

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

GABRIELE NOVO KULCHESKI

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE MELIPONAS DA ESPÉCIE  
MANDAÇAIA (*Melipona quadrifasciata quadifasciata*) NA CIDADE DE PONTA  
GROSSA - PR**

PONTA GROSSA

2023

GABRIELE NOVO KULCHESKI

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE MELIPONAS DA ESPÉCIE  
MANDAÇAIA (*Melipona quadrifasciata quadifasciata*) NA CIDADE DE PONTA  
GROSSA - PR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Maria Marta Loddi.

PONTA GROSSA

2023

GABRIELE NOVO KULCHESKI

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE MELIPONAS DA ESPÉCIE  
MANDAÇAIA (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) NA CIDADE DE PONTA  
GROSSA - PR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Ponta Grossa, 11 de julho de 2023.

Profa. Dra. Maria Marta Loddi – Orientadora

Doutora em Zootecnia

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Francisco Rosa

Doutor em Zootecnia

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Mareci Mendes de Almeida

Doutora em Bioquímica de Alimentos

Universidade Estadual de Ponta Grossa

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar análises físico-químicas de três amostras de méis de abelhas Mandaçaia, espécie *Melipona mandacaia quadrifasciata*, coletadas em dois diferentes locais da cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná. Foram realizadas análises de pH, acidez titulável, umidade, sólidos insolúveis, cinzas, açúcares redutores, sacarose aparente, índice de diastase, hidroximetilfurfural (HMF) e cor. Os resultados das amostras foram comparados aos Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha Social Sem Ferrão, publicados pela Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas (ADAF/AM), Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB) e pela Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR). Todas as amostras de méis analisadas estão dentro das referências técnicas requeridas para os parâmetros que foram estudados. Portanto, a partir dos resultados obtidos, deve-se levar em consideração a importância da legislação para o mel de abelhas sem ferrão, evitando a ocorrência de fraudes através de adulterações e assim garantindo a qualidade final desse produto.

**Palavras-chave:** abelhas sem ferrão; meliponicultura; qualidade do mel.

## ABSTRACT

The objective of this work was to carry out physical chemical analyzes of three honey samples from Mandaçaia bees, species *Melipona mandacaia quadrifasciata*, collected in two different places in the city of Ponta Grossa, in the state of Paraná. Analyzes of pH, titratable acidity, moisture, insoluble solids, ash, reducing sugars, apparent sucrose, diastase index, hydroxymethylfurfural (HMF) and color were carried out. The results of the samples were compared to the Technical Regulations of Identity and Quality of Stingless Social Bee Honey, published by the Agricultural Defense Agency and Forestry of the State of Amazonas (ADAF/AM), State Agency for Agricultural Defense of Bahia (ADAB) and by the Agricultural Defense Agency of Paraná (ADAPAR). All honey samples analyzed are within the technical references required for the studied parameters. Therefore, from the results obtained, the importance of legislation for stingless bee honey must be taken into account, avoiding the occurrence of fraud through adulterations and thus guaranteeing the final quality of this product.

**Keywords:** stingless bees; meliponiculture; honey quality.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me conceder a conclusão deste estudo.

Agradeço a minha orientadora Professora Doutora Maria Marta Loddi, por sequenciar o Projeto de Meliponicultura do curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, por sua disponibilidade e dedicação na orientação deste trabalho.

Agradeço a Professora Doutora Mareci Mendes de Almeida, por todo o apoio, confiança, disponibilidade e ensinamentos concedidos em relação ao estudo e principalmente, por tornar possível essa conquista.

Agradeço a Técnica de laboratório de alimentos Denise, por todo o auxílio e dedicação na realização das análises.

Agradeço ao Professor Doutor Francisco Rosa, pela atitude de fundar o Projeto de Meliponicultura do curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa e me motivar na escolha do tema estudado.

Agradeço aos meliponicultores Edson Maciel e Emerson José Scheifer, por disponibilizarem as amostras de méis utilizadas, além de incentivarem as pesquisas realizadas neste estudo.

Agradeço as minhas colegas de curso Emanuely Costa e Giovanna Trevisan por todo o apoio e pelos ensinamentos durante a realização das pesquisas.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Origem das abelhas .....	10
2.2 Abelha Mandaçaia.....	10
2.3 Mel de Mandaçaia .....	12
2.4 Parâmetros Físico-químicos .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 MATERIAL .....	16
3.2 MÉTODOS .....	17
3.2.1 Análises físico-químicas .....	17
3.2.1.1 pH e acidez titulável.....	17
3.2.1.2 Umidade .....	18
3.2.1.3 Sólidos insolúveis.....	21
3.2.1.4 Cinzas .....	21
3.2.1.5 Açúcares redutores e sacarose aparente .....	22
3.2.1.6 Índice de diastase .....	25
3.2.1.7 Hidroximetilfurfural (HMF).....	26
3.2.1.8 Cor .....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
4.1.1 pH.....	30
4.1.2 Acidez Titulável.....	31
4.1.3 Umidade.....	32
4.1.4 Sólidos insolúveis .....	33
4.1.5 Cinzas.....	34
4.1.6 Açúcares redutores .....	35
4.1.7 Sacarose aparente .....	36
4.1.8 Índice de diastase.....	37
4.1.9 Hidroximetilfurfural (HMF) .....	38
4.1.10 Cor .....	39
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão pertencem à família Apidae, tribo Meliponini, razão pela qual são chamadas de meliponíneos. Dividem-se em dois grupos, através do mecanismo de formação das rainhas. O primeiro grupo é caracterizado pela presença de célula real, onde a rainha se desenvolve do ovo até adulta. Esse grupo possui maior número de espécies e inclui o gênero *Trigona*. O segundo grupo é formado pelo gênero *Melipona*, caracterizado por não apresentar célula real. As espécies de *Melipona* são apreciadas pelos meliponicultores por sua alta capacidade de produção de mel (ABELHA, 2020).

Atualmente, existem duas práticas utilizadas para a criação de abelhas, nomeadas como apicultura e meliponicultura, ambas são de grande importância para o homem e para o ambiente, contribuindo com a produção de mel, própolis, pólen, cera e principalmente através do processo de polinização das plantas. A meliponicultura é o nome dado a criação de abelhas sem ferrão e vem ganhando cada vez mais espaço atualmente, porém o mel dessas abelhas possui um valor mais elevado, em virtude de o volume disponível ser menor, além das peculiaridades que esse produto apresenta (CAMARGO, et al., 2017).

Segundo Slaa et al. (2006) as meliponas são abelhas dóceis, possuem fácil manejo e precisam de pouco investimento para a sua criação, permitindo retorno garantido desse investimento com baixo risco. Essa atividade pode ser integrada a plantios florestais, árvores frutíferas e de outras culturas de ciclo curto, contribuindo, através da polinização, com o aumento da produção agrícola e com a regeneração da vegetação natural (GIANNINI, et al., 2015).

O mel de meliponas possui pouco estudo e a caracterização físico-química desse mel é de extrema importância, fazendo parte das estratégias de valorização do produto, conferindo identidade e o valor agregado a ele (BENDINI, et. al., 2008).

Assim, foi realizado o estudo das características físico-químicas do mel in natura de abelhas da espécie Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), na cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná, para as variáveis de umidade, pH, acidez

titulável, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, índice de diastase, hidroximetilfurfural (HMF) e cor. Além disso, comparar os resultados com os preconizados no Regulamento Técnico referente aos estados do Paraná (ADAPAR), do estado da Bahia (ADAB) e Amazonas (ADAF/AM).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Origem das abelhas

As abelhas surgiram há cerca de 125 milhões de anos atrás, após o surgimento das primeiras plantas com flores, nomeadas como Angiospermas. Existem evidências que indicam que elas evoluíram a partir de uma vespa ancestral. Então, devido ao surgimento das novas formas de alimento proporcionadas pelas flores, como o néctar e o pólen, esta vespa ancestral abandonou o seu hábito predador e tornou-se “vegetariana” (YAMAMOTO, 2020).

Antes de 1840 nas Américas, existiam apenas abelhas nativas sem ferrão, onde seu mel era o principal adoçante natural e fonte de energia para os povos indígenas. Em todos os países latinos, com exceção do Chile, existem evidências da relação dos indígenas com os produtos fornecidos pelas abelhas, principalmente de forma extrativista, porém em alguns casos também havia técnicas rústicas de criação. Na América Central, os Maias e os Astecas criavam espécies de abelhas sem ferrão principalmente do gênero *Melipona*. Os Maias as valorizavam muito, tanto que tinham um deus para proteger a sua criação (YAMAMOTO, 2020).

Existem várias espécies de abelhas sem ferrão em regiões tropicais e subtropicais do mundo, possuindo enorme diversidade de formas, cores e tamanhos. São encontradas na América do Sul, na América Central, na Ásia, nas Ilhas do Pacífico, na Austrália, na Nova Guiné e na África. No Brasil existem em média 250 espécies de abelhas indígenas sociais da tribo Meliponini, que agrupa mais de 40 gêneros diferentes, sendo o *Melipona* um deles (EMBRAPA, 2019).

As abelhas são animais extremamente importantes para o meio ambiente, responsáveis pela polinização de diversas espécies de angiospermas. Fazem parte do grupo dos artrópodes, mais precisamente da classe dos insetos e da ordem Hymenoptera. Algumas espécies vivem em sociedade e apresentam organização de trabalho. Em uma colmeia, observamos a presença da rainha, do zangão e das operárias (BERGAMASCHI, et.al., 2019).

### 2.2 Abelha Mandaçaia

A palavra Mandaçaia (Mandassaia) é um nome indígena que significa “vigia bonita”, por conta da abelha vigia que sempre fica na entrada da colmeia para proteger o ninho de ataques. A abelha dessa espécie é considerada uma das maiores abelhas

entre os meliponíneos, medindo em média 11 mm. Suas colônias possuem em torno de 500 até 2.000 indivíduos. Possuem coloração mais escura com quatro listras amarelas no abdome, por isso o nome científico da espécie é “quadrifasciata”. Suas atividades iniciam entre 6 e 7 horas da manhã para a coleta dos recursos florais, com uma distância de voo em torno de 2.500 metros da colmeia (CRIAR ABELHAS, 2023).

Segundo o site Criar Abelhas (2023) a polinização realizada por essa espécie de abelha ocorre através de vibração (“Buzz pollination”), permitindo a retirada de pólen em plantas com anteras poricidas. As culturas agrícolas de importância econômica visitadas por essas abelhas são: pimentão, pimenta-malagueta, laranja, limão, acerola, abóbora, girassol, goiaba, urucum e tomate.

As abelhas mandaçaia são encontradas ao longo da Costa Atlântica, desde o Norte até o Sul do país, como as mandaçaias são abelhas maiores e mais robustas, possuem um bom controle da temperatura corporal e isso proporciona maior resistência ao frio. Portanto, ela é mais encontrada nas regiões de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A abelha mandaçaia é registrada na parte leste do território brasileiro, abrangendo toda região sul e sudeste e parte do nordeste e centro-oeste do Brasil (BERGAMASCHI, et.al., 2019).

Seu ninho contém uma entrada construída com uma mistura de barro, saliva e resina extraída das plantas. Sendo assim, o caminho da entrada até o ninho cabe somente uma abelha, estando sempre protegido por uma abelha vigia (CRIAR ABELHAS, 2023). Com a finalidade de preservação de temperatura, o ninho é envolvido por um invólucro feito de cera e própolis. Os discos de cria permanecem empilhados e separados por pilares, deixando espaço suficiente as operárias realizarem a limpeza e reparos nos discos. Os discos são formados por várias células de cria, medindo 1 cm de altura por 0,5 cm de comprimento cada uma delas. Envoltas do ninho são construídos os potes de pólen e mel, que medem de 3 a 5 cm de altura por 1 a 3 cm de diâmetro (BERGAMASCHI, et.al., 2019).

O pasto apícola é abundante e diversificado nos Campos Gerais. A região possui formações florestais e campestres associadas, podendo ser divididas em campos, várzeas, cerrado, capões, matas de galeria e bosques mistos de araucária (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

A partir dessas informações, destacam-se como plantas apícolas: maria-mole (*Senecio brasiliensis*), carqueja (*Caesalpinia multie*) e assa-peixe (*Vermonia sp.*) nos

campos secos e a corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*) nos campos úmidos; barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), marmeleiro-do-campo (*Austroplenckia populnea*) e pequi (*Caryocar brasiliense*) nos cerrados (municípios de Jaguariaíva e Sengés e nos parques estaduais do Guartelá e de Vila Velha); aroeira (*Lithraea molleoides*) e aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) nos capões; açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), angico-branco (*Piptadenia comunis*), ingá (*Inga uruguensis*), cambuí (*Myrcia multiflora*, *M. arborescens*), aroeira –vermelha, laranjeira-do mato (*Actinostemon concolor*) nas matas de galeria; erva-mate (*Ilex paraguariensis*), bracatinga (*Minosa scabrella*) e canela-guaiacá (*Ocotea puberula*) nos bosques mistos de araucárias (ALZUGARAY; ALZUGARAY, 1986; MELO, 2003; PLANTAS..., 2005; CITADO POR ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Um enxame pode variar de 300 a 500 abelhas, quando são fortes podem se tornar agressivos gerando receio para quem não tem conhecimento da espécie, porém geralmente são animais extremamente mansos e dificilmente beliscam (CRIAR ABELHAS, 2023).

### 2.3 Mel de Mandaçaia

Alguns estudos mais recentes demonstram que o mel de abelhas mandaçaia possui propriedades medicinais, como antimicrobiana, antiparasitária, antioxidante, anti-inflamatória e anti-carcinogênica. A produção anual é de em média 2 Kg de mel, esse produto possui a coloração extremamente clara, algumas vezes quase transparente, não é um alimento ácido e seu sabor é caracterizado pelo material que as abelhas utilizam na construção dos potes que o armazenam (CRIAR ABELHAS, 2023).

Atualmente, o valor pago pelo Kg do mel de abelhas nativas varia de R\$ 60,00 a R\$ 120,00, porém a produtividade dessas espécies é pequena, sendo em média 2 Kg, dependendo da espécie. Além disso, muitos produtores do Paraná têm conseguido selos para a exportação do mel de abelhas sem ferrão, isso significa que o mercado desse produto tem tendência a expansão e um grande futuro (O PRESENTE, 2020).

O mel das abelhas nativas é um produto que tem apresentado uma procura crescente de mercado, pelo sabor e muitos benefícios ao consumidor como propriedades terapêuticas, obtendo ótimos preços para o produtor em comparação aos méis das abelhas do gênero *Apis* em várias regiões do Brasil. Porém, ainda

existem poucos trabalhos sobre as características físico-químicas, que possibilitem definir padrões de qualidade para a sua comercialização (MENDES et al., 2009; citado por CAVALCANTI, 2016).

#### 2.4 Parâmetros Físico-químicos

Segundo Fonseca et, al., 2006 diversos parâmetros físico-químicos são utilizados no sentido de fornecer informações que possam contribuir para o conhecimento deste produto dentre eles: os açúcares, sacarose, umidade, atividade diastásica, hidroximetilfurfural, cinzas, pH, acidez e cor.

Os açúcares são os componentes presentes em maior concentração no mel, sendo responsáveis por suas qualidades e propriedades, como: viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético e a atividade antibacteriana (CRANE, 1975; WHITE JÚNIOR, 1979, citado por FONSECA, et. al., 2006).

O mel é caracterizado por um alto conteúdo dos monossacarídeos glicose e frutose. Em função da pouca solubilidade, a glicose determina a tendência da cristalização do mel, enquanto a frutose, por ter alta higroscopicidade possibilita a absorção da umidade do ar e é responsável pela sua doçura (SEEMANN & NEIRA, 1988; HORN et al., 1996, citado por FONSECA, et. al., 2006). Dentre os dissacarídeos encontrados no mel, a sacarose prevalece, e quando constatadas em valores altos geralmente indica um mel “verde” ou adulterado, é um açúcar não redutor, passível de hidrólise por meio de ácidos diluídos ou enzimas (invertase), resultando nos monossacarídeos, frutose e glicose (VIDAL & FRAGOSI, 1984, citado por FONSECA, et. al., 2006).

A umidade (teor de água presente no mel) é o segundo componente em quantidade na composição do mel, sendo influenciada principalmente pela origem botânica, condições climáticas, geográficas e colheita antes da completa desidratação. O teor de água interfere na viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (SEEMANN & NEIRA, 1988; FRIAS & HARDISSON, 1992, citado por FONSECA, et. al., 2006).

A diastase é o nome comum dado à enzima alfa-amilase, que tem por função digerir o amido. São provenientes principalmente das glândulas hipofaríngeas das abelhas, podendo ser encontrada também, em baixa proporção, nos grãos de pólen (PAMPLONA, 1989; WHITE JÚNIOR, 1992, citado por FONSECA, et. al., 2006). É considerada como um importante critério para avaliar a qualidade do mel, por indicar

superaquecimento, comprometendo seriamente o produto (SOLOVEVE, 1971, citado por FONSECA, et. al., 2006).

O hidroximetilfurfural (HMF) é formado pela reação de certos açúcares com ácidos. O seu conteúdo pode aumentar com a elevação da temperatura, armazenamento, adição de açúcar invertido, podendo também ser afetado pela acidez, pH, água e minerais no mel (WHITE JÚNIOR, 1976; SEEMANN & NEIRA, 1988; SALINAS et al., 1991, citado por FONSECA, et. al., 2006). Conforme Veríssimo (1988) é um indicador de qualidade do mel. Quando elevado representa uma queda no seu valor nutritivo pela destruição, por meio de aquecimento, de algumas vitaminas e enzimas que são termolábeis (FONSECA, et. al., 2006).

O teor de cinzas encontrado no mel é um critério de qualidade e é influenciado pela sua origem botânica, assim o mel de origem floral tem menos cinzas que o mel de "honeydew" (BOGDANOV, 1999, citado por FONSECA, et. al., 2006). Este parâmetro correlaciona-se com a cor do mel, pois quanto mais escuro é o mel mais cinzas ele contém, conseqüentemente maior quantidade de minerais (ORTIZ-VALBUENO, 1988, citado por FONSECA, et. al., 2006).

O pH do mel é influenciado pela origem botânica, sendo geralmente inferior a 4,0 para mel de origem floral e superior a 4,5 para o mel de melato (FRÍAS & HARDISSON, 1992, citado por FONSECA, et. al., 2006). Pode ainda ser influenciado pela concentração de diferentes ácidos, cálcio, sódio, potássio e outros constituintes das cinzas (SEEMANN & NEIRA, 1988; citado por FONSECA, et. al., 2006).

A acidez é um importante componente do mel, pois contribui para a sua estabilidade, frente ao desenvolvimento de microrganismos. Os ácidos dos méis estão dissolvidos em solução aquosa e produzem íons de hidrogênio que promovem a sua acidez ativa, permitindo assim indicar as condições de armazenamento e o processo de fermentação (CORNEJO, 1988, citado por FONSECA, et. al., 2006).

A cor é uma das características do mel que possui maior influência na preferência do consumidor que, na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência. Este parâmetro está correlacionado com a sua origem floral, processamento, armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel "amadurece" na colônia (SMITH, 1967; SEEMANN & NEIRA, 1988; CAMPOS, 1998; citado por FONSECA, et. al., 2006).

Os minerais influem diretamente na coloração, estando presente em maior concentração nos méis escuros em comparação com os claros (FONSECA, et. al., 2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

As análises das amostras de méis, produzidas por abelhas sem ferrão, da espécie Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*), foram realizadas nos Laboratórios do CTA – Centro de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

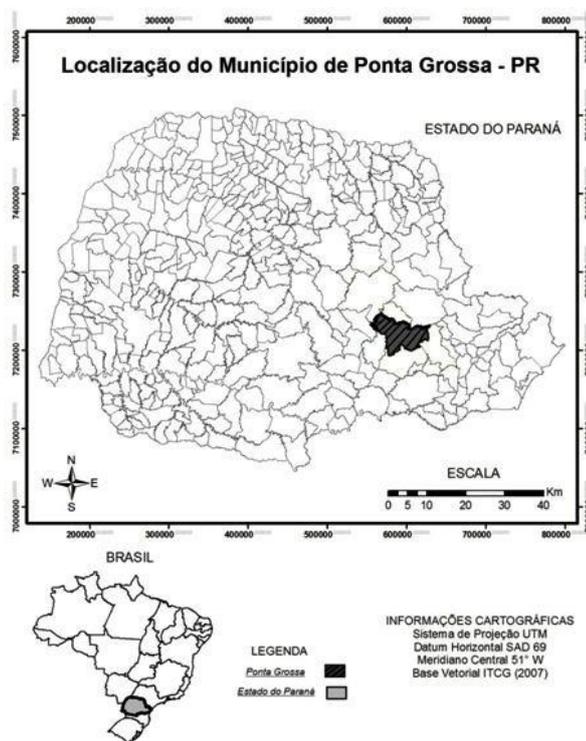
#### 3.1 MATERIAL

Foram coletadas 3 amostras de méis provenientes de 2 diferentes produtores, no mês de maio de 2023, situados em localizações distintas da cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná (Figura 01). A primeira amostra foi coletada no bairro Borsato, com as seguintes coordenadas -25,1195740, -50,1069310, as outras duas amostras foram coletadas de diferentes caixas, no bairro Jardim Maracanã, onde as coordenadas são -25,0962891, -50,1913525. A predominância floral das regiões de coleta foi de flores silvestres, segundo informação oral de ambos os meliponicultores.

Edson Maciel é um meliponicultor com 51 anos de idade e proprietário do primeiro local de coleta das amostras. Realiza a criação de abelhas sem ferrão desde 2011, possui 50 caixas, onde 35 delas são de abelhas da espécie Mandaçaia. Este produtor realiza a atividade por hobby e para a doação de caixas para o Projeto Jardim do Mel da cidade.

Emerson Scheifer possui 44 anos de idade e proprietário do segundo local de coleta das amostras. Realiza a atividade de meliponicultora a cerca de 15 meses, possuindo em média 300 colmeias, onde 150 são de abelhas Mandaçaia, inicialmente o objetivo do deste meliponicultor era praticar a criação por hobby, porém as divisões das colmeias fazem com que a quantidade delas aumente rapidamente, obrigando a comercialização das caixas de abelhas e conseqüentemente o lucro com a venda.

FIGURA 1 - Localização da cidade de Ponta Grossa.



Fonte: VIRGENS FILHO, 2007.

As amostras foram identificadas com números sequenciais do 1 ao 3, conforme a ordem dos locais de coleta e as triplicatas de cada uma das amostras foram identificadas através das letras A, B e C para melhor diferenciação. As amostras foram coletadas com o uso de seringas descartáveis de 5 mL e cuidadosamente inseridas em recipientes esterilizados para que não houvesse risco de contaminação, além disso, foram mantidas sob refrigeração para evitar a deterioração delas.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Análises físico-químicas

#### 3.2.1.1 pH e acidez titulável

Para a realização das medidas do pH e da acidez titulável das amostras de mel, foram utilizadas as metodologias baseadas nas recomendações de Bogdanov, Martin e Lüllmann, 1997 (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Inicialmente foram pesados, em balança semi-analítica, 2,00 g de mel, em seguida, diluídos em água deionizada até o volume atingir 15 mL. O pH foi determinado com o auxílio do pHmetro da marca Hanna Instruments, modelo HI 8424, previamente calibrado. A mesma solução foi utilizada para a determinação da acidez

titulável, adicionando 2 gotas de fenolftaleína 1% e titulando-se com NaOH 0,05M em uma bureta de 10 mL, até ocorrer o ponto de viragem, onde a coloração ficará levemente rósea, isso deve persistir por 10 segundos (KOMATSU, 1996; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

A seguinte fórmula foi utilizada para o cálculo da acidez titulável:

$$\text{Acidez} = \frac{\text{Volume gasto (mL)} \times \text{Molaridade (NaOH)} \times \text{Fc (NaOH)} \times 1000}{\text{Massa de amostra (g)}}$$

Quando se utiliza exatos 2,00g de amostra e NaOH 0,05M, a fórmula se resume em:

$$\text{Acidez} = \text{Volume gasto (mL)} \times \text{Fc (NaOH)} \times 25, \text{ em mEq/Kg.}$$

As análises foram feitas em triplicata, e o desvio padrão (S) de cada amostra foi calculado através da fórmula:

$$S = (\sum (xi - xm)^2 / (N-1))^{0,5}.$$

É recomendado pela IUPAC (A International Union of Pure and Applied Chemistry), a expressão dos dados em *molar* ao invés de *equivalente-grama*. Em relação a acidez no mel, com o uso de NaOH (PM e Eq = 40 g) e a representação da acidez em ácido glucônico (PM e Eq = 196 g), os valores em ambas as unidades são iguais, logo, optou-se por representá-los em mEq/Kg, como recomendado pela legislação brasileira e internacional (BRASIL, 2000; BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; MERCOSUL, 1999; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

### 3.2.1.2 Umidade

Foi realizada a determinação da umidade conforme as técnicas descritas pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists), através da recomendação feita pela CAC (Codex Alimentarius Commission) utilizando o método refratométrico. Foi utilizado um refratômetro de bancada marca Abbe para a realização da análise.

A medida refratométrica permite o fornecimento do teor de substância seca quando se trata de soluções açucaradas puras (ALMEIDA; VARGAS, 2016). Quando a solução açucarada possui misturas com outras substâncias, como é o caso do mel, o valor encontrado geralmente é muito próximo do total de substância seca (CECCHI, 1999; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Conforme o método estabelece, para obter a umidade do mel, o índice de refração (IR) é aplicado a uma tabela de correspondência entre o IR e a umidade do mel (Tabela 1). Esta tabela é originada de uma fórmula desenvolvida por Wedmore a partir dos dados de Chataway (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

O índice de refração (IR) das substâncias líquidas é dependente da temperatura (ALMEIDA; VARGAS, 2016). Os refratômetros geralmente estão regulados a 20°C (CECCHI, 1999; citado por VARGAS, 2016). Quando o mel está exatamente a 20°C, pode-se aplicar o IR obtido diretamente à Tabela 1.

Quando as leituras forem realizadas em diferentes temperaturas, deve-se adicionar ou diminuir do IR obtido o valor de 0,00023, para cada °C a mais ou a menos da amostra (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

TABELA 1 – Correspondência entre o índice de refração e a umidade do mel.

<b>Índice de refração (20°C)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Índice de refração (20°C)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Índice de refração (20°C)</b>	<b>Umidade (%)</b>
1,5044	13	1,494	17	1,484	21
1,5038	13,2	1,4935	17,2	1,4835	21,2
1,5033	13,4	1,493	17,4	1,483	21,4
1,5028	13,6	1,4925	17,6	1,4825	21,6
1,5023	13,8	1,492	17,8	1,482	21,8
1,5018	14	1,4915	18	1,4815	22
1,5012	14,2	1,491	18,2	1,481	22,2
1,5007	14,4	1,4905	18,4	1,4805	22,4
1,5002	14,6	1,49	18,6	1,48	22,6
1,4997	14,8	1,4895	18,8	1,4795	22,8
1,4992	15	1,489	19	1,479	23
1,4987	15,2	1,4885	19,2	1,4785	23,2
1,4982	15,4	1,488	19,4	1,478	23,4
1,4976	15,6	1,4875	19,6	1,4775	23,6
1,4971	15,8	1,487	19,8	1,477	23,8
1,4966	16	1,4865	20	1,4765	24
1,4961	16,2	1,486	20,2	1,476	24,2
1,4956	16,4	1,4855	20,4	1,4755	24,4
1,4951	16,6	1,485	20,6	1,475	24,6
1,4946	16,8	1,4845	20,8	1,4745	24,8
				1,474	25

Fonte: AOAC, 2000; BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997.

A Tabela 1 demonstra 61 resultados de umidade e seus respectivos IR, de 13% a 25%, em intervalos de 0,2% de umidade (ALMEIDA; VARGAS, 2016). Quando o IR obtido está no intervalo entre um e outro valor representado na tabela, a interpolação dos dados e a aproximação de valores são pouco confiáveis. Segundo Almeida e Vargas (2016), foi obtida uma equação igual a  $y=614,60-400x$  para IR igual ou menor que 1,4976, sendo  $y$  = umidade e  $x$  = IR, a qual foi utilizada para a obtenção dos valores de umidade.

### 3.2.1.3 Sólidos insolúveis

Foi utilizado o método gravimétrico com filtração em cadinhos porosos (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016) para a determinação dos sólidos insolúveis. Utilizou-se cadinhos porosos nº 3, secos com antecedência a 105°C pôr em média 12 horas, em sequência eles foram pesados.

O peso das amostras de mel utilizadas foi de 5,00 g, elas foram diluídas em água a exatos 80°C e transferidas para os cadinhos, até que o volume de cada filtrado atingisse 800 mL. Feito isso, os cadinhos foram novamente secos a 105°C por 12 horas e novamente pesados. As medidas foram realizadas em balança com precisão de 0,0001 g (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

A proporção para o cálculo da porcentagem de sólidos insolúveis é:

Massa da amostra = 100%

Massa dos sólidos (cadinho filtrado e seco – cadinho seco) = x %

### 3.2.1.4 Cinzas

O resíduo inorgânico que permanece em um alimento após a queima da matéria orgânica, que é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub> é definido como cinza (CECCHI, 1999; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

A análise de cinzas foi realizada conforme as técnicas descritas pela European Honey Commission (BOGDANOV; MARTIN e LULLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016), e pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists), através da recomendação feita pela CAC (Codex Alimentarius Commission).

Em média 2,00g de mel foram adicionadas em cadinhos, antecipadamente calcinados a 550°C em forno mufla por 1 hora. Os cadinhos foram direcionados à capela e as amostras foram carbonizadas em chama, evitando que elas transbordem dos cadinhos, além do acúmulo de fuligem no interior da mufla. Os cadinhos retornaram para a mufla, por 6 horas a 550°C. Após o resfriamento em dessecador, os cadinhos foram pesados e a porcentagem de cinzas da amostra foi calculada (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Antes da remoção dos cadinhos da mufla, foi aguardado a temperatura abaixar entre 100 e 200°C, para evitar a quebra por choque térmico.

Através da seguinte proporção se calcula a porcentagem de cinzas:

Massa da amostra = 100%

Massa das cinzas (cadinho pós queima – cadinho vazio) = x %

As amostras de mel foram analisadas em triplicata, e as estimativas de desvio padrão (S) foram calculadas (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

### 3.2.1.5 Açúcares redutores e sacarose aparente

#### 3.2.1.5.1 Açúcares redutores

Foi utilizado o método titulométrico recomendado pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e descrito pela European Honey Commission (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016), para a quantificação dos açúcares redutores.

Baseou-se no procedimento de Lane-Eynon, que considera a capacidade dos açúcares redutores, como glicose e frutose, diminuírem o cobre presente na solução cuproalcalina (Soluções de Fehling A + Fehling B, modificadas por Soxhlet), sob ebulição (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; CECCHI, 1999; KOMATSU, 1996; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016). Os íons cúpricos  $\text{Cu}^{2+}$  são reduzidos a cuprosos  $\text{Cu}^+$ , e os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos, em meio alcalino (KOMATSU, 1996; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016). Com isso, a solução passa da cor azul para vermelho tijolo, e deve ficar constantemente em ebulição durante o processo de titulação, pois o  $\text{Cu}_2\text{O}$  que é formado pode ser novamente oxidado pelo  $\text{O}_2$  do ar, apresentando a cor azul novamente. A titulação deve durar 3 minutos no máximo, pois pode haver decomposição dos açúcares com o aquecimento muito prolongado (CECCHI, 1999; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

O mel foi diluído 1:250, através da dissolução de 5,00 g de amostra em água deionizada até atingir 25 mL, em balão volumétrico (solução 1:5). Foram transferidos 2 mL desta solução homogeneizada para um balão volumétrico de 100 mL, completando o volume com água deionizada e homogeneizando (solução 1:250). Para a análise de sacarose aparente, a solução 1:5 foi reservada (ALMEIDA; VARGAS, 2006).

A titulação foi realizada em capela, com uma bureta de 25 mL com a solução de mel 1:250 e um erlenmeyer com 5 mL de solução de Fehling A, 5 mL de Fehling B

e 40 mL de água deionizada. A titulação é iniciada somente após o início da ebulição, liberando de uma só vez, 5 mL da solução de mel. Com o reinício da ebulição, a solução de Fehling torna-se avermelhada, porém ainda com muita presença da coloração azul (íons  $\text{Cu}^{2+}$ ). A titulação deve ser reiniciada, desta vez gota a gota, sob agitação, com a observação da modificação da cor. Considera-se o fim da reação quando a solução, contra a luz fluorescente, não apresenta nenhuma tonalidade ou reflexo azul, e sim o tom vermelho tijolo intenso (ALMEIDA; VARGAS, 2006).

A realização da análise ocorreu em triplicata e o desvio padrão (S) de cada amostra foi calculado através da seguinte fórmula:

$$S = (\sum (x_i - x_m)^2 / (N-1))^{0,5}$$

Sendo:

$x_i$  = % de açúcares redutores de cada valor de triplicata;

$x_m$  = média das % de açúcares redutores da triplicata;

N = número de repetições (triplicata = 3).

As soluções de Fehling utilizadas para a análise de mel são modificadas e as concentrações de seus reagentes diferem das soluções de Fehling utilizadas para outros alimentos (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016). Nas concentrações descritas para as soluções de Fehling, o fator de correção deve ser próximo a 0,025 (ALMEIDA; VARGAS, 2006).

Obtendo o fator de correção, o cálculo da porcentagem de açúcares redutores (AR) se dá através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ AR} = \frac{\text{diluição da solução de mel} = 250 \times F \times 100}{\text{média dos volumes gastos na titulação}}$$

#### 3.2.1.5.2 Sacarose aparente

Foi realizada a análise de sacarose aparente conforme as técnicas descritas pela European Honey Commission (BOGDANOV; MARTIN e LULLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016), e pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists), através da recomendação feita pela CAC (Codex Alimentarius Commission).

Levando em consideração que a sacarose é composta por duas moléculas de açúcares redutores (glicose e frutose) unidas em ligação glicosídica, o que a torna um dissacarídeo não-redutor (LEHNINGER, 2002; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016), considera-se que após a hidrólise, é possível quantificar indiretamente a sacarose na solução analisada, através da análise dos açúcares redutores formados (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Foram transferidos 2 mL da solução 1:5 de mel preparada na análise de açúcares redutores para um béquer de vidro de 100 mL, em seguida, foram adicionados 40 mL de água deionizada e 1 mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado (VARGAS, 2016). Esta solução foi submetida ao aquecimento até a ebulição, após o resfriamento, a solução foi neutralizada com NaOH até atingir o pH 7 + ou - 0,2 e completada com água deionizada até 100 mL, em balão volumétrico (VARGAS, 2016). Depois da homogeneização, foi titulada com as soluções de Fehling conforme já descrito.

O valor médio dos volumes gastos em três titulações foi aplicado na fórmula, de maneira semelhante aos açúcares redutores, a porcentagem de açúcares totais (%AT) foi expressa como resultado (ALMEIDA; VARGAS, 2016):

$$\% \text{ AT} = \frac{(\text{diluição da solução de mel} = 250) \times F \times 100}{\text{média dos volumes gastos na titulação}}$$

Da mesma forma que nos açúcares redutores, as estimativas de desvio padrão (S) das amostras foram calculadas através da fórmula  $S = (\sum (x_i - x_m)^2 / (N - 1))^{0,5}$ .

O aquecimento até a ebulição, em condições fortemente ácidas, permite que a sacarose seja hidrolisada, porém, somam-se às moléculas separadas (glicose e frutose) os íons de uma molécula de água (H+ OH-) (LEHNINGER, 2002; citado por VARGAS, 2016) e o peso molecular da sacarose (PM = 342) fica sendo 95% dos pesos moleculares da glicose e da frutose unidas (PM = 360). Logo, a porcentagem de sacarose aparente de uma amostra é calculada pela seguinte fórmula (ALMEIDA; VARGAS, 2016):

$$\% \text{ sacarose aparente} = (\% \text{ Açúcares totais} - \% \text{ Açúcares redutores}) \times 0,95$$

Essa mesma relação foi aplicada para o cálculo da estimativa de desvio padrão da sacarose aparente:  $S_{\text{sacarose aparente}} = |S_{\text{açúcares reductores}} - S_{\text{açúcares totais}}| \times 0,95$ .

#### 3.2.1.6 Índice de diastase

Utilizou-se o método de Malaspina (SANTOS; MALASPINA; PALMA, 2003; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016), desenvolvido no Laboratório do Centro de Estudos de Insetos Sociais da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro – SP para a determinação do índice de diastase. Este método é uma adaptação do procedimento descrito por Bogdanov; Martin e Lüllmann (1997), utilizando a leitura em espectrofotômetro da descoloração de uma solução de amido, iodo e mel em controladas condições (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Quanto mais rapidamente ocorre a descoloração, maior a atividade diastásica da amostra, expressa em unidades da Escala Gothe ou Schade por grama de mel, a unidade Gothe é classificada como a quantidade de enzima capaz de converter 0,01g de amido em 1 hora a 40°C (ALMEIDA; VARGAS, 2006).

É necessário preparar com antecedência algumas soluções, para a execução do método:

- Tampão acetato 0,1M, pH 5,3, conservado sob refrigeração;
- Solução de cloreto de sódio 0,1M;
- Solução de iodo 0,02M, dissolvido com auxílio de KI;
- Solução de amido 1% (m/v): aquecida até a ebulição, sob agitação constante, adicionada de água fria, e completada para o volume final após o resfriamento. Para evitar contaminação, a solução deve ser preparada no momento do uso.

Foram pesados 5,00 g de mel de cada uma das amostras, em seguida, acrescentados cerca de 20 mL de água deionizada, corrigindo o pH desta solução até 5,3, com NaOH e posteriormente completando o volume da solução até 50 mL (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Sistema de reação: foram adicionados 8 mL da solução de mel, 500 uL do tampão acetato 0,1M, 500 uL da solução de cloreto de sódio 0,1M, 150 uL da solução de iodo 0,02M e 6,6 mL de água deionizada em um tubo de ensaio (Vargas, 2006). A solução de mel deve estar tamponada antes de entrar em contato com o cloreto de sódio, pois em pH abaixo de 4, ocorre a inibição da atividade diastática (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997; citado por ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Por fim, adicionou-se 250 uL da solução de amido 1% e disparou-se o cronômetro, agitando-se a solução até a homogeneização da amostra; mediu-se a absorbância da solução no espectrofotômetro a 660nm, utilizando água como branco. A primeira leitura é o valor da absorbância inicial ( $Abs_i$ ), aplicada posteriormente na fórmula. O tubo com a solução deve estar sendo aquecido em banho-maria a  $40^{\circ}C +$  ou  $- 1^{\circ}C$ , enquanto procede-se a leitura (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Realizou-se leituras periódicas de absorbância, sempre retornando o tubo ao banho-maria, até que o valor entre 0,240 e 0,200 seja atingido, quando isso ocorre, a contagem do tempo no cronômetro é interrompida imediatamente, sendo registrado o tempo transcorrido. Por fim, a absorbância final ( $Abs_f$ ) é considerada através do último valor de absorbância registrado (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

O índice de diastase foi calculado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de diastase} = \frac{(Abs_i - Abs_f) \times 0,3}{T(h) \times V \times 0,016}$$

Sendo:

0,3 = constante de absorvidade =  $0,3mg^{-1}$  (previamente determinado através de ensaio sem mel, dado pelo método);

T(h) = tempo (em hora) entre as medidas de  $Abs_i$  e  $Abs_f$ ;

V = volume da solução de mel 10% no tubo de ensaio (mL);

0,016 = volume total em litros da solução no tubo de ensaio (16mL).

A análise foi realizada em triplicata e as estimativas de desvio padrão (S) de cada amostra foram calculadas através da fórmula  $S = (\sum (x_i - x_m)^2 / (N-1))^{0,5}$ .

### 3.2.1.7 Hidroximetilfurfural (HMF)

O método espectrofotométrico, recomendado pela AOAC (2000) foi utilizado para a determinação do HMF, onde as seguintes soluções já estavam previamente preparadas e armazenadas:

- Solução de Carrez I: 15g de  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$  diluídos e completados para 100mL com água deionizada;

- Solução de Carrez II: 30g de  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  diluídos e completados para 100mL com água deionizada;

- Solução de bissulfito de sódio 0,2% (m/v).

Para a realização do método, foram adicionados 5,00 g de mel e cerca de 25 mL de água deionizada em um béquer, solubilizando a amostra. Em seguida, foram adicionados 500 uL da solução de Carrez I, homogeneizando, e mais 500 uL da solução de Carrez II, homogeneizando (neste momento, a solução deve se tornar turva) e completando o volume para 100 mL. A solução foi então filtrada em papel filtro, descartando-se os primeiros 10 mL filtrados (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

Foram pipetados 5 mL da solução filtrada em quatro tubos de ensaio. No primeiro tubo, adicionou-se 5 mL da solução de bissulfito de sódio 0,2%, sendo este o tubo referência. Nos demais tubos, foram adicionados 5mL de água deionizada, sendo chamados de soluções teste (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

As soluções foram homogeneizadas e em seguida medidas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 284nm e 336nm, em cubeta de quartzo. Antes das medidas em triplicata de cada amostra, o aparelho foi calibrado com a solução referência correspondente a cada uma delas (ALMEIDA; VARGAS, 2016). Segundo o método, caso as leituras de absorbância sejam superiores a 0,6, deve-se diluir as soluções teste e referência na mesma proporção, e depois disso repetir a leitura novamente (ALMEIDA; VARGAS, 2016).

O teor de HMF no mel, expresso em mg/Kg, é calculado pela seguinte fórmula:

$$|\text{Abs } 284 - \text{Abs } 336| \times F$$

O valor de F = 149,7, calculado através da seguinte fórmula:

$$F = \frac{126 \times 1000 \times 1000}{16830 \times 10 \times 5}$$

Sendo:

126 = peso molecular do HMF;

16830 = absortividade molecular do HMF a 284nm;

1000 = mg/g;

10 = centilitro/litro;

1000 = g/Kg;

5 = gramas de mel.

As estimativas de desvio padrão (S) de cada amostra foram calculadas através da fórmula:

$$S = (\sum (x_i - x_m)^2 / (N-1))^{0,5}.$$

### 3.2.1.8 Cor

Para determinar a cor do mel foi utilizado o método de Bianchi (1981), que consiste na medida da absorbância a 635nm (Abs<sub>635</sub>) de uma solução 50% (m/v) de mel em água. Após realizar a diluição, deve-se deixar a solução repousar de 10 a 15 minutos antes da leitura inicial (ALMEIDA; VARGAS, 2016). O aparelho deve ser calibrado com antecedência, utilizando água deionizada.

A cor é expressa em mm Pfund, e calculada através da seguinte fórmula:

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

A classificação é fornecida através da escala de Pfund (Quadro 1).

QUADRO 1 – Classificação do mel conforme a coloração.

<b>CLASSIFICAÇÃO DE COR DO MEL</b>		
<b>Mel</b>	<b>mm Pfund</b>	<b>ABS635</b>
Branco-água	0-8	0,104-0,125
Extra branco	8-16,5	0,125-0,148
Branco	16,5-34	0,148-0,195
Âmbar extra claro	34-50	0,195-0,238
Âmbar claro	50-85	0,238-0,333
Âmbar	85-114	0,333-0,411
Âmbar escuro	114 ou mais	0,411 ou mais

Fonte: ALMEIDA; VARGAS, 2016.

Todos os dados obtidos foram planilhados através do programa Excel, juntamente com a realização dos valores de médias e desvios padrões utilizados nas análises em questão.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos por amostras e estão demonstrados na Tabela 2. Como a avaliação da qualidade de uma amostra de mel é fornecida através da análise de um conjunto de dados, optou-se por apresentar os resultados desta forma.

TABELA 2 – Resultados das análises físico-químicas de mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

ANÁLISES	MÉDIAS FINAIS			Desvio Padrão
	Amostras			
	1	2	3	
U (%)	29%	29%	28%	0,005
CINZAS (%)	0,16%	0,14%	0,20%	0,000
AR (%)	70%	71%	60%	0,060
SA (%)	4,64%	3,15%	5,20%	1,061
PH	3,28	3,79	3,32	0,283
HMF (MG/KG)	15	16	22	3,791
AT (CMOL/KG)	60	24	40	18,036
AD (GOTHC)	2	2	4	1,154
SI (%)	-	-	-	-
COR	Âmbar	Âmbar	Âmbar Escuro	-

U: umidade; AR: açúcares redutores; SA: sacarose aparente; HMF: hidroximetilfurfural; AT: acidez titulável; AD: atividade diastática; SI: sólidos insolúveis.

Fonte: O autor.

No Quadro 2 estão representados os valores dos parâmetros estabelecidos pelos Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão dos estados do Paraná (ADAPAR), Bahia (ADAB) e Amazonas (ADAF/AM), utilizados como referências para a realização da comparação entre os resultados analisados com os parâmetros exigidos atualmente.

QUADRO 2 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão dos estados do Paraná, Bahia e Amazonas.

<b>Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão</b>			
<b>Parâmetros</b>	<b>Paraná (ADAPAR)</b>	<b>Bahia (ADAB)</b>	<b>Amazonas (ADAF/AM)</b>
<b>Umidade (%)</b>	Máximo de 35g/100g	de 20g/100g a 35g/100g	de 23g/100g a 35g/100g
<b>Açúcares redutores (%)</b>	Mínimo de 47g/100g	Mínimo de 60g/100g	Mínimo de 50g/100g
<b>Sacarose aparente (%)</b>	Máximo de 5g/100g	Máximo de 6g/100g	Máximo de 6g/100g
<b>Sólidos Insolúveis (%)</b>	Máximo de 0,1g/100g	Máximo de 0,1g/100g	Máximo de 0,1g/100g
<b>Acidez (mEq/Kg)</b>	Máximo de 60mEq/Kg	Máximo de 50mEq/Kg	Máximo de 80mEq/Kg
<b>Índice de diastase (Gothe)</b>	Máximo de 40,0 na escala Gothe	Máximo de 03 na escala Gothe	Máximo de 03 na escala Gothe
<b>HMF (mg/Kg)</b>	Máximo de 40mg/Kg	Máximo de 10mg/Kg	Máximo de 40mg/Kg
<b>pH</b>	Máximo de 4,7	-	-
<b>Cinzas</b>	Máximo de 0,8g/100g	Máximo de 0,6g/100g	Máximo de 0,6g/100g
<b>Cor</b>	Variável		

Fonte: Adaptado de ADAPAR, 2017; ADAB, 2014; ADAF/AM, 2016.

#### 4.1.1 pH

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3, seguidos dos valores de média e desvio padrão. Ao comparar os resultados obtidos nas análises de méis de mandacaiá originárias da cidade de Ponta Grossa, encontrou-se a média geral de 3,46 e pode-se observar que os resultados de todas as amostras estão dentro do permitido no estado do Paraná (Quadro 2) que se permite que o valor do pH do mel seja de no máximo 4,7.

Utilizou-se também como referência o resultado de pH obtido por Alves et. al., 2005 foi um valor médio de 3,27, permanecendo dentro dos parâmetros exigidos e próximo ao valor encontrado neste estudo.

Para Cavalcanti, 2016 a média obtida a partir da análise de pH do mel de mandaçaia foi de 3,83, a partir do comparativo com este estudo pode-se verificar que os resultados são próximos e estão dentro dos parâmetros exigidos.

Esse parâmetro não é considerado pela legislação brasileira como um parâmetro de qualidade do mel de abelhas, mas essa característica é bastante utilizada para estimar ou até mesmo confirmar o teor de acidez do alimento (BRASIL, 2000).

TABELA 3 – Resultados das análises de pH do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

pH			
Amostras	pH	Média	Desvio Padrão
M1A	3,25		
M1B	3,31	3,28	0,03
M1C	3,28		
M2A	3,82		
M2B	3,76	3,79	0,03
M2C	3,79		
M3A	3,28		
M3B	3,37	3,32	0,04
M3C	3,32		
<b>Média geral</b>	-	3,46	0,24

Fonte: O autor.

#### 4.1.2 Acidez Titulável

As análises realizadas obtiveram o resultado médio de 41,53mEq/Kg, representado na Tabela 4. Quando comparados com os resultados do Quadro 2 que indicam os valores referências para essa análise, onde encontram-se os parâmetros de 50 a 80 mEq/Kg, considera-se que as amostras de mel estão dentro dos parâmetros requeridos pelos Regulamentos verificados neste estudo.

A acidez do mel é originada dos ácidos orgânicos contidos no néctar coletado pelas abelhas que, pela ação da enzima glicose-oxidase, originam o ácido glucônico. A ação dessa enzima se mantém mesmo durante o armazenamento. Com isso, a acidez é importante na manutenção da estabilidade do mel, reduzindo o risco de

desenvolvimento de microrganismos. A acidez livre pode indicar as condições de armazenamento e o processo de fermentação (CONAP, 2023).

Realizou-se o comparativo com Alves et. al., 2005 que obteve o valor médio de acidez titulável referente a 43,48 mEq/Kg, enquanto o valor médio obtido neste estudo foi de 41,53 mEq/Kg, ambos permanecendo próximos e compatíveis.

O resultado médio das análises realizadas por Cavalcanti, 2016 foi de 45mEq/Kg, através do comparativo com o presente estudo percebe-se que os resultados coincidem e estão dentro dos valores exigidos.

TABELA 4 – Resultados das análises de acidez titulável (mEq/Kg) do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

Amostras	ACIDEZ TITULÁVEL (mEq/Kg)		
	mEq/Kg	Média	Desvio Padrão
M1A	60,606		
M1B	60,606	59,764	1,458
M1C	58,08		
M2A	25,252		
M2B	22,727	24,410	1,457
M2C	25,252		
M3A	42,929		
M3B	37,878	40,403	2,525
M3C	40,404		
<b>Média geral</b>		41,526	0,616

Fonte: O autor.

#### 4.1.3 Umidade

As amostras de méis analisadas apresentaram valores de umidade variando entre 28,5% e 29 (Tabela 5). Comparando o resultado das análises com os Regulamentos Técnicos dos estados selecionados (Quadro 2), deparou-se que os valores estão dentro do padrão, sendo de 20% a 35%, não ultrapassando os valores de umidade requeridos.

A porcentagem de Umidade apresentada por Alves et. al., 2005 foi de 28,78%, enquanto este estudo obteve o valor médio de 28,8%, considera-se os valores praticamente iguais e ambos dentro dos parâmetros exigidos.

O excesso de água no mel ocorre devido à baixa taxa de desidratação do néctar durante o processo de transformação em mel. Quando os níveis de umidade são elevados, o mel pode fermentar pela ação de leveduras osmofílicas (tolerantes ao açúcar) presentes em sua composição. A maior possibilidade de fermentação do mel está ligada ao maior teor de umidade e leveduras (CONAP, 2023).

TABELA 5 – Resultados das análises de umidade (%) do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

Amostras	UMIDADE (%)			
	IR	(%)	Média	Desvio Padrão
M1A	1,464	29	28,866	0,230
M1B	1,465	28,6		
M1C	1,464	29		
M2A	1,46425	28,9	28,966	0,057
M2B	1,464	29		
M2C	1,464	29		
M3A	1,465	28,6	28,566	0,057
M3B	1,46525	28,5		
M3C	1,465	28,6		
<b>Média geral</b>			28,8	0,1

Fonte: O autor.

Para a determinação de umidade, através da extrapolação matemática, utilizou-se a fórmula apresentada no item 3.2.1.2, pois a tabela utilizada é referente ao mel de *Apis Mellifera* e devido a isso o teor máximo de umidade é de 25%, porém o teor de umidade do mel de abelhas da espécie Mandaçaia é mais elevado.

Como sugestão, seria interessante o desenvolvimento de um Regulamento Técnico para a detecção de umidade em mel de abelhas Meliponas, para melhor precisão dos resultados analisados.

#### 4.1.4 Sólidos insolúveis

Não foram detectados sólidos insolúveis em nenhuma das amostras analisadas. Portanto, não foram realizados cálculos para obter os resultados de sólidos, logo que foi constatado que as amostras não apresentaram sólidos insolúveis.

A determinação de sólidos insolúveis é um método para constatar adulteração e contaminação do mel por substâncias insolúveis em água (CONAP, 2023) e o valor permitido pelos Regulamentos Técnicos é de no máximo 0,1% de sólidos insolúveis no mel (Quadro 2).

Os valores de Sólidos Insolúveis obtidos por Vieira et. al., 2023 foram nulos, ou seja, as amostras avaliadas não apresentaram sólidos insolúveis, do mesmo modo quando comparados aos valores que foram apresentados neste estudo, ambos estão dentro dos parâmetros exigidos.

#### 4.1.5 Cinzas

As amostras foram analisadas resultaram em valores de cinzas entre 0% e 0,384% (Tabela 6). O limite do Regulamento Técnico dos estados do Amazonas e da Bahia é de no máximo 0,6% e no estado do Paraná o máximo de 0,8% (Quadro 2). Portanto, a porcentagem de cinzas das amostras analisadas estão dentro do permitido pelas legislações vigentes para a qualidade do mel de abelha sem ferrão.

O resultado médio da porcentagem de cinzas obtido por Sousa et. al., 2013 foi de 0,58%, e o resultado obtido por este estudo foi um valor médio de 0,17%, a partir da comparação entre eles, percebe-se que ambos permanecem dentro dos parâmetros exigidos, embora os resultados sejam diferentes entre si.

Segundo a CONAP (2023), as cinzas servem para expressar os minerais que estão presentes no mel, entre eles podemos citar: K, Na, Ca, Mg, Mn, Ti, Co, Mo, Fe, Cu, Li, Ni, Pb, Sn, Zn, Os, Ba, Ga, Bi, Ag, Au, Ge, Sr, Be e Va. Essa análise é muito importante para avaliar a qualidade do produto, pois se o teor de cinzas for muito elevado, indica que o mel passou por adulterações.

TABELA 6– Resultados das análises de cinzas (%) do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

<b>CINZAS (%)</b>			
<b>Amostra</b>	<b>(%)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>M1A</b>	0		
<b>M1B</b>	0,337	0,160	0,169
<b>M1C</b>	0,145		
<b>M2A</b>	0		
<b>M2B</b>	0,346	0,147	0,178
<b>M2C</b>	0,097		
<b>M3A</b>	0,384		
<b>M3B</b>	0,046	0,206	0,169
<b>M3C</b>	0,189		
<b>Média geral</b>		0,171	0,005

Fonte: O autor.

#### 4.1.6 Açúcares redutores

Os resultados obtidos das análises de açúcares redutores de méis de diferentes locais da cidade de Ponta Grossa – PR encontram-se apresentados na Tabela 7. Constatou-se que as todas as amostras apresentaram porcentagens dentro do permitido pelos Regulamentos Técnicos referentes aos estados em questão (Quadro 2), pois apresentaram valores de 60% a 70% de açúcares redutores. Ressalta-se que o valor mínimo exigido, pela Portaria 63 (ADAPAR,2017) para esse parâmetro é de 47%.

Para Alves et. al., 2005 o valor encontrado foi de em média 74,82%, mais elevado quando comparado ao deste estudo, que obteve o valor médio de 63,84%, porém ambos permanecem dentro dos parâmetros exigidos.

Os açúcares redutores (glicose e frutose) são as frações dominantes, representando em torno de 85% a 95% dos carboidratos presentes no mel, os quais têm a capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina. A glicose, por ter pouca solubilidade, determina a tendência da cristalização do mel, e a frutose, por ter alta higroscopicidade, possibilita a sua doçura (CONAP, 2023).

TABELA 7 – Resultados das análises de açúcares redutores (%) do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

<b>AÇÚCARES REDUTORES (%)</b>	
<b>Amostras</b>	<b>Média (%)</b>
<b>M1A</b>	
<b>M1B</b>	70,478
<b>M1C</b>	
<b>M2A</b>	
<b>M2B</b>	70,232
<b>M2C</b>	
<b>M3A</b>	
<b>M3B</b>	60,227
<b>M3C</b>	
<b>Média geral</b>	66,979
<b>Desvio Padrão</b>	5,848

Fonte: O autor.

#### 4.1.7 Sacarose aparente

Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 8, onde a sigla AT (%) representa a porcentagem de açúcares totais e a sigla SA (%) representa a porcentagem de sacarose aparente, além disso, as médias e o desvio padrão também foram adquiridos através dos cálculos realizados.

Os resultados de Sacarose de todas as amostras apresentaram-se dentro do padrão exigido pelos órgãos estaduais, quando comparados aos Regulamentos Técnicos dos três estados citados anteriormente (ADAPAR, ADAB e ADAF/AM), pois devem ser de no máximo 5% para o estado do Paraná e no máximo 6% para os estados da Bahia e do Amazonas (Quadro 2).

O resultado de Sacarose aparente obtidos por Alves et. al., 2005 foi o valor de 2,91% em média, em comparação com o resultado de 4,32% obtido neste estudo percebe-se que os valores diferem entre si, porém ambos permanecem ideais quando se trata dos valores exigidos.

Quando ocorre o teor elevado desse açúcar, na maioria das situações significa que houve uma colheita prematura do mel, o chamado mel verde, isto é, um produto em que a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da invertase (CONAP, 2013).

TABELA 8 – Resultados das análises de sacarose aparente (%) do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

<b>SACAROSE APARENTE (%)</b>		
<b>Amostras</b>	<b>(% AT)</b>	<b>(% SA)</b>
<b>M1A</b>		
<b>M1B</b>	65,594	4,639
<b>M1C</b>		
<b>M2A</b>		
<b>M2B</b>	66,919	3,147
<b>M2C</b>		
<b>M3A</b>		
<b>M3B</b>	54,752	5,201
<b>M3C</b>		
	<b>Média geral</b>	4,329
	<b>Desvio Padrão</b>	1,061

Fonte: O autor.

#### 4.1.8 Índice de diastase

Através dos resultados obtidos com a realização das análises, demonstrados na Tabela 9, observa-se que todos os parâmetros analisados estão abaixo do máximo permitido pelos Regulamentos Técnicos presentes no Quadro 2. Assim pode-se inferir que não foi detectado adulterações nas amostras de méis de mandaçaia analisados na cidade de Ponta Grossa (PR).

Para Vieira et. al., 2023 os valores obtidos variaram de 11 a 16 na Escala Gothe, ultrapassando os parâmetros exigidos pelos estados da Bahia e do Amazonas, sendo apenas considerado aceitável no estado do Paraná. Estes valores são considerados elevados quando comparados com este estudo, que obteve o valor médio de 2,92 na Escala Gothe.

A diastase (a-amilase) é uma das enzimas presentes no mel, formada pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas, mas também é encontrada, em baixa proporção, nos grãos de pólen. Sua função é digerir a molécula de amido, que está possivelmente envolvida na digestão do pólen. Existe uma perfeita correlação entre a quantidade de pólen no mel e a atividade da diastase. Sua relevância principal para o

mel é que essa enzima apresenta maior sensibilidade ao calor que a enzima invertase (responsável pela transformação da sacarose em glicose e frutose), sendo recomendada para avaliar a qualidade do mel. Sua atividade serve de indicativo do grau de conservação e superaquecimento do mel, o que comprometeria seriamente o produto. Através deste teste pode-se determinar a presença de fermentos diastásicos (CONAP, 2023).

TABELA 9 – Resultados das análises de índice de diastase do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

Amostras	ÍNDICE DE DIASTASE (Gothe)		
	Índice	Média	Desvio Padrão
M1A	3,827		
M1B	1,622	2,598	1,123
M1C	2,347		
M2A	1,935		
M2B	2,428	2,226	0,258
M2C	2,315		
M3A	3,399		
M3B	4,589	3,959	0,598
M3C	3,89		
<b>Média geral</b>		2,928	0,436

Fonte: O autor.

#### 4.1.9 Hidroximetilfurfural (HMF)

Os teores encontrados nas amostras de méis de mandaçaia para o HMF encontram-se apresentados na Tabela 10. Através da comparação entre os valores de HMF permitidos pelos Regulamentos Técnicos dos estados da Bahia, Amazonas e do Paraná, segundo as ADAB (2014), ADAF/AM (2016) e ADAPAR (2017), percebe-se que a maioria das amostras de méis analisadas se encontram dentro do permitido, com exceção do Regulamento Técnico do estado da Bahia, pois o máximo permitido é de 10mg/Kg para este estado (Quadro 2).

Para Alves et. al., 2005 o valor de HMF obtido foi de 5,79 mg/Kg, enquanto este estudo obteve o valor médio de 17,59 mg/Kg, os valores diferem entre si, porém permanecem dentro dos parâmetros exigidos pela maioria dos estados avaliados.

É usado como um indicador de aquecimento e modificações decorrentes de armazenamento incorreto do mel. Formado pela quebra da frutose em presença de ácido, o aquecimento permite com que a velocidade da reação seja acelerada. O HMF ocorre naturalmente no mel e não é uma substância tóxica. Em níveis elevados demonstra a presença de adulteração por açúcar comercial ou aquecimento indevido (CONAP, 2023).

TABELA 10 - Resultados das análises de hidroximetilfurfural (HMF) do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

<b>HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)</b>					
<b>Amostras</b>	<b>284nn</b>	<b>336nn</b>	<b>HMF</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>M1A</b>	0,224	0,1	18,562		
<b>M1B</b>	0,217	0,143	11,077	14,770	3,743
<b>M1C</b>	0,224	0,126	14,670		
<b>M2A</b>	0,215	0,102	16,916		
<b>M2B</b>	0,205	0,115	13,473	16,117	2,349
<b>M2C</b>	0,224	0,104	17,964		
<b>M3A</b>	0,256	0,102	23,053		
<b>M3B</b>	0,2	0,103	14,520	21,906	6,883
<b>M3C</b>	0,297	0,109	28,143		
<b>Média geral</b>				17,598	2,322

Fonte: O autor.

#### 4.1.10 Cor

Os resultados obtidos na análise, apresentados na Tabela 11, foram comparados ao Quadro 1, referente a escala de Pfund. As colorações observadas nas amostras analisadas variaram desde âmbar até âmbar escuro. A maior incidência ocorreu na coloração âmbar, observada nas amostras 1 e 2. A coloração âmbar escuro obteve menor incidência, sendo observada apenas na amostra número 3.

TABELA 11 – Resultados das análises de cor do mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa- PR.

<b>COR</b>			
<b>Amostras</b>	<b>mm Pfund</b>	<b>ABS635</b>	<b>Média</b>
<b>M1A</b>	98,714	0,37	
<b>M1B</b>	103,17	0,382	0,379
<b>M1C</b>	105,17	0,387	
<b>M2A</b>	106,513	0,391	
<b>M2B</b>	107,627	0,394	0,394
<b>M2C</b>	108,741	0,397	
<b>M3A</b>	151,431	0,512	
<b>M3B</b>	152,194	0,514	0,514
<b>M3C</b>	153,308	0,517	
<b>Média geral</b>			0,429

Fonte: O autor.

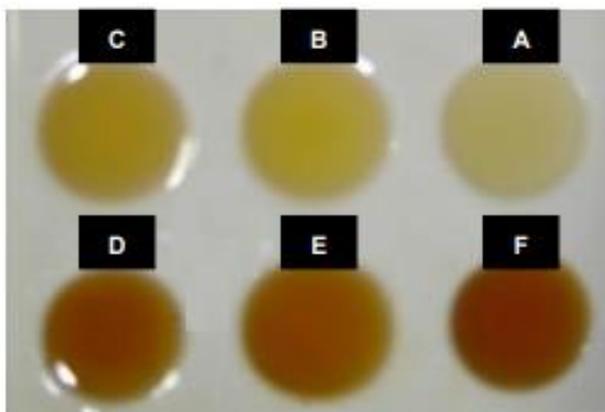
Porém através da utilização da comparação das cores do mel obtidas neste estudo, por método visual, utilizando a Figura 2 (ALMEIDA; VARGAS, 2016) como referência, encontrou-se diferentes graus de coloração em relação a Figura 3, onde a amostra 1 seria definida como âmbar extra claro, amostra 2 como branco e a amostra 3 como âmbar-claro.

Os resultados da coloração de todas as amostras dos méis de mandaçaia encontrados por Sousa et. al., 2013 foram de âmbar claro, diferindo dos resultados encontrados neste estudo.

Segundo a CONAP (2023) a cor do mel está associada com a sua origem floral, mas o armazenamento prolongado, a luz, possíveis reações enzimáticas, aquecimento e o processo de colheita podem acarretar o escurecimento do mel.

Não houve comparativos com os Regulamentos Técnicos (Quadro 2), pois segundo os mesmos a cor é considerada variável.

FIGURA 2 – Demonstrativo de cores analisadas utilizadas como referência na comparação.



Legenda: A = Branco-água; B = Branco; C = Âmbar extra claro; D = Âmbar-claro; E = Âmbar;  
F = Âmbar-escuro.

Fonte: ALMEIDA; VARGAS, 2016.

FIGURA 3 – Coloração das amostras de mel de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) da cidade de Ponta Grossa – PR.



Ordem das amostras: 1, 2 e 3

Fonte: O autor.

Logo, os méis analisados estão dentro das referências técnicas requeridas para os parâmetros que foram estudados, com exceção da análise de Sacarose Aparente que apresentou valores acima do permitido em todos os Regulamentos Técnicos dos estados da Bahia, Amazonas e do Paraná, segundo as ADAB (2014), ADAF/AM (2016) e ADAPAR (2017).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o experimento foi realizado pode-se concluir que as amostras de méis de abelhas sem ferrão da espécie Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata quadrifasciata*) estão dentro dos parâmetros mencionados nos Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão dos estados do Paraná (ADAPAR, 2017), Bahia (ADAB, 2014) e Amazonas (ADAF/AM, 2016) em todas as variáveis de análises realizadas, como açúcares redutores, sacarose aparente, umidade, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF), cinzas, pH, acidez, cor.

Portanto, a partir dos resultados obtidos com a realização das análises, deve-se levar em consideração a importância dos Regulamentos Estaduais para o mel de abelhas sem ferrão, evitando a ocorrência de fraudes através de adulterações, garantindo a qualidade final desse produto e conseqüentemente o seu devido valor, benefícios aos consumidores e identidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.B.E.L.H.A. **Abelhas sem ferrão.** Disponível em: <<https://www.abelha.org.br/abelhas-sem-ferrão/>>. Acesso em: 01 jul. 2023.
- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESTADO DO AMAZONAS (ADAF/AM). Portaria nº 253 de 31 de outubro de 2016. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas Sem Ferrão.**
- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DA BAHIA (ADAB). Portaria nº 207 de 21 de novembro de 2014. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas Sem Ferrão**, gênero *Melípona*. Disponível em: <[bra140152.pdf \(fao.org\)](#)>. Acessado em: 10 jun. 2023.
- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (ADAPAR). Portaria nº 63 de 10 de março de 2017. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas Sem Ferrão para o estado do Paraná.** Disponível em: <[portaria\\_adapar\\_63-2017\\_regulamento\\_tecnico\\_mel\\_asf\\_pr.pdf](#)>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- ALMEIDA, M. M., VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel por medidas analíticas In: Análises químicas, propriedades funcionais e controle da qualidade de alimentos e bebidas.** 1ª edição. São Paulo: Elsevier Brasil, 2016, v.1, p. 145-172.
- ALVES, R. M. DE O., CARVALHO, C. A. L., SOUZA, B. DE A. SODRÉ, G. DA S., MARCHINIA, L. C. **características físico-químicas de amostras de mel de melípona mandaçaia smith (hymenoptera: apidae).** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 25(4): 644-650, out.-dez. 2005.
- ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Aprenda a criar abelhas.** São Paulo: Três, 1986, 80p.
- BENDINI JN, SOUZA DC. **Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro.** Ciência Rural, 2008 Mar./abr.38(2):565-567
- BERGAMASCHI, C. L., ALENCAR, I. C. C. **Guia didático das abelhas sem ferrão do Parque Natural Municipal Vale do Mulembá.** 2019.
- BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LÜLLMANN, C. **Harmonised methods of the European Honey Commission.** Apidologie, Paris, Extra Issue, p. 1 – 59, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel.** Disponível em: <<https://extranet.agricultura.gov.br/consultasislegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=2851>>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- CAMARGO, RCR. DE; OLIVEIRA, KL. DE; BERTO, MI. **Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação.** Brazilian Journal of Food Technology. 2017. Versão online. Campinas. v. 20

CAVALCANTI, P. B., **Características físico-químicas de mel de *Melipona mandacaia smith* (HYMENOPTERA: APIDAE), no submédio São Francisco.** Petrolina, Pernambuco, 2016

COOPERATIVA NACIONAL DE APICULTURA (CONAP). **Controle de qualidade: Fundamentos das análises do mel CONAP.** Disponível em: <<https://www.conap.coop.br/control-de-qualidade/>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CRIAR ABELHAS. **Abelhas Mandaçaia – *Melipona Quadrifasciata*, popularmente conhecida por Mandaçaia.** Disponível em: <<https://www.criarabelhas.com.br/abelhas-mandacaia/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

EMBRAPA. **Mel de abelhas sem ferrão pesquisado pela Embrapa foi ingrediente no programa MasterChef Brasil.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/47942892/mel-de-abelhas-sem-ferrao-pesquisado-pela-embrapa-foi-ingrediente-no-programa-masterchef-brasil>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

FONSECA, A. A. O., SODRÉ, G. DA S., CARVALHO, R. M. DE O. A., SOUZA, B. DE A., SILVA, S. M. P. C., OLIVEIRA, G. A., MACHADO, C. S., CLARTON, L. **Qualidade do Mel de Abelhas sem Ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação.** 1ª edição. Cruz das Almas, Bahia: Editora Nova Civilização Ltda, 2006.

GIANNINI T, BOFF S, CORDEIRO G, CARTOLANO JE, VEIGA A, IMPERATRIZ-FONSECA V, SARAIVA AM. **Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions.** Apidologie, 2015 Mar. 46(2):209-223.

KOMATSU, S. S. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) de diferentes municípios do estado de São Paulo.** 1996, 90 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

MELO, MÁRIO SÉRGIO DE. **Caracterização do Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** Relatório de Pesquisa. Ponta Grossa: UEPG, 2003.

MERCOSUL. **Regulamento Técnico Mercosul “Identidade e Qualidade do Mel”.** Resolução GMC N° 15/94. Montevideu, 1999. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/consultasilegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=6020>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

O PRESENTE. **Mel de abelhas sem ferrão ganha mercado na região Oeste do Paraná.** Disponível em: <<https://www.opresente.com.br/marechal-candido-rondon/mel-de-abelhas-sem-ferrao-ganha-mercado-na-regiao-oeste-do-parana/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PLANTAS do cerrado. Disponível em: [www.hortomedicinal.hpg.com.br](http://www.hortomedicinal.hpg.com.br). Acesso em 20 jun. 2023.

SLAA EJ, SÁNCHEZ-CHAVES LA, MALAGODI-BRAGA KS, HOFSTEDE FE. **Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives.** Apidologie. 2006 Mar./abr. 37(2):293-315.

SOUZA, J. M. B., AQUINO, I. S., MAGNANI, M., ALBUQUERQUE, J. R., SANTOS, G. G., SOUZA, E. L. **Aspecto físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas**

**sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.** Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1765, jul./ago.2013.

VIEIRA, T. R., NOGUEZ, C. S., SANTOS, M. A., WAGNER, S. A. **Caracterização físico-química e botânica do mel de abelhas sem ferrão (Meliponini), de ocorrência no Vale do Taquari – RS, objetivando a edição de RTIQ.** Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2023.

YAMAMOTO, E., **A história das abelhas: origem e relação com a humanidade.** Disponível em: < [meliponas.com.br](http://meliponas.com.br) >. Acesso em: 03 set. 2023.