

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

EMANUELY COSTA DE OLIVEIRA

**Análises físico-químicas do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) no
município de Ponta Grossa-Paraná**

PONTA GROSSA

2023

EMANUELY COSTA DE OLIVEIRA

**Análises físico-químicas do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) no
município de Ponta Grossa-Paraná**

PONTA GROSSA

2023

EMANUELY COSTA DE OLIVEIRA

Análises físico-químicas do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) no município de Ponta Grossa-Paraná

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

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por ter conseguido chegar até aqui com saúde e sabedoria.

Agradeço imensamente à minha família que sempre foi meu alicerce e minha base. Este trabalho é dedicado aos meus pais, Edivaldo e Vania, os quais desde sempre fizeram o máximo por mim e estiveram ao meu lado; agradeço por cada conversa, conselho, incentivo e por nunca deixarem de acreditar no meu potencial. Às minhas irmãs, Kethlyn e Evelyn, que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui de uma maneira mais leve e divertida.

Ao meu namorado Thiago, por todas as vezes que abdicara o seu tempo e me ajudou na minha trajetória acadêmica; dando suporte e encorajamento para eu seguir em frente.

Meus sinceros agradecimentos a quem colaborou diretamente comigo, minha orientadora e professora Dr. Maria Marta Loddi; obrigada por me dar essa oportunidade, desde o projeto de extensão sobre o manejo e biodiversidade de abelhas sem ferrão como ferramenta de educação ambiental, até a finalização deste trabalho. Também à professora Dr. Mareci Almeida, cuja abriu as portas do seu laboratório e disseminou seus conhecimentos para que eu pudesse elaborar este estudo e finalizá-lo. Agradeço a laboratorista Denise, que me ajudou todas as vezes, mesmo ficando até tarde da noite.

Aos meliponicultores, Edson e Hemerson que nos receberam em suas casas e disponibilizaram das amostras de mel mais de uma vez.

Agradeço às minhas amigas Giovanna e Thais que estiveram comigo desde o primeiro ano da universidade e também das amizades que fiz no decorrer dos anos, em especial a Gabriele, Fernanda, Ana Flávia e Maria Eduarda.

Resumo

O mel das abelhas sem ferrão possui suas particularidades, sendo pouco conhecido quando se trata das suas características, já que isso se dá pela variedade de pasto apícola no país e pela pequena produção das abelhas nativas de maneira comercial. Este trabalho teve por objetivo estabelecer as características físico-químicas de amostras de mel de Jataí (*Tetragonisca angustula*), na cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná, e assim verificar a qualidade do mel das abelhas nativas. Desta forma, foram realizadas análises físicas químicas do mel de Jataí, sendo elas, cor, acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, análise de diastase, hidroximetilfurfural, sólidos insolúveis e umidade de três amostras de locais diferentes meliponicultores. Os resultados encontrados foram: cor 186,16; acidez 51,43 meq/Kg; pH 4,07; umidade 26,97%; cinzas 0,43%; HMF 39,47 mg/Kg; açúcares redutores 68,74%; sacarose aparente 5,78%; análise diastásica 1,83 mg/Kg. Com base nos resultados obtidos das análises realizadas verifica-se que a legislação brasileira, a qual se refere ao mel de *Apis mellifera*, não é cabível para as análises feitas. Além disso, quando comparado com a legislação do Paraná que contempla os méis de abelhas nativas, alguns parâmetros se encontraram fora dos limites exigidos pela norma paranaense.

Palavras-chave: abelhas nativas; abelhas sem ferrão; pasto apícola; meliponicultora.

Abstract

Honey is dependent on the formation of nectar from a given plant and the species of bee that produces it, and the sensory factors may vary according to the plant visited. The honey of stingless bees has its particularities, being little known when it comes to its characteristics, since this is due to the variety of bee pasture in the country and the small production of native bees in a commercial way. This work aimed to establish the physicochemical characteristics of samples of honey from Jataí (*Tetragonisca angustula*), in the city of Ponta Grossa, in the state of Paraná, and thus verify the quality of honey from native bees. In this way, physical and chemical analyzes of Jataí honey were carried out, namely, color, acidity, reducing sugars, ash, pH, sucrose, analysis of diastase, hydroxymethylfurfural, insoluble solids and humidity of three samples from different local beekeepers. The results found were: color 186.16; acidity 51.43 meq/Kg; pH 4.07; humidity 26.97%; insoluble solids resulted in no data; ash 0.43%; HMF 39.47mg/Kg; reducing sugars 68.74%; apparent sucrose 5.78%; diastase analysis 1.83 mg/Kg. Based on the results obtained from the analyzes carried out, it is verified that the Brazilian legislation, which refers to *Apis mellifera* honey, is not applicable for the analyzes carried out, in addition to that, when compared with the legislation of Paraná, some parameters were found outside the limits required by the norm of Paraná.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Mapa da cidade de Ponta Grossa-PR	18
FIGURA 2 – Mapa de Ponta Grossa, considerando a localidade de Uvaranas	18
FIGURA 3 – Mapa de Ponta Grossa, considerando a localidade do bairro Contorno	19
FIGURA 4 – Características físico-químicas do mel de abelha sem ferrão pela normativa do Paraná	20
FIGURA 5 - Características físico-químicas do mel de abelha sem ferrão pela normativa do Paraná	21
FIGURA 6 – Comparativo de cores do mel	31
FIGURA 7 – Coloração dos méis utilizados pela análise de Cor.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Parâmetros físico-químicos descritos pela legislação brasileira para mel floral	20
TABELA 2 – Relação entre o índice de refração e a porcentagem de água do mel.	22
TABELA 3 – Classificação do mel conforme a coloração	30
TABELA 4 – Resultados das análises físico-químicas do mel de abelha jataí (<i>Tetragonisca angustula</i>) da região dos Campos Gerais e Parâmetros físico-químicos em comparação a Legislação do Brasil e Legislação do Paraná	31

Sumário

1. Introdução	11
2. Revisão Bibliográfica	13
2.1 Abelhas	13
2.2 Abelhas sem ferrão	13
2.3 Abelha Jataí	14
2.4 Mel de Abelha Jataí	15
2.5 Análises físico-químicas	16
3. Material e Métodos	18
3.1. Local da Coleta	18
3.2. Coleta de Amostras	19
3.3. Análises físico-químicas	20
3.3.1. Umidade	22
3.3.2. Açúcares redutores	24
3.3.3. Sacarose aparente	25
3.3.4. Sólidos insolúveis	26
3.3.5. Cinzas	27
3.3.6. pH e acidez	27
3.3.7. Índice de diástase	28
3.3.8. Hidroximetilfurfural (HMF)	29
3.3.9. Cor	30
3.4 Análise dos dados	32
4. Resultados e Discussões	32
4.1. pH	33
4.2. Cinzas	33
4.3. Sólidos Insolúveis	34

4.4. Hidroximetilfurfural (HMF)	34
4.5. Umidade	35
4.6. Diastase	35
4.7. Acidez	36
4.8. Açúcares Redutores.....	37
4.9. Sacarose Aparente.....	37
4.10. Cor	38
5. Conclusão	40
6. Referências Bibliográficas.....	41

1. Introdução

O Brasil possui uma grande diversidade de flores e climas, características favoráveis para o desenvolvimento das várias espécies de abelhas indígenas, mais conhecidas como abelhas sem ferrão. Essas pequenas polinizadoras são responsáveis por manter a biodiversidade dos biomas brasileiros, promovendo a produção de frutos e vegetais de melhor qualidade para consumo humano. A partir da polinização, coleta-se o néctar, onde assim é formado o mel por meio das transformações físico-químicas, sendo ele a fonte de alimento e energia para as abelhas (ABELHA, 2020).

Há uma grande variação na composição química e física do mel, devido ao pasto apícola que a espécie de abelha visitou, cujo o mel é elaborado, como também de diversos fatores, como o solo, o estado fisiológico da colônia, o estado de maturação do mel, as circunstâncias meteorológicas quando da colheita, além das condições de processamento e armazenamento (SILVA et al., 2004).

Os estudos de caracterização físico-química do mel de abelha Jataí são muito importantes, já que são escassas as informações existentes na literatura. As abelhas sem ferrão são responsáveis pela polinização, e auxiliam na diversificação da flora e produção de alimentos e mel com qualidade superior. O mel proveniente da abelha Jataí apresenta sabor e aroma mais ácido, sendo um produto nobre com características especiais. A produção de mel como alimento, no caso da abelha Jataí é interessante, pois atende um nicho de pessoas que buscam alimentos saudáveis (SEBRAE, 2013) e com propriedades medicinais, além de ser uma alternativa de renda ao produtor, já que o mel possui valor agregado, o qual se dá pela pequena produção comercial e pelas características diferenciadas de cada espécie explorada de abelha sem ferrão.

Para que o mel das abelhas sem ferrão alcance reconhecimento nacional e internacional é necessário 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 possui grande potencial quando se diz respeito a produção de mel de meliponíneos, porém o mel de Jataí, em específico, não é descrito na legislação

(BRASIL, 2000). O estado do Paraná tem sua própria normativa prevista pela Portaria nº 63, de 10/03/2017, já que geralmente o mel produzido pelas espécies de meliponíneos apresenta diferenças em alguns parâmetros físico-químicos quando comparados ao mel de *Apis mellifera*, principalmente com relação à sua umidade – caracterizada por ser bastante elevada – tornando-o menos denso que o mel das abelhas africanizadas. Sua cor difere do quase transparente ao âmbar, e o sabor juntamente com níveis de açúcares dependem do paladar, da espécie, da época, da região e, principalmente, da florada (BEZERRA & SOUZA, 2002 apud CARVALHO et. al. 2005).

O objetivo deste trabalho foi analisar as características físico-químicas (acidez, pH, umidade, açúcares redutores, sacarose, cor, HMF, diastase, cinzas e sólidos insolúveis) do mel de abelha jataí e comparados com as legislações do Brasil para abelhas europeias africanizadas e Paraná para meliponíneos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Abelhas

Em território mundial se estima que há pelo menos vinte mil espécies de abelhas que polinizam plantas floríferas, calculando-se em mais de 225 mil espécies, as quais oferecem uma expoente contribuição para as abelhas que as visitam, cujas colônias possuem milhares de indivíduos (ALMEIDA-ANACLETO, 2007). Através da polinização das flores é possível certificar que tenha produção de alimentos para os seres vivos, além de garantir a eficiência do manejo agrícola, garantindo maior produção, qualidade e durabilidade das sementes e frutos (WITTER e SILVA, 2014).

A criação das abelhas de forma comercial, que visa a produção de mel, pode ser dividida em duas categorias: Apicultura e Meliponicultura. A apicultura contempla o manejo de espécies da abelha *Apis mellifera*. A meliponicultura é o manejo de abelhas indígenas sem ferrão (meliponíneos) (NOGUEIRA-NETO, 1997). O Brasil comporta uma variedade de espécies de abelhas nativas (indígenas sem ferrão) com um ótimo potencial produtivo, já que estas estão adaptadas às diferentes condições climáticas e diversidade de pasto apícola, tendo alta procura no mercado (CARVALHO et. al., 2005).

2.2 Abelhas sem ferrão

As abelhas sem ferrão fazem parte da Subfamília Meliponinae da família Apidae. A subfamília se divide em Meliponi e Trigoni, nas quais contemplam 52 gêneros e mais de 300 espécies de abelhas nativas identificadas. Os principais gêneros são Melipona, que possuem entre 500 a 4.000 indivíduos, e Trigona de 300 a 80.000 indivíduos. Estas abelhas encontram-se nas regiões tropicais e sub-tropicais, pertencentes às Américas do Sul e Central, África, Sudoeste da Ásia e Austrália. No território brasileiro, as meliponíneas se encontram espalhadas em regiões climáticas preferíveis para cada espécie (FREITAS, 2003). Das mais conhecidas da subfamília Meliponinae, são: Borá (*Tetragona claviceps*), Jataí (*Tetragonisca angustula*), Jandaíra (*Melipona subnitida*), Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), mirins (*Plebéia SP*) e Urucu nordestina (*Meliponascutellaris*) (NOGUEIRA-NETO, 1997). Mesmo

sendo conhecidos pela docilidade e fácil manejo, os meliponíneos desenvolveram outras formas de defesa que se diferem de cada espécie de abelha sem ferrão, como tampando a entrada do ninho com cera, construindo o ninho com entradas estreitas ou possuir abelhas-guarda protegendo a entrada do ninho (FREITAS, 2003). As abelhas meliponíneas são de grande valia para o ecossistema brasileiro, sendo responsáveis pela polinização da maioria das espécies vegetais do Brasil. Sua importância faz desde a polinização até o uso medicinal pela população rural (FREITAS, 2003) e indígena, dada a cultura popular das colmeias em conhecimento do povo brasileiro.

2.3 Abelha Jataí

A abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*) é uma espécie de abelha nativa da América do Sul, o qual o Brasil faz parte. Elas pertencem à família dos meliponíneos, grupo Hymenopteras, Apidae e Meliponinae, originários no oeste do continente Gondwana e presentes nas regiões tropicais e temperados subtropical do planeta, sendo as mais conhecidas da América Tropical, vivendo desde Misiones, na Argentina, até o sul do México (NOGUEIRA-NETO 1997). De acordo com o Dicionário Ilustrado Tupi Guarani, a palavra jataí conhecida pelos indígenas “já-atã”, significa fruto duro.

A distribuição geográfica no Brasil da abelha jataí é bastante ampla, praticamente em todo território brasileiro acima de 500 metros, ocorrendo nos Estados de Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Essa espécie tem produtividade de 0,5 a 1,5 L de mel ao ano (NOGUEIRA-NETO, 1997), sendo relativamente baixa quando comparada a produção da abelha *Apis mellifera*.

Essas pequenas abelhas medem entre 4 a 5 mm de comprimento e apresentam cor dourada por todo seu corpo, com corbículas (aparelho coletor de pólen) pretas. Suas colônias são compostas por centenas a milhares de indivíduos que possuem papel fundamental na polinização de várias plantas, responsáveis pela reprodução de diversas espécies vegetais, conhecida por ter um potencial polinizador de flores não polinizadas pela *Apis mellifera*. Essa espécie tem capacidade de construir seus ninhos em madeiras ocas, troncos de árvores e até em paredes de

tijolos. A entrada do ninho da abelha Jataí possui um orifício de cera em formato característico de tubo, onde as abelhas usam para entrar e sair, sendo também uma tática de defesa das mesmas (VENTURIERI, 2008). Essa espécie de meliponíneos é caracterizada por possuir ferrão de defesa atrofiado, tornando-a dócil em comparação a *Apis mellífera*, porém sua defesa contra invasores é baseada na mordida ou utilização de cerume como forma de grudar os invasores (WITTER e SILVA, 2014).

2.4 Mel de Abelha Jataí

As abelhas Jataí produzem mel com características inigualáveis, sendo elas: menor viscosidade, suave, levemente azeda, que o difere dos outros méis (GODOI, 1989). O mel é uma mistura de substâncias produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar de flores, ou secretados de vegetais, e também pode ser por excreções de insetos sugadores de plantas, os quais as abelhas coletam, transformam, combinam e maturam nos favos das colmeias (RODRIGUEZ et al., 2012). Dessa forma, a composição do mel pode variar, desde a cor, aroma, sabor e outras características físico-químicas.

A composição do mel é basicamente feita por glicose e frutose, entretanto fazem parte também os hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, pigmentos, substâncias aromáticas, grãos de pólen e cera de abelhas provenientes do processo de extração (BRASIL, 2000). Porém, o mel das abelhas nativas se difere das abelhas africanizadas principalmente pela umidade presente, já que o mel dos meliponíneos é caracterizado por possuir um elevado teor de tal parâmetro. Ademais ele possui a particularidade de ser menos denso que o mel convencional, necessitando de mais estudos, afim de abranger mais informações sobre as análises físico-químicas do mel de abelhas sem ferrão (BEZERRA, 2002). Na comercialização, segundo Venturieri (2008) o mel das abelhas nativas possui melhor preço no mercado, já que se trata de um produto singular, orgânico e original. A sua essência e paladar tem por sua vez, características únicas, pois elas dependem da florada e da espécie de abelha que produziu.

2.5 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas dependem basicamente dos componentes do néctar de cada planta produtora de fonte de alimento das abelhas, depositando características particulares a cada mel (WHITE JÚNIOR, 1978). A composição físico-química do mel derivado da abelha sem ferrão é pouco conhecida por conta da grande diversidade de flora que elas podem se alimentar, e também da baixa quantidade de mel que produzem, a qual está relacionada com as características das espécies (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

A legislação brasileira que ampara o mel (BRASIL, 2000) provém da legislação europeia seguindo apenas os parâmetros físico-químicos do mel de *Apis mellifera*, não contemplando o mel de meliponíneos que apresentam resultados diferenciados dos parâmetros, principalmente quando se trata da análise de umidade. As análises físico-químicas estabelecidas pela Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 contemplam as análises de pH, acidez, umidade, açúcares redutores, sacarose, sólidos insolúveis, hidroximetilfurfural, diastase, cinzas e cor.

O mel de meliponíneos, mesmo produzindo pouca quantidade de mel comparada à *Apis mellifera* é um produto que vem conquistando espaço no mercado com valores altos em relação ao mel tradicional, demonstrando, assim, uma crescente demanda. Porém, como existem escassas informações na literatura nacional e internacional sobre sua composição (SOUZA, CARVALHO, SODRÉ & MARCHINI, 2004), esse mercado ainda precisa ser explorado, principalmente no ramo da legislação própria do mel de abelha sem ferrão.

O Estado do Paraná possui sua própria normativa para mel de abelha sem ferrão, dada pela Portaria n° 63, de 10 de março de 2017 pela Agência de Defesa Agropecuária do Paraná-ADAPAR, o qual estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelhas sem ferrão para o estado do Paraná, cuja possui valores que diferem da legislação brasileira, ajudando na padronização e comercialização do mel de abelha sem ferrão.

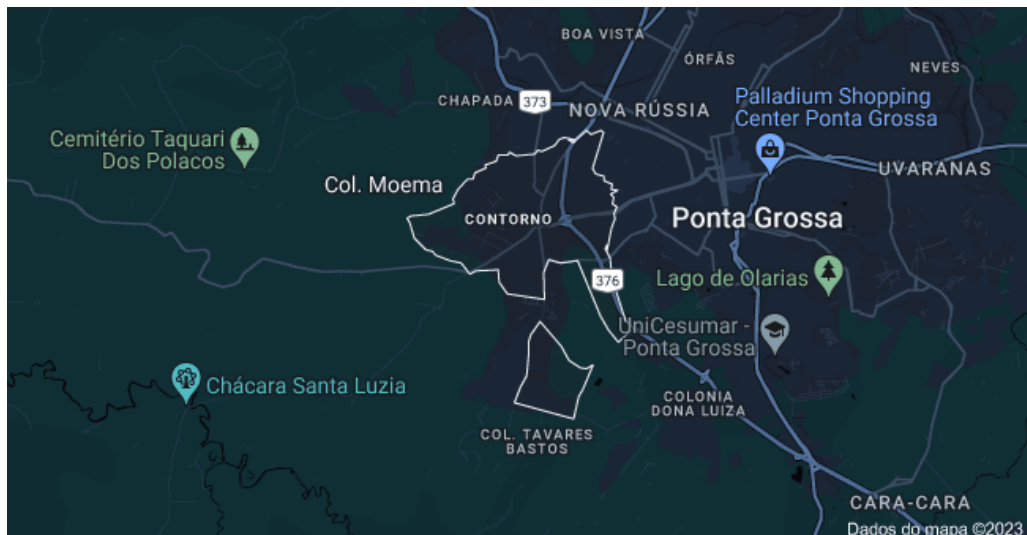
A importância dessas análises é caracterizada principalmente pelo controle de adulteração e fraude do mel, atrelado na contribuição da qualidade desse produto. A adulteração geralmente é feita com a adição de outros carboidratos, como por exemplo, açúcares comerciais como a glicose comercial, solução de xarope de sacarose e solução de sacarose invertida, proveniente de cana ou milho (ROSSI et al.

1999). Dessa forma, as contaminações vindas de microrganismos e alterações físico-químicas devem ser analisadas, para que atendam aos devidos critérios para a certificação antes da comercialização do alimento (SILVA et al. 2008).



Fonte: Google Maps.

Figura 3: Mapa de Ponta Grossa, considerando a localidade do bairro Contorno



Fonte: Google Maps.

3.2. Coleta de Amostras

As amostras dos méis foram coletadas por meio de seringas descartáveis, de forma a não prejudicar as abelhas, de colônias diferentes. As amostras foram armazenadas em coletores universais estéreis de 100 ml e mantidos sob refrigeração (4-5 °C) para posteriormente realizar as análises físico-químicas.

Foram coletadas três amostras da espécie Jataí, de três colônias diferentes. Essas amostras foram conduzidas e realizadas no Laboratório de Alimentos,

localizado no curso de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

3.3. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas do mel de composto Jataí são realizadas para avaliar sua composição e qualidade. O Ministério da Agricultura e Abastecimento, através da Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel apenas de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000) estabelece como parâmetros de qualidade físico-química as análises de açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas), acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural (HMF) descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos descritos pela legislação brasileira para mel floral

Parâmetros físico-químicos	Limites
Umidade (%)	Máximo de 20,00
HMF (mg/kg)	Máximo de 60,00
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,00
Sacarose (%)	Máximo de 6,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60
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)

O estado do Paraná possui uma normativa própria para o mel de abelhas sem ferrão, diante da Portaria n° 63 de 10 de março de 2017, com os limites dos parâmetros físico-químicos diferentes da legislação brasileira, como mostra nas figuras 4 e 5.

Figura 4: Características físico-químicas do mel de abelha sem ferrão pela normativa do Paraná

Características	Parâmetros	Limites	Referências metodológicas
a)Maturidade	Açúcares redutores (calculados como açúcar invertido)	mínimo 47g/100g.	CAC/VOL. III, Supl. 2, 1990, 7.1
	Sacarose aparente	Máximo 5g/100g.	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.2
	Umidade	Mel refrigerado ou pasteurizado: máximo 35g/100g; Mel desumidificado: máximo 20g/100g	A.O.A.C. 16 th Edition, Rev. 4 th , 1998 - 969.38 B

Fonte: Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), 2017.

Figura 5: Características físico-químicas do mel de abelha sem ferrão dada pela normativa do Paraná

b)Pureza	Sólidos insolúveis em água	máximo 0,1g/100g.	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.4.
	Minerais (cinzas)	máximo 0,8g/100g	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.5
	Pólen	Presença de grãos de pólen	Louveaux et al. (1978)
c)Deterioração	Acidez:	máximo de 60 miliequivalentes por quilograma. Sem indícios de fermentação.	A.O.A.C. 16 th Edition, Rev. 4 th , 1998 - 962.19
	Hidroximetilfurfural:	máximo de 40mg/kg.	A.O.A.C. 16 th Edition, Rev. 4 th , 1998 - 980.23
	Atividade diastásica:	máximo 40,0 na escala de Göthe (*).	CAC/Vol. III, Supl. 2, 1990, 7.7
	PH	máximo de 4,7	Moraes e Teixeira (1998).
	O mel não deve ter indícios de fermentação		

Fonte: Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), 2017.

As análises físico-químicas contemplam umidade, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, pH, acidez, índice de diastase e hidroximetilfurfural (HMF), os quais foram realizados de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists) e pela European Honey Commission (BOGDANOV; MARTIN E LÜLLMANN, 1997 adaptado por ALMEIDA e VARGAS, 2016). A cor foi analisada conforme o método de Biachi (1981).

3.3.1. Umidade

O teor de umidade do mel é uma medida importante, pois o excesso dela pode levar à fermentação e reduzir a qualidade do produto. A determinação da umidade das amostras foi realizada pelo método refratométrico (AOAC, 2000); utilizou-se um refratômetro de bancada Abbe, modelo WY1A.

A medida refratométrica fornece o teor de substância seca em soluções açucaradas puras. Quando a solução açucarada tem misturas com outras substâncias, como é o caso do mel, o valor encontrado é geralmente muito próximo do total de substância seca (CECCHI, 1999). Conforme estabelece o método, para obtenção da umidade do mel, aplica-se o índice de refração (IR) a uma tabela de correspondência entre o IR e a umidade do mel (Tabela 2). Esta tabela é derivada de uma fórmula desenvolvida por Wedmore a partir dos dados de Chataway (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997 adaptado por ALMEIDA e VARGAS, 2016).

Tabela 2: Relação entre o índice de refração e a porcentagem de água do mel

Índice de refração (20°C)	Umidade (%)	Índice de refração (20°C)	Umidade (%)
1.5044	13.0	1.4940	17.0
1.5038	13.2	1.4935	17.2
1.5033	13.4	1.4930	17.4
1.5028	13.6	1.4925	17.6
1.5023	13.8	1.4920	17.8
1.5018	14.0	1.4915	18.0
1.5012	14.2	1.4910	18.2

1.5007	14.4	1.4905	18.4
1.5002	14.6	1.4900	18.6
1.4997	14.8	1.4895	18.8
1.4992	15.0	1.4890	19.0
1.4987	15.2	1.4885	19.2
1.4982	15.4	1.4880	19.4
1.4976	15.6	1.4875	19.6
1.4971	15.8	1.4870	19.8
1.4966	16.0	1.4865	20.0
1.4961	16.2	1.4860	20.2
1.4956	16.4	1.4855	20.4
1.4951	16.6	1.4850	20.6
1.4946	16.8	1.4845	20.8

Índice de refração (20°C)	Umidade (%)	Índice de refração (20°C)	Umidade (%)
1.4840	21.0	1.4815	22.0
1.4835	21.2	1.4810	22.2
1.4830	21.4	1.4805	22.4
1.4825	21.6	1.4800	22.6
1.4820	21.8	1.4795	22.8
1.4790	23.0	1.4765	24.0
1.4785	23.2	1.4760	24.2
1.4780	23.4	1.4755	24.4
1.4775	23.6	1.4750	24.6
1.4770	23.8	1.4745	24.8
		1.4740	25.0

Fonte: AOAC, 1990.

Porém, como os valores do presente trabalho apresentaram uma extrapolação matemática, usou-se o cálculo para identificação dos teores de umidade. Este cálculo é descrito pela seguinte fórmula:

$$Y = 614,60 - 400 x$$

Para IR igual ou menor que 1,4976, sendo y= umidade; x= IR.

3.3.2. Açúcares redutores

O mel é composto, como já explanado, principalmente por açúcares, como glicose e frutose. A fabricação dos açúcares totais e individuais é uma parte fundamental da análise. Os açúcares são responsáveis por conservar o mel pela pressão osmótica, os quais impedem o crescimento de leveduras e outros microrganismos (SILVA, 2006). Desta forma, para a quantificação de açúcares redutores foi utilizado o método titulométrico recomendado pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e descrito pela European Honey Commission (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997) descrito por Almeida e Vargas (2016).

O procedimento é descrito por Lane-Eynon, baseado na capacidade dos açúcares redutores, como glicose e frutose, reduzirem 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). Em meio alcalino, os íons cúpricos Cu^{2+} são reduzidos a cuprosos Cu^+ , e os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos (KOMATSU, 1996). A solução passa da cor azul a vermelho tijolo, e deve ficar a todo momento em ebulição durante a titulação, porque o Cu_2O formado pode ser novamente oxidado pelo O_2 do ar, voltando a apresentar a cor azul. A titulação deve levar no máximo 3 minutos, porque pode haver decomposição dos açúcares com o aquecimento prolongado (CECCHI, 1999).

O mel foi diluído 1 : 250, dissolvendo-se 5 g de amostra em água deionizada até 25mL, em balão volumétrico (solução 1 : 5). Desta solução homogeneizada, foram transferidos 2mL para um balão volumétrico de 100 mL, completando o volume com

água deionizada e homogeneizando (solução 1 : 250). A solução 1 : 5 foi reservada para a análise de sacarose aparente (ALMEIDA E VARGAS, 2016).

Seguindo as orientações de Almeida e Vargas (2016), a titulação foi realizada em capela, com uma bureta de 25 mL contendo 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. Após o início da ebulição é iniciada a titulação, liberando de uma vez só, 5 mL da solução de açúcares. Com o reinício da ebulição, a solução de Fehling se torna avermelhada, mas ainda com muita presença de azul (íons Cu^{2+}). A titulação deve ser reiniciada, dessa vez gota a gota, sob agitação e sendo observada a modificação da cor. Considera-se o fim da reação quando a solução contra a luz fluorescente não apresenta qualquer tonalidade ou reflexo azul, estando colorida por um vermelho tijolo intenso. A análise foi realizada em triplicata, e as estimativas de desvio padrão (S) de cada amostra foram calculadas 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.

3.3.3. Sacarose aparente

Como a sacarose é um dissacarídeo não-redutor, sendo este composto por duas moléculas de açúcares redutores (glicose e frutose) unidas em ligação glicosídica (LEHNINGER, 2002). Considera-se que depois que ocorreu a hidrólise, é permitido quantificar de forma indireta a sacarose na solução analisada mediante a análise dos açúcares redutores formados (ALMEIDA E VARGAS, 2016).

De acordo com Almeida e Vargas (2016), foi feita uma solução 1 : 5 de mel preparada na análise de açúcares redutores, foram transferidos 2mL para um béquer de vidro de 100mL, onde foram adicionados 40mL de água deionizada e 1mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado. Esta solução foi aquecida até a ebulição, resfriada, neutralizada com NaOH até pH 7 + ou - 0,2 e completada com água deionizada até

100 mL, em balão volumétrico. Após a homogeneização, as soluções foram tituladas com Fehling. A média dos volumes gastos em três titulações foi aplicada na fórmula de maneira semelhante aos açúcares redutores, e o resultado final foi expresso como porcentagem de açúcares totais (%AT):

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

Assim como 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 faz com que a sacarose seja hidrolizada; porém, somam-se às moléculas separadas (glicose e frutose) os íons de uma molécula de água (H⁺ e OH⁻) (LEHNINGER, 2002) e o peso molecular da sacarose (PM = 342) fica sendo 95% dos pesos moleculares da glicose e da frutose juntas (PM = 360). Desta forma, a porcentagem de sacarose aparente de uma amostra e seu desvio padrão é calculada pela seguinte fórmula:

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

3.3.4. Sólidos insolúveis

Para a realização desta amostra foi usado o método gravimétrico com filtração em cadinhos porosos (BOGDANOV; MARTIN; LÜLLMANN, 1997 adaptado por ALMEIDA E VARGAS, 2016).

As amostras de mel foram pesadas a 5 gramas, sendo diluídas em água a 80 °C e depois levadas para cadinhos porosos nº 3, os quais já estavam secos a 105 °C por 12 horas e pesados. Essas amostras foram lavadas nos cadinhos, com água a 80 °C, até que o volume de cada filtrado atingisse 1 litro. Os cadinhos foram novamente secos a 105 °C por 12 horas e pesados. As medidas foram realizadas em balança com precisão de 0,0001 g.

O cálculo da porcentagem de sólidos insolúveis se dá através da seguinte proporção:

Massa da amostra = 100%

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

3.3.5. Cinzas

As cinzas de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, cuja é transformada em CO₂, H₂O e NO₂ (CECCHI, 1999).

Segundo Almeida e Vargas (2016), foram adicionados 2g de mel em cadinhos que já foram calcinados a 550 °C em forno mufla por 1 hora. Os cadinhos foram levados à capela e as amostras foram carbonizadas em chama. Este procedimento impede que as amostras derramem do cadinho e se condense em fuligem no interior da mufla. Os cadinhos voltaram então 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, calculada.

Massa da amostra = 100%

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

Logo em seguida, foi calculado as estimativas de desvio padrão (S) das amostras de mel que foram analisadas em triplicata.

3.3.6. pH e acidez

O pH é uma medida da acidez ou alcalinidade do mel, e dentro do pH está a acidez. Desta forma, seguindo as recomendações descritas por Almeida e Vargas (2016), do método relatado por Bogdanov; Martin e Lüllmann (1997) foram medidos o pH e acidez.

Foram pesados 2 g de mel e diluídos em água deionizada até o volume chegar à 15 mL. O pH foi determinado com ajuda de um pHmetro Hanna Instruments, modelo HI 8424, anteriormente calibrado. Esta mesma solução foi utilizada na determinação da acidez, sendo adicionadas 2 gotas de fenolftaleína 1% e titulando-se com NaOH 0,05 M em bureta de 10 mL, até o ponto de viragem: coloração levemente rósea, que persiste por 10 segundos (KOMATSU, 1996).

Para o cálculo da acidez foi utilizada a seguinte fórmula:

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

Posteriormente, foi feito o desvio padrão de cada amostra através da fórmula:

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

3.3.7. Índice de diástase

A análise de atividade diastásica é uma medida da presença de enzimas, como a amilase, no mel. É um indicador da qualidade e frescor do mel. O índice foi definido de acordo com o método de Malaspina (SANTOS; MALASPINA; PALMA, 2003), desenvolvido no Laboratório do Centro de Estudos de Insetos Sociais da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro – SP. O método é uma conversão do método relatado por Bogdanov; Martin e Lüllmann (1997), e utiliza a leitura em espectrofotômetro da descoloração de uma solução de amido, iodo e mel em condições controladas. Quanto mais rápida a descoloração, maior a atividade diastásica da amostra, expressa em unidades da Escala Gothe ou Schade por grama de mel. A unidade Gothe é definida como a quantidade de enzima capaz de converter 0,01 g de amido em uma hora a 40 °C.

Para a realização do procedimento, foi preparado anteriormente as seguintes soluções:

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

De cada amostra de mel foram pesados 5 g, sendo acrescentados cerca de 20 mL de água deionizada, corrigindo o pH desta solução até 5,3, com NaOH e completando o volume da solução até 50 mL.

Sistema de reação: em um tubo de ensaio foram adicionados 8 mL da solução de mel, 500 µL do tampão acetato 0,1 M, 500 µL da solução de cloreto de sódio 0,1 M, 150 µL da solução de iodo 0,02 M e 6,6 mL de água deionizada. Posteriormente, foi adicionado 250 µL da solução de amido 1%, onde no mesmo instante foi disparado

o cronômetro, agitando a solução até a homogeneização total; logo em seguida foi medido a absorvância da solução no espectrofotômetro a 660nm, utilizando água no momento da calibragem. Esta primeira leitura é o valor da absorvância inicial (Abs_i), aplicada posteriormente na fórmula. No decorrer da leitura, o tubo com a solução precisa estar aquecido no banho-maria a 40 °C. Foram realizadas leituras periódicas de absorvância ao decorrer do tempo da análise, retornando sempre o tubo ao banho-maria, esperando atingir um valor entre 0,240 e 0,200. Chegando neste valor, a contagem do tempo no cronômetro é parada instantaneamente, registrando o tempo que foi transposto. O último valor de absorvância registrado é considerado a absorvância final (Abs_f). O índice de diastase foi calculado através da seguinte fórmula:

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

Sendo: 0,3 = constante de absorvância = 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 feita em triplicata e as estimativas de desvio padrão de cada amostra foram calculadas pela fórmula:

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

3.3.8. Hidroximetilfurfural (HMF)

O HMF é uma análise indicativa de qualidade do produto. Quando esse fator apresenta níveis altos, caracteriza-se em uma queda no valor nutricional pelo processo de aquecimento, destruindo certas vitaminas e enzimas termolábeis (VERÍSSIMO,1988).

Foi utilizado o método espectrofotométrico recomendado pela AOAC (2000) adaptado por Almeida e Vargas (2016), sendo as seguintes soluções preparadas previamente:

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

- Solução de Carrez II: 30 g 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).

Seguindo as orientações de Vargas (2006), em um béquer, foram colocados 5 g de mel e cerca de 25 mL de água deionizada, solubilizando a amostra. Foram adicionados 500 μ L da solução de Carrez I, homogeneizando, e mais 500 μ L da solução de Carrez II, homogeneizando (neste momento, a solução se torna turva) e completando o volume para 100 mL. A solução posteriormente foi filtrada em papel, desfez-se dos primeiros 10 mL filtrados.

Da solução filtrada, foram pipetados 5 mL em quatro tubos de ensaio. No primeiro, que seria o tubo de referência, foram adicionados 5 mL da solução de bissulfito de sódio 0,2%. Nos demais foram adicionados 5 mL de água deionizada, caracterizados como soluções teste. As soluções foram homogeneizadas e medidas em espectrofotômetro previamente calibrado, nos comprimentos de onda de 284 nm e 336 nm em cubeta de quartzo.

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

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

Com $F = 149,7$, calculado através da seguinte fórmula:

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

3.3.9. Cor

Para a análise de determinação da cor no mel foi utilizado o método de Bianchi (1981), que é representado pela medida da absorbância a 635 nm (Abs635) de uma solução 50% (m/v) de mel em água deionizada. Logo após a diluição, a solução permanece em repouso de 10 a 15 minutos antes da leitura no equipamento já calibrado.

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

$$\text{Cor} = (371,39 \times \text{Abs635}) - 38,70$$

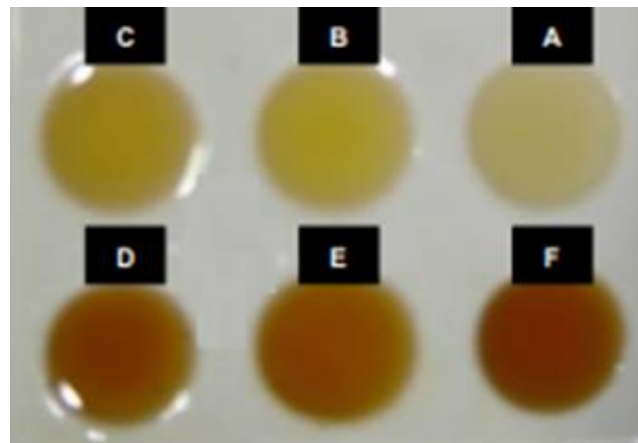
Classificação se dá pela escala Pfund, apresentado no quadro (tabela 3):

Tabela 3: Classificação do mel conforme a coloração

Classificação da Cor		
Mel	mm Pfund	Abs635
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 e Vargas (2016)

Figura 6: comparativo de cores do mel



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

Fonte: Almeida e Vargas (2016)

3.4 Análise dos dados

Os resultados obtidos foram digitados em planilha do Programa EXCEL, e realizada a análise dos dados através de estatística descritiva do programa, com a obtenção das médias e desvios padrões.

4. Resultados e Discussões

Os resultados das análises físico-químicas do mel de Jataí coletados na cidade de Ponta Grossa encontram-se na tabela 4. Em forma de comparativo entre os valores, foram analisados os valores obtidos nas análises juntamente com os valores da legislação brasileira e do Paraná, descritos na tabela 4.

Tabela 4: Resultados das análises físico-químicas do mel de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) da região dos Campos Gerais e Parâmetros físico-químicos em comparação a Legislação do Brasil e Legislação do Paraná.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	AMOSTRA	Médias (Desvio Padrão)	MÉDIA GERAL	LIMITES DO BRASIL ¹	LIMITES DO PARANÁ ²
Umidade (%)	JA	28.17 (0,75)	26.97	Máximo 20,00	Máximo 35,00
	JB	26.43 (0,21)			
	JC	26.30 (0,17)			
HMF (mg/kg)	JA	24.70 (1,82)	39.47	Máximo 60,00	Máximo 40,00
	JB	31.94 (2,52)			
	JC	61.78 (2,94)			
Açúcares redutores (%)	JA	66.53 (2,48)	68.74	Mínimo 65,00	Mínimo 47,00
	JB	67.66 (2,46)			
	JC	72.03 (1,57)			
Sacarose (%)	JA	6.76 (4,38)	5.78	Mínimo 6g/100g	Mínimo 5g/100g
	JB	3.17 (1,24)			
	JC	7.40 (1,28)			
Cinzas (%)	JA	0.39 (0,17)	0.43	Máximo 0,60	Máximo 0,80
	JB	0.52 (0,04)			
	JC	0.37 (0,15)			
Acidez (meq/kg)	JA	52.19 (1,46)	51.43	Máximo 50,00	Máximo 60,00
	JB	47.39 (0,64)			
	JC	54.71 (1,46)			
Cor	JA	198.74 (5,59)	186.16		

	JB	219.29 (1,91)			
	JC	140.43 (1,87)		De quase incolor a pardo-escuro	Variável de quase incolor a pardo-escuro
Atividade diastásica (mg/Kg)	JA	2.04 (0,13)			
	JB	1.69 (0,11)	1.83	Mínimo 8 escala de Gothe ou 3 HMF inferior a 15	Máximo de 40,0 na escala de Gothe
	JC	1.77 (0,17)			
Ph	JA	3.87 (0,02)			
	JB	4.23 (0,06)	4.07	-	Máximo 4,7
	JC	4.12 (0,03)			

Legenda: JÁ: amostra A; JB: amostra B; JC: amostra C.

1: Brasil (2000);

2: Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), 2017.

4.1. pH

A análise de pH apresentou uma faixa de 3,87 para amostra A, 4,23 para amostra B e 4,12 para amostra C como mostra na tabela 4, contemplando uma média de 4,07. Dessa forma, quando se compara a estudos de Souza et. al. (2006) que apresenta uma média de 3,98 e Anacleto-Almeida (2007) com o resultado de pH de 4,10, pode-se inferir que no presente estudo se obteve os resultados semelhantes aos dos autores citados anteriormente. A legislação brasileira não decreta valores corretos de pH (Tabela 4), mas, sabe-se que este parâmetro determina que tipo de microrganismo pode crescer em determinado alimento, neste caso, o mel (BRASIL, 2000). Já que, quanto mais ácido for o alimento, mais difícil é para o microrganismo sobreviver e se multiplicar. Entretanto, na norma descrita pelo Paraná, no que diz respeito ao pH, o qual possui um limite máximo de 4,7 (ADAPAR, 2017), as amostras se encontraram dentro deste limite, como mostra na tabela 5.

4.2. Cinzas

As cinzas nas respectivas amostras A, B e C demonstraram os seguintes valores: 0,39%, 0,52% e 0,37% (Tabela 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida-Anacleto (2007) que verificou uma média de 0,3% de cinzas, com uma variação de 0,21 a 0,60%, como também relatado por Oliveira (2013) que obteve um resultado de 0,36% e Souza et. al. (2006) que encontraram valores de 0,37% para a cinzas das amostras de méis. Já Denadai et. al. (2002) relatam valores médios de 0,45% de cinzas nas amostras analisadas.

As cinzas indicam os minerais presentes no mel e sua quantidade, que determinam a coloração, já que quanto mais claro, menor a concentração de conteúdo mineral. Motivado pela origem do pasto apícola, os valores de cinzas consideravelmente altos ou baixos demonstram que o mel sofreu determinada adulteração (VENTURINI, SARCINELLI e SILVA, 2007).

A análise de cinzas de acordo com a legislação possui um limite máximo de cinzas de 0,6% apresentados na tabela 4 (BRASIL, 2000) já que essa análise permite uma detecção de irregularidade no mel, podendo-se citar: falta de higiene, falha na filtração, não decantação ou obtenção do mel pela prensagem dos favos (ANACLETO, 2007). Já a portaria n° 63 do Paraná apresenta um máximo de 0,8% demonstrado na tabela 4 (ADAPAR, 2017). No presente trabalho essa variável analisada encontrou-se dentro do parâmetro da Legislação Brasileira e da normativa do Paraná, descrita pela portaria n° 63 de 10 de março de 2017.

4.3. Sólidos Insolúveis

Nesta análise não foram obtidos os valores de sólidos insolúveis (Tabela 4).

4.4. Hidroximetilfurfural (HMF)

Os valores de HMF encontrados foram de 24,7 mg/Kg mel⁻¹ para amostra A, 31,93 mg/Kg mel⁻¹ para B e 61,77 mg/Kg mel⁻¹ para C (Tabela 4).

Vit et al. (1998) obtiveram valores de HMF entre 0,4 a 31,6 mg/Kg⁻¹ para o mel de abelhas sem ferrão da subfamília Meliponi e valores de 4,2 a 20,4 mg/Kg⁻¹ para o mel de abelhas sem ferrão da subfamília Trigoni. De acordo com Anacleto et. al. (2009) o mel da abelha Jataí possui média de 9,39 mg/Kg mel⁻¹, variando de 0,75 a 30,58 mg/Kg mel⁻¹. Os valores obtidos na presente pesquisa mostram valores variados e acima da literatura, certificando que os teores de HMF oscilam. White Júnior (1992) descreve que nos países subtropicais por conta das altas temperaturas, os méis tendem possuir alto conteúdo de HMF naturalmente, sem que o produto não passe por superaquecimento ou adulteração.

Seguindo a legislação brasileira, o valor máximo de HMF é de 60,0 mg/Kg⁻¹, e a normativa do Paraná, portaria n° 63 de 10 de março de 2017, indica máximo de 40,0 mg/Kg⁻¹ descrito na tabela 4 (ADAPAR, 2017) onde apenas a amostra C encontra-se acima do limite das normas descritas.

4.5. Umidade

Os valores da variável umidade encontrados nas amostras analisadas foram de: Amostra A: 28,16%, Amostra B: 26,43% e Amostra C: 26,3% (Tabela 4). O índice de refração foi realizado em uma temperatura de 20°C. Almeida-Anacleto (2007) verificaram um valor de 23,0% de Umidade nas análises de méis de *Tetragonisca angustula*; como também valores semelhantes foram encontrados por Denadai et. al. (2002) com valores médios de 23,7% de Umidade. Resultado semelhante foi verificado por Oliveira (2013) que obteve em seus estudos um teor de 25% de Umidade. Já Souza et.al. (2006) encontraram valores de 26,62% de Umidade. Já Pamplona (1989) verificaram valores superiores aos verificados por diferentes autores com um valor de 40,2% de umidade. Assim, a presente pesquisa foi possível observar que os teores obtidos foram próximos dos valores de estudos anteriormente relatados.

A legislação do Brasil define um limite máximo de 20% de umidade, apresentado na tabela 4 (BRASIL, 2000). Porém, as análises do presente estudo em conjunto com a literatura existente demonstram que os valores de umidade para *Tetragonisca angustula* são geralmente superiores a legislação, estando fora do parâmetro de qualidade e necessitando condições rigorosas de higiene no momento da coleta e no armazenamento adequado (CARVALHO et. al., 2005). Mas, quando comparado a normativa do Paraná, portaria n° 63 de 10 de março de 2017, o qual descreve um máximo de 35% (Tabela 4), os valores encontrados nas amostras estão dentro do limite da norma paranaense.

As condições climáticas no dia da coleta do mel insinuam no conteúdo de água por ser um produto que o absorve (SILVA et. al, 2004). Além de que, teores de água mais altos que 20% apontam que o mel foi coletado antes de ficar “maduro” (não operculado) ou também, que sofreu adição de água devido ao processamento indevido (LEAL, SILVA e JESUS, 2001).

4.6. Diastase

Os valores para atividade diastásica para as amostras A, B e C foram de: 2,04; 1,69 e 1,77, (Tabela 4) respectivamente. Os valores encontrados no presente estudo encontram-se abaixo na escala de Gothe, como também, não são aceitos pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2000), que estabelece valor mínimo de 8 na escala de Gothe, juntamente com o índice de HMF inferior a 60 mg Kg (Tabela 4)

(BRASIL, 2000). A Instrução Normativa nº 63 do Paraná (2017) apresenta um valor máximo de 40,0 na escala de Gothe (Tabela 4). O resultado dessa análise apresentou inferioridade quando comparada a estudos correlatados, como no caso de Anacleto et. al., (2009) que obteve valores de 7,16 a 54,11. Villas-Boas & Malaspina (2005) apresentaram valor mínimo de 3,0 na escala de Gothe para o mel de abelhas sem ferrão, porém, os méis analisados no presente trabalho estiveram inferiores a tal escala, demonstrando não possuir enzimas amilase suficientes.

Seguindo os estudos de Crane (1983), níveis baixos de atividade diastásica podem ser observados em méis com rápido fluxo de néctar na colmeia, convertendo em um produto com menos tempo de processo pelas abelhas. Pode-se observar também, quando o néctar possui altos índices de açúcar, não necessita de muito tempo de manipulação para converter em mel pelos meliponíneos, apresentando uma tendência baixa de invertase e diastase.

4.7. Acidez

Os valores encontrados para a variável acidez nas amostras A, B e C apresentaram resultados de 52,18meq/Kg; 47,3meq/Kg e 54,71meq/Kg, respectivamente, encontrados na Tabela 4. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et. al. (2006) que obtiveram valor de 58,53 meq/Kg, Almeida-Anacleto (2007) com média de 45,23meq/Kg, com uma variação de 17,0 a 98,0meq/Kg. Já Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007) encontraram valores inferiores, com uma acidez de 24,7meq/Kg. Uma acidez maior foi verificada por Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) que obtiveram valor de 69,06 meq/Kg para os méis analisados. Valores de acidez bem acima do encontrados nas amostras de mies de Jataí coletados na cidade de Ponta Grossa foram verificados por Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) com um valor médio de acidez de 12,80 meq/Kg, sendo o dobro do valor encontrado no presente estudo. Assim, pode se inferir a necessidade de normativas para a qualidade do mel de meliponíneos, uma vez que a acidez é um fator determinante, pois esse fator inibe ou favorece o crescimento de microrganismos no produto em questão. Sabe-se que essa acidez é característica deste mel e não um fator de deterioração. Este parâmetro pode estar relacionado com o pasto apícola da região.

Para legislação brasileira os valores de acidez não se enquadram na faixa estabelecida (BRASIL, 2000), cuja estabelece valores apenas para *Apis mellifera*.

Mas, quando se compara com a norma paranaense, caracterizada por ter um limite máximo de 60 meq/Kg (ADAPAR, 2017), os valores obtidos encontram-se dentro desta faixa.

Levando em consideração apenas o valor obtido no presente estudo, o mel de Jataí encontra-se fora da legislação brasileira, mas estando dentro da normativa do Paraná, da portaria n° 63 de 10 de março de 2017.

4.8. Açúcares Redutores

Nas amostras analisadas neste estudo foram verificados valores de açúcares redutores de 66,53% para A, 67,66% B e 72,03% C (Tabela 4). Valores inferiores foram encontrados em estudos realizados por Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998) foi encontrado valor de 58,19% para os açúcares redutores, concordando com os resultados encontrados por Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) que obtiveram 58%. Já Almeida-Anacleto (2007) encontraram valores em um intervalo de 48,66 a 57,97% de açúcares redutores; concordando com os resultados verificados por Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) que descobriram uma média de 53 %. Já Souza et. al. (2006) obtiveram valores de açúcares redutores de 58 a 75,7%, verificando assim, uma quantidade de açúcares redutores próximos aos encontrados neste presente estudo. De acordo com a legislação brasileira, para este parâmetro têm-se valores mínimos de 65% (Tabela 4), assim, as amostras dos méis de abelhas Jataí, nas diferentes localidades da Cidade de Ponta Grossa encontram-se encontram dentro do limite proposto pela legislação do Brasil. Como também, para a normativa do Paraná, portaria n° 63 de 10 de março de 2017, o valor mínimo para os açúcares redutores é de 47g/100g (Tabela 4), desta forma, os valores das amostras analisadas encontram-se acima deste limite.

4.9. Sacarose Aparente

As médias da variável sacarose das amostras A, B, e C foram: 6,76%; 3,16% e 7,4% (Tabela 4), respectivamente, concordando com os valores obtidos por Souza (2008) que encontraram valores de 0,2 a 9,5%. Em estudos realizados por Rodrigues et.al. (1998) descreveram o valor de 1,17%. Já Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) relatam valores de sacarose aparente de 2,35%, diferentemente do que encontrado por Almeida-Anacleto (2007) com resultados de 0,95% e uma variação de 0,13 a

2,32%. Uma variação grande de valores também fora verificada por Carvalho et. al. (2006) que encontram uma variação de 0,85 a 2,15% de sacarose aparente.

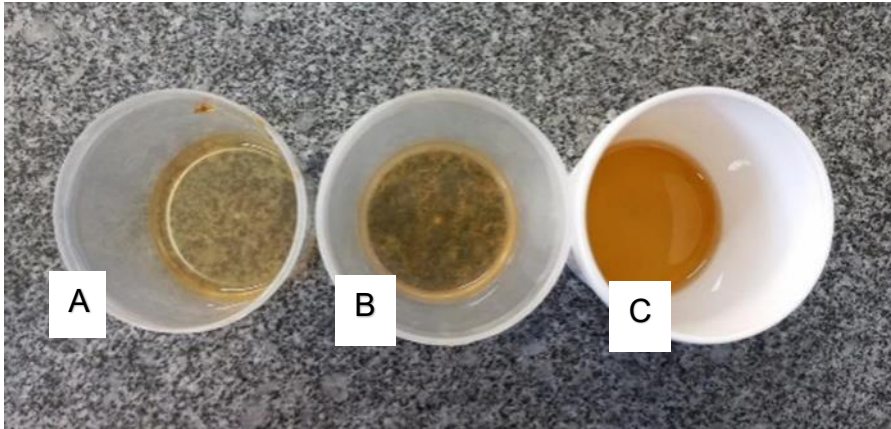
A legislação brasileira estabelece para análise de sacarose um teor máximo de 60% (Tabela 4) onde, nos resultados do trabalho, se encontram inferiores a norma requerida. Para a norma paranaense, portaria nº 63 de 10 de março de 2017, têm-se um teor de 5g/100g (Tabela 4).

4.10. Cor

Para análise de cor foram obtidos os valores de 198,74; 219,29 e 140,43 para as amostras A, B e C (Tabela 4) respectivamente, caracterizando-as como âmbar-escuro. A coloração do mel pode ser influenciada pelo pasto apícola, fatores climáticos amadurecimento da colmeia e temperatura (ROLIM et. al., 2018). O armazenamento do mel, luz, calor e as reações enzimáticas tendem a afetar a cor do mel. A velocidade do escurecimento se encontra ligada a proporção de frutose, glicose, quantidade de nitrogênio e aminoácidos livres sob reação de substâncias polifenólicas com sais de ferro, conteúdo de minerais, já que quanto mais escura a cor, maior quantidade, e também, instabilidade de frutose em meio ácido (BATH e SINGH, 1999 adaptado por ROLIM et. al., 2018). Em contra partida, visualmente e empiricamente, o mel se encontra mais claro como mostra na figura 7, sendo classificado como âmbar, comparando com a literatura descrito por Vargas e Almeida (2016), diferente da classificação realizada pelo cálculo.

Entretanto, isso reforça a realização de estudos mais aprofundados para as análises do mel de meliponíneos. Porém, deve ser levado em consideração o resultado dos cálculos, já que este é um dado obtido da tabela Pfund, usada obrigatoriamente.

Figura 7: Coloração dos méis utilizados pela análise de Cor.



Legenda: amostra A; amostra B; amostra C.
Fonte: Autor.

5. Conclusão

Os valores encontrados no presente trabalho reafirmam que a legislação brasileira sobre o mel não contempla o mel de abelha sem ferrão, como a Jataí pelos parâmetros físico-químicos avaliados em questão, sendo eles: cor, acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, análise de diastase, hidroximetilfurfural, sólidos insolúveis e umidade. Apenas os índices de pH, açúcares redutores e cinzas estiveram dentro da legislação brasileira e na normativa do Paraná, onde as análises de umidade, pH, açúcares redutores e cinzas estiveram dentro dos limites estabelecidos.

Por isso, conclui-se a necessidade de uma legislação apenas para o mel de meliponíneos que contemple todos os estados do Brasil, levando em considerações as diferentes espécies que possuem comportamentos e preferências florais que se diferem, além das condições climáticas que variam de acordo com as regiões do país, já que estas considerações mudam, como foi descrito no presente trabalho.

6. Referências Bibliográficas

SITE A.B.E.L.H.A, **Associação Brasileira de Estudos das Abelhas**. 2020. Disponível em: < <https://abelha.org.br/como-e-feito/> >. Acessado em 25/05/2023.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (ADAPAR). Portaria n° 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 >. Acessado em: 25/05/2023.

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, Daniela de Almeida. **Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo**. 2007. 133f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

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

BEZERRA, J. A.; SOUZA, E. **A rainha do sertão**. Revista Globo Rural, ano 17, n.202, p.62-69. 2002.

BIANCHI, E. M. La miel, características y composición – Análisis y Adulteraciones. Santiago del Estero: UNSE – CEDIA, 1981.

Blog Criar abelhas. Disponível em: <https://www.criarabelhas.com.br/abelhas-jatai/#:~:text=Morfologia,para%20grudar%20em%20sua%20amea%C3%A7a>. Acessado em 25/05/2023.

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://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf> Acessado em: 05/06/2023

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

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: UNICAMP, 1999.

CRANE, E. **Livro do mel**. Trad. De Astrid Kleinert Giovannini. São Paulo: Nobel.1983. 226p.

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.

FREITAS, Breno M. **Meliponíneos**. Universidade Federal do Ceará, 2003. Disponível em <<http://www.abelhas.ufc.br/documentos/meliponineos.pdf>>. Acessado em 05/06/2023

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.

LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. Aspecto físico-químico do mel de abelhas comercializado no município de Salvador-Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 14-18, 2001.

LEHNINGER, A.L. Princípios de Bioquímica. São Paulo: Sarvier, 2002, 975p.

M., M., ALMEIDA, VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel por medidas analíticas In: Análises químicas, propriedades funcionais e controle da qualidade de alimentos e bebidas**. 1 ed. São Paulo: Elsevier Brasil, 2016, v.1, p. 145-172.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas em ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 1997. 446p.

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

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.

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

RODRIGUEZ, B.A.; MENDOZA, S.; ITURRIGA, M.H. e CASTANO-TOSTADO, E. Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys. **Journal of Food Science**, vol. 77, n. 1, p. 121-127. 2012.

ROLIM et. al. **Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: revisão**. Medicina Veterinária (UFRPE), Recife, v. 12, n. 1 (jan-mar), p.73-81, 2018.

ROSSI, N.F.; Martinelli, L.A.; Lacerda, T.H.M.; Camargo, P.B.; Victória, R.L. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, 19(2): 1-16, 1999.

SANTOS, K. S.; MALASPINA, O.; PALMA, M.S. **Cinética da diástase em méis de diferentes origens florais. Um novo protocolo experimental.** Mensagem Doce. São Paulo, n. 70, p. 2 – 4, mar. 2003.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Apicultura, uma oportunidade de negócio sustentável.** Marco Antonio Dantas de Almeida; Corália Maria Sobral Carvalho. Salvador: Sebrae Bahia, 2009. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Apicultura-uma-oportunidade-de-negocio-sustentavel.pdf>> . Acessado em 29/06/2023.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.260-265, mai.-dez., 2004.

SILVA, E.V.C.; ARAÚJO, A.A.; VENTURIERI, G.C.; OZELA, E. F. **Avaliação microbiológica e sensorial de méis de abelhas *Apis mellifera* (Africanizadas) e *Melipona fasciculata* (Uruçu Cinzenta) in natura e pasteurizado.** Higiene Alimentar, 22(162): 83-87, 2008.

SILVA, J.A. **Tópicos de tecnologia de alimentos.** São Paulo; Varela. 2000. 227p

SITE A.B.E.L.H.A, **Associação Brasileira de Estudos das Abelhas.** 2020. Disponível em:< <https://abelha.org.br/como-e-feito/> >. Acessado em 25/05/2023

SOUZA, B de A.; CARVALHO, A.L. de; SODRÉ, G. da S; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de méis de *Melipona asilvai* (Hymenoptera:Apidae). **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1623-1624. 2004.

SOUZA, B. A.; **Caracterização físico-químicas e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona Illiger*.** Piracicaba, 2008.

SOUZA, B. A.; ROUBIK, D.; BARTH, O. M.; HEARD, T.; ENRÍQUEZ, E.; CARVALHO, A. L. C.; VILLAS-BÔAS, J.; MARCHINI, L.; LOCATELLI, J.; PERSANOODO, 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.

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

VENTURINI, KS; SARCINELLI, MF; SILVA, LC. Características do Mel. **Boletim Técnico**, PIE-UFES, 2007.

VERÍSSIMO, M.T.L. **Saiba o que é o HMF.** **Apicultura no Brasil**, v.4, n.24, p.31, 1988.

VILLAS-BOAS, J.K. e MALASPINA, O. **Parâmetros físico-químicos propostos para controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil.** Mensagem Doce, n. 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.

WHITE JÚNIOR, J. W. Honey. **Advances in Food Research**, v.22, Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização... 31 p.287-374. 1978.

WITTER, S.; SILVA, P. N. **Manual de boas práticas para o manejo e conservação de abelhas nativas (meliponíneos)**. 1. ed. - Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2014.