



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RAFAELA BRENE

**QUALIDADE DO DO MEL DE MELIPONÍNEOS COM  
ALIMENTAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL**

---

Londrina  
2024

RAFAELA BRENE

**QUALIDADE DO DO MEL DE MELIPONÍNEOS COM  
ALIMENTAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Wilma Aparecida Spinosa.

Londrina  
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Brene, Rafaela.

Qualidade do mel de meliponíneos com alimentação natural e artificial / Rafaela Brene. - Londrina, 2024.  
38 f.

Orientador: Wilma Aparecida Spinosa.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2024.

Inclui bibliografia.

1. Meliponíneos - Tese. 2. Abelhas - Tese. 3. Qualidade - Tese. 4. Mel - Tese. I. Spinosa, Wilma Aparecida. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 641.1

RAFAELA BRENE

**QUALIDADE DO DO MEL DE MELIPONÍNEOS COM  
ALIMENTAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Wilma Aparecida Spinosa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Alexandre Oba  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Pedro Henrique Freitas Cardines  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 01 de fevereiro de 2024.

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Eduardo e Lucilene.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Wilma Aparecida Spinosa, minha orientadora. Obrigada por me auxiliar, acompanhar, me apresentar ao mundo da qualidade pelo qual sou apaixonada.

Ao Prof. Dr. Alexandre Oba, meu orientador durante a graduação. Obrigada por me acompanhar, e aconselhar.

Aos professores que passaram por minha vida até aqui, em especial aos professores da UEL, que contribuíram para meu aprendizado, conhecimento e formação.

Ao Jelmir e ao senhor Miguel que tão gentilmente contribuíram com esse trabalho.

Aos meus pais, Eduardo e Lucilene, por me apoiarem, incentivarem, acreditarem em mim e terem sido meu suporte emocional durante esse período.

Ao meu avô Nicolau, por me acompanhar e ajudar com as coletas de mel.

Ao Felipe, por estar sempre presente e pronto para me ajudar, ouvir, acalmar e apoiar.

A todos meus amigos e conhecidos que de alguma maneira contribuíram com esta etapa.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

## RESUMO

BRENE, Rafaela. **Qualidade do mel de meliponíneos com alimentação natural e artificial.** 2024. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

Meliponicultura é o nome dado a criação de meliponíneos, que são as abelhas nativas sem ferrão. Estas abelhas são fundamentais para o ecossistema, conservação de espécie e produção de alimentos. O objetivo deste trabalho foi comparar a qualidade do mel de abelhas jataí alimentadas com xarope de açúcar invertido com abelhas jataí que se alimentaram exclusivamente de forma natural, e analisar se o açúcar invertido altera a qualidade do mel. Foram utilizados 12 colônias de abelhas *Tetragonisca angustula* (abelha Jataí) divididas em dois grupos iguais com 6 colônias cada, sendo um grupo alimentado com xarope de açúcar invertido e o segundo grupo as abelhas se alimentaram exclusivamente de fontes naturais por 60 dias, posteriormente foram realizadas 5 coletas de mel em diferentes tempos (0, 15, 30, 45 e 60 dias) e analisados por espectroscopia de infravermelho médio por transformada de Fourier (FTIR) e o conjunto de dados obtidos analisados por PCA (análise de componentes principais). Os resultados obtidos indicam que não houve diferença significativa das abelhas que receberam alimentação com xarope de açúcar invertido para as abelhas alimentadas com fontes naturais em relação as características do mel.

**Palavras-chave:** Zootecnia; Abelha Jataí; Açúcar Invertido.

## ABSTRACT

BRENE, Rafaela. **Honey quality of meliponíneos with natural and artificial feed.** 2024. 38 p. Dissertation (Master's in Food Science) – Center for Agricultural Sciences, Department of Food Science and Technology, State University of Londrina, Londrina, 2024.

Meliponiculture is the name given to meliponini creation, that are natives stingless bee. This bee are essencial to ecosystems, species conservation and food production. The aim of this paper was to compare the quality homey from jataí bee fed with inverted sugar syrup with jataí bee fed exclusively naturally, and to analyze whether inverted sugar alters the quality honey. In this paper, we used 12 colonies of *Tetragonisca angustula* (Jataí bee), divided in two same groups with 6 colonies each, as a group that was fed with invert sugar syrup and the second group the bees fed only on natural resources, after 60 days the honey was collected in five times (0, 15, 30, 45 and 60 days) and tested using transform infrared spectroscopy (FTIR) and the dataset analysed with principal component analysis (PCA) to evaluate the similarities into samples. The results indicate that there is no significant difference between the bees that received natural food and the control bees in relation to the characteristics of the honey analyzed.

**Key-words:** Zootecnicos; Jatai Bees; Inverted Sugar.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

<b>Figure 1 -</b>	FT-MIR spectra wavelength for honey samples .....	33
<b>Figure 2 -</b>	PCA score graph for honey samples .....	35
<b>Figure 3 -</b>	PCA loading graph for honey samples.....	35

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>Table 1 -</b>	Assignment of the main bands in the FT-MIR spectrum for the honey samples .....	33
------------------	---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	Objetivo geral.....	12
2.1.1	Objetivos específicos.....	12
	<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Meliponicultura</b> .....	<b>15</b>
3.1.1	Abelha Jataí.....	17
3.1.1.1	Alimentação artificial.....	18
3.1.1.1.1	Produtos da meliponicultura.....	19
3.1.1.1.1.1	Espectroscopia no infravermelho por transformada de fourier (ftir) .....	21
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>23</b>
	<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>29</b>
	ABSTRACT .....	29
	RESUMO .....	29
	TEXT BODY .....	30
<b>1</b>	<b>REFERENCES</b> .....	<b>36</b>
<b>2</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As abelhas habitam o planeta há milhões de anos e pode-se observar pinturas destas nas cavernas, escrituras e até mesmo em vestimentas de reis e rainhas (Oliveira (2020) apud Valoto & Rondo (2007)). O Padre jesuíta Fernam Cardim fez o primeiro relato sobre as abelhas-sem-ferrão em 1585, mas os meliponíneos ganharam destaque apenas nos últimos anos devido ao comércio de mel. O mel de meliponíneos possui características únicas e sabor diferenciado, atraindo consumidores da alta gastronomia (Villas – Boas, 2012).

A criação de meliponíneos representa um papel importante na agricultura familiar, preservação da biodiversidade e atividade promissora ao agronegócio (Toledo et al. 2010). A polinização é uma das atividades onde as abelhas nativas são essenciais, são responsáveis por polinizarem 70% das plantas cultivadas e várias outras espécies floríferas (Mustafa et al. 2023). Devido a isso, as abelhas levam consigo uma enorme importância, para a conservação das espécies nativas e até mesmo em programas de polinização aplicadas em cultivos agrícolas (Mesquita, 2009).

A criação de abelhas nativas apresenta benefícios não só para as flores, mas em produtos com elevado valor comercial (Silva & Paz, 2012). O mel é uma solução concentrada de açúcares, como glicose e frutose. Contém ainda uma mistura complexa de outros carboidratos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen (Camargo et al. 2017), além de ser fonte de compostos biologicamente ativos, como antioxidante e antibacterianos (Avila et al. 2018). Por estas razões tem-se uma crescente demanda do mel de abelhas-sem-ferrão (ASF) que aliada a baixa produtividade, torna esse um produto de elevado valor.

Em determinadas épocas, esta baixa produtividade tende a ser ainda menor, as abelhas sofrem grande influência das mudanças climáticas e diversos fatores podem levar ao enfraquecimento da colônia e redução da produtividade. Para auxiliar o produtor a enfrentar essas ocasiões, pode se optar por fornecer alimentação artificial, cujo objetivo é fornecer alimentos substitutos ao néctar e pólen. A simples mistura de água com açúcar já é capaz de atender aos objetivos do criador (Sousa, 2004).

O xarope de açúcar invertido é uma excelente opção de alimento artificial, é obtido através da hidrólise da sacarose em meio ácido por aquecimento formando a glicose e frutose. Esse xarope favorece o metabolismo e prolonga a longevidade das abelhas pois ao transformar a sacarose em glicose e frutose facilita a absorção desses açúcares (Pinho, et al.

2018).

Por estas razões, buscamos por meio deste trabalho avaliar os impactos que a alimentação artificial tem sobre as características do mel de abelhas-sem-ferrão, com foco no mel de abelha Jataí, por ser uma abelha presente em todo o território brasileiro e produção de mel com qualidade excepcional.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar os impactos que a alimentação artificial a base de xarope de açúcar invertido tem sobre as características do mel de abelhas-sem-ferrão.

#### **2.1.1 Objetivos Específicos**

- Comparar os méis de abelhas jataí alimentadas artificialmente com abelhas que não foram alimentadas artificialmente.
- Auxiliar aos produtores sobre o uso de alimentação artificial.

A dissertação apresenta-se na forma de 2 capítulos, descritos abaixo, seguidos da conclusão geral. Sendo o segundo capítulo, o artigo, escrito nas normas na Revista de Ciências Agroveterinárias, na qual foi submetido.

**Capítulo 1:**

Revisão Bibliográfica – Meliponicultura;

**Capítulo 2:**

Artigo: **Honey quality of meliponíneos with natural and artificial feed**

## CAPÍTULO 1:

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MELIPONICULTURA

Meliponicultura é o nome dado a criação racional de abelhas nativas, também chamadas de abelhas-sem-ferrão, pois o mesmo é atrofiado e não serve como órgão de defesa. É considerada uma atividade sustentável, de fácil manejo e baixo custo (Dalló, 2018), além de ser uma excelente alternativa de fonte de renda (Dias, 2017).

O ferrão é reduzido sendo uma modificação do ovopositor e sem função de defesa para as fêmeas, enquanto que os machos realmente não o possuem (Michener, 2013).

De acordo com Grüter (2020) existem cerca de 550 espécies de abelhas-sem-ferrão distribuídas em todo o planeta, que destas, 300 estão no Brasil. As espécies variam em relação a tamanho, cores, formas, hábitos de nidificação, estrutura e arquitetura dos ninhos, disposição dos favos e população de abelhas. Algumas espécies fazem a entrada dos ninhos de barro e própolis (geoprópolis), para outras a entrada é em formato de cone ou tubo e feito de cera, não só a entrada, mas a estrutura e o local dos ninhos podem diferenciar muito de uma espécie para outra (Santos, 2010; Roubik, 2006). Segundo Gianini (2017), as abelhas-sem-ferrão constroem seus ninhos em cupinzeiros e formigueiros abandonados, em ocos de árvores, postes, paredes, pedras e nos mais variados locais, desde que sejam espaçosos e seguros para seu desenvolvimento.

A criação de abelhas nativas tem despertado o interesse de muitos criadores pela ausência do ferrão, sendo uma atividade sem risco de acidentes com enxames.

No Brasil, as mais de 300 espécies de abelhas nativas podem ser divididas em meliponas e trigonas, e segundo Silva et al. (2018) estas podem ser distinguidas a partir de características gerais. As abelhas meliponas, ou da tribo meliponini são maiores que as da tribo trigonini, mas estas possuem patas traseiras maiores. A entrada da colônia das meliponas são construídas de geoprópolis, além de sempre ter uma vigia, enquanto as abelhas trigonas constroem a entrada da colônia de cera, e a entrada da colônia é protegida por vários vigias (Souza, 2021). As abelhas meliponas não constroem células reais, a quantidade de rainhas que nascem são determinadas pela proporção genética, a partir dos ovos disponíveis (Vasilak et al. 2019). Já as abelhas trigonas constroem realeiras, as quais são maiores que as células comuns e alimentadas com geléia real, fazendo com que venha a nascer uma rainha (Lima; Nogueira,

2017). Dentre os meliponíneos tem-se algumas espécies mais conhecidas, como a *Melipona scutellaris* ou Uruçu, encontrada principalmente no litoral nordestino tem preferência por locais úmidos, possuem tamanho avantajado e boa produção de mel (Gomes, 2017). A *Melipona mandaçaia*, conhecida por Mandaçaia é uma abelha social brasileira, possui corpo preto e asas cor de ferrugem, possuem ninhos grandes e com bastante quantidade de mel (Cortopolassi-Laurino; Nogueira-Neto, 2017). A *Trigona snipes*, conhecida por Irapuã é uma abelha social com hábitos diferentes das demais, é agressiva e pode atacar outras espécies e invadir seus ninhos em busca de alimento (Wolosky et al. 2018), além de atacar as plantas e destruir seus botões florais. Outra espécie muito procurada é a *Tetragonisca angustula*, conhecida por abelha jataí, esta é encontrada em todo território brasileiro e em grande parte da América Latina. São abelhas pequenas, amarelas e muito mansas, podendo ser criada em ambientes urbanos, perto das casas, pessoas e animais sem oferecer risco (Alves, 2019).

A criação de abelhas-sem-ferrão possui diversos benefícios. Estes organismos possuem extrema importância para a vida na terra, não só do ponto de vista econômico, mas também ambiental atuando como bioindicadores da qualidade ambiental, de acordo com Imperatriz-Fonseca et al. (2004) a importância desses organismos está no papel crucial que desempenham nos processos ecossistêmicos que participam.

Segundo Garófalo (2013) as abelhas são reconhecidas como um dos principais fornecedores do serviço de polinização, elas realizam este trabalho enquanto buscam por alimentos como pólen e néctar nas flores (Pereira, 2019). A polinização é caracterizada pelo transporte dos grãos de pólen desde a antera até o estigma. A antera é o órgão masculino e o local onde são produzidos o pólen, já o estigma é o órgão feminino. Este transporte resulta na transferência gamética, fecundação e formação do zigoto (Dalló, 2018).

As abelhas-sem-ferrão são mais adaptadas a polinização, devido ao fato de serem nativas, estão mais familiarizadas com a vegetação nativa do Brasil. Sendo responsáveis por polinizarem em média 70% das plantas cultivadas e nativas (Mustafa et al. 2023). Cada espécie de abelha possui morfologia adaptada para os tipos de flores que buscam se alimentar, desse modo, torna-se única cada espécie e tipo de flor a ser polinizada (Freitas & Silva, 2015).

As abelhas carregam consigo uma enorme importância ecológica e econômica, seja como conservadores de espécies vegetais nativas ou sendo aplicadas em programas de polinização de cultivos agrícolas (Mesquita, 2009). Segundo Villas-Bôas (2018), estima-se que um terço da alimentação humana dependa de forma direta ou indiretamente da polinização.

A polinização é importante não só para a produção de alimentos, como também para a manutenção e conservação da rede de interações entre plantas e animais (Yamamoto et al. 2010). É essencial para o ecossistema pois possibilita a reprodução vegetal e a produção de alimentos para animais ou humanos, através das sementes e árvores frutíferas (Freitas, 2004). Por estas razões, as abelhas possuem papel importante na agricultura familiar, preservação da biodiversidade e como atividade promissora no agronegócio (Toledo et al. 2010).

Segundo Ferreira et al. (2010) a criação de abelhas-sem-ferrão despertou o interesse de pesquisadores e instituições de pesquisa visando principalmente a conservação de espécies.

Além de todos os benefícios ambientais, tem se a possibilidade de criar meliponíneos de forma racional, é uma atividade praticada a décadas, importante para a agricultura familiar e fonte de renda para pequenos produtores (Dantas, 2016)

### 3.1.1 Abelha Jataí

A *Tetragonisca angustula*, também conhecidas como abelha-jataí ou abelhas indígenas, são abelhas pertencentes ao grupo *Apidae* da tribo trigonini, com ampla distribuição em todo território brasileiro (Lopes et al., 2019). Possuem porte pequeno com coloração dourada e hábitos de nidificação bastante diversificados, o ninho de abelha-jataí podem ser encontrados em troncos de árvores, muros, mourões de cercas e outros locais (Santos et al., 2023), o manejo destas abelhas são fáceis e elas podem ser criadas em áreas urbanas e até mesmo nos quintais de casa, pois são abelhas mansas e não possuem ferrão.

Estes pequenos organismos produzem mel de qualidade excelente: fino, suave e levemente azedo, características que diferenciam o mel de jataí dos demais. (Abelhas Jataí, 2016). Este, é um produto fino, para consumo em pequenas quantidades e textura mais líquida, apresenta doçura singular, e possuem singularidades próprias das abelhas, como acidez ou toques florais, as quais também são dependentes das épocas do ano (Abelhas, 2017).

O mel de abelha-jataí é muito valorizado na medicina popular, pois acreditam que possui propriedades nutricionais e terapêuticas, apesar do uso popular a literatura contempla apenas as propriedades antibacteriana e antioxidante Alguns artigos apontam uma potencial atividade antioxidante no mel e própolis de abelha-jataí (Roós et al., 2018; Lopes, 2019).

Com relação à quantidade de mel produzida, as abelhas jatai produzem uma quantidade baixíssima, segundo Nogueira–Neto (1997), uma colônia forte pode produzir de 0,5 a 1,5 litros de mel por ano, mas, esta quantidade pode ser ainda menor. Segundo Lopes (2010), no inverno, a umidade relativa do ar, radiação solar, pressão atmosférica e precipitações são elementos determinantes para o desenvolvimento das abelhas, podendo leva-las a se alimentarem do próprio mel, reduzindo ainda mais sua produtividade.

### 3.1.1.1 ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL

Em determinadas ocasiões o produtor pode optar por oferecer as suas abelhas a alimentação artificial. Esta tem o objetivo de suprir o pólen e néctar em épocas de escassez de floradas. De maneira semelhante aos demais animais, as abelhas também tem exigências nutricionais que se supridas corretamente propiciam melhor desempenho, estas exigências são supridas pelo pólen, néctar e água (Turcatto, 2011).

O alimento fornecido varia de acordo com a fase de vida das abelhas, enquanto as adultas se alimentam preferencialmente do néctar, que é responsável pela produção de mel, pois é fonte de carboidrato e energia para as abelhas adultas, as larvas, se alimentam de uma mistura de néctar e pólen, sendo este fonte de proteínas, lipídeos e vitaminas (Roberto et al. 2015). Deste modo, a alimentação artificial pode ser energética ou proteica, e o fornecimento deste alimento tem se mostrado uma excelente alternativa para suprir as necessidades nutricionais das abelhas, permitindo maior desenvolvimento populacional dentro das colméias (Oliveira, 2016).

Os modelos de alimentação podem ser de subsistência que visa oferecer alimentos alternativos ao néctar, ou estimulante, cujo objetivo é fornecer alimentos alternativos ao pólen. A alimentação energética costuma ser a mais utilizada devido a facilidade de preparo e uso de alimentos comuns como o açúcar. Segundo Sousa (2004), a simples mistura de água com açúcar já é capaz de atender aos objetivos do criador. Briguenti et al. (2011) cita o xarope de açúcar invertido como uma alternativa mais vantajosa que o xarope de açúcar, pois a adição de um alimento ácido ao xarope como limão ou vinagre realiza o processo de inversão do açúcar, evitando gasto energético para quebrar a sacarose em glicose e frutose.

As vantagens de se utilizar alimentação artificial são muitas, ao receberem o alimento alternativo as abelhas podem evitar o gasto de energia com a coleta do néctar e pólen no campo e se dedicarem a atividades essenciais na colmeia, como limpeza, defesa, organização

e suporte a postura da rainha (Villas-Boas, 2012). Apesar dos benefícios, Guler et al. (2007) indicaram em seu trabalho que a alimentação das abelhas a partir xaropes de açúcar pode afetar negativamente a composição e a qualidade dos méis.

#### 3.1.1.1.1 PRODUTOS DA MELIPONICULTURA

As vantagens da criação de abelhas-sem-ferrão não se restringem apenas as flores, mas também em produtos e coprodutos com elevado valor comercial (Silva & Paz, 2012). Além do mel, o pólen, cerumen, a própolis e a formação de novos ninhos são produtos também aproveitados das abelhas-sem-ferrão (Venturieri et al., 2012).

O mel é um alimento derivado do néctar das plantas e excremento de insetos sugadores, que combinados com substâncias dos próprios organismos das abelhas são transformados e armazenados em potes de cerúmen dentro das colônias até que estejam maduros (Carvalho et al., 2005). O mel é uma substância rica em carboidratos (Bogdanov, 2009), vitaminas, minerais e ácidos orgânicos, mas sua composição varia em decorrência da espécie da abelha, vegetação, clima, solo e da própria colônia da abelha, e do estado fisiológico dela (Lima, 2020).

Na composição do mel existem cerca de duzentas substâncias, sendo que grande parte são os açúcares glicose e frutose, além de água, proteínas, enzimas, minerais, ácidos orgânicos, fenólicos e carotenóides (Batiston, 2017). De acordo com Rolim (2018), o mel é composto por 65% de glicose e frutose, sendo que sua composição de carboidratos depende do néctar coletado e das condições climáticas da região (Ouchemoukh et al. 2010), estágio de maturação, das condições ambientais e sazonais, além da manipulação e processamento (Escuredo et al. 2014).

Ainda de acordo com Ouchemoukh et al. (2010) os carboidratos são responsáveis por importantes propriedades físico-química do mel, como viscosidade, higroscopicidade, granulação e valor energético.

A glicose é o monossacarídeo mais importante no metabolismo humano, pode ser encontrada na forma de amido nas plantas e glicogênio em animais, possui importante papel biológico para os seres vivos, pois fornece energia para o metabolismo celular, é responsável pela cristalização do mel, de acordo com Kuroishi et al. (2012) a glicose é ligada a cinco moléculas de água, mas, quando o mel está cristalizado essa glicose está ligada a apenas uma molécula de água, o restante das moléculas estão livres para aumentar a atividade de água, o que pode levar a uma redução da qualidade do mel.

A frutose é um monossacarídeo simples e conhecido também como açúcar da fruta, este é responsável pelo sabor adocicado e a higroscopicidade do mel (Eller, 2022). Segundo Moreira e De Maria (2001), méis com teores mais altos de frutose do que de glicose são melhor aceitos pelos consumidores, pois é um mel mais doce e com menor chance de cristalização.

A sacarose ou açúcar de mesa como é popularmente conhecida, é um dissacarídeo não redutor o qual pode sofrer reação de hidrólise enzimática através da enzima invertase ou acida e ser transformada em glicose e frutose (Sodré, 2007).

Além da sacarose e frutose que compõem grande parte dos açúcares presentes no mel, é possível encontrar em concentrações mais baixas açúcares como maltose e trealulose (Agus et al. 2021). Em seu recente estudo, Fletcher et al. (2020) relatou pela primeira vez a presença de trealulose no méis de abelhas-sem-ferrão, este é um dissacarídeo, isômero da sacarose com propriedades benéficas para a saúde humana, pois apresenta baixo índice glicêmico e insulinêmico (Wach et al. 2010), propriedades acariogênicas (Hamada, 2002) e antioxidantes altamente ativas (Kowalczyk et al. 2015).

Méis com altos teores de sacarose pode indicar que o mel ainda não está maduro o suficiente para colheita, pois a sacarose ainda não foi transformada em frutose e glicose pela enzima invertase em alguns casos, o teor de sacarose também pode indicar que as abelhas foram alimentadas com açúcar ou que o mel foi adulterado pela adição de sacarose, de acordo com Fakhlaei et al. (2020) o teor de sacarose também é importante para saber se as abelhas foram alimentadas com açúcar ou xaropes de açúcar.

A composição química do mel de abelhas-sem-ferrão é diferente do mel de *Apis mellifera*, deste modo, a legislação brasileira não o atende (Brasil, 2000), no entanto, alguns estados brasileiros criaram os regulamentos técnicos de identidade e qualidade (RTIQ) com o objetivo de regulamentar os parâmetros mínimos de qualidade do mel de ASF. No estado do Paraná, a ADAPAR (Agência de Defesa Agropecuária) publicou a portaria 63 estabelecendo a RTIQ do mel de abelha sem ferrão (Paraná, 2017).

A demanda de consumo do mel de ASF vem crescendo nos últimos anos, entretanto, a produção não atende a todos os consumidores, a produção se dá em menor escala que o mel de *Apis mellifera*, o que contribui para o alto valor agregado deste produto (Silva, 2015).

Outro fator que proporciona este alto valor agregado é devido a uma potencial atividade antioxidante e terapêutica. Roós et al. (2018) citaram uma potencial atividade antioxidante e antimicrobiana, assim como Cruz et al. (2020). Segundo Andrade et al. (2022)

além de propriedades nutricionais, o mel possui grande relevância terapêutica, sendo utilizado na medicina popular e cosmetologia devido a funções antimicrobiana, antifúngica, antiparasitária e anti-inflamatória.

A própolis é um produto viscoso, formada através da mistura de secreções vegetais, pólen e enzimas salivares das abelhas, então sua composição é definida pela origem botânica, geográfica e condições climáticas (Barbosa et al. 2022). É responsável pelo revestimento das colônias atuando como proteção contra o vento e insetos indesejados (Salatino, 2019).

Segundo Sanches (2017) devido as propriedades antimicrobianas que apresenta, a própolis atua também como defesa química contra os microrganismos das abelhas e mel. Conforme Lavinias et al. (2019), a própolis tem despertado a atenção de pesquisadores por apresentarem potencial farmacológico, alguns estudos comprovam que a própolis possui atividade antifúngica, anti-inflamatórias, antibacterianas, imunomoduladoras, anti-helmínticas entre outras (Picinini et al. 2022).

#### 3.1.1.1.1 ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO POR TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

A espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) é um método capaz de medir a luz que as moléculas emitem na região de infravermelho em função de comprimento de onda e a transformada de Fourier permite a coleta de todos os comprimentos de onda, evitando que os dados fiquem dispersos. Segundo Souza et al. (2014) o avanço da espectroscopia com a transformada de Fourier permitiu obter um somatório de muitos espectros de uma molécula, melhorando a definição dos sinais e a exatidão da análise. É importante salientar que toda molécula emite um comprimento de onda específico de acordo com suas ligações químicas e os espectros obtidos estão relacionados a concentração de substâncias dentro da molécula.

A FTIR é então uma ferramenta poderosa para análise de compostos orgânicos e inorgânicos, capaz de identificar as ligações químicas entre os átomos pelas deformações rotacionais e vibracionais que estes emitem (Skoog et al. 2010). Com relação a vantagens desta técnica podemos citar a diversidade de amostras que é permitido analisar, com pouca quantidade e rapidez para a aquisição de espectros (Souza et al. 2014).

A espectroscopia pode ser utilizada para determinar a estrutura cristalina e a pureza do mel (Martos et al. 2000) permitindo a determinação de componentes qualitativos e quantitativos que definem a qualidade do mel natural, permitindo até mesmo a distinção do mel

de melado, artificial e mel natural (Kedzierska – Matysek et al. 2018). Em um estudo Sivakesava; Irudayaraj (2001) sugerem que a FTIR é um método capaz de determinar adulteração no mel a partir de açúcar invertido de beterraba, produzido comercialmente a partir da sacarose da beterraba por hidrólise, dando origem a um produto parcialmente hidrolisado com D-glucose, D-frutose e sacarose em proporções 1:1:2, para isso utilizaram a espectroscopia em conjunto com a análise multivariada de PCA, e foram capazes de observar diferentes concentrações deste açúcar no mel. Ciursa et al. (2021) após analisar 97 amostras de méis autênticos e 210 amostras de méis adulterados com diferentes concentrações de xarope de ágave, açúcar invertido, milho, açúcar e arroz por FTIR sugere que esta pode ser uma ferramenta útil para verificação de qualidade do mel.

#### 4. REFERÊNCIAS

ABELHAS JATAÍ. Abelhas Jataí. Disponível em: <http://www.abelhasjatai.com.br/as-abelhas-jatai/>.

ALVES, A. da S. Revisão dos estudos dos polinizadores do morangueiro no Brasil. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul: Cerro Largo, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3438>.

ANDRADE, B. B. et al. Mel de abelhas sem ferrão: uma revisão sobre parâmetros químicos, teor de compostos bioativos e suas propriedades terapêuticas. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.37618>.

AVILA, S. et al. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science & Technology*, v. 81, p. 37–50, 2018.

BARBOSA et al. Avaliação de bioatividade do mel, própolis e pólen de abelha Jataí. Editora Científica Digital eBooks, v. 2, c. 6, p. 79–96, 2022. Disponível em: 10.37885/221010692..

BARTCUS, D. Biólogo desenvolve alimentação alternativa para abelhas sem ferrão - A.B.E.L.H.A. Disponível em: <https://abelha.org.br/biologo-desenvolve-alimentacao-alternativa-para-abelhas-sem-ferrao/>.

BATISTON, T. F. T. P. Atividade antimicrobiana de diferentes méis de abelha sem ferrão. Dissertação (mestrado em Zootecnia). Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó, SC, Brasil, 2007. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00003a/00003ac8.pdf>.

BOGDANOV, S. et al. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*. v. 35, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>.

BRIGHENTI, D.M. et al. Inversão da sacarose utilizando ácido cítrico e suco de limão para preparo de dieta energética de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.2, p.297-304, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000200010>.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P. Abelhas sem ferrão do Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

CAMARGO, R. C. R. de. et al. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 20, 2017.

CARLOS, A. et al. Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química. *Série Meliponicultura* v. 04, ed. 1, 2005. Disponível em: [https://www2.ufrb.edu.br/insecta/images/publicacoes/meliponicultura/Serie\\_Meliponicultura\\_n4.pdf](https://www2.ufrb.edu.br/insecta/images/publicacoes/meliponicultura/Serie_Meliponicultura_n4.pdf).

CIURSA, P. Detection of honey adulterated with agave, corn, inverted sugar, maple and rice syrups using FTIR analysis. *Food Control*, v.130, 2021. Disponível em: DOI:[10.1016/j.foodcont.2021.108266](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108266).

CRUZ, L. F. da S. et al. Determination of physicochemical characteristics and bioactive compounds in samples of pollen, geopropolis and honey from *Melipona Scutellaris* bee species / Determinação das características físico-químicas e compostos bioativos em amostras de polén, geoprópolis e mel de abelha *Melipona Scutellaris*. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 21484–21496, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n4-353.

DALLÓ, G. C. Interações entre espécies de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) do Rio Grande do Sul e plantas melitófilas nativas. Trabalho de conclusão de curso (graduação em ciências biológicas), Instituto de biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/198204/001096480.pdf>.

DANTAS, M. C. A. M. Arquitetura de ninho e manejo de abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) no alto sertão da Paraíba. Dissertação (Mestrado em ciências agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande, Campos Pombal, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/866>.

DIAS, G. Sem ferrão e com lucro. *Revista Agropecuária Catarinense*, v.30, n.3, 2017. Disponível em: [https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/apicultura/noticias/rac\\_set\\_dez\\_2017\\_semferro.pdf](https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/apicultura/noticias/rac_set_dez_2017_semferro.pdf).

ELLER, K.H. Fatores que influenciam nas características e qualidade do mel de abelha *Apis Mellifera*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia), Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, 26f, Colatina, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2207>.

ESCUREDO, O. et al. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, v. 15, ed. 149, p. 84-90, 2014. Disponível em: doi: 10.1016/j.foodchem.2013.10.097.

FAKHLAEI, R. et al. The Toxic Impact of Honey Adulteration: A Review. *Foods* v. 9, ed. 11, 1538, 2020. Disponível em: doi:10.3390/foods9111538.

FERREIRA, M. do N. et al. Conhecimento tradicional dos Kaiabi sobre abelhas sem ferrão no Parque Indígena do Xingu, Mato Grosso, Brasil. *Revista Tellus*, n. 19, p. 129–144, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/tellus.v0i19.212>.

FLETCHER, M. T. et al. Stingless bee honey, a novel source of trehalulose: a biologically active disaccharide with health benefits. *Scientific Reports*, v. 10, n. 1, ed. 12128, 2020.

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola do país. *Agricultura e Polinizadores*. E-book, color. ISBN: ISBN 978-85-69982-00-5. São Paulo – SP, p. 72, 2015 Disponível em: <https://abelha.org.br/e-books/>.

FREITAS, L. et al. Plataforma Brasileira de Biodiversidades e Serviços Ecossistêmicos.

Sumário para tomadores de decisão: 1º relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. Campinas, SP. p. 20, 2018.

GARÓFALO, C. A. As abelhas e a sustentabilidade dos serviços de polinização. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, ciências e letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia, São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.  
Disponível em: <<https://www.hu.usp.br/wp-content/uploads/sites/103/2017/06/13-As-abelhas-e-a-sustentabilidade-dos-servi%C3%A7os-de-poliniza%C3%A7%C3%A3o.pdf>>.

GIANNINI, T. C. et al. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. PLOS ONE, v. 12, n. 8, 2017.

GOMES, I. N. Bioensaios em laboratório indicam efeitos deletérios de agrotóxicos sobre as abelhas *Melipona capixaba* e *Apis mellifera*. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) Universidade Federal de Viçosa – Florestal, p. 51, 2017.

GRÜTER, C. Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution. Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2020.

GULER, A. et al. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. Food Chemistry, v. 105, n. 3, p. 1119–1125, 2007.

HAMADA, S. Role of sweeteners in the etiology and prevention of dental caries. Pure and applied chemistry, v. 74, n. 7, p. 1293 – 1300, 2002.

HONGYUongyu, K. et al. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. ES - Engineering and Science v. 5, n. 1, 2016.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. A meliponicultura e a iniciativa brasileira dos polinizadores. Anais.. Natal: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2004.

KĘDZIERSKA-MATYSEK, M. et al. Application of FTIR spectroscopy for analysis of the quality of honey. BIO Web of Conferences, v. 10, p. 02008, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002008>.

KOWALCZYK, J. et al. Highly active antioxidant based on trehalulose. International patent number. US20150132462A1, 2015.

KUROISHI, A. M. et al. Avaliação da cristalização do mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. Brazilian Journal of Food Technology, v. 15 n. 1, p. 84 – 91, 2012.  
Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012000100009>

LAVINAS, F. C. *et al.*, Brazilian stingless bee propolis and geopropolis: promising sources of biologically active compounds. Revista. Brasileira Farmacognócia, v. 29, n. 3, p. 389-399, 2019.

LIMA, E. B. de. Propriedade antioxidante do mel de abelha. Trabalho de conclusão de curso de tecnologia de alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 33 f, João Pessoa, 2020.

- LIMA, L. N.; NOGUEIRA, E. M. S. Produção e uso dos recursos melíferos por meliponicultores da região de Cícero Dantas, BA. *Gaia Scientia*, v. 11, n. 3, p. 73-82, 2017.
- LOPES, A. E. Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de diferentes regiões do estado do paraná. Dissertação de mestrado, p.1-63.2019.
- LOPES, M. T. do R. As abelhas e o clima: as abelhas encontram no processo de Aquecimento Global mais uma importante barreira para seu sucesso. 2010.
- MARTOS, I. et al. Identification of flavonoid markers for the botanical origin of Eucalyptus honey. *Journal of agricultural and food chemistry*, ed. 48, n. 5, p. 1498-1502, 2000Disponível em: doi: 10.1021/jf991166q.
- MESQUITA, T. M. S. Diversidade de abelhas solitárias (*Hymenoptera, Apoidea*) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado, MG. Dissertação (Mestrado em Entomologia), p. 50 - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- MICHENER, C. D. The Meliponini. *Pot-Honey*, v. 19, p. 3-17, 2013.
- MOREIRA, R. F. A., DE MARIA, C. A. B. *Glicídios no mel*. *Química Nova*, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 516-525, 2001.
- MUSTAFA, G. et al. Variations in nutritional profile of honey produced by various species of genus *Apis*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, ed. 246651, p. 1519-6984, 2023.
- NOGUEIRA-NETO, P. *Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão*. Editora Nogueirapis, São Paulo, 1997. 447p.
- OLIVEIRA, J. W. S. Efeito da suplementação proteica sobre características morfológicas de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). São Cristóvão, Dissertação de Mestrado. Brasil, 39 f. 2016.
- OLIVEIRA, W. J. de S. *Etnobiologia das abelhas nativas do Brasil nas etnias Kaiabi, Kayapó, Xavante e Guarani*. Monografia (Graduação em biologia) – Escola de ciências agrárias e biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2020.
- OUCHEMOUKT, S. et al. HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, v. 121, n. 2, p. 561–568, 2009.
- PARANÁ. Portaria ADAPAR nº 63 de 10 de março de 2017. Estabelece Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas sem Ferrão. Curitiba, Paraná. 2017.
- PEREIRA, A. I. A. A. *Interface do Conhecimento sobre Abelhas*. Cap. 2 Alimentação e Nutrição de abelhas *Apis mellifera*. p.14-15, 2019.
- PICININI, A. Composição química e atividade biológica da própolis de *Melipona quadrifasciata*. *Research, Society and development*. v. 11, n. 12, ed. 193111234175, 2022.

PINHO, P. M. et al. Alimentação artificial para abelhas *Apis mellifera* africanizadas. Anais da XIMOSTRA científica da FAMEZ/UFMS, Campo Grande, 2018.

ROBERTO, G. B. P. et al. As abelhas polinizadoras nas propriedades rurais. Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

ROÓS, P.B. 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*, Erechim, v. 42, n. 159, p. 97-107, 2018. Disponível em: [https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/159\\_727.pdf](https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/159_727.pdf). Acesso em: 09 dez. 2023.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, v.37, p.124-143, 2006.

ROLIM, M. B. Q. et al. Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: Revisão. *Medicina Veterinaria (UFRPE)*v. 12, n. 1, p. 73-81, 2018.

SALATINO, A; PEREIRA, L. R. L; SALATINO, M. L. F. The emerging market of propolis of stingless bees in tropical countries. Department of Botany, University of São Paulo, Brazil, 2019.

SANCHES, M. A. et al. Pharmacological actions of extracts of propolis of stingless bees (*Meliponini*), *Journal apicultural research*, v. 56, p. 50-57, 2017

SANTOS, R. B. et al. Qualidade do mel de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 em área nativa da região Sudoeste, Goiás, Brasil. *Brazilian Journal of Science*,v. 2n. 6, p. 1-11, 2023. Disponível em:<https://doi.org/10.14295/bjs.v2i6.295>.

SANTOS, A. B. Abelhas Nativas: Polinizadores em Declínio. *Natureza Online* v. 8, n. 3, p. 103-106, 2010.

SKOOG, D. A. et al. Fundamentos de química analítica. ed. 8 São Paulo –SP: Cengage Learning, cap. 24-26, 2010.

SILVA, E. M. S. et al. Desenvolvimento Territorial com a participação de mulheres na apicultura e meliponicultura no Território do Sertão do São Francisco-BA. In: OLIVEIRA, L. M. S. R.; FLORES, F. T. (Org.). *Desenvolvimento Territorial: experiências, articulações e práticas educativas*. Curitiba: Editora CRV, p. 51-79, 2018.

SILVA, W. P; PAZ, J. R. L. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. *Natureza on line* ed. 10, v. 3 p. 146-152 ,2012.

SILVA, M. C. de P. Caracterização físico-química, teor de antioxidante e perfil sensorial de méis de abelhas submetidos à desumidificação e umidificação. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) 82 f - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/805>.

SIVAKESAVA, S.; IRUDAYARAJ, J. Detection of inverted beet sugar adulteration of honey by FTIR spectroscopy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 81, n. 8, p. 683–690, 2001.

SODRÉ, G. S. et al. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. *Ciência Rural*, v. 37, n. 4, p. 1139-1144, 2007.

SOUZA, L. R. DE. *MELIPONÍNEOS (TRETAGONISCA ANGUSTULA)*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas*, p. 401–409, 2021. Disponível em: 10.37885/210303819..

SOUZA, D. C. Importância Socioeconômica da Apicultura : Manual do Agente de desenvolvimento rural. Brasília. SEBRAE, cap. 4, p. 35-41, 2004.

SOUZA, A. K. R. et al. Técnica FTIR e suas aplicações em amostras orgânicas. *Anais do ENIC*, n. 6, 2014..

SOUZA, D. C. Importância Socioeconômica da Apicultura : Manual do Agente de desenvolvimento rural. Brasília. SEBRAE, cap. 4, p. 35-41, 2004.

TOLEDO, V. A. A. et al. Produção de geleia real em colônias de abelhas africanizadas considerando diferentes suplementos proteicos e a influência de fatores ambientais. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 1, p. 101 – 108, 2010.

TURCATTO, A. P. Desenvolvimento e análise do efeito de dietas protéicas como suplementação nutricional para abelhas *Apis mellifera*. Dissertação (mestrado). Departamento de biologia Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP, 2011.

VASILAKI, A. et al. A natural approach in food preservation: Propolis extract as sorbate alternative in non-carbonated beverage. *Food Chemistry*, v. 15, n. 298, 2019.

VENTURIERI, G. C. et al. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. *Polinizadores no Brasil : contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. Tradução . São Paulo, SP: EDUSP. p. 489 il.2012. Disponível em: <http://www.livrosabertos.edusp.usp.br/edusp/catalog/book/8>.

VILLAS-BÔAS, J. Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.

VILLAS BÔAS, J. Manual Tecnológico de aproveitamento integral dos produtos das abelhas nativas sem ferrão. 2. ed. Brasília, DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). 2018.

WACH, W. et al. Trehalulose – containing composition, its prepararion and use. International patente number WO/2010/118866, 2010.

WOLOWSKI, M. et al. Plataforma Brasileira de Biodiversidades e Serviços Ecossistêmicos. Sumário para tomadores de decisão: 1º relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. Campinas, SP. 20 p. 2018.

## CAPÍTULO 2:

### Honey quality of meliponíneos with natural and artificial feed

### Qualidade do mel de meliponíneos com alimentação natural e artificial

#### ABSTRACT

Meliponiculture is the breeding of stingless bees, native to tropical and subtropical regions and have great economic and environmental importance. Jataí bee honey is a supersaturated solution of glucose and fructose. It has a characteristic, slightly acidic flavor and differs from other mainly due to its high humidity and potential medicinal use, in addition to its high value. This is an activity dependent on natural resources, and honey production fluctuates according to the climatic and environmental conditions of each region, making food supplementation often necessary to reduce losses and keep colonies populated when flowers may be lacking. Despite the benefits for the colony, there isn't enough data on the impact it has on the characteristics of the honey. This article aims to evaluate the impacts of artificial feeding on the quality parameters of *Tetragonisca angustula* (jataí) honey. The study was carried out using two treatments with six replications each: one was the control treatment without artificial feeding, and the other with the artificial feeding of inverted sugar syrup, after 60 days, honey samples were collected and tested using Fourier-transform infrared spectroscopy, the results indicated that there were no significant differences in the honey of naturally and artificially fed bee.

#### RESUMO

Meliponicultura é a criação de abelhas sem ferrão, nativas de regiões tropicais e subtropicais com grande importância econômica e ambiental. O mel de Jataí é uma solução de glicose e frutose, possui sabor característico, levemente ácido e se diferencia pela alta umidade, potencial uso medicinal, e alto valor. Esta é uma atividade dependente de recursos naturais e a produção de mel oscila de acordo com as condições climáticas de cada região, muitas vezes é

necessário a suplementação alimentar para reduzir perdas e manter as colônias populosas mesmo com baixa disponibilidade de floradas. Apesar dos benefícios para a colônia, não existem dados o suficiente sobre os impactos da alimentação artificial sobre as características do mel. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos da alimentação artificial sobre a qualidade do mel de *Tetragonisca angustula*. O estudo foi desenvolvido em dois tratamentos com seis repetições cada, um tratamento controle que não recebeu alimentação artificial e outro com alimentação artificial de xarope de açúcar invertido, após 60 dias amostras de mel foram coletadas e testadas por espectroscopia infravermelha por transformada de Fourier. Os resultados indicam que não houve diferenças significativas no mel das abelhas alimentadas naturalmente em comparação com as abelhas alimentadas artificialmente.

**Keywords:** Zootechnics; Quality; Jatai Bees.

**Palavras – chaves:** Zootecnia; Qualidade; Abelhas Jataí;

### **TEXT BODY**

The breeding of native bees has gained prominence mainly regarding the honey trade due to the high added value. In recent years, consumers have become more demanding, and haute cuisine has started to look for different flavors, which has become a stimulus for meliponiculture (VILLAS-BÔAS, 2012).

The creation of these bees, whose sting is atrophied, has been the main, if not the only, source of income for many families, but the benefits are not exclusively economic. In addition to playing an important role in family farming, the creation of bees – without sting – is essential for the preservation of biodiversity through the pollination of native and cultivated plants, also helping agribusiness.

This is an activity dependent on natural resources and honey production fluctuates according to the climatic and environmental conditions of each region. For this reason, it is important to know alternative foods for the off-season period to reduce production losses (LIMA et al. 2015).

The absence of food causes unfavorable impacts on the maintenance, development, and reproduction of colonies, as well as facilitating the emergence of diseases caused by stress and malnutrition (MORAES, 2017). Bees can consume the existing food reserves in the hive to try to maintain the full development of colonies, causing a reduction or pause in the queen's laying of eggs. In this way, it establishes a population imbalance that leads to the weakening or death of the colony (FREITAS et al. 2020).

Artificial feeding keeps colonies populated during shortages, ensuring greater production in the next harvest. Without food, the breeder compromises production and colonies (COELHO et al. 2008). This method of feeding aims to meet the nutritional demands of bees with an energetic or protein food. It is important to highlight that it does not replace conventional food, being only a possibility to reduce damage in times of scarcity (LIMA, 2014).

Bees obtain their nutrients from nectar and pollen from flowers. Together, these foods provide the necessary support for larval growth, development, and many other activities carried out in the colony (BATISTA et al. 2018). Nectar contains carbohydrates responsible for providing energy for bees, while pollen is a source of proteins, amino acids, lipids, vitamins, and minerals, all of them are essential for the development of larvae and for the longevity of bees (PINHO et al. 2018).

Even with the numerous advantages of providing artificial food for stingless bees, there is not found data in the literature about the influence of it on the quality of honey, which is the bees main product. Because jataí honey has a high value, it is extremely important to know if the characteristics of this diet will alter the honey.

For the reason explained above, this work aims to investigate the possible impacts of artificial feeding of stingless bees on the characteristics and quality of honey from bees of the species *Tetragonisca angustula*.

About the methodology, the experimental practices of study was developed in partnership with a rural producer on his property, located in the Nogueira farm condominium, municipality of Londrina, Paraná, Brazil. The analyses were carried out in the Food Research Center of the Laboratory for the Support of Technological Development (FoRC – LADETEC) at the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ).

The experiment was carried out in december and january, this year was atypical and we didn't have well definid seasons, so the bees suffered a lot from climate changes. The bees are weakened and producing low quantitys of honey.

The treatments was:

Group A – Bee artificially fed with inverted sugar syrup.

Group C – Control treatment that didn't receive artificial feed.

These two treatments were carried out with six replications each.

The *Tetragonisca angustula* bees are fed with an inverted sugar syrup, which was supplied weekly with 5 mL inside each box for 60 days. The syrup was produced following IT 01 – Preparation of inverted sugar, previously supplied, with adjustments in quantities. The ingredients are 1.285 kg of crystal sugar and 0.5 L of water. The directions are the following:

Boil the sugar until it reaches 70 degrees; add 178 mL of alcohol vinegar; Wait 30 minutes and add sodium bicarbonate until the pH stabilizes between 6.0 and 7.0.

The syrup was sterilized, and analyses of total soluble solids and pH were carried out according to the methodology of the ADOLFO LUTZ INSTITUTE (2008). After 60 days, honey samples were collected every fortnight with a sterile 10 mL syringe. Afterward, the samples were deposited in sterile tubes wrapped in aluminum foil, so that no changes would occur due to light, and then they were stored in the home freezer with  $-18^{\circ}\text{C}$ .

The samples were subjected to analysis by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). A Shimadzu IRPrestige-21 spectrophotometer was used, equipped with an attenuated total reflectance (ATR) module, which uses a diamond crystal plate to obtain spectra. An advantage of this method is that it does not need any prior sample preparation.

Each analysis was carried out in duplicate, using only  $0.5\ \mu\text{L}$  of sample, placed in direct contact with the ATR. The spectra obtained were processed in the IRsolutions software (version 1.04), the data were exported in ASCII format, and the averages were calculated.

It is known that the FT-MIR spectrum is a powerful tool for analyzing honey's chemical composition. To better visualize the data results, the spectra were cut in the region from  $2000$  to  $500\ \text{cm}^{-1}$ , which includes the fingerprint region of the honey samples (Figure 1). Several bands are observed in the spectrum, each associated with different functional groups and components in honey.

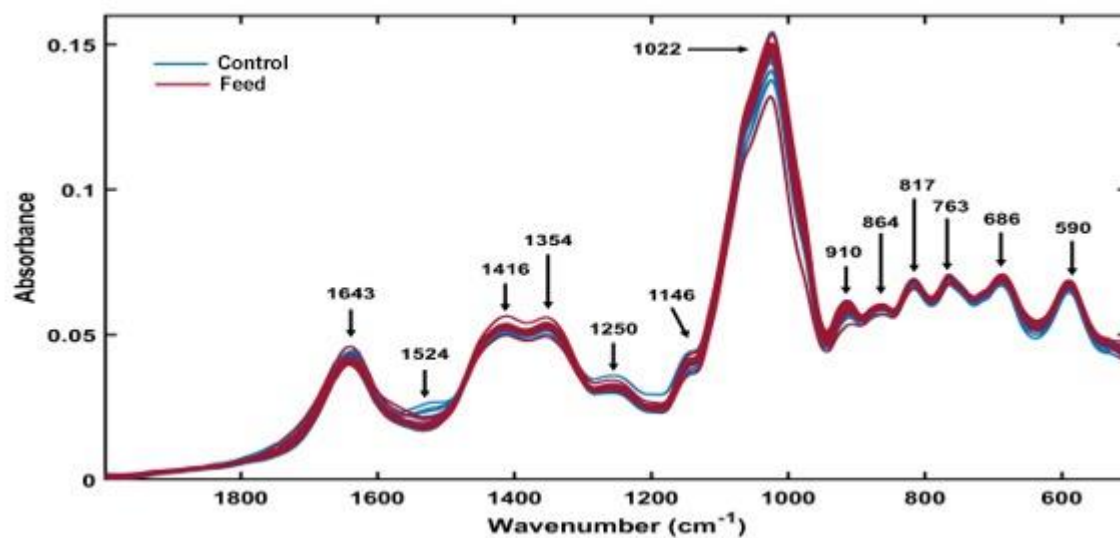
The results indicated that around  $1643\ \text{cm}^{-1}$  wavelength, there is a band related to the stretching of the amide I ( $\text{C}=\text{O}$ ) bond in proteins, more specifically of amino acids that contain amide functional groups (GOK et al. 2015; KASPRZYK et al. 2018).

At  $1524\ \text{cm}^{-1}$  wavelength, there is another significant signal, associated with the stretching vibration of the C-C bond in the furanose ring of the carbohydrates in honey. These carbohydrates are composed of monosaccharides, such as glucose and fructose, and other sugars, such as sucrose and maltose. At  $1416\ \text{cm}^{-1}$  and  $1354\ \text{cm}^{-1}$ , there are bands related to the C-H stretching vibration in  $\text{CH}_3$  and  $\text{CH}_2$  groups of sugars present in different carbohydrates in honey, including glucose and fructose. This peak indicates the amount of these sugars present in the honey.

The signal at  $1250\ \text{cm}^{-1}$  may be associated with several stretching vibrations of the N-H bond in compounds that have the amide III group in amino acids. The signal at  $1146\ \text{cm}^{-1}$  is related to C-O-C stretching in sugar rings, such as fructose. At  $1022\ \text{cm}^{-1}$ , we have a peak associated with the C-O stretching in alcoholic groups (OH), present in honey sugars. The bands at lower wavenumbers, such as  $910$ ,  $864$ , and  $817\ \text{cm}^{-1}$ , are related to the C-H bending

vibration in CH<sub>3</sub> and CH<sub>2</sub> groups present in carbohydrates in honey (ANJOS et al. 2015; GOK et al. 2015; KASPRZYK et al. 2018).

**Figure 1** – FT-MIR spectra wavelength for honey samples



Source: primary data

**Table 1** – Assignment of the main bands in the FT-MIR spectrum for the honey samples.

Wave number (cm-1)	Vibrations	Compounds	References
1643	stretch C=O	amide I bond and proteins	(Anjos et al., 2015)
1524	stretch C-C	furanose	(Kasprzyk et al., 2018)
1416	stretch C-H	CH <sub>3</sub> groups of fructose	(Anjos et al., 2015)
1354	bond stretch C-H	CH <sub>2</sub> groups of carbohydrates.	(Anjos et al., 2015)
1250	bond stretch N-H	Amide III amino acids	(Kasprzyk et al., 2018)
1146	stretch C-O-C	sugar rings, such as fructose.	(Anjos et al., 2015)
1022	stretch vibration C-O	OH groups present in sugars.	(Anjos et al., 2015)
910	flexion C-H	CH <sub>3</sub> groups present in carbohydrates.	(Anjos et al., 2015)
864	bending vibration C-H	CH <sub>2</sub> groups present in carbohydrates.	(Gok et al., 2015)

---

817	flexion C-H	CH3 and CH2 groups present in carbohydrates.
763	out-of-plane bending (rocking) C-H	CH2 groups present in carbohydrates C.
686	out-of-plane bending (rocking) C-H	CH3 groups present in carbohydrates.
590	flexion O-H	OH groups of sugars and organic acids

---

**Source:** Authors elaboration based on the studies mentioned

Figure 2 shows the PCA Score graphs performed on honey samples, aiming to understand the differences and similarities between the samples. PCA analysis is a statistical technique that aims to reduce the dimensionality of data, seeking to extract the main information from the original variables (ANDRADE et al. 2022).

The first principal component (PC1) in the graphs was responsible for capturing 46.39% of the total data variance, while the second principal component (PC2) captured 30.95% of the variance, together, these two components explain most of the variation in proven honey samples. The principal components are a linear combination of all origin variables, the aim is to retain as much information as possible (VARELLA, 2008).

When the honey samples were classified in relation to the food behavior of the stingless bees and the control samples, it was observed that they clustered close to each other, this proximity in the graph (figure 2) indicates that there is no significant difference between the bees that received artificial food and the control bees, in relation to the characteristics of the honey analyzed. This observation suggests that artificial feeding did not alter honey properties compared to control samples, as well as different honey collection times, there were no significant differences between the control group (group C) and the artificially fed group (group A).

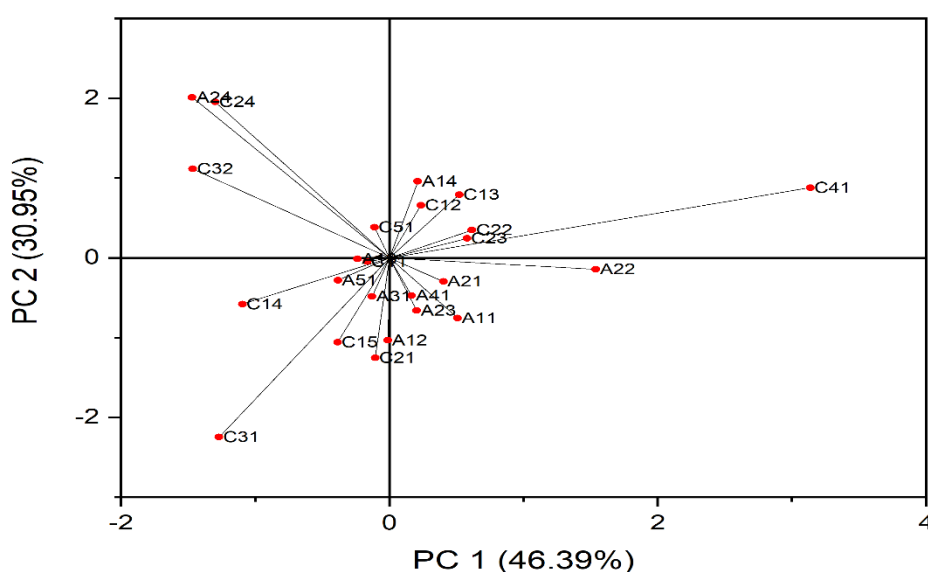
An important relationship can be established between the PCA Scores and the Loadings plot in Figure 3, which shows which spectral regions influenced the honey samples to exhibit the observed natural behavior. Analysis of the loadings provides a detailed explanation of which spectral components are associated with the observed behavior. Note that the most evident regions in the spectrum are related to the honey fingerprint, that is, the spectral characteristics that are most relevant for classifying the samples.

Specifically, two key spectral regions were identified that are mainly linked to the sugars present in honey. The first is the region close to 1022  $\text{cm}^{-1}$ , which is related to the C-O

stretching in alcoholic groups (OH) present in honey sugars. The second is the region around  $1146\text{ cm}^{-1}$ , which is related to the C-O-C stretching in sugar rings, such as fructose.

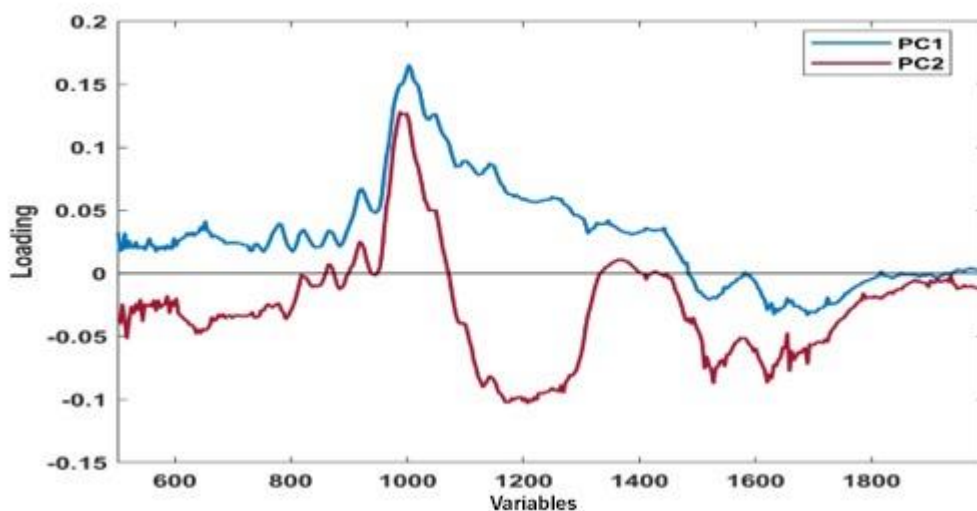
These results indicate that these specific compounds (sugars with alcoholic groups and sugar rings, such as fructose) were mainly responsible for the similarity between the honey samples from bees that received artificial food and the control samples. The first principal components (PC1 and PC2) in the PCA Scores plot show these influential spectral regions, explaining the close clustering of the samples in this analysis.

**Figure 2** – PCA score graph for honey samples



Source: primary data

**Figure 3** – PCA loading plot for honey samples



Source: primary data

About these results we can conclude that artificial feeding is an excellent alternative for many stingless beekeepers, allowing colonies to be kept active and populous even in times of low availability of flowers, which avoids energy expenditure or low honey production. Feeding based on inverted sugar syrup is considered one of the main models due to the ease of production with conventional foods.

Vinegar enables the transformation of sucrose into glucose and fructose, sugars absorbed by bees, avoiding energy expenditure for this activity. It can be concluded then that inverted sugar syrup is a good food option for bees, its supply will not change the quality of the honey, and the producer can keep colonies healthy, populous, and productive even in situations with adverse climate and low availability of flowers.

## 1. REFERENCES

ANDRADE, JC de, et al. An Easy - to - Use and Cheap Analytical Approach Based on NIR and Chemometrics for Tomato and Sweet Pepper Authentication by Non - volatile Profile. *Food Analytical Methods*, v. 16, n. 3, 2022.

ANJOS, O. et al. Application of FTIR-ATR spectroscopy to the quantification of sugar in honey. *Food Chemistry*, v. 169, p. 218–223, 2015

BATISTA, MDC da S. et al. Alimentação das abelhas: Revisão sobre a flora apícola e necessidades nutricionais. *Biofarm - Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, v. 14, n. 1, p. 62–72, 2023

COELHO, MS. et al. Alimentos Convencionais e Alternativos para as Abelhas. Universidade Federal Rural do Semiárido, Revisão de Literatura, *Revista Caatinga*, v. 21, n. 1, p. 01-09, 2008

FREITAS, PVDXV de et al. 2020. Basics for breeding native bees: feeding and multiplication. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4.

GOK, S. et al. Differentiation of Anatolian honey samples from different botanical origins by ATR-FTIR spectroscopy using multivariate analysis. *Food Chemistry*, v. 170, p. 234–240, 2015

LUTZ, AI. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

KASPRZYK, I. et al. FTIR-ATR spectroscopy of pollen and honey as a tool for unifloral honey authentication. The case study of rape honey. *Food Control*, v. 84, p. 33–40, 2018.

LIMA, MV. Avaliação de abelhas *Apis mellifera* submetidas à alimentação artificial com enzima. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) – UFPB, 2014

MORAES, MC. Efeito Da Alimentação Artificial Energética Em Colméias De *Melipona compressipes fasciculata*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Zootecnia), UFM, 2017.

PINHO, MP. et al. Alimentação artificial para abelhas *Apis mellifera* africanizadas. In: XI mostra científica FAMEZ/UFMS, 11, Campo Grande. Anais[...]. Campo Grande: FAMEZ/UFMS, p. 1-7, 2018

VARELLA, CAA. Análise multivariada aplicada as ciências agrárias: Análise dos componentes principais. Pós graduação em agronomia CPGA – CS, UFRRJ, 2008.

VILLAS-BÔAS, J. Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012.

## 2. CONCLUSÃO GERAL

A partir dos resultados obtidos da análise de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, pode-se inferir que o uso de alimentação artificial é uma possibilidade para os meliponicultores em épocas de escassez alimentar. A partir da análise de PCA pode-se observar que as duas componentes principais explicam a maior parte da variação das amostras de mel, sendo responsáveis por 77% das variâncias das amostras, indicando que não houve diferença significativa entre as abelhas alimentadas com xarope de açúcar invertido e as abelhas do grupo controle.

O xarope de açúcar invertido revelou-se uma fonte de alimentação artificial viável, devido a facilidade de preparo e de absorção pelas abelhas, pois o açúcar invertido nada mais é que a sacarose transformada em glicose e frutose, carboidratos facilmente absorvidos pelas abelhas, evitando o gasto energético para a inversão da sacarose, permitindo que as abelhas utilizem essa energia em outras atividades dentro da colônia. É importante ressaltar que a alimentação artificial não substitui os alimentos naturais como polén e néctar e o fornecimento deve ser realizado com parcimônia.

Este trabalho apesar das limitações existentes em relação a amostragem, pode auxiliar os meliponicultores quanto ao uso de alimentação artificial pois os resultados obtidos fornecem dados inéditos a respeito dos impactos que esta tem no mel de abelhas-sem-ferrão e podem servir como base para desenvolvimento de futuros trabalhos relacionados a alimentação artificial. Além de indicar que o xarope de açúcar invertido não altera as características e parâmetros de qualidade do açúcar presente no mel de abelha Jataí.