado - Universidade

Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes de *et al.* **Mel de abelha sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química.** Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005.

ESTADO DE SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Agricultura da Pesca e do Desenvolvimento Rural. **Portaria SAR nº 37/2020, de 04/11/2020: norma interna regulamentadora do mel de abelhas sem ferrão.** Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2020/11/Portaria-SAR-n%C2%BA-37-Mel-de-Abelha-sem-Ferr%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2024.

FATIMA, Ij *et al.* **Physicochemical characteristics of Malaysian stingless bee honey from Trigona species.** IIUM Medical Journal Malaysia, v. 17, n. 1, p. 187-191, 2018.

GOMES, Victor Valentim *et al.* **Avaliação da qualidade do mel comercializado no oeste do Pará, Brasil.** Revista Virtual de Química, v. 9, n. 2, p. 815-826, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais Técnicos em Geociências. **Manual técnico da vegetação brasileira.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Departamento de Editoração e Gráfica do IBGE, 2012.

JULEK, Elisana *et al.* **Mel de abelhas sem ferrão no Brasil: análise bibliométrica e revisão sistemática.** Vigilância Sanitária em Debate, v. 12, p. 1-10, 2024.

KLEIN, Roberto Miguel. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

LAVINAS, Flavia C. *et al.* **Rainy and dry seasons are relevant factors affecting chemical and antioxidant properties of Meliponini honey.** Foods, v. 14, n. 2, p. 305-324, 2025.

LICO, João Carlos Tomaz *et al.* **Qualidade de méis de abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811), *Trigona pallens* (Fabricius, 1798) e *Lestrimelitta limao* (Smith) em área urbana, Goiás, Brasil.** Brazilian Journal of Science, v. 2, n. 7, p. 1-13, 2023.

MAIA, Raimundo Tarcísio Feitosa *et al.* **Meliponicultura em quintais da região metropolitana de Santarém, Brasil.** Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 2, p 1-6, 2020.

MARTÍNEZ, Ramón Alejandro *et al.* **Influence of temperature and packaging type on quality parameters and antimicrobial properties during Yateí honey storage.** Food Science and Technology, v. 38, n. 1, p. 196-202, 2017.

MENDES, Carolina de Gouveia *et al.* **As análises de mel: revisão.** Revista Caatinga, v. 22, n. 2, p. 07-14, 2009.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Nogueirapis, 1997.

OLIVEIRA, Keily Alves de Moura; RIBEIRO, Luciana Silva; DE OLIVEIRA, Glauco Vieira. **Caracterização microbiológica, físico-química e microscópica de mel de abelhas canudo (*Scaptotrigona depilis*) e jataí (*Tetragonisca angustula*).** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 15, n. 3, p. 239-248, 2013.

ROÓS, Pábelo Ben *et al.* **Avaliação de parâmetros físico-químicos e da atividade antimicrobiana in vitro de méis de jataí (*Tetragonisca angustula*) provenientes do Rio Grande do Sul.** Perspectiva, v. 42, n. 159, p. 97-107, 2018.

ROUZIC, Le Samuel Perichon; JAFFÉ, Rodolfo Ribbi; GEUSTER, Cleiton José. **L'élevage des abeilles sylvestres (Apidés: Méliponinés) en milieu urbain: une nouvelle activité de loisir ou un commerce de miel (Chapecó/Santa Catarina, Brésil).** Cahiers Agricultures, v. 23, n. 6, p. 366-373, 2014.

VAN NIEUWSTADT, M. G. L.; IRAHETA, Carlos Enrique Ruano. **Relation between size and foraging range in stingless bees (Apidae, Meliponinae).** Apidologie, v. 27, n. 4, p. 219-228, 1996.

WHITE JR, Jonathan W. **Honey.** Advances in Food Research, v. 22, p. 287-374, 1978.