

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ANY ELLEN PRESTES LOPES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE  
DO MEL DA ABELHA JATAÍ (*Tetragonisca angustula*) PROVENIENTE  
DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ**

LONDRINA  
2019

ANY ELLEN PRESTES LOPES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE  
DO MEL DA ABELHA JATAÍ (*Tetragonisca angustula*) PROVENIENTE  
DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ**

Dissertação de mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Felicidade Dias  
Coorientadora: Profa. Dra Isabel Craveiro Moreira

LONDRINA  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

L864c Lopes, Any Ellen Prestes

Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de diferentes regiões do estado do Paraná / Any Ellen Prestes Lopes. - Londrina : [s.n.], 2019. 62 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª Drª Lúcia Felicidade Dias

Coorientadora: Profª Drª Isabel Craveiro Moreira

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2019. Bibliografia: f. 53-61.

1. Mel. 2. Físico-química - Análise. 3. Compostos bioativos. 4. Fenóis. 5. Mel - Legislação. 6. Abelhas sem ferrão. I. Dias, Lúcia Felicidade, orient. II. Moreira, Isabel Craveiro, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO  
Título da Qualificação n. \_\_\_\_\_

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE DO MEL DA ABELHA JATAÍ  
(*Tetragonisca angustula*) PROVENIENTE DE  
DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ**

por

**ANY ELLEN PRESTES LOPES**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de **MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos**, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina às 14h do dia 24 de Abril de 2019. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Prof. Dra. Lúcia Felicidade Dias

UTFPR

Membro Examinador Titular

---

Prof.Dr. Pedro Henrique  
Freitas Cardines

Unifil

Membro Examinador Titular

---

Prof. Dra. Mayka Regina Pedrão

UTFPR

Membro Examinador Titular

Visto da Coordenação:

---

Prof. Dra. Lúcia Felicidade  
Dias

(Coordenadora do PPGTAL)

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos

Dedico aos meus amados filhos Emanuel  
e Miguel, pela ausência no período de  
desenvolvimento do trabalho,  
compreensão, carinho e amor.

## AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus pela vida. Aos meus Filhos Emanuel e Miguel os agradecimentos são secundários diante da importância que possuem sendo meu esteio e pilar de sustentação. Ao meu esposo Emmanuel, pela paciência e amor. Aos meus pais Adevir Lopes e Rosemari Prestes Lopes pelo estímulo ao estudo, o essencial e maior legado sem sombra de dúvidas e a minha amada irmã Adelmery Prestes Lopes, pelo apoio e incentivo no trabalho.

Em especial meus agradecimentos e estima à minha Orientadora Profa. Dra. Lúcia F. Dias e Coorientadora Profa Dra Isabel C. Moreira, que compartilharam seus conhecimentos e depositaram a credibilidade nas entregas. São exemplo Profissional e Humano, obrigada pela amizade, alegria e incentivo.

Ao Ivano toda a minha gratidão, o qual me despertou o interesse nesse trabalho e auxílio na coleta das amostras. Ao Shimizu que me forneceu contatos de Meliponicultores no Estado do Paraná, obrigada pela disposição. Aos meliponicultores Adevir Lopes e Ivano, Cideni Gandra, Benedito Uczai, Luis Campos e Wagner Gazziero, que auxiliaram com envio das amostras para que o trabalho fosse desenvolvido e o interesse pela causa, meus agradecimentos.

Sou grata a Thaís Helena e Barbara pelo companheirismo e auxílio na realização das análises em laboratório de forma significativa.

Sou grata a todos os Professores que compartilharam seus conhecimentos durante o Mestrado e contribuíram para o crescimento pessoal e profissional. Prof. Dr. Leonardo Sturion quem orientou na realização da estatística, aos Prof. Dr. José L. e Prof. Dr. Marco A. Ferreira, minha consideração pela compreensão. Agradeço à Profa. Dra. Lyssa S. Sakanaka e Profa. Dra Marianne A. Shirai pelo empréstimo de materiais. Profa. Dra. Prof. Mayka R. Pedrão que contribuiu para o aprimoramento desse trabalho. A minha querida Profa. Dra. Margarida M. Yamaguchi pela generosidade e coração quentinho.

Aos meus colegas de turma obrigada pelo ambiente colaborativo em especial a Gisele Bianchini, pela parceria nos trabalhos e amizade.

Agradeço a UTFPR pela estrutura física, pelo fomento a Ciência no qual aprimorei meus conhecimentos e senso crítico.

Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais não haverá raça humana (EINSTEIN, Albert 1921)

## RESUMO

LOPES, P. E. Any. **Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de diferentes regiões do Estado do Paraná**. 2019. 62f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

A abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) elabora um mel diferenciado sensorialmente, com características em sabor e aroma genuíno, produto nobre de especiais qualidades: fino, suave, levemente azedo que o difere dos outros méis, um produto que apresenta parâmetros físico-químicos particulares quando comparado a *Apis mellifera*. Diante deste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar as características físico-químicas (acidez total e titulável, açúcares redutores, cinzas, pH, sólidos insolúveis em água e umidade), teste de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund) conforme Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, a qual contempla parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Apis mellifera*. Avaliou-se a atividade antioxidante do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) frente ao radical DPPH considerando o EC<sub>50</sub> e o teor de fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteu. Os dados foram tratados pelo programa estatístico BIOESTAT 5.0, a modelagem utilizada foi à estatística descritiva para levantamento da medida central média e valores máximos e mínimos observados. Em relação aos parâmetros físico-químicos, obtiveram-se, as seguintes médias, mínimos e máximos: acidez 68,99 meq/kg (37,55 a 116,94 meq/kg), açúcares redutores 64,59% (53,91 a 83,67%), cinzas 0,27% (0,04 a 0,54%), pH 3,87 (3,49 a 4,41), sólidos insolúveis 4,54% (1,93 a 5,85%) e umidade 25,74% (23,40 a 29,20%). Apenas os resultados para cinzas e teste de adulterantes atendem a legislação vigente para mel. Em relação às análises de antioxidantes, para o DPPH a média do EC<sub>50</sub> foi de 252,90 mg/L (192,06 a 379,78 mg/L) e o teor de fenólicos totais obteve média de 38,01 mg/100g (23,05 a 79,35 mg/100g) em ácido gálico. Os resultados obtidos nesta pesquisa confirmam que a legislação atual de mel para *Apis mellifera* não engloba as características físico-químicas do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*), sendo assim, este trabalho soma-se a estudos correlatos para num futuro próximo obter-se um padrão junto a órgãos oficiais, buscando uma legislação específica, com mais informações para o consumo deste produto e expõe a carência de estudos sobre os compostos bioativos presentes no mel da abelha Jataí.

**Palavras-chave:** Composição Centesimal. Componentes Bioativos. Abelhas sem ferrão. Legislação. Alimento.



## ABSTRACT

LOPES, P. E. Any. **Physical and chemical characterization and antioxidant activity of honey of the Jataí bee (*Tetragonisca angustula*) from different regions of the State of Paraná.** 2019. 62f. Dissertation (Professional Master in Food Technology) - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2019

The Jataí bee (*Tetragonisca angustula*) produces a differentiated honey with genuine sensorial characteristics and exceptional qualities: fine, soft, slightly sour that differs from other honeys, a product that presents particular physical and chemical parameters when compared to *Apis mellifera*. The objective of this study was to evaluate the physico-chemical characteristics (total and titratable acidity, reducing sugars, ash, pH, insoluble solids in water and moisture), adulterants test (Fiehe, Lugol and Lund) according to Normative Instruction 11, October 20, 2000, which includes physicochemical parameters of honey bee *Apis mellifera*. The antioxidant activity of the honey of the Jataí (*Tetragonisca angustula*) bee against the DPPH radical was evaluated considering the EC<sub>50</sub> and the total phenolic content by the Folin-Ciocalteu method. The data were treated by the statistical program BIOESTAT 5.0, the model used was the descriptive statistic for the survey of the average central measurement and the maximum and minimum values observed. In relation to the physical-chemical parameters, the following minimum and maximum averages were obtained: acidity 68.99 meq/kg (37.55 to 116.94 meq /kg), reducing sugars 64.59% (53.91 to 83.67%), ash 0.27% (0.04 to 0.54%), pH 3.87 (3.49 to 4.41), insoluble solids in water 4.54% (1.93 to 5, 85%) and humidity 25.74% (23.40 to 29.20%). Only results for ashes and adulterants test comply with current honey legislation. In relation to the antioxidant analyzes, for the DPPH the mean EC<sub>50</sub> was 252.90 mg / L (192.06 to 379.78 mg / L) and the total phenol content reached a mean of 38.01 mg / 100g ( 23.05 to 79.35 mg / 100g) in gallic acid. The results obtained in this research confirm that the current honey legislation for *Apis mellifera* does not encompass the physicochemical characteristics of the honey of the Jataí (*Tetragonisca angustula*) bee, and this work is in addition to related studies for the near future a pattern next to official organs, seeking a specific legislation, with more information for the consumption of this product and exposes the lack of studies on the bioactive compounds present in honey of the Jataí bee.

**Keywords:** Centesimal composition. Bees without sting. Legislation. Food.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estabilização do radical livre DPPH.....	31
Figura 2: - Estrutura química base dos compostos fenólicos .....	32
Figura 3: Mapa do Estado do Paraná, adaptado para evidenciar a distribuição espacial das amostras de mel de abelha Jataí ( <i>Tetragonisca angustula</i> ). .....	34
Figura 4 – Regulamentações existentes nos estados do Brasil para a atividade da meliponicultura.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação da Legislação Brasileira (2000), Codex (1990) para <i>Apis mellifera</i> e propostas de regulamentação para mel de meliponíneos Vit, Medina e Henríquez (2004) na Venezuela, Villas-Bôas; Malaspina (2005) no Brasil e Camargo, Oliveira e Berto (2017) no Estado de São Paulo. ....	16
Tabela 2 – Apresentação de resultados de estudos correlatos de mel de Meliponíneos Pamplona (1989); Almeida (2002); Souza <i>et. al.</i> (2006); Carvalho <i>et. al.</i> (2005); Souza (2008); .....	19
Tabela 3 - Apresentação de Resultados de estudos correlatos do mel da abelha Jataí, Iwama (1977); Vit <i>et. al.</i> , (1998); Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998); Denadai, Ramos Filho e Costa (2002); Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007); Anacleto <i>et. al.</i> (2009); Sousa (2008); Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013); Lira <i>et. al.</i> , (2014); Gomes <i>et. al.</i> , (2015); Lopes e Dias (2017) e dados obtidos neste trabalho Lopes (2018). ....	21
Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos preconizados pela Legislação Brasileira para mel floral de <i>Apis mellifera</i> .....	24
Tabela 5 - Identificação da amostra, Município e Coordenada Geográfica da origem do mel de abelha Jataí ( <i>Tetragonisca angustula</i> ) adquirida no Estado do Paraná. ....	33

Tabela 6 - Relação entre índice de refração a 20 °C e a porcentagem de água do mel.....	38
Tabela 7- Resultados de Mínimo, Máximo, Média para os parâmetros físico-químicos obtidos do mel de abelha Jataí ( <i>Tetragonisca angustula</i> ), provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná.....	42
Tabela 8 - Resultados da Atividade Antioxidante do radical DPPH expressa em EC <sub>50</sub> e Fenólicos Totais das amostras de mel de abelha de abelha Jataí ( <i>Tetragonisca angustula</i> ), provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná. ....	48

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 MEL</b> .....	<b>15</b>
3.2 ABELHAS SEM FERRÃO (MELIPONÍNEOS).....	17
3.3 ABELHA JATAÍ ( <i>TETRAGONISCA ANGUSTULA</i> ) .....	20
3.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO MEL .....	23
3.3.1 Acidez.....	24
3.3.2 Açúcares no mel.....	25
3.3.3 Cinzas .....	25
3.3.4 pH.....	26
3.3.5 Sólidos insolúveis em água .....	26
3.3.6 Umidade .....	27
3.3.7 Testes de Adulterantes.....	28
3.5 AÇÃO ANTIOXIDANTE DO MEL .....	29
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>33</b>
4.1 AMOSTRAS DE MEL .....	33
4.1.1 Acidez.....	34
4.1.2 Açúcares redutores .....	35
4.1.3 Cinzas .....	36
4.1.4 pH.....	36
4.1.4 Sólidos insolúveis em água .....	37
4.1.5 Umidade .....	37
4.1.6 Testes de Adulterantes.....	39
4.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSIÇÃO FENÓLICA .....	40
4.4 TRATAMENTO DOS DADOS .....	41
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
5.1 ACIDEZ .....	42
5.2 AÇÚCARES REDUTORES .....	43
5.3 CINZAS .....	44
5.4 pH.....	45
5.5 SÓLIDOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA .....	46
5.6 UMIDADE.....	46
5.7 TESTES DE ADULTERANTES.....	47
5.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH E TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS .....	47
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>51</b>
<b>8 TRABALHOS PUBLICADOS</b> .....	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mel resulta da desidratação e transformação do néctar de flores pelas abelhas, podendo variar conforme a planta visitada pela abelha (CRANE, 1975). Os meliponíneos popularmente conhecidos como abelhas indígenas ou abelhas sem ferrão, são abelhas que se encontram ameaçadas de extinção devido às alterações de seus ambientes, causados principalmente pelo desmatamento, uso indiscriminado de agrotóxico e pela ação predatória de meleiros. Sabe-se as meliponíneas são responsáveis por 40 a 90% da polinização das árvores nativas, sendo as restantes polinizadas pelas abelhas solitárias, borboletas, coleópteros, morcegos, aves, alguns mamíferos, água, vento e abelhas africanizadas (KERR, *et. al.* 1996).

As abelhas meliponíneas, reúnem-se nas abelhas da super família Apoidea. No Brasil, as mais conhecidas são as da subfamília Meliponinae onde se encontra a Jataí (*Tetragonisca angustula*), sendo uma das mais conhecidas na América Tropical e são consideradas as abelhas mais limpas que existem e das espécies é a mais adaptável em relação ao hábito de nidificação, podendo ser encontradas nas grandes e pequenas cidades, florestas virgens, capoeiras, cerrados, moirões de cerca, paredões de pedra, ambientes naturais ou pouco explorados e comumente encontra-se em ocos de árvores, A produtividade de mel da abelha Jataí por caixa é de 0,5 a 1,5 L de mel/ano (NOGUEIRA-NETO, 1997)

A caracterização físico-química do mel de abelha Jataí se faz necessária já que estudos que as tangem são escassos. As abelhas sem ferrão são responsáveis pela polinização, conseqüentemente diversificação da flora e produção de alimentos e mel com qualidade superior. O mel oriundo da abelha Jataí apresenta sabor e aroma genuíno, trata-se de um produto nobre com características especiais.

A produção de mel dos meliponíneos como alimento, especialmente a abelha Jataí, são promissoras, pois atende aos anseios da sociedade que busca alimentos saudáveis, estão associadas às propriedades medicinais as quais devem ser estudadas de forma mais aprofundada, além disso, é uma alternativa de renda ao homem do campo já que o mel possui valor agregado devido à baixa produção e características próprias.

Para que o mel das abelhas sem ferrão alcance êxito com reconhecimento nacional e internacional são necessários maiores pesquisas, cuja finalidade é a

obtenção de resultados sobre suas características, a fim de garantir dados consistentes e permitir uma Legislação específica e diferenciada da existente, que contempla apenas o mel de *Apis mellifera*. O Brasil apresenta potencial de produção de mel de meliponíneos, sendo assim, o principal objeto de estudo deste trabalho é a obtenção das características físico-químicas, atividade antioxidante das amostras frente ao radical DPPH (2,2-difenil1-picril-hidrazila) e fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteu do mel da abelha Jataí, uma espécie potencialmente produtora, onde os esforços nas pesquisas são de extrema importância e devem ser intensificados para obter-se um padrão específico e coerente para este produto.

## 2 OBJETIVOS

O Objetivo deste trabalho foi analisar as características físico-químicas do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) de diferentes regiões do Estado do Paraná.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características físico-químicas: acidez total e titulável, açúcares redutores, cinzas, pH, sólidos insolúveis em água e umidade;
- Realizar os testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund);
- Verificar a Atividade Antioxidante dos méis frente ao radical DPPH;
- Obter os Fenólicos Totais dos méis pelo método Folin-Ciocalteu;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 MEL

O mel é definido como um alimento proveniente de abelhas melíferas as quais podem utilizar o néctar das flores (mel de flores) ou secreções procedentes das partes vivas das plantas e excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre as partes vivas destas, que as abelhas recolhem, transformam combinam com substâncias específicas próprias, onde são armazenados e maturados nos favos da colmeia (mel de melato). O mel pode ser classificado a partir da forma de extração do favo, podendo ser um mel escorrido, prensado ou centrifugado, bem como seu estado de apresentação podendo ser um mel líquido, cristalizado ou semi-cristalizado, mel em favos, mel com pedaços de favo e mel filtrado (BRASIL, 2000).

Os constituintes do mel são dependentes de fatores como condições climáticas, néctar, apicultor, manejo e a espécie da abelha que o produz, sendo a espécie o principal determinante de sua composição (CARVALHO *et. al.*, 2005).

A composição majoritária do mel é glicose e frutose, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos, grãos de pólen e cera de abelhas oriundos do processo de extração (BRASIL, 2000). A busca pela qualidade e a tendência de consumo por alimentos saudáveis coloca o mel em um patamar de consumo significativo já que é natural e de alto valor nutritivo (SEBRAE, 2013).

A Tabela 1, expressa os padrões de identidade e qualidade fixado para mel floral, conforme Legislação Brasileira (2000) e Codex (1990), contemplando mel de *Apis mellifera* e padrões de regulamentação para mel de meliponíneos proposto por Vit, Medina e Henríquez (2004), considerando três gêneros de Meliponae da Guatemala, México e Venezuela. No Brasil, Villas-Bôas e Malaspina (2005) sugerem parâmetros de qualidade para o mel de abelhas sem ferrão e em pesquisa recente Camargo, Oliveira e Berto (2017), propõem Regulamento Técnico de Identidade e Padrão para o mel de abelhas sem ferrão no Estado de São Paulo.



**Tabela 1** - Comparação da Legislação Brasileira (2000), Codex (1990) para *Apis mellifera* e propostas de regulamentação para mel de meliponíneos Vit, Medina e Henríquez (2004) na Venezuela, Villas-Bôas; Malaspina (2005) no Brasil e Camargo, Oliveira e Berto (2017) no Estado de São Paulo.

	<b>Acidez (meq/kg)</b>	<b>Açúcares Redutores (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Sacarose (%)</b>	<b>Sólidos Insolúveis (%)</b>	<b>Umidade (%)</b>
Legislação Brasileira (2000)	Max. 50,00	Min. 65,00	Max. 0,60	-	Max. 6,00	<sup>1</sup> 0,10 - 0,50 <sup>2</sup>	Max. 20,00
Codex (1990)	Max. 50,00	Min. 60,00	-	-	Max. 5,00	-	Max. 20,00
<sup>3</sup> Vit Medina e Henríquez (2004)	Max. 70,00	Min. 50,00	Max. 0,50	-	Max. 6,00	-	Max. 30,00
<sup>4</sup> Vit Medina e Henríquez (2004)	Max. 85,00	Min. 50,00	Max. 0,50	-	Max. 2,00	-	Max. 30,00
<sup>5</sup> Vit Medina e Henríquez (2004)	Max. 75,00	Min. 50,00	Max. 0,50	-	Max. 6,00	-	Max. 30,00
Villas-Bôas e Malaspina (2005)	Max. 85,00	Min. 50,00	Max. 0,60	-	Max. 6,00	Max. 0,40	Max. 35,00
Camargo, Oliveira e Berto (2017)	Max. 50,00	Min. 60,00	Max. 0,60	2,9 a 4,5	Max. 6,00	Max. 0,10	Max. 40

**Fonte:** Autoria própria

Notas: :<sup>(1)</sup>: Mel centrifugado; <sup>(2)</sup>: Mel prensado; <sup>(3)</sup>: Melipona; <sup>(4)</sup>: Scaptotrigona; <sup>(5)</sup>: Trigona; Min.: Valor mínimo permitido; Máx.: Valor máximo permitido

### 3.2 ABELHAS SEM FERRÃO (MELIPONÍNEOS)

As abelhas sem ferrão são vertentes de açúcar ao homem desde o período pré-colombiano no continente Americano, além disso, o mel data-se até hoje com propriedades medicinais. São habitantes dos trópicos, sendo que na América Latina, existem aproximadamente 400 espécies, a maioria delas produtoras de méis de grande aceitação, principalmente nas regiões produtoras tropicais e subtropicais do planeta (CARVALHO *et. al.*, 2005, NOGUEIRA-NETO, 1997). No Brasil, existem cerca de 300 espécies identificadas de abelhas indígenas sem ferrão, espalhadas por todo território nacional (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas meliponíneas, reúnem-se nas abelhas da superfamília Apoidea, no território brasileiro as mais conhecidas são as da subfamília Meliponinae: Borá (*Tetragona claviceps*), Jataí (*Tetragonisca angustula*), Jandaíra (*Melipona subnitida*), Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), Mirins (*Plebéia SP*) e Uruçu Nordestina (*Meliponascutellaris*) (NOGUEIRA-NETO, 1997). As abelhas sem ferrão são responsáveis pela reprodução de 40% a 90% de vegetais dependentes da polinização cruzada em florestas tropicais (KERR *et. al.*, 1996; AIDAR, 1997).

O Brasil apresenta uma variedade de espécies de abelhas nativas potencialmente produtivas, pois estão aptas às condições climáticas e florísticas, o mel destas apresenta uma alta procura no mercado, mesmo tendo um valor em reais mais elevado que o mel de *Apis mellifera* (CARVALHO *et. al.*, 2005). Devido às características especiais de adaptação, polinização das florestas, cultura e realidade, podem ser inseridas em vegetação natural, plantios florestais, fruticultura, culturas de ciclo curto e ainda podem ser grandes agentes de diversificação da vegetação, pois com seu serviço de polinização contribuem para o aumento da produção agrícola, originando frutos maiores e de maior qualidade. As características do aroma e sabor do mel são únicas, sendo influenciadas conforme espécie da abelha e florada consumida, apresentando um mercado de grandes oportunidades devido o valor agregado ao produto (VENTURIERI, 2008).

Estudos realizados mostram que é possível afirmar que o mel de abelhas sem ferrão diferencia-se da *Apis mellifera* principalmente quanto à umidade. O teor de umidade elevado torna o mel menos denso que o mel de abelhas africanizadas, logo, é o parâmetro de maior diferença significativa, outros parâmetros necessitam de

estudos, uma vez que existem poucas informações disponíveis na literatura (BEZERRA, 2002). Contudo, surgem dificuldades na sua comercialização pela falta de padrões de qualidade, pois a legislação brasileira que se refere ao mel é baseada em padrões internacionais, não contemplando as abelhas sem ferrão (CARVALHO *et. al.*, 2005).

A busca na caracterização do mel de meliponíneos tem sido a fonte de diversas pesquisas, cuja finalidade é a busca da garantia da qualidade do mel e definições de parâmetros físico-químicos auxiliando nas estratégias de comercialização, com consequência direta sobre manejo e desenvolvimento da criação, exploração e preservação da espécie (SOUZA, 2007). A pesquisa de Souza *et. al.* (2006), compilou 152 amostras de mel de abelhas sem ferrão de pesquisas desde 1964, com 17 espécies de Meliponini do Brasil, 1 espécie Costa Rica, 6 espécies do México, 27 espécies do Panamá, 1 espécie do Suriname, 2 espécies de Trinidad e Tobago e 7 espécies da Venezuela.

A Tabela 2, expressa o resultados de estudos de mel de meliponíneos, Pamplona (1989); Almeida (2002); Souza *et. al.* (2006); Carvalho *et. al.* (2005); Souza (2008).

**Tabela 2** – Apresentação de resultados de estudos correlatos de mel de Meliponíneos Pamplona (1989); Almeida (2002); Souza *et. al.* (2006); Carvalho *et. al.* (2005); Souza (2008);

	Acidez (meq/kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos Insolúveis (%)	Umidade (%)
Pamplona (1989)	-	-	-	-	-	-	40,20
Almeida (2002)	21,47 (6,00 - 46,00)	73,10 (66,70 - 78,00)	0,28 (0,02 - 0,77)	3,88 (3,27 - 4,45)	4,53 (0,20 - 11,4)	-	18,01 (16,60 - 20,80)
Souza <i>et. al.</i> (2006)	44,80 (5,90 - 109,00)	66,00 (58,0 - 75,70)	0,34 (0,01 - 1,18)	3,98 (3,15 - 4,66)	2,3 (1,10 - 4,80)	-	26,70 (19,90 - 41,90)
Carvalho <i>et. al.</i> (2005)	-	(42,55- 55,61)	(0,04- 0,50)	-	(0,85- 2,15)	-	-
Souza (2008)	40,40 (5,10 - 116,80)	66,10 (44,30 - 93,10)	0,18 (0,01 - 0,45)	(3,12 - 6,50)	3,2 (0,20 - 9,50)	-	31,30 (21,00 - 43,80)
Borsato (2013)	(10,64 - 180,82)	(43,35 - 76,29)	(0,04 - 2,81)	(2,87 - 4,93)	(1,16 - 5,53)	(0,01 - 0,06)	29,43 (24,40 - 33,80)

**Fonte:** Autoria própria

**Notas:** Valor (Mínimo e Máximo observado pelos autores); (-) Característica físico-química não avaliada pelo autor

### 3.3 ABELHA JATAÍ (*Tetragonisca angustula*)

A abelha *Tetragonisca angustula* é uma abelha sem ferrão, popularmente conhecida como Jataí. As abelhas sem ferrão são caracterizadas deste modo por possuírem ferrão atrofiado (NOGUEIRA-NETO 1997). Segundo Godói (1989) a palavra "jataí" é de origem indígena e vem da língua Tupi Guarani e significa árvore com fruto duro. Melipona é palavra de origem grega, *méli* = mel, *pónos* = trabalho. Pertencem à família dos meliponíneos, originários no oeste do continente inicial e presentes nas regiões tropicais e temperados subtropical do planeta, sendo as mais conhecidas na América Tropical, vivendo desde Missiones na Argentina, até o sul do México (NOGUEIRA-NETO 1997).

As abelhas Jataí são abelhas de pequeno porte, encontradas em praticamente todo território brasileiro, em altitudes acima de 500 metros. Produzem mel de excepcionais qualidades: fino, suave, levemente azedo, que o difere dos outros méis (GODÓI, 1989). Possuem maior potencial como agente polinizador de flores não polinizadas pela *Apis mellifera*, são resistentes, de fácil manutenção e desenvolvimento, não são abelhas agressivas o que contribui para seu manejo, consideradas as abelhas mais limpas e higiênicas, tanto no que diz respeito ao mel, quanto na construção do ninho pela organização na separação do pólen, do mel, potes de cerume que se encontram externamente à cria. A produtividade de mel da abelha Jataí por caixa é de 0,5 a 1,5 L de mel/ano (NOGUEIRA-NETO, 1997). A facilidade de encontrar abelhas Jataí está na capacidade de construírem seus ninhos em ocos e cavidades variando desde troncos de árvores até paredes de tijolos. A entrada do ninho conta um orifício de cera pelo qual as abelhas entram e saem, constituindo uma estratégia de defesa das abelhas (VENTURIERI, 2008).

Estudos vêm sendo realizados por instituições de pesquisas e a Tabela 3, apresenta resultados de trabalhos com mel da abelha Jataí, Iwama (1977); Vit *et. al.*, (1998); Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998); Almeida-Anacleto (2007); Cortopassi-Laurino, Gelli (1991); Denadai, Ramos Filho e Costa (2002); Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007); Anacleto *et. al.* (2009); Souza (2008); Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), Lira *et.al.*, (2014), Gomes *et.al.*, (2015); Lopes e Dias (2017) e dados obtidos neste trabalho Lopes (2018).

**Tabela 3** - Apresentação de Resultados de estudos correlatos do mel da abelha Jataí, Iwama (1977); Vit *et. al.*, (1998); Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998); Denadai, Ramos Filho e Costa (2002); Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007); Anacleto *et. al.* (2009); Sousa (2008); Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013); Lira *et. al.*, (2014); Gomes *et. al.*, (2015); Lopes e Dias (2017) e dados obtidos neste trabalho Lopes (2018).

(Continua)

	Acidez (meq/kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos Insolúveis (%)	Umidade (%)
Iwama (1977)	-	-	-	4,20 (3,20 - 7,40)	-	-	27,40 (22,70 - 35,40)
Vit <i>et. al.</i> (1998)	48,27	23,17	0,38	-	2,05-	-	65,00
Rodrigues, Marcinhi e Carvalho (1998)	-	58,19	-	-	1,17	-	26,10
Denadai, Ramos Filho, e Costa (2002)	112,80	(58,19 - 58,00)	0,45	3,80	2,35	-	23,70
Almeida- Muradian, Matsuda, Bastos (2007)	24,70	(60,18 - 61,53)	-	-	(0,08 - 0,21)	-	-

**Tabela 3** - Apresentação de Resultados de estudos correlatos do mel da abelha Jataí, Iwama (1977); Vit *et. al.*, (1998); Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998); Denadai, Ramos Filho e Costa (2002); Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007); Anacleto *et. al.* (2009); Sousa (2008); Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013); Lira *et. al.*, (2014); Gomes *et. al.*, (2015); Lopes e Dias (2017) e dados obtidos neste trabalho Lopes (2018)

	<b>(Conclusão)</b>						
	<b>Acidez (meq/kg)</b>	<b>Açúcares Redutores (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Sacarose (%)</b>	<b>Sólidos Insolúveis (%)</b>	<b>Umidade (%)</b>
Anacleto <i>et. al.</i> (2009)	45,23 (17,00 - 98,00)	55,46 (48,66 - 57,97)	0,39 (0,21 - 0,60)	4,10 (3,54 - 4,64)	0,95 (0,13 - 1, 87)	-	24,37 (23,00 - 32,50)
Sousa (2008)	(21,65 - 63,85)	(44,78 - 67,54)	(0,17 - 0,40)	-	(0,43 - 4,46)	(0,02 - 0,10)	(23,40 - 25,60)
Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013)	69,06	53,00	0,36	-	-	2,86	25,00
Lira <i>et. al.</i> (2014)	71,68	63,45	-	4,13	3,96	-	29,00
Gomes (2015)	69,06	53,00	0,36	4,20	-	2,86	25,00
Lopes e Dias (2017)	56,44 (47,41 - 65,00)	58,20 (54,55 - 63,40)	0,20 (0,20-0,21)	3,82 (3,80 - 3,90)	2,80 (1,03 - 6,33)	0,46 (0,44 - 0,48)	25,37 (24,80 - 25,80)
*Lopes (2018)	68,99 (37,55 - 116,00)	64,59 (53,91 - 83,67)	0,27 (0,04 - 0,54)	3,87 (3,49 - 4,41)	-	4,54 (1,93 - 5,85)	25,74 (23,40 - 28,20)

**Fonte:** Autoria própria

**Notas:** Valor (Mínimo e Máximo observado pelos autores); (-) Característica físico-química não avaliada pelo autor; (\*) Dados obtidos neste trabalho.

### 3.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO MEL

Os parâmetros físico-químicos do mel são dependentes dos componentes do néctar de cada espécie vegetal produtora que as abelhas se alimentam, o qual confere características específicas para o produto (WHITE JÚNIOR, 1978). A composição físico-química do mel obtido de abelha sem ferrão é pouco conhecida devido à grande diversidade de flora que estas podem se alimentar e a baixa quantidade de mel que produzem quando comparado a *Apis mellifera*, característico de cada espécie (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

Segundo Azeredo, Azeredo e Beser (2000), a legislação brasileira de mel, baseia-se na legislação europeia, por esse motivo contempla apenas os parâmetros físico-químicos do mel da *Apis mellifera*. Propostas de Regulamentação Técnica de Identidade e Qualidade para o mel de meliponíneos, foram apresentadas por Villas-Bôas e Malaspina (2005), Souza *et. al.* (2006), Carvalho *et al.*(2013), Camargo, Oliveira e Berto (2017). O desenvolvimento e a aprovação de uma regulamentação para os méis de abelha sem ferrão, que atendam padrões quanto à identidade e segurança de consumo são importantes e estabelece uma base referencial para órgãos fiscalizadores, permitindo assim a comercialização oficial, já que a legislação brasileira para mel não contempla as abelhas sem ferrão.

Os parâmetros físico-químicos definidos para o mel são estabelecidos pela Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, conforme Tabela 4. A composição físico-química do mel analisa: acidez, açúcares redutores, atividade diastásica, cinzas, condutividade elétrica, cor, Hidroximetilfurfural, pH, sacarose, sólidos insolúveis em água, testes de adulterantes (Fiehe, Lund, Lugol) e umidade. O conteúdo de umidade dos méis de abelhas sem ferrão é geralmente superior ao máximo de 20% estabelecido para o mel de *Apis mellifera*, sendo uma das características mais importantes no mel, pois influencia na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor e conservação (SOUZA, *et. al.*, 2006; MARCHINI, *et. al.*, 2004).



**Tabela 4** - Parâmetros físico-químicos preconizados pela Legislação Brasileira para mel floral de *Apis mellifera*.

Parâmetros físico-químicos	Limites
Umidade (%)	Máximo de 20,00
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	Máximo de 60,00
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,00
Sacarose (%)	Máximo de 6,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60
Condutividade elétrica (m S. cm)	Máxima de 800,00
Acidez (meq/kg)	Máximo de 50,00
Cor	de quase incolor a pardo-escuro
Atividade diastásica (mg/Kg)	Mínimo 8 escala de Gothe ou 3 HMF inferior a 15

Fonte: BRASIL (2000)

### 3.3.1 Acidez

A acidez é de extrema importância como parâmetro de qualidade do mel, pois contribui para estabilidade atuando como inibidor de micro-organismos, além de atuar como indicador de armazenamento inadequado e início de processo fermentativo (CORNEJO, 1988).

Diversos fatores podem influenciar a acidez do mel, a presença de ácidos orgânicos e inorgânicos encontrados tanto nas plantas utilizadas pelas abelhas como na secreção produzida pelas próprias abelhas pela ação da enzima glicose-oxidase (na presença de água e oxigênio, a enzima converte a glicose em ácido glucônico e peróxido de hidrogênio), originando o ácido glucônico, o principal composto ácido do mel (HORN, *et al.* 1996). Segundo Pamplona (1989), a acidez no mel tende a aumentar no decorrer do armazenamento bem como o peróxido de hidrogênio (capaz de proteger o mel contra a decomposição bacteriana). A acidez também pode estar relacionada quantidade de minerais presentes (HORN, *et al.* 1996). A legislação brasileira determina acidez máxima de 50 meq/kg para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000).

### 3.3.2 Açúcares no mel

Os açúcares redutores são majoritários no mel, representam de 85% a 95% dos carboidratos, onde 80% são monossacarídeos (frutose 39,3% e glicose 32,9%) e 20% não redutores que compreendem os dissacarídeos (sacarose e maltose) (WHITE JÚNIOR, 1979; SEEMANN; NEIRA, 1988; HORN *et. al.*, 1996). Os monossacarídeos como a glicose por apresentar baixa solubilidade determina a tendência a cristalização do mel, já a frutose por apresentar alta higroscopicidade determina a doçura (SEEMANN; NEIRA, 1988). Méis com altas taxas de frutose podem permanecer líquidos por longos períodos ou nunca cristalizar (HORN *et. al.*, 1996).

Os açúcares são responsáveis pela conservação do mel, já que a pressão osmótica que exercem impede que leveduras e outros micro-organismos se desenvolvam (SILVA, 2006). De acordo com a legislação brasileira quantidade de açúcares redutores para mel floral é de no mínimo 65 g/100g de mel e no mel de melato mínimo de 60 g/100g de mel (BRASIL, 2000).

### 3.3.3 Cinzas

A determinação de cinzas representa a quantidade de minerais contidos no mel, podendo ser utilizada como parâmetro de qualidade do produto já que permitem conhecer a origem botânica do mel, se a matéria-prima utilizada na produção do mel adotou de boas práticas na coleta, higiene adequada e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo meliponicultor, pois os minerais permanecem nas cinzas após a incineração (CARVALHO *et. al.*, 2005; EVANGELISTA-RODRIGUES; SILVA, BESERRA, 2005; LACHMAN *et. al.*, 2007). Apesar da porcentagem de mineral presente no mel não ser significativo segundo pesquisas, identificou-se diversos destes em mel de *Apis mellifera*, tanto essenciais como não essenciais para o organismo, entre estes se tem: Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Titânio (Ti), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Lítio (Li), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Estanho (Sn), Zinco

(Zn), Ósmio (Os), Bário (Ba), Gálio (Ga), Bismuto (Bi), Prata (Ag), Ouro (Au), Germânio (Ge), Estrôncio (Sr), Berílio (Be) e Vanádio (V) (WHITE JÚNIOR, 1979).

Os minerais ainda possuem influência sobre a coloração do mel, estando presentes em maior concentração nos méis escuros em comparação com os méis claros (ORTIZ-VALBUENA, 1988). A concentração de minerais no mel podem indicar poluição ambiental e estabelecer a procedência geográfica do mel (ANKLAM, 1998). A legislação brasileira estipula máximos permitidos para mel de floral 0,6 % e em mel de melato 1,0 % (BRASIL, 2000).

### 3.3.4 pH

O pH é um parâmetro antimicrobiano já que promove maior estabilidade em frente ao desenvolvimento de micro-organismos (NOGUEIRA-NETO, 1997). O valor do pH no mel pode estar diretamente relacionado com a composição floral nas áreas de coleta e pelas condições de solos, além de ser influenciado pelo pH do néctar e substâncias presentes nas mandíbulas das abelhas, que no transporte do mel até a colmeia misturam-se ao néctar alterando o valor de pH (CRANE, 1983; CAMPOS; GOIS;. CARNEIRO, 2010). Segundo, Cortopassi-Laurino e Gelli, (1991), no Brasil, o mel de *Apis mellifera* apresenta valores de pH de 3,5 a 4,09 e para meliponíneos têm o valor de pH variando 3,39 a 4,63.

Os parâmetros de pH não são preconizados na legislação brasileira, pois não se considera o pH como fator de qualidade do mel, contudo esta característica é sempre analisada a fim de prever e confirmar o teor de acidez no mel.

### 3.3.5 Sólidos insolúveis em água

Os sólidos insolúveis fazem referência à insolubilidade de impurezas em água que estão contidas no mel e podem ser oriundos de cera, fragmentos de insetos, plantas, grãos de pólen, processamento ao qual foi submetido e outros componentes normais do sedimento do mel. Logo, a análise de sólidos insolúveis em água está

relacionada às boas práticas de coleta do mel, ou seja, é um indicador de pureza relacionada ao processamento adequado.

A identificação de sólidos insolúveis se dá pelas impurezas da amostra que ficaram retidas na filtração, onde a legislação brasileira preconiza o máximo de 0,1 % em mel de flores e 0,5 % em mel prensado (BRASIL, 2000).

### 3.3.6 Umidade

A água é o segundo maior constituinte do mel variando em 15 a 21% para mel de *Apis mellifera*, para mel de abelhas sem ferrão pode variar de 20 a 45% a depender do clima, região, estação do ano, origem floral, condições de coleta e do armazenamento que devem ser de acordo com as boas práticas de fabricação, por isso, se faz necessária condições rígidas de higiene durante sua manipulação e acondicionamento devido a higroscopicidade (CARVALHO *et. al.*, 2005).

Os micro-organismos tolerantes ao açúcar, presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento podem propiciar a fermentação do mel quando o teor de água for muito elevado. O teor de umidade é uma das características mais importantes no mel, pois influencia na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor e conservação (MARCHINI *et. al.*, 2004). Um aspecto importante que afeta negativamente o teor de umidade e compromete a qualidade do produto, é a colheita antes da maturação completa do mel, ou seja, quando a sacarose não foi completamente transformada em glicose e frutose. O mel estará maduro, após o fechamento dos favos pelas abelhas. O teor de água na composição do mel é muito importante para a vida útil do produto durante a estocagem (COSTA *et. al.*, 1999).

A legislação brasileira admite umidade máxima de 20% para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000), não contemplando o mel da abelha jataí, conforme cita Carvalho *et. al.*, (2005), já que este mel apresenta valores de umidade entre 20 a 45%.

### 3.3.7 Testes de Adulterantes

As adulterações ocorrem durante o beneficiamento do mel e podem ser realizadas no momento da filtração, centrifugação ou decantação, sendo propiciados principalmente quando a produção está reduzida, ou pelo mel ter passado muito tempo estocado ocorrendo o processo de cristalização e para deixá-lo líquido e viscoso os fraudadores o submetem ao aquecimento que interfere na qualidade e altera a composição do produto final (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). As fraudes são efetuadas por meeiros ou falsos apicultores, que utilizam técnicas refinadas, como monossacarídeos em percentuais próximos a 50% que impossibilitam a detecção da fraude (SILVA, 2006).

Os testes de adulterantes são realizados com a finalidade de identificar fraudes por adição de soluções açucaradas, como xaropes de milho, açúcar invertido de beterraba e cana de açúcar aquecido, melado, amido e até mesmo edulcorantes e para melhorar o aspecto da cor do mel adiciona-se iodo e aditivos químicos (COUTINHO, 2006; BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). Existem metodologias oficiais pela qual é possível identificar fraudes em mel, como a reação de Fiehe, Lugol e Lund.

A reação de Fiehe busca identificar adulteração no mel devido aquecimento, adição de xaropes de açúcar ou condições inadequadas de acondicionamento. Esta reação parte do princípio onde o produto de desidratação da frutose que ocorre quando houver inversão de sacarose em meio ácido, reage com a resorcina, originando um composto de condensação de coloração vermelha (SEEMANN; NEIRA, 1988). Quando ocorre a formação da cor pode-se concluir que o mel está adulterado.

A reação de Lugol está relacionada à pureza do mel, utilizando iodo e iodeto de potássio (Lugol), que na presença de amido e dextrinas no mel é responsável pela formação de cor característica. O princípio da técnica baseia-se na reação colorimétrica e complexométrica com o iodo (solução de Lugol). A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas presentes na glicose comercial (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). Logo, para estar dentro da legislação brasileira não pode apresentar coloração avermelhada.

A reação de Lund tem como princípio a indicação da presença de albuminóides que são componentes normais do mel, ou seja, a precipitação das

proteínas em presença do ácido tânico, tem a finalidade de indicar se o mel esta íntegro, se foi mal processado ou contém resíduos não desejáveis (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). A legislação brasileira preconiza que em mel puro deverá formar um precipitado de 0,6 a 3 mL, quando o mel estiver adulterado não haverá um precipitado ou quando existir será mínimo (BRASIL, 2000).

### 3.5 AÇÃO ANTIOXIDANTE DO MEL

Antioxidantes são compostos que protegem o sistema biológico contra o efeito nocivo de processos ou reações que podem causar oxidação excessiva. Na fase da redução do oxigênio molecular, espécies reativas de oxigênio são formadas continuamente para inativar radicais livres, assim moléculas biológicas podem ser danificadas, incluindo lipídios, proteínas, carboidratos e vitaminas presentes nos alimentos (KRINSKY, 1994; BIANCHI; ANTUNES, 1999). Os antioxidantes desempenham resultados positivos na inibição dos radicais livres resultantes do metabolismo celular e tem motivado pesquisas destes compostos em diversos produtos alimentares (BERTOLDI, et. al. 2012). A formação dos radicais livres ocorre naturalmente no organismo, oriundos do processo de redução do oxigênio molecular, na qual espécies reativas de oxigênio são formadas e existe a necessidade permanente de inativar estes radicais. As espécies reativas de oxigênio também estão implicadas nas várias doenças humanas, nesse sentido estudos apontam que uma dieta rica em antioxidantes reduz os riscos das principais doenças humanas, como arteriosclerose, cancer (BIANCHI; ANTUNES, 1999; KRINSKY, 1994).

O mel possui em sua composição majoritária os açúcares glicose e frutose, mas alguns constituintes químicos em menor quantidade também fazem parte do produto e são conhecidos pelas propriedades antioxidantes, encontrados em baixas concentrações em relação ao substrato oxidável, retardam ou inibem consideravelmente a sua oxidação através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres e complexação de metais que incluem os compostos fenólicos (SILVA *et al.*, 2014; THOMAS, 2000; PIETTA, 2000, HOPIA e HEINONEM, 1999). Comumente os antioxidantes são agrupados em duas classes: a dos com atividade enzimática e os não-enzimáticos. Na primeira, estão os compostos capazes

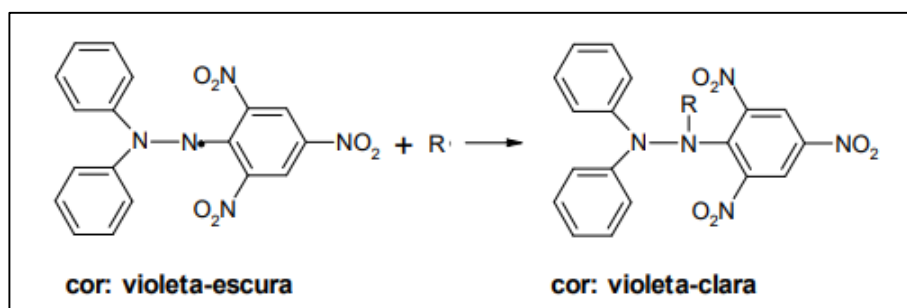
de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio. Na segunda classe, estão moléculas que interagem com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação podendo ser naturais ou sintéticos (MOREIRA, 2004). Os antioxidantes sintéticos mais importantes são hidroxianisol de butila (BHA) e o hidroxitolueno de butila (BHT), os de origem natural destacam-se os compostos fenólicos, flavonóides, ácidos fenólicos, ácido ascórbico, Vitamina E e  $\beta$ -caroteno, formados no metabolismo secundário dos vegetais e contribuindo na defesa contra o ataque de pragas, fermentos e pigmentação. No organismo humano age como antioxidante por meio da reação de óxido redução, que pode desempenhar um importante papel na absorção, sequestro e neutralização de radicais livres, além de inibirem a peroxidação lipídica, devido essas propriedades captadoras de radicais livre o que confere a atividade antioxidante, podendo ser encontrados flavonóis, flavonas, flavononas, ácidos benzóicos e cinâmicos. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa e no mel, permitem determinar a origem geográfica e floral (ALVES, 2007; PYRZYNK, BIESAGA 2009; NACZK, M. SHAHIDI, 2004; PELEG; BODINE; NOBLE, 1998).

As pesquisas sobre antioxidantes mostram que o mel é rico em bioativos enzimáticos e não enzimáticos, incluindo glucose oxidase, ácido ascórbico, flavonóides, ácidos fenólicos, derivados de carotenóides, ácidos orgânicos, aminoácidos e proteínas. A composição fenólica dos méis, sua concentração e consequentemente suas propriedades antioxidantes dependem de vários fatores edafoclimáticos (AL-MAMARY, AL-MEERI, AL-HABORI, 2002; BALTRUSAITYTE, VENSKUTONIS e CEKSTERYTE, 2007; VIURDA-MATOS et al., 2008). A efetividade dos compostos bioativos que atribuem ao mel seus benefícios terapêuticos variam consideravelmente com a espécie de abelha, origem floral e geográfica, condições ambientais, bem como processamento e armazenamento do mel (ALMEIDA-ANACLETO, 2007; ALVAREZ SUAREZ et al., 2009).

As evidências dos benefícios à saúde pelo consumo de alimentos com antioxidantes e a prevenção de certas doenças têm conduzido ao desenvolvimento de grande número de métodos para determinar a capacidade antioxidante. Diversos métodos podem ser utilizados para avaliar a capacidade antioxidante, dentre estes o DPPH é usualmente utilizado (PÉREZ-JIMÉNEZ, SAURACALIXTO, 2006). Segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset, (1995), o método DPPH é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1- picril-hidrazil) por antioxidantes. A inibição de radicais

DPPH baseia-se na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um oxidante, que ao se reduzir há um descoramento da coloração púrpura de uma solução composta por radicais estáveis DPPH, desta forma, avalia apenas o poder redutor do antioxidante, que ao doar um elétron se oxida. O decaimento da absorbância das amostras correlacionado ao decaimento da absorbância do controle resulta na porcentagem de sequestro de radicais livres. A porcentagem de atividade antioxidante %AA corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante, sendo que a quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% é denominada concentração eficiente ( $CE_{50}$ ), ou seja, é a concentração dos componentes antioxidantes necessários para reduzir 50% da concentração inicial do DPPH, sendo que quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor o  $EC_{50}$  e maior a sua atividade antioxidante (SOUSA, *et. al.* 2007). DPPH é um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente em meio orgânico, Figura 1.

**Figura 1:** Estabilização do radical livre DPPH.



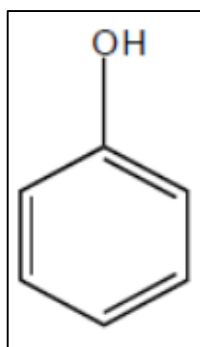
Fonte: Rufino *et.al.* (2007)

Os compostos fenólicos são estruturas químicas que apresentam hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, que os confere o poder antioxidante e quando presentes em vegetais podem estar em formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas. Os fenólicos mais comuns na natureza são flavonóides, ácidos fenólicos, taninos e tocoferóis (ANGELO, JORGE, 2007). Segundo Bravo (1998), Os compostos fenólicos ou polifenóis, incluem mais de oito mil estruturas diferentes conhecidas, o grupo fenólicos inclui: fenóis simples (catecol e



resorcinol), ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos), estilbenos (resveratrol), flavonóides (quercetina, cianidina e epicatequina) e compostos altamente polimerizados (lenhina e taninos) e caracterizam-se por possuírem um anel aromático com pelo menos um grupo hidroxilo ligado a si, conforme, Figura 2.

**Figura 2:** - Estrutura química base dos compostos fenólicos



**Fonte:** Ribeiro, (2013)

Para quantificar o teor de compostos fenólicos, utiliza-se o método de Folin-Ciocalteu e o ácido gálico como padrão de referência. É um dos mais antigos métodos de quantificação de fenóis totais, delineado e padronizado para quantificação de fenóis totais por Singleton, Orthofer e Lamuelaraventos (1999). A técnica se baseia no reagente de Folin Ciocalteu, uma solução de íons complexos poliméricos formados a partir de heteropoliácidos fosfomolibdicos e fosfotungsticos. Esse reagente oxida os fenolatos, reduzindo os ácidos a um complexo azul Mo-W, cuja coloração permite a determinação da concentração das substâncias redutoras, que não necessariamente precisam ter natureza fenólica (NEVES, 2009).

Diferentes Métodos Analíticos têm sido utilizados para a determinação da atividade antioxidantes no mel e a falta de padronização limita a comparação entre os trabalhos já publicados.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 AMOSTRAS DE MEL

As amostras de mel utilizadas na pesquisa são provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná, algumas são amostras comercializadas e outras foram adquiridas diretamente com Meliponicultores sob a orientação de executarem o procedimento de coleta como se fossem comercializar o produto. As amostras adquiridas e recebidas foram refrigeradas em temperatura de 4 a 8°C. As análises realizadas em triplicata nos laboratórios de Análise de Alimentos e de Métodos Instrumentais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Londrina, de acordo com metodologias oficiais. Foram analisadas 08 amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) de diferentes regiões do estado do Paraná (Apucarana, Barbosa Ferraz, Cambará, Curiúva, Mandirituba, Ortigueira, Porto Rico e Santa Helena), colhidas entre os meses de Dezembro de 2016 a Maio de 2017. A Tabela 5 apresenta a identificação das amostras, Município de origem e Coordenada Geográfica e a identificação da distribuição espacial esta apresentada na Figura 1.

**Tabela 5** - Identificação da amostra, Município e Coordenada Geográfica da origem do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) adquirida no Estado do Paraná.

Amostra	Localidade	Coordenada
1	Apucarana	23°31'30"S/51°24'20"O
2	Barbosa Ferraz	24°01'48"S/52°00'42"O
3	Cambará	24°02'59"S/50°55'29"O
4	Curiúva	24°02'49"S/50°38'18"O
5	Mandirituba	25°45'31"S/49°19'11"O
6	Ortigueira	24°13'30"S/50°55'42"O
7	Porto Rico	22°46'20"S/53°16'3"O
8	Santa Helena	24°51' 51"S/54°19'49"O

Fonte: Autoria Própria

**Figura 3:** Mapa do Estado do Paraná, adaptado para evidenciar a distribuição espacial das amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*).



**Fonte:** Adaptado de Wikimedia Commons

#### 4.1.1 Acidez

A determinação da acidez baseou-se na neutralização dos compostos ácidos presentes no mel a partir de uma titulação simples com hidróxido de sódio e indicador fenolftaleína de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Pesou-se 2,0 g de mel em um erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 50 mL de água destilada, até completa dissolução da amostra e adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína 1%. Titulou-se com NaOH 0,01 mol/L padrão até a obtenção de uma coloração rósea persistente por 30 segundos.

Para obtenção dos resultados foi utilizada a Equação 1:

$$\text{Acidez meq/kg} = \frac{V \times M \times 1000}{P} \quad \text{Eq. 1}$$

V = volume em mL da solução de NaOH gasto na titulação

M = concentração em mol/L real da solução de NaOH

P = peso da amostra em gramas

#### 4.1.2 Açúcares redutores

Os açúcares redutores têm a capacidade de reduzir um volume conhecido do reagente de cobre alcalino (solução de Fehling), passando de Cobre II para Cobre I (redução de íons cúpricos em cuprosos), sendo que os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos (ALMEIDA-ANACLETO, 2007). O ponto final é indicado pelo azul de metileno que é reduzido a sua forma leuco por um pequeno excesso de açúcar redutor de acordo com os métodos analíticos oficiais para o controle de produtos de origem animal (Lanara,1981).

Pesou-se 20 g de amostra de mel em um béquer de 100 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e fez-se a homogeneização com auxílio de um bastão de vidro. Transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL (solução mãe ou estoque), lavou-se bem o bastão de vidro e o béquer. Completou-se o balão até o menisco e desta solução foi retirado 2 mL (0,4 g) que corresponde a 20 % da solução de mel e colocado em balão volumétrico de 100 mL, completou-se o volume até o menisco. Esta solução obtida foi transferida para uma bureta de 25 mL para posterior titulação. Em um erlenmeyer de 250 mL com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL pipetou-se cada uma das soluções de Fehling A e B, foram adicionados 40 mL de água destilada, em seguida foi aquecido sob placa aquecedora até atingir ebulição. Foi iniciado o gotejamento da solução da amostra da bureta até o líquido sobrenadante ter ficado levemente azulado. Mantendo-se a ebulição, foram adicionadas 2 gotas de solução de azul de metileno 1% e continuou-se gotejando até descoloração do indicador e aparecimento de um precipitado vermelho tijolo no fundo do erlenmeyer. O tempo de titulação não ultrapassou 3 minutos. O cálculo para obtenção do resultado segue na Equação 2:

$$\% \text{ glicídios redutores em glicose} = \frac{100 \times 100 \times T}{V \times P} \quad \text{Eq. 2}$$

T= título da solução de Fehling

V= mL de amostra gasta na titulação

P=peso da amostra em gramas na solução (0,4 g)

#### 4.1.3 Cinzas

O teor de cinzas fundamenta-se na oxidação total da matéria orgânica, obtendo-se um resíduo mineral fixo por meio da incineração das amostras em mufla a 550°C até peso constante de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Pesou-se em uma capsula previamente tarada após 1h na mufla aproximadamente 5 g de mel, a amostra foi calcinada por 4 horas, ou seja, até a eliminação completa do carvão, podendo observar coloração branca ou ligeiramente acinzentado. Após a incineração as amostras foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e pesadas. Na Eq. 3 segue o cálculo realizado para obter o teor de cinzas.

$$\% \text{ Cinzas: } \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Eq. 3}$$

P = N° g de amostra

N = N° g de cinzas

#### 4.1.4 pH

A medida do pH baseia-se em determinar concentração de íons H<sup>+</sup> dissolvidos em uma solução. Em balança analítica, pesou-se 10 g de amostra de mel diluiu-se e homogeneizou-se com 75 mL de água e realizou-se a leitura em pHmetro Tecnopon modelo NTPHM, conforme os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

#### 4.1.4 Sólidos insolúveis em água

O teor de sólidos insolúveis fundamenta-se na insolubilidade de sólidos (cera, grãos de pólen) e outros componentes normais do sedimento do mel em água, conforme os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Para a determinação dos sólidos insolúveis em água, pesou-se 20 g de amostra em um béquer de 250 mL em balança analítica, diluiu-se com um pouco de água destilada aquecida a 60°C. Após a filtração a amostra contida no filtro foi para estufa a 80°C por 1 hora e em seguida foram pesadas. Foi utilizada a Eq. 4 para obtenção dos resultados.

$$\% \text{ Sólidos Insolúveis em água} = \frac{P \times 100}{P'} \quad \text{Eq. 4}$$

P = Peso dos insolúveis em gramas

P' = Peso da amostra em gramas

#### 4.1.5 Umidade

O teor de umidade foi determinado por refratometria a 20°C, utilizando o refratômetro de Abbé, aplica-se o índice de refração (IR) a uma tabela de correspondência (Tabela 6), a tabela é uma derivação da fórmula desenvolvida por Wedmore a partir dos dados de Chatway (BOGDANOV, MARTIN, LULLMANN, 1997).

Transferiu-se de 3 a 4 gotas da amostra para o prisma do refratômetro, se o mel estiver a 20°C, utilizam-se os valores da (Tabela 6), porém, temperaturas diferentes deve-se acrescentar ou diminuir do IR obtido o valor de 0,00023, para cada °C acima ou abaixo de 20°C, seguindo os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

A Tabela 6, apresenta valores de umidade e seus respectivos Índice de Refração, quando o IR encontra-se em um intervalo entre um e outro valor da tabela, a interpolação dos dados e a aproximação de valores tornam-se poucos confiáveis, sendo assim, é possível obter-se valores confiáveis por meio da análise gráfica e do cálculo do coeficiente angular, aplicando a equação  $y = 614,60 - 400 \cdot x$ , para IR igual ou maior a 1,4976, sendo  $y =$  umidade e  $x =$  IR, substituindo na equação o valor de IR ( $x$ ) obtido no refratômetro (VARGAS, 2006; BORSATO, 2013). Encontrar resultados de umidade superior a 20% é provável tratando-se de abelhas sem ferrão, a umidade é a principal característica físico-química a diferencia-las da *Apis mellifera*. A tabela abaixo, expressa valores de umidade até 25%, resultados acima disso pode-se utilizar o cálculo do coeficiente angular para a obtenção de valores confiáveis de umidade.

**Tabela 6** - Relação entre índice de refração a 20 °C e a porcentagem de água do mel

Índice de refração	Umidade (%)	Índice de Refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)
1,5044	13,00	1,4961	16,20	1,4880	19,40	1,4800	22,60
1,5038	13,20	1,4956	16,40	1,4875	19,60	1,4795	22,80
1,5033	13,40	1,4951	16,60	1,4870	19,80	1,4790	23,00
1,5028	13,60	1,4946	16,80	1,4865	20,00	1,4785	23,20
1,5023	13,80	1,4940	17,00	1,4860	20,20	1,4780	23,40
1,5018	14,00	1,4935	17,20	1,4855	20,40	1,4775	23,60
1,5012	14,20	1,4930	17,40	1,4850	20,60	1,4770	23,80
1,5007	14,40	1,4925	17,60	1,4845	20,80	1,4765	24,00
1,5002	14,60	1,4920	17,80	1,4840	21,00	1,4760	24,20
1,4997	14,80	1,4915	18,00	1,4835	21,20	1,4755	24,40
1,4992	15,00	1,4910	18,20	1,4830	21,40	1,4750	24,60
1,4987	15,20	1,4905	18,40	1,4825	21,60	1,4745	24,80
1,4982	15,40	1,4900	18,60	1,4820	21,80	1,4740	25,00
1,4976	15,60	1,4895	18,80	1,4815	22,00	1,4735	25,20
1,4971	15,80	1,4890	19,00	1,4810	22,20	1,4730	25,40
1,4966	16,00	1,4885	19,20	1,4805	22,40	1,4725	25,60

Fonte: AOAC (1990), Bogdanov, Martin e Lüllmann (1997).

#### 4.1.6 Testes de Adulterantes

A reação de Fiehe com resorcina em meio ácido pode indicar a presença de substâncias produzidas durante o superaquecimento de mel ou a adição de xaropes de açúcares, caso houver a adulteração aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando a fraude, a análise foi realizada de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008. Pesou-se 5 g de amostra em um béquer de 50 mL e foram adicionados 5 mL de éter e agitou-se vigorosamente. Transferiu-se a camada etérea para um tubo de ensaio no qual foi adicionado 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina e deixou-se em repouso por 10 minutos e observou-se a coloração formada.

A reação de Lugol procura identificar a presença de amido e dextrinas no mel, na presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar, a solução ficará colorida de marrom-avermelhada a azul. A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido, presentes na amostra fraudada, a análise foi realizada de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008. Pesou-se 10 g de amostra em um béquer, no qual se adicionou 20 mL de água destilada e agitou-se. Adicionou-se 0,5 mL (mais ou menos 12 gotas) da solução de Lugol. Para comparação utilizou-se mel puro.

A reação de Lund é a determinação de albuminóides que se precipitam na presença de ácido tânico. Na presença de mel puro, será formado um precipitado no fundo da proveta no intervalo de 0,6 a 3,0 mL, já na presença de mel adulterado, não haverá formação de precipitado ou excederá o volume máximo do referido intervalo, o método utilizado para análise foi de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008. Pesou-se em balança analítica, 2,0 g de amostra que foi transferida para uma proveta de 50 mL, com auxílio de 20 mL de água destilada. Adicionou-se 5 mL de ácido tânico a 0,5 % e em seguida foi adicionado água até completar o volume de 40 mL, que foi agitado para completa solubilização da amostra e deixou-se em repouso por 24 horas, após o tempo mediu-se com auxílio de uma régua o precipitado formado.



## 4.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSIÇÃO FENÓLICA

Para a determinação da atividade antioxidante do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*), empregou-se o método desenvolvido por Rufino, et al. (2007). Para preparar da Solução de DPPH 0,06 mM, dissolveu-se 2,4 mg de DPPH em álcool metílico e completou-se o volume para 100 mL em balão volumétrico, utilizado apenas no dia da análise. A partir da solução inicial de DPPH (60 M $\mu$ ), preparou-se a curva de calibração, em tubos de ensaio e com pipetas volumétricas devidamente calibradas e as soluções variaram a concentração de 10  $\mu$ M a 60  $\mu$ M, utilizado água destilada e álcool metílico. Foram preparadas três concentrações de mel, 10, 25 e 50 mg/L em água, diluindo-se em água:metanol (em balão volumétrico de 100 mL adicionou-se 50 mL de metanol e dilui-se a amostra de mel em água destilada até completar o menisco). Em ambiente escuro e em triplicatas, transferiu-se uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição do mel para tubos de ensaio com 3,9 mL do radical DPPH (item solução de DPPH 0,06 mM), homogeneizou-se e as misturas foram mantidas no escuro durante 30 min à temperatura ambiente. Realizou-se a leitura da curva espectrofotômetro a 515 nm, primeiramente calibrou-se o espectrofotômetro com o branco (álcool metílico). Os resultados foram expressos em EC<sub>50</sub>, ou seja, a concentração da amostra necessária para sequestrar 50% dos radicais de DPPH .

Para a análise de fenólicos totais, preparou-se o reativo de Folin-Ciocalteu, utilizando a pipeta volumétrica devidamente calibrada, coletou-se 1 mL de Folin e adicionou-se 9 mL de água destilada (diluição 1:10). Preparou-se a solução de carbonato de sódio anidro à 20%. A Solução Estoque (1mg/mL), foi preparada dissolvendo 50 mg de ácido gálico em 50 mL de água destilada, utilizando-se o ultrassom para dissolver e melhor homogeneização. Para preparação da curva pipetou-se 10 mL da Solução Estoque (1 mg/mL) e dilui-se para 100 mL de água destilada para preparar um solução de 0,1 mg/mL (100  $\mu$ g/mL). A partir da Solução Estoque (100  $\mu$ g/mL), preparou-se a curva de calibração, em tubos de ensaio e com pipetas volumétricas devidamente calibradas as soluções variaram a concentração de 10  $\mu$ g/mL a 100  $\mu$ g/mL ( utilizado água destilada e solução padrão de ácido gálico (100  $\mu$ g/mL), a cada tubo adicionou-se 5 mL de reativo de Folin-Ciocalteu diluído (1:10 – 1 mL de Folin e 9 mL de água destilada), deixando em repouso por 8 minutos e

acrescentou-se 4 mL de solução de carbonato de sódio, homogeneizou-se as misturas, manteve-se em ambiente escuro e temperatura ambiente reagindo por 90 minutos.

Para a determinação dos fenólicos totais do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*), as amostras foram preparadas com 50% de mel e 50% de água destilada em balão volumétrico de 10 mL. Pipetou-se 100 µL da amostra em tubos de ensaio em triplicatas, adicionou-se 500 µL do reagente de Folin-Ciocalteu. Em seguida, adicionou-se 1,5 mL de solução saturada de carbonato de sódio 20% e 6 mL de água destilada, homogeneizou-se as misturas, manteve-se em ambiente escuro e temperatura ambiente reagindo por 90 minutos. Realizou-se a leitura da curva padrão em espectrofotômetro a 765 nm, primeiramente calibrou-se o espectrofotômetro com o branco (água destilada). Os resultados da concentração de fenóis totais foram calculados a partir da curva padrão e expressado em ácido gálico, mg de equivalentes ácido gálico por 100 g de mel (mg EAG/100 g).

#### 4.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados foram tratados pelo programa estatístico BIOESTAT 5.0, a modelagem utilizada foi à estatística descritiva para levantamento das medidas centrais como média, desvio padrão e obtenção dos valores mínimos e máximos obtidos na análise.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 7, expressa o valores encontrados para os parâmetros físico-químicos, cujos dados foram apresentados em forma de mínimo, máximo e média.

**Tabela 7-** Resultados de Mínimo, Máximo, Média para os parâmetros físico-químicos obtidos do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*), provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Localidade	Acidez (meq/kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sólidos Insolúveis (%)	Umidade (%)
Apucarana	89,63	59,66	0,17	3,50	4,83	25,60
Barbosa Ferraz	61,71	63,19	0,13	3,62	5,46	25,00
Cambará	115,59	58,41	0,52	4,05	2,87	23,40
Curiúva	63,14	61,70	0,32	3,79	2,55	27,40
Mandirituba	39,03	72,78	0,29	4,40	5,39	26,20
Ortigueira	47,33	65,99	0,16	4,07	5,43	24,87
Porto Rico	87,59	67,78	0,33	3,90	4,74	26,20
Santa Helena	47,96	67,25	0,20	3,62	5,11	27,67
Mínimo	37,55	53,91	0,04	3,49	1,93	23,40
Máximo	116,94	83,67	0,54	4,41	5,85	28,20
Média	68,99	64,59	0,27	3,87	4,54	25,74

**Fonte:** Autoria Própria

### 5.1 ACIDEZ

Para a variável acidez encontrou-se uma média de 68,99 meq/kg com valor mínimo de 37,55 e máximo de 116,94 meq/kg. Resultados semelhantes foram relatados por Vit *et. al.*, (1998), 48,27 meq/kg, Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram acidez média de 112,80 meq/kg, Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007) encontraram valor de 24,70 meq/kg, Sousa (2008) compilou dados variando de (21,65 a 63,85 meq/kg), Anacleto *et.al.*,(2009) determinaram valor médio de 45,23

meq/kg (variando de 17,00 a 98,00 meq/kg), Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), 69,06 meq/kg, Lira *et. al.*, (2014) encontrou média de 71,68 meq/kg, Gomes *et. al.*, (2015) identificaram 69,06 meq/kg, Lopes e Dias (2017), analisando mel de abelha Jataí encontraram média de 56,44 meq/kg com valor mínimo de 47,41 e máximo de 65,00 meq/kg.

Para mel de meliponíneos Almeida (2002), encontrou média de 21,47 meq/kg (variando de 6,00 a 46,00 meq/kg), Souza *et. al.* (2006), 44,80 meq/kg (variando de 5,90 a 109,00 meq/kg), Souza (2008) em estudo nos méis da Bahia encontrou 40,40 (variando de 5,10 a 116,80 meq/kg), Borsato (2013) encontrou valores de 10,64 a 180,82 meq/kg. Com proposta de regulamentação na Venezuela Vit, Medina e Henríquez (2004), analisando méis de meliponíneos estabeleceram valores de 70 a 85 meq/kg, para a Tribo Trigonini, a qual pertence a *Tetragonisca angustula*, estipularam valor máximo de 75,00 meq/kg. No Brasil, Villas-Bôas e Malaspina (2005), estabeleceram valor máximo de 85,00 meq/kg e visando legislação para o Estado de São Paulo, Camargo; Oliveira e Berto (2017), propuseram valor máximo de 85,00 meq/kg.

A legislação brasileira e internacional, especificam valores máximos de 50 meq/kg para mel e contemplam apenas o mel de *Apis mellifera*. De acordo Horn *et. al.* (1996) a acidez pode variar em função de ácidos orgânicos e inorgânicos, fontes de néctar que as abelhas se alimentam, secreção das próprias abelhas e minerais presentes no mel.

## 5.2 AÇÚCARES REDUTORES

Para os teores de açúcares redutores encontrou-se uma média de 64,59% apresentando mínimos e máximos, respectivamente de 53,91 e 83,67%. Estudos realizado com mel de abelha Jataí conduzidos por Vit *et. al.*, (1998), encontraram 23,17%, enquanto que nos trabalhos de Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998), foram encontrados valores de 58,19%, Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram valores de 58,19 a 58,00% Anacleto *et. al.*, (2009) determinaram valor médio de 55,46% (variando de 48,66 a 57,97%), pesquisas realizadas por Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007), obtiveram valores de 60,18 a 61,53%, Sousa (2008) em

suas pesquisas identificou variação de (44,78 a 67,54%), Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), encontraram 53,00%, Lira *et. al.*, (2014), 64,45%, Gomes *et. al.* (2015), 53,00% e Lopes e Dias (2017), valor médio de 58,20% (variando de 54,55 a 63,40%).

Para mel de meliponíneos os valores de açúcares redutores foram mencionados por Almeida (2002), valor médio de 73,10% (variando de 66,70 a 78,00%), Souza *et. al.* (2006), encontraram média de 66,00% (variando de 58,00 a 75,70%), Carvalho *et. al.* (2005), obtiveram valores de 42,55 a 55,61%, Souza (2008), apresentou média de 66,10 (variando de 44,30 a 93,10%), Borsato (2013) encontrou valores de 43,35 a 76,29%. Com proposta de padrões de qualidade na Venezuela, Vit, Medina e Henríquez (2004), analisando méis de meliponíneos estabeleceram valores mínimos de 50,00% no Brasil Villas-Bôas e Malaspina (2005), estabeleceram valor mínimo de 50,00%, visando legislação para o Estado de São Paulo, Camargo, Oliveira e Berto (2017), propõem valor mínimo de 60,00%.

A legislação brasileira estabelece valores mínimos de 65,0% e a Codex mínimo 60,0% e contemplam apenas o mel de *Apis mellifera*, verifica-se que a legislação não seria aplicada para todas as amostras de mel de abelha Jataí,

### 5.3 CINZAS

Para a variável cinza encontrou-se uma média de 0,27%, com mínimo de 0,04 e máximo de 0,54%. Vit *et. al.* (1998), encontraram 0,38%, Denadai, Ramos Filho, Costa (2002), 0,45% Anacleto *et. al.*, (2009) determinaram valor médio de 0,39% (variando de 0,21 a 0,60%), Sousa (2008), identificou variação de 0,17 a 0,40%, Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), encontraram 0,36%, Gomes *et. al.* (2015), 0,36% e Lopes e Dias (2017), valor médio de 0,20% (variando de 0,20 a 0,21%).

Trabalhos desenvolvidos com mel de meliponíneos Almeida (2002), encontrou média de 0,28% (variando de 0,02 a 0,77%), Souza *et. al.* (2006), encontraram média de 0,34% (variando de 0,01 a 1,18%), Carvalho *et. al.* (2005), obtiveram valores de 0,44 a 0,50%, Souza (2008), obteve média de 0,18 (variando de 0,01 a 0,45%), Borsato (2013) encontrou valores de 0,04 a 2,81%. Com proposta de padrões de qualidade na Venezuela Vit, Medina e Henríquez (2004), analisando méis de meliponíneos estabeleceram valores máximos de 0,50%, no Brasil Villas-Bôas;

Malaspina (2005), estabeleceram valor máximo de 0,60%, visando legislação para o Estado de São Paulo, Camargo, Oliveira e Berto (2017), propõem valor máximo de 0,60%.

A legislação brasileira estipula que os máximos permitidos para mel de flores 0,6 % e em mel de melato 1,0 % (BRASIL, 2000) e contemplam apenas o mel de *Apis mellifera*.

#### 5.4 pH

Para a variável pH encontrou-se uma média 3,87 com mínimos e máximos de 3,49 a 4,41 respectivamente, Iwama (1977), obteve a média de 4,20 (variando de 3,20 a 7,40), Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), 3,80, Anacleto *et. al.*, (2009) determinaram valor médio de 4,10 (variando de 3,54 a 4,64), Lira *et. al.*, (2014), identificou valor de 4,13, Gomes *et.al.* (2015), encontraram 4,20 e Lopes e Dias (2017), valor médio de 3,82 (variando de 3,80 a 3,90).

Para meliponíneos Almeida (2002), encontrou média de 3,88 (variando de 3,27 a 4,45), Souza *et. al.* (2006), encontraram média de 3,98, Souza (2008), obteve valores de 3,12 a 6,50, Borsato (2013) encontrou valores de 2,87 a 4,93. Com proposta de padrões de qualidade Camargo, Oliveira e Berto (2017), propõem valores de 2,90 a 4,50.

A legislação brasileira não estipula valores de pH, porém é sabido que este parâmetro ratifica a integridade do produto, contribui para estabilidade microbiana, principalmente aos patogênicos. O meio ácido, pH inferior a 4,5 é considerado uma barreira, pois torna o ambiente inóspito, garantindo qualidade do mel. Segundo SOHAIMY *et. al.* (2015), valores altos de pH no mel, podem ocorrer devido a oxidação dos açúcares que formam ácidos orgânicos, bem como pode estar correlacionado com o teor de minerais.

## 5.5 SÓLIDOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA

Para a variável sólidos insolúveis encontrou-se uma média 5,54% com mínimo de 1,93 e 5,85% de máximo. Sousa (2008) identificou em suas pesquisas encontrou variação de 0,02 a 0,10%, Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), encontraram 2,86%, Gomes *et. al.*, (2015), 2,86% e Lopes e Dias (2017), valor médio de 0,40% (variando de 0,44 a 0,48%).

Trabalho desenvolvido com mel de meliponíneos por Borsato (2013) encontrou valores de 0,01 a 0,06%. Com proposta de padrões de qualidade no Brasil Villas-Bôas; Malaspina (2005), estabeleceram valor máximo de 0,40%, visando legislação para o Estado de São Paulo, Camargo, Oliveira e Berto (2017), propõem valor máximo de 0,10%.

A legislação brasileira define valores de sólidos insolúveis em água de 0,1% para mel centrifugado e 0,5% para mel prensado e contemplam apenas o mel de *Apis mellifera*.

Os sólidos solúveis estão relacionados como as partículas presentes no mel maior que 15,40µm, como grãos de areia, restos vegetais, madeiras, não são solúveis em água a 80° C e quando se apresenta em quantidades superiores estão relacionadas a não adoção de boas práticas de coleta em todo o processo produtivo (SENAI, 2009). A literatura apresenta valores escassos para sólidos insolúveis e os valores discutidos neste trabalho estão relacionados ao mel da abelha Jataí.

## 5.6 UMIDADE

Para a variável umidade encontrou-se uma média de 25,74% com mínimo e máximo de 23,40 e 28,20% respectivamente. Iwama (1977), em sua pesquisa encontrou média de 27,40% variando entre 22,70 a 35,40%, Vit *et. al.*, (1998), encontraram 65,00%, Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998), encontraram 26,10%, Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) 23,70%, Anacleto *et. al.*, (2009) determinaram valor médio de 24,37% (variando de 23,00 a 32,50%), Sousa (2008), identificou variação de 23,40 a 25,60%, Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), 25,00%, Lira *et. al.*,

(2014), 29,00%, Gomes *et.al.*, (2015) 25,00%, e Lopes e Dias (2017), valor médio de 25,37% (variando de 24,85 a 25,50%) para abelha Jataí.

Pesquisas realizadas com mel de meliponíneos identificaram valores variados de umidade, Pamplona (1989), 40,20%, Almeida (2002), encontrou média de 18,01% (variando de 16,60 a 20,80%), Souza *et. al.* (2006), encontraram média de 26,70% (variando de 19,90 a 41,90%), Souza (2008), obteve média de 31,30 (variando de 21,00 a 43,80%), Borsato (2013) encontrou média de 29,43 variando de 24,40 a 33,80%. Com proposta de padrões de qualidade, na Venezuela Vit, Medina e Henríquez (2004), analisando méis de meliponíneos estabeleceram valores máximos de 30,00%, no Brasil, Villas-Bôas; Malaspina (2005), sugeriram valor máximo de 35,00%, visando legislação para o Estado de São Paulo, Camargo, Oliveira e Berto (2017), propõem valor máximo de 40,00%.

A Instrução Normativa n. 11 (BRASIL, 2000) e Codex (1990) o máximo de umidade permitido é de 20% de umidade e contemplam apenas o mel de *Apis mellifera*.

## 5.7 TESTES DE ADULTERANTES

O teste de adulterante é um parâmetro de qualidade que aliada às boas práticas de coleta, processo e armazenamento, visa identificar fraudes por adição de soluções açucaradas que podem ocorrer no beneficiamento do mel, filtração, centrifugação ou decantação. De acordo com os resultados obtidos, as amostras estão em conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2000).

## 5.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH E TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS

Na Tabela 8 abaixo, são expressos os resultados para atividade antioxidante DPPH em EC<sub>50</sub> e teor de fenólicos totais.

A atividade antioxidante obtida para as amostras de mel de abelha Jataí, esta expressa em EC<sub>50</sub>, ou seja, é a concentração dos componentes antioxidantes



necessários para reduzir 50% da concentração inicial do DPPH, sendo que quanto maior a quantidade de EC<sub>50</sub> menor é a capacidade antioxidante.

**Tabela 8** - Resultados da Atividade Antioxidante do radical DPPH expressa em EC<sub>50</sub> e Fenólicos Totais das amostras de mel de abelha de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*), provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Localidade	DPPH (EC <sub>50</sub> ) (mg/mL)	Fenólicos Totais (mg GAE/100g)
Apucarana	379,78	79,35
Barbosa Ferraz	379,78	74,28
Cambará	219,73	26,59
Curiúva	232,00	23,36
Mandirituba	192,06	24,64
Ortigueira	200,38	26,00
Porto Rico	209,73	23,05
Santa Helena	209,73	26,80
Mínimo	192,06	23,05
Máximo	379,78	79,35
Média	252,90	38,01

**Fonte:** Aatoria Própria

**Notas:** GAE (ácido gálico equivalente)

Para a atividade antioxidante DPPH (EC<sub>50</sub>) observou-se o valor mínimo encontrado de 192,07 mg/mL para amostra de mel proveniente da localidade de Mandirituba e o valor máximo de 379,78 mg/mL, oriunda de Barbosa Ferraz evidenciando que a amostra de mel de Mandirituba apresentou maior capacidade antioxidante frente ao antioxidante DPPH. Para a média geral o resultado obtido foi de 252,90 mg/mL. A capacidade de atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos presentes no mel variam em função das fontes florais utilizadas pelas abelhas durante a coleta e como também dependem entre outros aspectos, dos fatores climáticos e das condições edafoclimáticas predominantes no local (MENEZES *et al.*, 2010; SHUEL, 2010). Para mel de Jataí (*Tetragonisca angustula*), Lira *et. al.*, (2014) identificaram média de EC<sub>50</sub> de 24,80 mg/mL (variando de 24,76 a 24,94 mg/mL). Sousa *et al.*, (2018) encontraram valor médio de 22,18 mg/mL.

Em relação ao teor de fenólicos totais, verificou-se que o valor máximo obtido foi de 79,35 mg GAE/100g, para amostra de mel proveniente da localidade de Apucarana e valor mínimo de 23,05 mg GAE/100g, oriunda da localidade de Porto Rico. O consumo de alimentos ricos em compostos fenólicos e em substâncias com capacidade antioxidante traz inúmeros benefícios tais como proteção contra radicais livres, riscos de doenças cardiovasculares, proteção contra doenças degenerativas entre outros benefícios a saúde (CUNHA *et al.*, 2016).

Na literatura, o teor de fenólicos totais no mel de abelha Jataí foram estudados por Zucchello *et al.*, (2016) encontrou valor médio de 64,60 mg GAE/100g, Sousa *et al.*, (2018) obteve média de 101,94 mg GAE/100g e Lira *et al.*, (2014) encontraram média de 103,64 mg GAE/100 (variando de 101,68 a 105,59 mg GAE/100).

Na literatura, há escassez de informações contemplando o mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*), principalmente no que se refere a atividade antioxidante e teor de fenólicos totais, pesquisas contribuem positivamente para conhecer melhor o produto e asseguraram padronização ao mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) e meliponíneos de forma geral. Uma movimentação por parte dos Estados Brasileiros, vem ocorrendo para estabelecer Padrões de Identidade Qualidade para o mel de Meliponíneos e regulamentação da atividade. Segundo Barbieri (2018), Amazonas, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul já possuem regulamentação para atividade meliponicultura, Figura 4. Destaca que São Paulo não possui regulamentação própria, no entanto, possui vigente o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para mel de meliponíneos, proposto por Camargo, Oliveira e Berto (2017). Salienta que existem diferenças consideráveis entre os Estados em relação as regulamentações, contudo, estimulam a atividade dentro das fronteiras estaduais

**Figura 4** – Regulamentações existentes nos estados do Brasil para a atividade da meliponicultura.

<b>Estado</b>	<b>Número</b>	<b>Tipo de norma</b>
Amazonas	Resolução CEMAAM Nº 22 DE 03/04/2017	Resolução estadual
Bahia	Lei nº. 13.905 de 29 de Janeiro de 2018	Lei estadual
Goiás	Resolução nº007/2017-CESMARH	Resolução estadual ( <i>Ad referendum</i> )
Paraná	Lei Nº 19152 de 02 de outubro de 2017.	Lei estadual
Santa Catarina	Lei nº 16.171, de 14 de Novembro de 2013	Lei estadual (decreto)
Rio Grande do Sul	Lei Nº 14763 de 23 de Novembro de 2015	Lei estadual

**Fonte:** Barbieri-Junior (2018)

Os esforços para a mudanças na legislação vigente, a preocupação na conservação das abelhas sem ferrão, potencialização de espécies regionais utilizadas como espécies bandeiras, parcerias entre pesquisadores, empresas e meliponicultores para prover novas técnicas de desenvolvimento da meliponicultura são ações importantes, a fim de prever uma atividade ampla com múltiplos domínios e promover a sustentabilidade (BARBIERI, 2018)

## 6 CONCLUSÃO

O mel de Jataí (*Tetragonisca angustula*) bem como de outras espécies nativas não são contempladas pela Legislação vigente para mel, não sendo possível comparar os parâmetros físico-químicos analisados com a mesma, exceto para cinzas e testes de adulterantes (Fiehe, lugol e Lund). As características físico-químicas do mel de abelha Jataí, devem ser melhor estudadas levando-se em consideração que os méis analisados são da mesma espécie e os valores diferenciaram-se entre si conforme região, destaca-se os parâmetros de acidez e umidade, evidenciando a necessidade de legislação específica com requisitos de identidade e qualidade, pois os valores são considerados superiores quando comparados aos preconizado pela legislação existente para *Apis mellifera*. Os valores encontrados para acidez no mel de Cambara e a umidade no mel de Santa Helena, ratifica que os parâmetros físico-químicos variam conforme a espécie de abelha estudada, origem geográfica, tipo de solo e vegetação visitada pelas abelhas e influenciam na qualidade do produto. Os dados sobre a atividade antioxidante e composto fenólico total, retratam que a amostra com maior EC<sub>50</sub> (menor atividade antioxidante) apresentou maior teor de fenólicos totais, porém, não há como afirmar a relação. Pouco se sabe a respeito dos componentes bioativos do mel de abelha Jataí, sendo assim, os valores encontrados abrem a possibilidade de maiores pesquisas. A falta de padronização quanto às metodologias utilizadas para a atividade antioxidante e o teor de fenólicos totais, limitam a comparação entre os trabalhos já publicados.

## 8 TRABALHOS PUBLICADOS

LOPES, A. E. P.; SOUZA, T. H. ; Pedrão, M.R.;DIAS, L. F. Caracterização físico-química do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de tecnologia agroindustrial**, v. 13, p. 2715-2729, 2019

Dias, Lúcia Felicidade; Andrei, Isabel Craveiro Moreira ; Lopes, Any Ellen Prestes ; Nakayama, Sumaya Hellu El Kadri ; Souza, Thais Helena de ; Rocha, Bárbara Rodrigues da . **Caracterização físico-química do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de diferentes regiões do estado do Paraná**. In:\_\_\_ Benedito Rodrigues da Silva Neto. (Org.). A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde 2. 1ed.Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, v. 2, p. 156-167.

LOPES, A. E. P. ;DIAS, L. F. **Caracterização físico-química do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)**. In\_\_\_. Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas, v. 3, cap. 14, p.319 – 348, 2017

LOPES, A. E. P. ;DIAS, L. F. **Caracterização físico-química do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)**. In\_\_\_.: XXV CBCTA-Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e X CIGR Section VI International technical Symposium, 2016, Gramado-RS. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Gramado-RS: Cladera, F.O.; Thys,R.; Nitzke, J.A. (organizadores), 2016. v. 25

## REFERÊNCIAS

AIDAR, D.S. **Meliponídeos e ecossistemas**. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE APICULTURA. Guarapuava. 1997.

ALMEIDA-ANACLETO, D. **Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município e Piracicaba, Estado de São Paulo**. 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba 2007.

ALMEIDA, D. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, estado de São Paulo**. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba 2002.

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; MATSUDA, A. H.; BASTOS, D. H. M. Physico-chemical parameters of Amazon Melipona honey. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 707-708, 2007.

ANACLETO, A. D.; SOUZA A. B.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.3, p. 535-541, 2009.

AL-MAMARY, M.; AL-MEERI, A.; AL-HABORI, M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. **Nutrition Research**, v. 22, n. 9, p. 1041-1047, 2002

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; VIDAL, A.; BATTINO, M. Methodological aspects about determination of phenolic compounds and in vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey: a review. **Current Analytical Chemistry**, v. 5, p. 293-302, 2009

ALVES, C. Q. **Flavonóides antioxidantes e derivados de ácido gálico isolados de *Cenostigma gardnerianum* Tul. (leguminosae)**. 2007. 108f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal da Bahia, Bahia 2007.

ANKLAM, E. A review of analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, v.61, n.4, p.549-562, 1998.

ANGELO, P.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v.66, n.1, 2007.

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17 ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists, 1990.

AZEREDO, L. C.; AZEREDO, M. A. A.; BESER, L. B. de O. **Características físico-químicas de amostras de méis de melíponas coletadas no Estado de Tocantins**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. Florianópolis, 2000.

BALTRUSAITYTE, V.; VENSKUTONIS, P. R.; CEKSTERYTE, V. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. **Food Chemistry**, v. 101, p. 502-514, 2007.

BARBIERI JUNIOR, C. **Caracterização da meliponicultura e do perfil do meliponicultor no estado de São Paulo: ameaças e estratégias de conservação de abelhas sem ferrão**. 2018. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

BERA, A; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. D. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Revista Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.49-52, jan/mar, 2007.

BERTOLDI, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; REIS, V. D. A.. Avaliação da atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos totais de méis produzidos no pantanal. **Evidência**, v. 12 n. 2, p. 155-164, 2012

BEZERRA, J. A. **A rainha do sertão**. Revista Globo Rural. São Paulo, v17, n.202, p.62-69, ago. 2002.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BOGDANOV, S., MARTIN, P. & LÜLLMANN C. **Harminised methods of the European Honey Comission**. Paris: Apidologie, Extra Issue, 1-59, 1997

BORSATO, D. M. **Composição química, caracterização polínica e avaliação de atividades biológicas de méis produzidos por meliponíneos do Paraná**. 2013. 151f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 out. 2000.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**. v.5, p. 317-333, 1998.

CAMARGO, R. C. R; OLIVEIRA, L. K; BERTO, I. M. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20 p. 6, Campinas, 2017.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G.C.; CARNEIRO, G.G. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Melipona scutellaris* produzido no Estado da Paraíba. **FAZU em Revista**, n.7, p.186-190, 2010.

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelha sem ferrão**: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas: UFBA/SEAGRI, 2005.

CARVALHO C. A. L.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; VÉRAS, S. O.; ALVES. E. M.; SODRÉ, G. S. Proposta de regulamento técnico de qualidade físico-química do mel floral processado produzido por abelhas do gênero *Melipona*. In \_ **Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots**. Editora: Vit P & Roubik DW, p. 1-9, 2013.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - C.A.C. **Official methods of analysis**. USA. v. 3, Supl 2. 1990.

CORNEJO, L. G. Tecnologia de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnologia de La produccion apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrárias, p.145-171, 1988.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLI, D. Analyse pollinique, propri´et´es physico-chimiques et action antibact´erienne des miels d'abeilles africanis´ees *Apis mellifera* et de M´eliponin´es du Br´esil. **Apidologie**, Springer Verlag, v.22, n1, p.61-73, 1991.



COSTA, L.; ALBUQUERQUE, M.; TRUGO, L.; QUINTEIRO, L.; BARTH, O.; RIBEIRO, M.; DE MARIA, C. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. **Food Chemistry**, v.65, p.347-352, 1999.

COUTINHO, D.A. **Estudos físico-químicos de méis do Curimataú Paraibano**. 25 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2006.

CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975.

\_\_\_\_\_. Constituintes e característica do mel. In: CRANE, Eva. **O livro do Mel**. São Paulo: Nobel, 1983.

CUNHA, M. A. A.; LIMA, K. P.; SANTOS, V. A. Q.; HEINZ, O.; SCHMIDT, C. A. P. Blackberry vinegar produced by successive acetification cycles production characterization and bioactivity parameter. **Braz Arch. Biol. Technol.** v. 59: e 1615-1136, 2016.

DENADAI, J. M.; RAMOS FILHO, M. M.; COSTA, D. C. Características físico-químicas de mel de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de Campo Grande MS. Obtenção de parâmetros para análise de rotina. In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, 2002, Campo Grande. 2002.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, E.M. F. Análise físico-química dos méis de abelha *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzido em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.35, p.166-1171, 2005.

GODÓI, R. **Criação racional de abelhas jataí**. São Paulo: Ícone, 1989

GOMES, L. D.; FALEIRO, K. M.; SANTOS, S. O.; GUIMARÃES, L. E.; SILVA-NETO, C. M. Physical-chemical characteristics of honey on Brazil. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.22; p. 670, 2015.

HOPIA, A; HEINONEM, M. Antioxidant activity of flavonol aglycones and their glycosides in methyl linoleate. **J. Am. Oil Society**, v. 76, p. 139-144, 1999.

HORN, H. Alunos da disciplina análise de mel da Universidade de Hoheinheim, Alemanha. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., Teresina, 1996. **Anais**. Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p.403-429.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Açúcares e produtos correlatos. In\_\_\_. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1ª.ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 330-343.

IWAMA, S. A. **Influência de fatores climáticos na atividade externa da *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae)**. Boletim do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, p.189-201, 1977.

KERR Estevam W.; CARVALHO Gislene A.; NASCIMENTO Vânia A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte: Acangaú, 1996.

KRINSKY, N.I. The biological properties of carotenoids. *Pure and Applied Chemistry*, v. 66, p. 1003-1010, 1994

LACHMAN, J. KOLIHOVÁ, D.; MIHOLOVÁ D.; KOŠATA, J.; TITĚRA D.; KULT, K. Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, London, v.101, n.3, p.973-979, 2007.

LANARA - Laboratório Nacional de Referencia Animal. XXV Mel. In\_\_\_. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II - métodos físicos e químicos**. Brasília: DF, 1981, p. 6-7.

LIRA, A. F.; SOUSA, J. P. L. M., LORENZON, .M. C. A.; VIANNA C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.169-178, 2014.

LOPES, A. E. P. ;DIAS, L. F. **Caracterização físico-química do mel de abelha Jatai (*Tetragonisca angustula*)**. In\_\_\_. Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas, v. 3, cap. 14, p.319 – 348, 2017

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C.C.; OTSUK, I. P. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado de Tocantins, Brasil. **B. Industr. anim., N. Odessa**,v.61, n.2, p.101-114, 2004.

MENEZES, J. D. S.; MACIEL, L. F.; MIRANDA, M. S.; DRUZIAN, J. I. Compostos bioativos e potencial antioxidante do pólen apícola produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n.2, p.233-42, 2010.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev Nutr**; n.17, v.4, p.411-24, 2004.

NACZK, M. SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **J Chromatogr A**, v.1054, n.1/2, p. 95-111, 2004.

NEVES, L.C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Braz. J. Food Technol.**, VII BMCFB, 2009.

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

OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G. V. Caracterização microbiológica, físico-química e microscópica de mel de abelhas Canudo (*Scaptotrigona depilis*) e Jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.239-248, 2013

ORTIZ-VALBUENA, A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-1987. **Cuadernos de Apicultura**, n.5, p.8-9, 1988.

PAMPLONA, B. C. **Exame dos elementos químicos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de *Apis mellifera* e suas relações físico-biológicas**. 1989. 131p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

PELEG H.; BODINE, K. K. , NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chem Senses**, n.23, v.3, p.371-378, 1998.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, p.791-800, 2006.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.*, v. 63, n. 7, p. 1.035-1.042, 2000.

RIBEIRO, L. P. M. Avaliação da qualidade do mel: atividade antioxidante, análise polínica e percepção do consumidor. 2013. 88f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade, Porto, Portugal, 2013.

RODRIGUES, A. C. L.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. Análises de mel de *Apis mellifera* L. 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. *Revista da Agricultura*, v. 73, n. 3, p. 255-262, 1998.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ - JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. v.127, 4 p.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Apicultura e Meliponicultura**. 2013.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. Tecnología de laproducción apícola. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, p. 145-171, 1988.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Segurança e Qualidade para a Apicultura**. Brasília, 2009.

SHUEL, R. W. **The production of néctar and pollen**. In: GRAHAM, J.M. **The hive and the honey bee Langstroth on the hive and the honeybee**. Hamilton: Dadant e Sons, p. 401-436, 2010.

SILVA, E. V. C. **Caracterização e pasteurização de méis de abelhas *Melipona Fasciculata* (Uruçu Cinzenta) e *Apis mellifera* (Africanizadas)**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

SILVA, T. M. G; SILVA, P. R; CAMARA, C. A; SILVA, G. S; SANTOS, F. A. R; SILVA, T. M. S. Análises químicas e potencial antioxidante do mel de angico produzido pelas abelhas sem-ferrão Jandaíra. *Revista Virtual de Química*, v.6 n.5 p. 1370-1379, 2014.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELARAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol.** v.299, p.152-178, 1999.

SOHAIMY EI S. A.; MASRY S. H. D.; SHEHATA M. G. Physico chemical characteristics of honey from different origins. **Annals of Agricultural Science**, v. 60, n. 2, p. 279-287, 2015.

SOUZA, B. A.; ROUBIK, D.; BARTH, O. M.; HEARD, T.; ENRÍQUEZ, E.; CARVALHO, A. L. C.; VILLAS-BÔAS, J.; MARCHINI, L.; LOCATELLI, J.; PERSANO-ODDO, L.; ALMEIDA-MURADIAN, L.; BOGDANOV, S.; VIT, P. Composition of stingless bee honey: Setting quality standards. **Interciencia**, v. 31, n. 12, p. 867 – 875, 2006.

\_\_\_\_\_. Meliponicultura tradicional e racional. In: VIT, Patrícia; SOUZA, Bruno A. **Evaluación Sensorial de Miel de Abejas**. Mérida: APIBA Universidad de Los Angeles. p.17-24, 2007.

\_\_\_\_\_. **Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Meliponalliger*, 1806**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2008.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M. , BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Quim. Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007

SOUSA, G. L. **Composição e qualidade de méis de abelhas (*Apis mellifera*) e méis de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)**. 2008. 86f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOUSA, M. L. P. J.; GUIDA, C.; SALGUEIRO, B. F.; CASTRO, N. R. **Perfil físico-químico e capacidade antioxidante de méis produzidos por abelhas sem ferrão**. In: \_\_38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Disponível em <<http://www.s bq.org.br/38ra/cdrom/resumos/T0823-1.pdf>>. Acesso em: 27 jul.de 2018.

THOMAS, M. J. The role of free radicals and antioxidants. **Nutrition**, v. 16, n. 7/8, p. 8-16, 2000.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná**. 2006. 134f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

VENTURIERI, G. C. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

VILLAS-BÔAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, São Paulo, v.82, p. 6-16, 2005.

VIT, P.; ODDO, L. P.; MARANO, M. L.; MEJIAS, E. S. Venezuela stingless bee honey characterized by multivariate analysis of physico chemical properties. **Apidologie**, v. 29, p.377-389, 1998.

VIT, P. MEDINA, M; ENRÍQUEZ, M. E. Quality standards for medicinal uses of Meliponae honey in Guatemala, México and Venezuela. *Bee Word*, v 85, n1, p 2-5, 2004

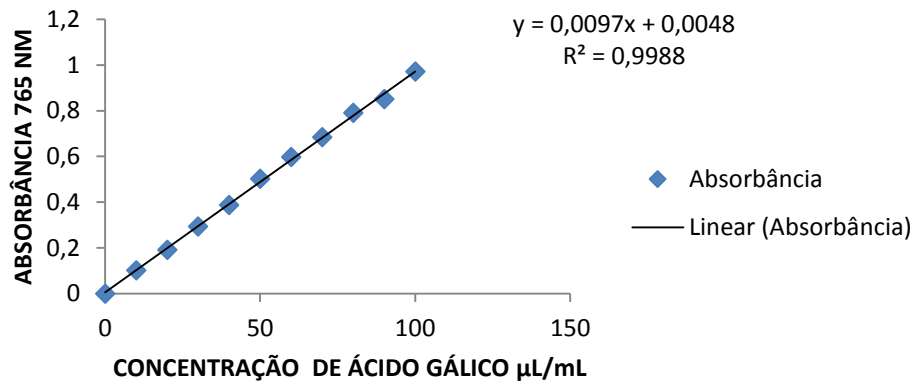
WIKIMEDIA COMMONS. Disponível em:  
<[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parana\\_MesoMicroMunicip.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parana_MesoMicroMunicip.svg)> Visitado em 29 de nov de 2017

WHITE JÚNIOR, J.W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey; **Collaborative study. Journal of the Association of the Official Analytical Chemistry**, v.62, n.3, p.515-526. 1979.

ZUCHELLO, C. R.; FONSECA, S. M.; SANTOS, Q. A. V.; CUNHA, A. A. M. Avaliação da capacidade antioxidante e teor de fenólicos totais em mel de abelha jataí proveniente da região Sudoeste do Paraná. In\_\_**6º Cosimp (Simpósio em Ciência e Tecnologia de alimentos do Mercosul)**, 2016

**ANEXO 1** - Curvas de calibração usadas para o estudo da capacidade antioxidativa:

### Curva Padrão do Ácido Gálico



### Curva Padrão de DPPH

