

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

RICARDO MARTINS DE MIRANDA

**MAPEAMENTO DE MELIPONÁRIOS DA MESORREGIÃO DA ZONA DA MATA
MINEIRA E CARACTERIZAÇÃO DE MÉIS DE ABELHAS SEM FERRÃO
PRODUZIDOS NA REGIÃO DE RIO POMBA-MG**

RIO POMBA

2024

RICARDO MARTINS DE MIRANDA

**MAPEAMENTO DE MELIPONÁRIOS DA MESORREGIÃO DA ZONA DA MATA
MINEIRA E CARACTERIZAÇÃO DE MÉIS DE ABELHAS SEM FERRÃO
PRODUZIDOS NA REGIÃO DE RIO POMBA-MG**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Alimentos.

Orientadora: Vanessa Riani Olmi Silva

Coorientadora: Janaína Maria Batista de Sousa

Coorientador: Roselir Ribeiro da Silva

RIO POMBA

2024

Ficha Catalográfica elaborada pela Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais / *Campus* Rio Pomba
Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977

M672m

Miranda, Ricardo Martins de.

Mapeamento de meliponários da mesorregião da zona da mata mineira e caracterização de méis de abelhas sem ferrão produzido na região de Rio Pomba- MG. / Ricardo Martins de Miranda – Rio Pomba, 2024.

44f.

Orientador: Profª Vanessa Riani Olmi Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

1. Meliponicultura. 2. Hidroximetilfurfural (HMF). I. Silva, Vanessa Riani Olmi. II. Título.

CDD: 638.1

RICARDO MARTINS DE MIRANDA

**MAPEAMENTO DE MELIPONÁRIOS DA MESORREGIÃO DA ZONA DA MATA
MINEIRA E CARACTERIZAÇÃO DE MÉIS DE ABELHAS SEM FERRÃO
PRODUZIDOS NA REGIÃO DE RIO POMBA-MG**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 30/08/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Janaína Maria Batista de Sousa
Dr.^a. em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Sudeste MG

Prof. Roselir Ribeiro da Silva
Dr. em Ciências Ambientais
IF Sudeste MG

Prof.^a. Eliane Maurício Furtado Martins
Dr.^a. em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Sudeste MG

Prof. Maurício Henriques Louzada Silva
Dr. em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Sudeste MG

Prof.^a. Vanessa Riani Olmi Silva
Dr.^a. em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Sudeste MG

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais- Campus Rio Pomba, pela oportunidade de cursar o mestrado, assim como pelas instalações e recursos disponibilizados, que foram essenciais para a conclusão deste projeto.

Quero agradecer também à aluna Victória Oliveira Sabino da Silva pelo auxílio nas análises propostas no projeto, cuja contribuição foi fundamental.

Agradeço aos coorientadores, Prof.^a Janaína Maria Batista de Sousa e Prof. Roselir Ribeiro da Silva, pelo apoio, orientação e valiosas contribuições ao longo deste trabalho. Suas expertises e conselhos foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Minha gratidão ao Prof. Maurício Henriques Louzada Silva, que iniciou esta trajetória comigo. Seu entusiasmo e conhecimento profundo no início deste projeto foram cruciais para estabelecer uma base sólida. Posteriormente, a Prof.^a. Vanessa Riani Olmi Silva assumiu o projeto, trazendo novas perspectivas e orientações valiosas que me guiaram até a conclusão. Sua dedicação e incentivo constante foram inestimáveis. Aos professores que me ajudaram ao longo deste caminho, agradeço imensamente pela paciência, pelo ensino e pela dedicação nas aulas ministradas. Cada um de vocês contribuiu de maneira única para meu aprendizado e crescimento acadêmico. Suas aulas não apenas ampliaram meus conhecimentos, mas também me inspiraram a sempre buscar mais.

Aos meus colegas, quero agradecer profundamente a todos que, sem medir esforços, me ajudaram nas tarefas do dia a dia, tornando esta jornada mais leve e colaborativa. A camaradagem e o apoio de vocês foram fundamentais para superar os desafios que encontrei pelo caminho.

Quero agradecer à minha família, dedicando este trabalho à minha irmã Rosa Maria, que me acompanhou em todos os momentos da minha vida e que certamente está muito feliz com esta minha conquista, que considero não apenas minha, mas nossa.

Agradeço à minha querida esposa, que muitas vezes se preocupou com o tempo que dediquei à pesquisa, e ao meu precioso filho, que é um orgulho para mim e me incentivou a cursar o mestrado, mesmo estando preocupado durante todo o período.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a chegar ao final desta etapa em minha vida.

RESUMO

Esse estudo objetivou mapear meliponários ativos na mesorregião da Zona da Mata mineira e caracterizar os aspectos físico-químicos de méis produzidos pelas espécies Jataí, Uruçu-amarela e Mandaçaia. Os méis foram adquiridos em meliponários ativos mapeados, localizados nas cidades de Rio Pomba (M1 e M3) e Silveirânia (M2). Foram realizadas análises físico-químicas para determinar os níveis de umidade, sólidos solúveis, condutividade elétrica, acidez livre, pH, cinzas, proteínas e hidroximetilfurfural (HMF), além de caracterizar a cor dos méis. Foram identificados dez meliponários em nove cidades da mesorregião da Zona da Mata Mineira. Os resultados revelaram que os méis das diferentes espécies de abelhas apresentaram variações significativas das características físico-químicas. Houve diferença ($p < 0,05$) nos valores de pH, proteínas, HMF (hidroximetilfurfural) e cinzas, em relação às espécies de abelhas produtoras e local do meliponário. O teor de cinzas variou de 0,07 a 0,47 g/100 g de mel para os méis estudados, com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os méis de meliponários distintos produzidos pelas abelhas *Tetragonisca angustula* Latreille e *Melipona mondury* Smith. Os valores de condutividade elétrica dos méis estudados apresentaram variação de 1,45 a 1,47 mS.cm⁻¹, sem diferenças significativas ($p > 0,05$), em relação a espécie de abelha sem ferrão produtora e a origem de colheita. O índice de pH variou de 3,65 a 4,7 nos méis avaliados. Foram observadas diferenças ($p < 0,05$) quanto a origem de colheitas nos méis produzidos pelas diferentes espécies. A acidez livre dos méis variaram de 16,27 a 146,66 mEq/kg⁻¹ sem diferença ($p > 0,05$) entre as espécies de abelhas sem ferrão produtora e o meliponário de origem. A cor dos méis apresentou valores de 56,13 a 312,20. Os méis dos meliponários M2 e M3 produzidos por abelhas *T. angustula* Latreille foram os que apresentaram os maiores valores ($p < 0,05$) em relação ao mel do meliponário M1 produzido pela mesma espécie de abelha sem ferrão. Estes resultados destacam a diversidade e singularidade dos méis produzidos por abelhas sem ferrão na região de estudo, sugerindo a necessidade de normas específicas que regulamentem a qualidade e autenticidade dos produtos. A pesquisa fornece um panorama detalhado das características físico-químicas do mel de abelhas sem ferrão na região de Rio Pomba-MG, contribuindo para a determinação de parâmetros de qualidade e identidade destes méis.

Palavras-chave: Meliponicultura. Caracterização físico-química. Hidroximetilfurfural (HMF).

ABSTRACT

MAPPING OF MELIPONARIES IN THE MESOREGION OF ZONA DA MATA MINEIRA AND CHARACTERIZATION OF HONEY FROM STINGLESS BEES PRODUCED IN THE REGION OF RIO POMBA-MG

This study aimed to map active meliponarians in the Zona da Mata mesoregion of Minas Gerais and characterize the physical-chemical aspects of honeys produced by the species Jataí, Uruçu-amarela and Mandaçaia. The honeys were purchased from mapped active meliponarias, located in the cities of Rio Pomba (M1 and M3) and Silveirânia (M2). Physicochemical analyzes were carried out to determine the levels of moisture, soluble solids, electrical conductivity, free acidity, pH, ash, proteins and hydroxymethylfurfural (HMF), in addition to characterizing the color of the honeys. Ten meliponarians were identified in nine cities in the Zona da Mata Mineira mesoregion. The results revealed that honeys from different bee species showed significant variations in physicochemical characteristics. There was a difference ($p < 0.05$) in the values of pH, proteins, HMF (hydroxymethylfurfural) and ash, in relation to the species of producing bees and the location of the meliponary. The ash content varied from 0.07 to 0.47 g/100 g of honey for the honeys studied, with significant differences ($p < 0.05$) between honeys from different meliponaries produced by the bees *Tetragonisca angustula* Latreille e *Melipona mondury* Smith. The electrical conductivity values of the honeys studied varied from 1.45 to 1.47 mS.cm⁻¹, without significant differences ($p > 0.05$), in relation to the species of stingless bee producer and the origin of harvest. The pH index ranged from 3.65 to 4.7 in the honeys evaluated. Differences ($p < 0.05$) were observed regarding the origin of harvests in the honeys produced by the different species. The free acidity of the honeys ranged from 16.27 to 146.66 mEq/kg with no difference ($p > 0.05$) between the stingless producing bee species and the meliponarian of origin. The color of the honeys presented values from 56.13 to 312.20. The honeys from the M2 and M3 meliponaries produced by *T. angustula* Latreille bees were those that presented the highest values ($p < 0.05$) in relation to the honey from the M1 meliponaries produced by the same species of stingless bee. These results highlight the diversity and uniqueness of honeys produced by stingless bees in the study region, suggesting the need for specific standards that regulate the quality and authenticity of the products. The research provides a detailed overview of the physical-chemical characteristics of honey from stingless bees in the Rio Pomba-MG region, contributing to the determination of quality parameters and identity of these honeys.

Keywords: Meliponiculture. Physicochemical characterization. Hydroxymethylfurfural (HMF).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Legislações estaduais relacionadas com abelhas sem ferrão e seus produtos.....	15
Figura 1 - Meliponários localizados na microrregião da Zona da Mata Mineira	25
Quadro 2 - Características dos meliponários localizados na Zona da Mata Mineira....	26
Figura 2 – Correlação entre cor e cinzas.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das análises de umidade, sólidos solúveis, proteína e HMF de mel de abelhas sem ferrão Mandaçaia, Jataí e Uruçu Amarela.....	29
Tabela 2 - Resultados das análises de cinzas, condutividade elétrica, pH e acidez livre de mel de abelhas sem ferrão Mandaçaia, Jataí e Uruçu Amarela.....	32
Tabela 3 - Resultados de cor para mel de abelha Mandaçaia, Jataí e Uruçu Amarela..	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1	MELIPONICULTURA E ASPECTOS LEGISLATIVOS	13
3.2	ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO.....	17
4.	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	MAPEAMENTO DO MELIPONÁRIOS E REGISTRO DAS ESPÉCIES	22
4.2	AQUISIÇÃO DOS MEIS.....	22
4.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MEIS.....	22
4.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	LOCALIZAÇÃO DOS MELIPONÁRIOS E REGISTRO DAS ESPÉCIES	25
5.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MEIS.....	28
5.3	CORRELAÇÃO ENTRE CINZAS E COR DOS MEIS.....	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

É possível considerar que as abelhas sem ferrão são mais fáceis e seguras de manejar do que as com ferrão. Segundo Silva (2024), a presença destas abelhas em todas as regiões tropicais do mundo, sugere que se desenvolveram antes da separação dos continentes. A FAO (2024) estima a existência de 600 espécies de abelhas sem ferrão em todo o mundo. No Brasil, estima-se aproximadamente 300 a 400 espécies distribuídas em todas as regiões do país e seus domínios fitogeográficos (Laurino; Neto, 2016; Do Nascimento *et al.*, 2024).

Cientificamente, as abelhas sem ferrão pertencem à família *Apidae* e subfamília *Meliponinae* (*Hymenoptera*, *Apinae*) e são agrupadas em duas tribos: *Meliponini* (formada por mais de 50 espécies) e *Trigonini* (formada por aproximadamente 300 espécies) (De Paula *et al.*; 2021). Dentre estas abelhas, as dos gêneros *Melipona*, *Trigona*, *Scaptotrigona* e *Tetragonisca* são as mais populosas e manejadas racionalmente para produção de mel nas suas regiões de abrangência, em especial na América do Sul (Biluca *et al.*, 2020).

As abelhas sem ferrão e as com ferrão (*Apis*), são produtoras de mel, porém as abelhas sem ferrão têm baixa produtividade em baixas quantidades e com padrões de identidade e qualidade não definidos nacionalmente. Estes fatores têm limitado a expansão de sua comercialização e produção industrial (Nordin *et al.*, 2018). De acordo com a literatura, estes méis apresentam características físico-químicas diferenciadas, com destaque para o elevado teor de umidade e acidez, que consequentemente, confere a estes méis maior vulnerabilidade à deterioração e propriedades sensoriais ácidas, sabor menos doce e textura mais fluída (Sousa *et al.*, 2016; Da Silva, 2022).

Ainda de acordo com os estudos, os percentuais dos constituintes físico-químicos dos méis de abelhas sem ferrão são bastante heterogêneos em relação principalmente a espécies de abelhas sem ferrão produtoras, origem botânica e geográfica de modo a apresentar características singulares (Nordin *et al.*, 2018., Santos *et al.*, 2021). De modo geral, a matriz físico-química destes méis é complexa e composta majoritariamente por açúcares, água, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerais, ácidos orgânicos, enzimas e compostos fenológicos (Ávila *et al.*, 2018; Nêsovic *et al.*, 2020; Salto *et al.*, 2023). Em decorrência da boa fonte de nutrientes essenciais, os méis de abelhas sem ferrão possuem propriedades terapêuticas,

antioxidantes e outras (Sousa *et al.*, 2016; Biluca *et al.*, 2020; Melo *et al.*, 2020; Sahlan *et al.*, 2020), que agregam valores econômicos de até cinco vezes ao mel de *Apis* (Camargo; Oliveira, Berto, 2017; Ávila *et al.*, 2019).

Contudo, somado às crescentes evidências científicas de suas propriedades medicinais e funcionais para saúde humana e a colaboração voluntária à preservação da biodiversidade através da polinização, algumas políticas públicas de legalização que viabilizam o manejo e comercialização de serviços e produtos da prática da meliponicultura, vem surgindo em vários estados brasileiros a exemplo de Minas Gerais por meio do projeto de lei PL nº 2.477/2021 (Minas Gerais, 2021). Entretanto, o desenvolvimento da cadeia da meliponicultura ainda é carente de informações científicas que descreva o perfil das espécies de abelhas sem ferrão e das propriedades químicas e físicas de seus méis em regiões específicas. A realização de pesquisas que possibilite a identificação das espécies de abelhas sem ferrão habitantes em cada estado brasileiro e caracterização de seus méis, poderá viabilizar a elaboração de documentos legais voltados para determinação de parâmetros de identidade e qualidade deste produto, consequentemente, fortalecer a atividade da meliponicultura no estado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear os meliponários ativos da mesorregião da Zona da Mata mineira e caracterizar os aspectos físico-químicos de méis produzidos por diferentes espécies de abelhas sem ferrão na região de Rio Pomba-MG.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear os meliponários existentes na mesorregião da Zona da Mata mineira;
- Registrar as principais espécies de abelhas sem ferrão criadas por meliponicultores na mesorregião da Zona da Mata mineira;
- Avaliar os aspectos físico-químicos de méis de abelhas sem ferrão produzidos em meliponários da região de Rio Pomba-MG;
- Caracterizar a cor de méis de abelhas sem ferrão produzidas em meliponários da região de Rio Pomba-MG.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MELIPONICULTURA E ASPECTOS LEGISLATIVOS

Meliponicultura é a palavra usada para definir a prática da criação racional de abelhas sem ferrão. Esta prática secular, vem sendo realizada por civilizações tradicionais ao longo dos anos, cujo objetivo principal sempre foi a obtenção de mel. O termo racional na criação de abelhas sem ferrão foi desenvolvido há poucas décadas, quando se iniciou o uso da técnica de ninho-isca para a captura de enxames no período de cópula e dispersão da abelha rainha recém-fecundada e de algumas operárias (Koser; Barbiéri; Francoy, 2020). Os ninhos-isca são cavidades artificiais elaboradas geralmente a partir de caixas de madeira e garrafas PET usadas para atrair as abelhas para nidificação, por sua vez, permite o forrageamento livre das operárias. A partir desse processo, o ninho-isca é transferido para colmeia racional que permite um manejo para produção de mel e multiplicação artificial do enxame sem a necessidade da captura predatória de novas colônias da natureza (Velthuis; Koedam; Imperatriz-Fonseca, 2005).

Dentre as alternativas de viabilidade econômica da meliponicultura a comercialização de colônias e o aluguel de enxames de abelhas para polinização de lavouras vem se destacando cada vez mais pela demanda. A partir do reconhecimento dos seus serviços ecossistêmicos a partir do trabalho eficaz de polinização em várias culturas, as abelhas têm sido uma ferramenta cada vez mais adotada por agricultores para elevar a produtividade da lavoura e equilibrar o ecossistema local (Jokura, 2021). Ecologicamente, esses polinizadores são considerados essenciais para a biodiversidade global (Giannini *et al.*, 2012; Montoya *et al.*, 2021), sendo um fator importante no aumento da produtividade e da qualidade de diversos produtos, devendo ser valorizada e protegida (Wolowski *et al.*, 2019). Este grupo contribui com a polinização de muitas espécies de culturas como: café, plantas nativas, plantas ornamentais, frutas tropicais como: abacaxi, maracujá, manga e caju, entre inúmeras outras espécies (Giannini *et al.*, 2015).

Simultaneamente ao serviço de polinização e às preferências botânicas das variadas espécies de abelhas sem ferrão, ocorre a produção de mel, pólen e geoprópolis com características distintas e propriedades funcionais de caráter medicinal, nutricional e bioativo (Sousa *et al.*, 2016; Ávila *et al.*, 2019; Melo *et al.*,

2020). Estas propriedades têm agregado valor comercial dos produtos citados, em especial ao mel, que somado a sua baixa oferta no mercado tem alcançado valor de venda de até cinco vezes maior em relação ao valor do mel de abelhas com ferrão (Camargo *et al.*, 2017; Ávila *et al.*, 2019), favorecendo de maneira significativa a renda do meliponicultor.

A criação e comercialização de colônias de abelhas nativas estão sujeitas a regras judiciais por meio de leis federais e estaduais que visam conservar o estado natural desses insetos. Atualmente, existem dois tipos de normas relevantes para a meliponicultura: as relativas à criação das abelhas e as relativas à cadeia dos produtos das abelhas sem ferrão, como mel, pólen e própolis.

No caso de normas relativas à criação das abelhas sem ferrão, a Resolução nº 496 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2020) é a legislação vigente. A RDC 496 criou norma para a criação de abelhas sem ferrão, que são animais silvestres e a sua criação se categoriza como animal silvestre em cativeiro. O conselho também veta a venda de matrizes para fins de novos plantéis e para servirem de animais de estimação, práticas contrárias às tradicionais na meliponicultura e aos esforços para fortalecer a atividade.

Em 2004, por meio da Resolução nº 346, do CONAMA (Brasil, 2004), o Brasil foi pioneiro a disciplinar a utilização das abelhas sem ferrão, regular a implantação de meliponários e a captura de novas colônias por meio de ninhos-isca, na tentativa de compatibilizar a criação de abelhas sem ferrão para pequenos produtores que criam estas abelhas para o consumo do mel. A citada resolução impõe a necessidade de autorização para a manutenção de abelhas sem ferrão para plantéis formados por um número superior a 49 colônias, cujo a prática seja para meliponicultura artesanal de espécies de ocorrência geográfica natural na área de instalação de meliponários. A CONAMA ainda regulamenta os ninhos-isca e a obrigatoriedade de que as colônias das abelhas mantidas e comercializadas sejam provenientes de métodos de multiplicação artificial (Brasil, 2020).

Já a Portaria nº 444 de 2014 do MMA (Brasil, 2014), proíbe a captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comércio de espécies de abelhas ameaçadas de extinção, exceto para o objetivo exclusivo de pesquisa e conservação. Essa portaria, específica as seguintes abelhas sem ferrão em extinção no Brasil: *Melipona capixaba* (uruçu-negra e uruçu-capixaba); *Melipona rufiventris*

(tujuba, uruçu-amarela-do-cerrado); *Melipona scutellaris* (uruçu nordestina) e *Partamona littoralis* (boca-de-sapo-da-paraíba).

Para tanto, o reconhecimento da meliponicultura como prática econômica sustentável, apenas veio a partir do entendimento ao art. 8º da Lei Complementar nº 140 de 2011 (Brasil, 2011), que estabelece aos estados a responsabilidade de aprovar por meio de leis específicas regras voltadas para o funcionamento dos criadouros da fauna silvestre. Assim, novas leis, normativas e portarias vem surgindo nos estados brasileiros. A maioria aborda definições aplicadas à meliponicultura, método de captura de colônias por ninhos-isca e os métodos de divisão das colônias existentes.

Alguns estados elaboraram regulamentos legais próprios que autorizam a nível estadual a criação, comercialização de colônias e do mel de abelhas sem ferrão, dentre outras regulamentações a respeito deste produto (Quadro 1).

Quadro 1 – Legislações estaduais relacionadas com abelhas sem ferrão e seus produtos

(continua)

Estado	Legislação	Título	Ano
Amazonas	Resolução CEMAAM nº 43	Altera a Resolução CEMAAM Nº 34, de 27 de dezembro de 2021, que estabelece normas para a criação, manejo, transporte e comercialização de abelhas sem ferrão (meliponíneos) e seus produtos e subprodutos no Estado do Amazonas e dá outras providências	2023
Bahia	Lei nº 13.905	Dispõe sobre a criação, o comércio, a conservação e o transporte de Abelhas Nativas sem Ferrão (meliponíneos), no Estado da Bahia.	2018
Bahia	Portaria Adab nº 207	Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão, gênero <i>Melipona</i> , conforme anexo a esta Portaria, com aplicação em todos os estabelecimentos de produtos das abelhas e derivados registrados sob a égide do Serviço de Inspeção Estadual.	2014

Quadro 1 – Legislações estaduais relacionadas com abelhas sem ferrão e seus produtos

(conclusão)

Maranhão	Portaria SEMA nº 81	Dispõe sobre a criação, manejo e conservação de meliponíneos e abelhas do gênero "Apis", bem como o licenciamento de meliponários e apiários.	2017
Minas Gerais	Projeto lei nº2.477	Dispõe sobre a cadeia produtiva das abelhas nativas sem ferrão e dos produtos e serviços oriundos da prática da meliponicultura no Estado.	2021
Rio Grande do Sul	Lei nº 14.763	Dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas sem ferrão - meliponíneos - no Estado do Rio Grande do Sul.	2015
Rio Grande do Sul	Decreto nº 57372	Regulamenta a Lei nº 14.763, de 23 de novembro de 2015, que dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas sem ferrão - meliponíneos - no Estado do Rio Grande do Sul.	2023
Santa Catarina	Lei nº 16.171	Dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas-sem-ferrão (meliponíneas) no Estado de Santa Catarina.	2013
Santa Catarina	Decreto nº178	Regulamenta a Lei nº 16.171, de 2013, que dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas-sem-ferrão (meliponíneas) no Estado de Santa Catarina.	2021

Fonte: Elaborado pelo autor.

A produção brasileira de mel de abelhas com e sem ferrão no ano de 2013 foi de 35.635 toneladas, apresentando aumento de 4,2% em relação ao ano anterior (Ribeiro; Staikoff, 2019). Já em 2018 foram 42,3 mil toneladas (Vidal, 2020) e em 2019, 45.981 toneladas (Pinto, 2020), apresentando um aumento de 8,5% em comparação ao ano anterior (IBGE, 2020). A criação de abelhas com e sem ferrão, regulamentada pela Resolução nº 346, de 16 de agosto de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Brasil, 2004), é uma atividade que contribui para a geração de renda para pequenos e médios produtores, dando a oportunidade de geração de empregos e ajudando no fluxo econômico melhorando, com isso, a qualidade de vida das populações tradicionais (Pereira *et al.*, 2020).

Possivelmente, em função das características edafoclimáticas, prioridades e objetivos incomuns entre os estados, as leis elaboradas pelos estados brasileiros são bastantes heterogêneas entre si e sua grande maioria compõe de requisitos que discordam aos da Resolução nº 346 do Conama. Para tanto, estas leis têm sido uma das alternativas mais eficazes no que concerne ao fortalecimento e incentivo à meliponicultura dentro de cada estado.

3.2 ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO

Sem especificar o tipo de abelha, define-se o mel como alimento de sabor doce produzido exclusivamente por abelhas a partir do néctar das flores (mel de néctar), de secreções ou excreções de insetos sugadores de partes vivas das plantas (mel de melato) (Brasil, 2000). Este pode ser classificado em função da matéria prima utilizada para a sua elaboração em: mel floral ou de flores, quando obtido dos néctares das flores; em mel de melato quando formado a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas. Ainda pode ser classificado também de acordo com o procedimento de extração do favo de: mel escorrido, mel prensado ou mel centrifugado e quanto a sua apresentação comercial, em: mel líquido, cristalizado ou semi-cristalizado, mel em favos, mel com pedaços de favo e mel filtrado (*Codex Alimentarius*, 2001; Brasil, 2000).

Quanto à sua composição, a literatura caracteriza o mel como um alimento de matriz complexa composta por mais de 200 substâncias, com destaque para os altos percentuais de açúcares e de água, e para os compostos funcionais presentes em menores quantidade, a exemplo das proteínas, minerais, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgânicos e antioxidantes, os quais variam quantitativamente a depender da origem do néctar, espécie de abelha produtora, condições climáticas e processamento (Pimentel *et al.*, 2021; Gela *et al.*, 2021; Mduda; Hssein; Muruke, 2023).

Os méis produzidos por abelhas sem ferrão apresentam composições com perfis similares aos méis produzidos por abelhas do gênero *Apis spp*, porém, suas características físico-químicas são peculiares as suas espécies (Mduda; Hssein; Muruke, 2024). Segundo Sousa *et al.* (2016) e Ávila *et al.* (2018) os méis das abelhas sem ferrão possuem doçura suave, sabor e acidez acentuada, textura fluída, cristalização lenta e cor variável do âmbar extra claro ao âmbar.

Os açúcares são as substâncias mais abundantes do mel, responsáveis pelo seu valor energético e características determinantes a sua vida de prateleira, a exemplo da higroscopicidade, granulação e osmolaridade, respectivamente (Mduda; Hssein; Muruke, 2023). Especificamente, os açúcares redutores glicose e frutose representam a maioria dos açúcares no mel em proporções variadas em função da espécie de abelha e região geográfica (Mduda; Hssein; Muruke, 2024).

Os percentuais destes açúcares impactam na velocidade do processo de cristalização do mel. Devido a característica de baixa solubilidade em água da glicose (G) em relação à frutose (F), em uma proporção de F / G inferior a 1,11 ocorre o processo de cristalização a temperatura ambiente (Escudero *et al.*, 2014). A relação F/G também influencia no grau de doçura do mel. Como a frutose apresenta-se mais doce em relação a glicose e a sacarose, os méis com maior relação F/G possuem doçura mais pronunciada (Sousa *et al.*, 2016).

Já a quantidade de sacarose do mel, segundo Agussalim *et al.* (2019) pode indicar o índice de maturidade dos méis, bem como a sua autenticidade, uma vez que altos teores de sacarose podem indicar uma possível fraude pela adição de açúcar comercial. Também sugere que a sacarose possa ainda não tenha sido convertida em glicose e frutose, ou seja, o mel tenha sido colhido antes de sua total maturação.

O teor de umidade é considerado um dos critérios de qualidade mais importantes do mel, uma vez que pode indicar seu potencial de vida útil (Mduda; Hssein; Muruke, 2023), pois, quanto maior a umidade no mel, maior a probabilidade do desencadeamento de degradação pelo processo de fermentação (Nordin *et al.*, 2018). A umidade também contribui para as características de textura e velocidade de cristalização do mel (Ávila *et al.*, 2018). Estudos indicam que o teor de umidade do mel é influenciado pelo clima úmido do habitat, além da origem floral, índice de maturação e condições de processamento e armazenamento do mel (Nordin *et al.*, 2018).

A partir da compilação de estudos, Nordin *et al.* (2018) observaram uma ampla variação no teor de umidade de méis de diferentes espécies de abelhas sem ferrão, cujos valores foram entre 13,26 e 45,8 g/100 g, com média de 28,6 g/100 g. Já pesquisas realizadas com méis brasileiros, cubanos e tailandeses identificaram teores de umidade de até 47 g/100 g, respectivamente (Biluca *et al.*, 2016; Chuttong *et al.*, 2016; Álvarez-Suárez *et al.*, 2018). Esses resultados revelam a necessidade de uma norma legislativa de nível internacional, harmonizada, que atenda a ampla

heterogeneidade dos índices de umidade de méis produzidos por espécies de abelhas sem ferrão.

Naturalmente, o mel possui pH ácido em torno de 3,20 a 4,50 e o valor do pH complementa o índice de acidez (Gela *et al.*, 2021). Segundo Nordin *et al.* (2018), elevados níveis de acidez livre no mel podem indicar uma alta ocorrência de ácidos orgânicos produzidos a partir do processo de fermentação dos açúcares. Porém, a literatura considera os elevados índices de acidez e pH dos méis de abelhas sem ferrão como características intrínsecas destes méis (Gela *et al.*, 2021). Em decorrência, agregam a esses méis propriedades antimicrobianas importantes, o que concerne no favorecimento da conservação, estabilidade e textura dos mesmos (Naila *et al.*, 2018; Nordin *et al.*, 2018). Os índices de acidez e pH também são responsáveis pelo sabor característico dos méis de abelhas sem ferrão (Sousa *et al.*, 2016; Ávila *et al.*, 2018). De acordo com Nordin *et al.* (2018), os índices de acidez livre são altamente variáveis entre méis produzidas por distintas espécies de abelhas sem ferrão alcançando valores entre 5,9 e 592 meq/kg.

O valor do hidroximetilfurfural (HMF) é um parâmetro utilizado para mensurar o frescor do mel. Geralmente, encontra-se ausente em méis recém-colhidos e tende a surgir e aumentar ao longo do tempo armazenamento (Pasias; Kiriakou; Proestos, 2017). Precisamente, o HMF decorre da degradação química dos açúcares redutores especialmente a frutose, desencadeada pelo aquecimento, condição de armazenamento, pH do mel e/ou possível adulteração do mel com açúcares de fonte externa e ácidos que ocorrem no mel devido ao seu longo armazenamento ou envelhecimento em seu ninho natural (Pasias; Kiriakou; Proestos, 2017; Gela *et al.*, 2021), a origem floral do mel também contribui para produção do HMF (Nordin *et al.*, 2018).

As legislações vigentes internacional e nacional International Honey Commission (IHC) (2001) e (Brasil, 2000), determinam o máximo de 60 mg/kg de HMF no mel de *Apis mellifera* de boa qualidade e o mesmo valor foi proposto para o mel de abelhas sem ferrão da Malásia pelo Department Malaysian Standards (2017). Estes valores diferem do limite máximo determinado pela Codex Alimentarius Commission (2001) de 40 mg/kg para o mel de *Apis mellifera* e de 80 mg/kg para mel e misturas de méis de procedência declarada de países ou regiões com temperaturas ambientes tropicais. Contudo, o limite máximo de 80 mg/kg para mel de regiões de temperaturas tropicais atenderia o aspecto de qualidade dos méis de abelhas sem ferrão quanto ao índice de HMF de acordo com o conjunto de dados compilados por Nordin *et al.* (2018).

O conteúdo mineral, ou cinzas totais, é encontrado nos méis geralmente em pequenas quantidades, com variação entre 0,04% em méis claros e 0,2% em méis escuros. A quantidade de cinzas pode estar relacionada ao método de extração, origem geográfica, botânica e espécie de abelha produtora (Sousa *et al.*, 2016). O teor pode ser um critério de qualidade e está relacionado à origem botânica e geográfica do mel, sendo permitido pela legislação brasileira, uma variação de 0,02% a 1% (Brasil, 2000). Valores elevados poderão desencadear suspeitas de possíveis contaminações do solo com substâncias inorgânicas, uma vez que as plantas são capazes de absorver essas substâncias e carregá-las para o néctar de suas flores (Moniruzzaman *et al.*, 2014).

Quanto à condutividade elétrica do mel, esta tem uma correlação diretamente proporcional aos conteúdos cinzas e ácidos totais, revelando a presença de íons, ácidos orgânicos e proteínas (Mduda *et al.*, 2024). Com isso, tem sido usada como parâmetro indicador da qualidade de méis, além de apresentar-se como ferramenta satisfatória na identificação e distinção de méis florais de mel de melato (Habib *et al.* 2014). Para tanto, em estudo recente Mduda *et al.* (2024) verificaram forte correlação da condutividade elétrica tanto com percentual de acidez livre quanto ao percentual de umidade do mel. Segundo Nordin *et al.* (2018), o índice médio da condutividade elétrica nos méis produzidos por abelhas sem ferrão é 1,16 mS/cm. A condutividade elétrica não foi citada em sugestão como parâmetro indicador de qualidade para os méis de abelhas sem ferrão de regiões tropicais, apesar de ser usada para mensurar a qualidade de méis florais produzidos por *Apis mellífera*. A Codex (2021) determina um limite não superior a 0,8 mS/cm para mel e de castanha e misturas destes, e não inferior para méis de medronheiro (*Arbutus unedo*), urze (*Erica*), eucalipto, lima (*Tilia* spp), urze (*Calluna vulgaris*), manuka ou arbusto gelatinoso (*Leptospermum*) e árvore do chá (*Melaleuca* spp) produzidos por abelhas sem ferrão.

Outros compostos químicos dos méis a exemplo das proteínas, aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos, apesar de estarem presentes em baixas quantidades, são responsáveis pela valorização dos méis, uma vez que são capazes de promover benefícios de saúde para o homem (Pimentel *et al.*, 2021).

Com relação a cor do mel, esta varia numa escala do branco pálido ao âmbar escuro a depender da espécie de abelha e origem floral (Sousa *et al.*, 2016). Entretanto, sua intensidade pode estar correlacionada à presença de pigmentos a exemplo dos carotenoides e flavonoides, bem como ao conteúdo mineral e grau de

maturação Habib *et al.* (2014). A cor dos méis determina seu valor comercial e destino comercial, uma vez que os méis de cor escura são destinados a elaboração de produtos industrializados, enquanto os méis de cor clara são mais aceitos para o consumo direto (Belay *et al.*, 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MAPEAMENTO DO MELIPONÁRIOS E REGISTRO DAS ESPÉCIES

O levantamento das localizações geográficas dos meliponários foi realizado por meio de visitas *in loco* a cada um dos identificados na Zona da Mata mineira, utilizando aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global) modelo: Garmin eTrex 20.

As espécies presentes nos diferentes meliponários foram registradas com base nas informações obtidas em diálogo com os meliponicultores e por observações visuais das entradas dos alvados e características morfológicas das abelhas.

4.2 AQUISIÇÃO DOS MEIS

Os méis foram adquiridos em meliponários ativos mapeados, localizados nas cidades de Rio Pomba (M1 e M3) e Silveirânia (M2). Os méis foram colhidos em duplicata, ou seja, colhidos de duas caixas distintas para cada espécie de abelha sem ferrão produtora, de um mesmo meliponário. Após a colheita, os méis foram armazenados à temperatura ambiente em potes de vidro esterilizados e devidamente identificados. Em seguida, foram encaminhados ao laboratório de análises físico-químicas de alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba para realização das análises. Ao total foram colhidas 18 amostras de mel produzidas pelas abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*), Uruçu-amarela (*Melipona rufiventris*) e Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*).

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MEIS

As propriedades físico-químicas de umidade, pH, acidez livre, cinzas totais, proteínas totais, sólidos solúveis, índice de hidroximetilfurfural (HMF), intensidade de cor e condutividade dos méis das abelhas adquiridos foram analisadas em triplicata de acordo com as metodologias oficiais da *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC (2006) e *International Honey Commission* - IHC (2009).

O teor de umidade e o teor de sólidos solúveis (°Brix) foram determinados pelo método de refratometria (*Association of Official Analytical Chemists* método 919.38,

2006), a partir da leitura do índice de refração de cada mel a temperatura de 20 °C. O equipamento utilizado foi um refratômetro Abbe de bancada Modelo: Q767 - B).

A acidez livre foi medida a partir da titulação de uma solução com 10 g de mel dissolvida em 75 mL de água com NaOH 0,05N até o índice de pH 8,5. O pH foi mensurado a partir de um potenciômetro digital (UB-10–Denver) devidamente calibrado.

Já a quantificação dos teores de cinzas de cada mel foi mensurada de acordo com o método AOAC 920.181, 2006. Foi pesado uma alíquota de 5 g por repetição de cada mel em cadinho seco e devidamente pesado. Posteriormente cada cadinho foi submetido a incineração em mufla a 500 °C por 2 horas. Após o abaixamento da temperatura em dessecador os cadinhos foram pesados para quantificação de cinzas conforme metodologia adotada.

Para análise do índice do 5-hidroximetil-furfural-2-carbaldeído (HMF) de cada mel, adotou-se a metodologia por espectrofotometria na região do UV recomendada pela *International Honey Commission* (2009). O índice foi determinado a partir da leitura da absorbância do HMF de cada mel previamente tratado com soluções de Carrez I e II e de bissulfito de sódio nos comprimentos de ondas de 284 e 336nm respectivamente, em espectrofotômetro Modelo IL 593BI.

A determinação de proteínas totais foi feita pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando 6,25 como fator de conversão para transformação de nitrogênio total em percentual de proteínas, conforme metodologia descrita pela *International Honey Commission* (2009).

A condutividade elétrica foi quantificada a partir de leitura direta de uma solução de mel a 20% (m/v) calculada a partir da base seca do mel a 20°C realizada em aparelho condutímetro (Analyser, modelo:600), conforme metodologia da *International Honey Commission* (2009). O resultado foi expresso em milisiemens por centímetro (mS cm^{-1}).

A intensidade da cor e sua classificação para cada mel foi determinada pelo método de Pfund, conforme metodologia descrita por Sousa (2016). Para classificação da cor, cada mel foi diluído em solução à 50% (v/v) em água purificada e as amostras lidas em espectrofotômetro modelo IL 593BI a uma absorbância de 636nm. O valor da absorbância das amostras analisadas foi convertido para determinação de Pfund a partir da fórmula $\text{mm Pfund} = -38,7 + 371,39 \times \text{Abs}$ (Almeida-Muradian et al., 2012). A intensidade da cor de cada mel foi quantificada a partir da absorbância líquida

definida como a diferença entre as absorbâncias espectrofotométricas a 450 e 720nm. Para este efeito, a amostra de cada mel foi preparada em solução de concentração de 50% (v / v) com água purificada em temperatura entre 45 e 50 °C, agitadas durante 5 minutos e, em seguida, filtradas em papel Whatman (0,45µm) para eliminar as partículas presentes. Os resultados foram expressos como mAU, respectivamente.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (ANOVA) usando delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para verificação de interação significativa entre os fatores considerados (meliponário x espécie). Para avaliação dos dados foi utilizado o Programa estatístico Sisvar versão 5.3 (Ferreira, 2014).

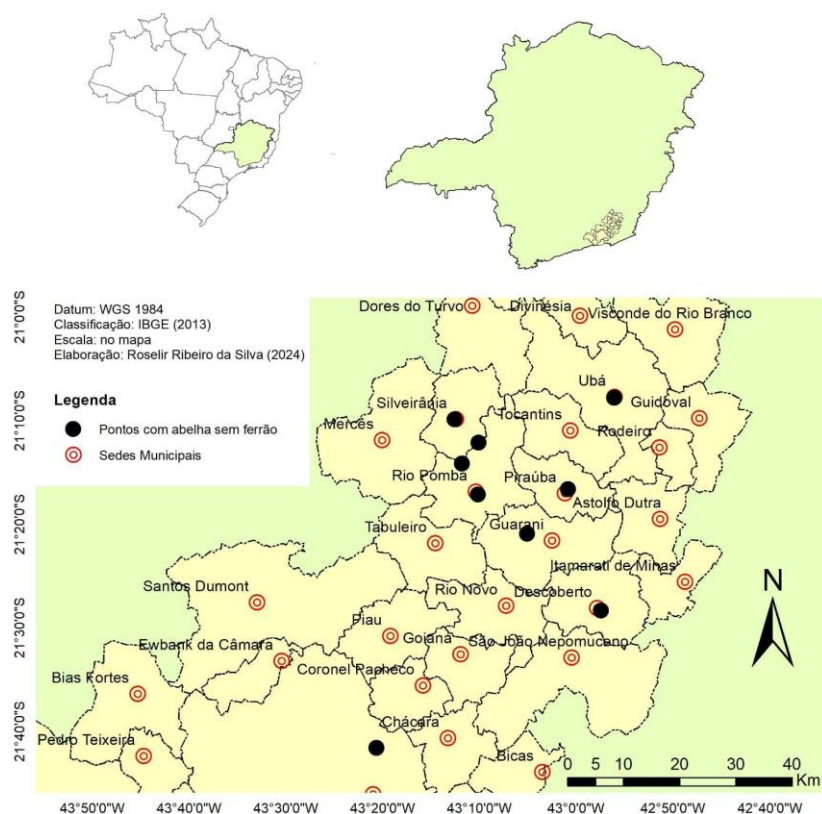
A análise de coeficiente de Correlação de Pearson (r) foi realizada entre os parâmetros Cor e Cinzas, por meio do Programa Statistica 14 (TIBCO, 2023).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 LOCALIZAÇÃO DOS MELIPONÁRIOS E REGISTRO DAS ESPÉCIES

O presente estudo identificou nove meliponários criadores de abelhas sem ferrão na Zona da mata mineira, conforme apresenta a Figura 1.

Figura 1 - Meliponários localizados na mesorregião da Zona da Mata mineira



Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme a Figura 1, os meliponários estão distribuídos nas cidades de Ubá, Piraúba, Silveirânia, Rio Pomba, Guarani, Descoberto e Juiz de Fora. O Quadro 2 apresenta a localização e espécies encontradas nos meliponários da mesorregião da Zona da Mata mineira.

Quadro 2 - Características dos meliponários localizados na Zona da Mata Mineira

(continua)

Código	Município	Espécies de abelhas
M1	Rio Pomba	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
		Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Tubuna (<i>Scaptotrigona bipunctata</i>)
		Irai (<i>Nannotrigona testaceicornes</i>)
		Mandaguari amarela (<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>)
		Mirim droriana (<i>Plebeia droryana</i>)
		Mirim guaçu (<i>Plebeia remota</i>)
		Uruçu nordestina (<i>Melipona scutellaris</i>)
M2	Silveirânia	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Guaraipo (<i>Melipona bicolor schencki</i>)
		Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Mirim droriana (<i>Plebeia droryana</i>)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
M3	Rio Pomba	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
		Borá (<i>Tetragona clavipes</i>)
		Mirim guaçu (<i>Plebeia remota</i>)
M4	Piraúba	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
		Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Mandaguari amarela (<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>)
		Guaraipo (<i>Melipona bicolor bicolor schencki</i>)
		Jandaira (<i>Melipona subnitida</i>)
M5	Ubá	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Uruçu cinzenta (<i>Melipona fasciculata</i>)
		Uruçu nordestina (<i>Melipona scutellaris</i>)
		Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Irai (<i>Nannotrigona testaceicornes</i>)

Quadro 2 - Características dos meliponários localizados na Zona da Mata Mineira
(conclusão)

M6	Juiz de Fora	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Mandaguari amarela (<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>)
		Mandaguari preta (<i>Scaptotrigona postica</i>)
		Jatai (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Mirim guaçu (<i>Plebeia remota</i>)
		Mirim preguiça (<i>Friesella schrottkyi</i>)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
M7	Guarani	Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
		Jatai (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Mandaguari amarela (<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>)
		Irai (<i>Nannotrigona testaceicornes</i>)
M8	Descoberto	Jatai (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
M9	Rio Pomba	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Jatai (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Uruçu amarela (<i>Melipona mondury</i> Smith)
M10	Ubá	Jatai (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)
		Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata antidioides</i> Lepeletier)
		Uruçu nordestina (<i>Melipona scutellaris</i>)

Fonte: Dados da pesquisa.

O presente estudo identificou dez meliponários em nove cidades da mesorregião da Zona da Mata Mineira (Quadro 2). As espécies de abelhas sem ferrão mais criadas dentre os respectivos meliponários são *Tetragonisca angustula* Latreille (Jataí); *Melipona mondury* Smith (Uruçu amarela) e *Melipona quadrifasciata antidioides* Lepeletier (Mandaçaia).

T. angustula Latreille já foi reportada como a espécie mais frequente na Estação Ecológica de Água Limpa, localizada na região da cidade de Cataguases, na Zona da Mata mineira (Werneck *et al.*, 2014).

Segundo Ferreira *et al.* (2010), *T. angustula* Latreille é uma das abelhas mais abundantes no território brasileiro, devido sua capacidade de adaptação a ambientes

urbanos e às condições climáticas variáveis no decorrer do ano em determinados estados brasileiros.

As abelhas *S. bipunctata* e *N. testaceicornes* identificadas neste estudo ocorrem no Estado de Minas Gerais, conforme o Catálogo Nacional de Abelhas Nativas Sem Ferrão, publicado pelo ICMBio por meio do Art. 7º da Resolução CONAMA 496/2020. Contudo, sabe-se que a presença das abelhas no ambiente está vinculada a dependência de espécies melitófilas e ao clima do bioma específico o qual pertence (Gomes *et al.*, 2022).

Para caracterização, foram escolhidas as espécies mais citadas pelos meliponicultores - *Tetragonisca angustula* Latreille (Jataí); *Melipona mondury* Smith (Uruçu amarela) e *Melipona quadrifasciata antidioides* Lepeletier (Mandaçaia) - havendo redução dos meliponários onde as amostras foram coletadas, por questões de queda na produção de mel.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MEIS

Diferentes aspectos físico-químicos foram analisados para fornecer uma visão geral das características de qualidade de méis produzidos por diferentes espécies de abelhas sem ferrão, colhidos em meliponários oriundos das cidades de Rio Pomba e Silveirânia. Houve diferença ($p < 0,05$), nos valores médios de pH, proteínas, HMF (hidroximetilfurfural) e cinzas (Tabela 1), em relação às espécies de abelhas produtoras.

Os méis estudados produzidos pelas abelhas sem ferrão *Melipona mondury* Smith e *Tetragonisca angustula* Latreille, não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) quanto ao percentual de umidade. Estes valores foram próximos aos publicados por Silva *et al.* (2023) de 32,83 g/100g em méis produzidos por *M. mondury* Smith no estado do Paraná e superior aos valores de 23,4 a 27,8 g/100g e 27,4 a 32,21 g/100g de umidade encontrados por Marcolin *et al.* (2021) e Delgado e Espinoza (2023) para méis produzidos por abelhas *T. angustula* Latreille e *M. quadrifasciata* L. 1936 em diferentes regiões do Rio grande do Sul e Amazônia peruana.

Tabela 1 - Resultados das análises de umidade, sólidos solúveis, proteína e HMF de mel de abelhas sem ferrão Mandaçaia, Jataí e Uruçu Amarela

Parâmetro avaliado	Amostra	Mandaçaia (<i>M. quadrifasciata</i> L. 1936)	Jataí (<i>Tetragonisca</i> <i>angustula</i> Latreille)	Uruçu Amarela (<i>M. mondury</i> Smith)
Umidade (%)	M1	35,60±7,54 ^{Aa}	29,33±1,79 ^{Aa}	28,93±4,70 ^{Aa}
	M2	28,00±0,28 ^{Aa}	29,80±10,65 ^{Aa}	28,37±0,61 ^{Aa}
	M3	34,03±8,82 ^{Aa}	33,67±1,13 ^{Aa}	31,40±3,58 ^{Aa}
Sólidos solúveis (°Brix)	M1	62,79±8,19 ^{Aa}	69,92±0,24 ^{Aa}	69,29±0,18 ^{Aa}
	M2	79,13±0,18 ^{Aa}	64,44±10,62 ^{Aa}	69,25±0,35 ^{Aa}
	M3	63,63±9,37 ^{Aa}	64,38±1,15 ^{Aa}	66,63±3,59 ^{Aa}
Proteína (%)	M1	0,31±0,08 ^{Aa}	0,45±0,29 ^{Aa}	0,33±0,11 ^{Aa}
	M2	0,33±0,11 ^{Aab}	0,69±0,09 ^{Ab}	0,25±0,05 ^{Aa}
	M3	0,30±0,06 ^{Aa}	0,83±0,27 ^{Ab}	0,29±0,01 ^{Aa}
HMF (mg kg ⁻¹)	M1	14,52±0,12 ^{Aa}	43,55±0,68 ^{Ab}	17,65±1,48 ^{Aa}
	M2	22,37±2,19 ^{Aab}	32,33±8,86 ^{Ab}	14,75±4,41 ^{Aa}
	M3	18,33±1,46 ^{Aa}	32,97±7,40 ^{Ab}	14,42±2,00 ^{Aa}

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a $p \leq 0,05$. Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a $p \leq 0,05$.

M1= Rio Pomba; M2=Rio Pomba; M3=Silveirânia.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os méis estudados produzidos pelas abelhas sem ferrão *Melipona mondury* Smith e *Tetragonisca angustula* Latreille, não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) quanto ao percentual de umidade. Estes valores foram próximos aos publicados por Silva *et al.* (2023) de 32,83 g/100g em méis produzidos por *M. mondury* Smith no estado do Paraná e superior aos valores de 23,4 a 27,8 g/100g e 27,4 a 32,21 g/100g de umidade encontrados por Marcolin *et al.* (2021) e Delgado e Espinoza (2023) para

méis produzidos por abelhas *T. angustula* Latreille e *M. quadrifasciata* L. 1936 em diferentes regiões do Rio grande do Sul e Amazônia peruana.

De acordo com Sato *et al.* (2023), os méis de abelhas sem ferrão são caracterizados pelo elevado teor de umidade em sua composição e heterogeneidade de quantidade entre as diferentes espécies. De acordo com dados compilados para méis brasileiros de abelhas sem ferrão, existe uma variação de valores de 15,56 a 43,5 g/100g de umidade entre méis produzidos por diferentes espécies de Meliponini. Fatores a exemplo da origem botânica do néctar, estação do ano de colheita, nível de maturação do mel e condições edafoclimáticas influenciam no teor de umidade do mel (Marcolin *et al.*, 2021., Silva *et al.*, 2023; Delgado; Espinoza, 2023). Estudos também têm identificado uma relação da condutividade elétrica, conteúdo mineral e acidez do mel com variação no conteúdo de umidade de méis de abelhas sem ferrão (Mduda *et al.*, 2023). Além disso, o alto teor de umidade nos méis de abelhas sem ferrão influencia diretamente sobre seu aspecto de viscosidade e vida de prateleira, uma vez que viabiliza o desenvolvimento de microrganismos fermentadores (Sousa *et al.* 2016).

Apesar do teor de umidade dos méis de abelhas sem ferrão ser um dos principais desafios para sua preservação pós-colheita, atualmente não existe uma legislação nacional que determine parâmetros de umidade para esses méis. Porém, alguns estados brasileiros a exemplo da Bahia, São Paulo, Rio Grande do Norte, Amazonas e Paraná já estabelecem por meio de normativas e portarias limites máximos de 20 a 35 g/100g (Bahia); 40 g/100g (São Paulo), 35 g/100g (Rio Grande do Norte) e 23 a 35 g/100g (Amazonas) de umidade para o mel *in natura*, maturado, pasteurizado ou refrigerado, respectivamente. Logo observa-se que todos os méis estudados se enquadram aos limites de umidade estipulados pelas legislações estaduais citadas.

Os méis estudados não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em relação aos índices de sólidos solúveis (Tabela 1), cujos valores variaram entre 62,79 e 79,13 °Brix. Os resultados corroboram parcialmente com estudos realizados por Marcolin *et al.* (2021) e Silva *et al.* (2023), que relataram valores variando de 66,5 a 75,3° Brix em méis produzidos pelas abelhas *Melipona quadrifasciata* L. 1936, *T. angustula* Latreille e *M. mondury* Smith. De modo geral, os méis produzidos por abelhas sem ferrão apresentam menores valores de sólidos solúveis em comparação aos teores em méis produzidos por *Apis mellífera* Moreira *et al.* (2023), uma vez que se encontra relacionado aos teores de açúcares e água dos méis (Sousa *et al.*, 2016).

Quanto aos teores de proteínas, foi observada diferença ($p < 0,05$) entre os méis produzidos pelas diferentes espécies de abelhas sem ferrão, o que não ocorreu em relação às origens dos meliponários (Tabela 1). Os maiores teores de proteínas foram identificados nos méis produzidos pela abelha *T. angustula* Latreille com valores entre 0,45 e 0,83 g/100g. De modo geral, os teores de proteínas encontrados nos méis estudados, foram similares aos verificados por Sousa *et al.* (2016) em méis florais produzidos por Meliponas em regiões do semiárido do nordeste do Brasil, que variaram de 0,2 a 0,5 g/100mg de mel. Os valores de proteínas dos méis podem estar associados à presença de derivados destas no néctar de flores de origem do mel e enzimas introduzidas pelas abelhas no processo de elaboração dos mesmos (Habib *et al.*, 2014).

Quanto às espécies de abelhas sem ferrão produtora, não foram observadas diferenças em relação a origem do meliponário de colheita. Os méis produzidos pelas abelhas *T. angustula* Latreille apresentaram maiores teores ($p < 0,05$) (Tabela 1). O índice de 5-HMF é um importante parâmetro que indica o grau de frescor e envelhecimento do mel (Mduda, *et al.*, 2024). Ele encontra-se ausente no mel fresco e sua quantidade aumenta gradualmente conforme o aquecimento e armazenamento prolongado do mel (Gadge *et al.*, 2024). A legislação internacional (Codex Alimentarius Commission, 2001), permite concentração máxima de 5-HMF de 40 mg/kg⁻¹ de mel e a legislação brasileira um valor máximo de 60 mg kg⁻¹ no mel de *Apis mellifer* (Brasil, 2000). Em todas as amostras analisadas, a concentração de 5-HMF ficou abaixo dos valores preconizados. A formação do 5-HMF ocorre pela decomposição química de monossacarídeos, por meio da reação de Maillard (Da Silva *et al.*, 2016). Dentre os principais fatores que afetam a concentração de 5-HMF pode-se citar: aquecimento, condições inadequadas de armazenamento e adulteração pela adição de soluções de açúcar (Pasias; Kiriakou; Proestos, 2017; Nordin *et al.*, 2018).

O teor de cinzas variou de 0,07 a 0,47 g/100 g de mel (Tabela 2), com diferença significativa ($p < 0,05$), entre os méis de meliponários distintos. Todos os méis apresentaram teores de cinzas abaixo dos limites especificados pela legislação brasileira que estabelece um valor máximo de 0,60 g/100g para mel floral de *Apis mellifera* (Brasil, 2000).

Tabela 2 - Resultados das análises de cinzas, condutividade elétrica, pH e acidez livre de mel de abelhas sem ferrão Mandaçaia, Jataí e Uruçu Amarela

Parâmetro avaliado	Amostra	Mandaçaia (<i>M. quadrifasciata</i> L. 1936)	Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)	Uruçu Amarela (<i>M. mondury</i> Smith)
Cinzas Total (%)	M1	0,07±0,01 ^{Aa}	0,39±0,03 ^{Ab}	0,17±0,14 ^{Aab}
	M2	0,26±0,24 ^{Aa}	0,47±0,02 ^{Aa}	0,27±0,02 ^{Aa}
	M3	0,06±0,03 ^{Aa}	0,44±0,03 ^{Ab}	0,22±0,06 ^{Aab}
Condutividade Elétrica (mS.cm ⁻¹)	M1	1,45±0,02 ^{Aa}	1,46±0,00 ^{Aa}	1,46±0,00 ^{Aa}
	M2	1,47±0,00 ^{Aa}	1,45±0,03 ^{Aa}	1,46±0,00 ^{Aa}
	M3	1,45±0,02 ^{Aa}	1,46±0,00 ^{Aa}	1,46±0,01 ^{Aa}
pH	M1	3,49±0,23 ^{Aa}	4,27±0,25 ^{Ab}	3,52±0,18 ^{Aa}
	M2	3,80±0,03 ^{Aab}	4,24±0,21 ^{Aa}	3,45±0,02 ^{Ab}
	M3	3,65±0,29 ^{Aa}	4,47±0,04 ^{Ab}	3,54±0,15 ^{Aa}
Acidez Livre (meq/kg)	M1	20,95±23,17 ^{Aa}	23,35±1,72 ^{Aa}	86,98±89,30 ^{Aa}
	M2	31,80±25,08 ^{Aa}	31,65±16,48 ^{Aa}	146,63±0,57 ^{Aa}
	M3	16,27±1,37 ^{Aa}	16,48±10,35 ^{Aa}	75,73±96,26 ^{Aa}

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a $p \leq 0,05$. Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a $p \leq 0,05$.

M1= Rio Pomba; M2=Rio Pomba; M3=Silveirânia.

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Da Silva *et al.* (2016), o teor total de cinza representa o conteúdo mineral encontrado no mel, e está associado aos aspectos ambientais e geográficos de sua origem. Os resultados deste estudo corroboram os relatados por Sousa *et al.* (2016), que encontraram valores de cinzas variando de 0,1 a 0,52 g/100g em méis florais de diferentes espécies de melíponas produzidos em regiões do semiárido

nordestino e por Marcolin *et al.* (2021), que encontraram valores de 0,05 a 0,49 g/100g em méis produzidos pelas abelhas *M. quadrifasciata* Ilópolis, *Scaptotrigona bipunctata*, *Scaptotrigona bipunctata* Ilópolis, *Tetragonisca angustula*, *Tetragonisca angustula* Ilópolis e *Scaptotrigona Depili* em méis produzidos em Gravataí no Paraná. De acordo com estes resultados, observa-se uma influência da origem geográfica para este parâmetro no mel.

Os valores de condutividade elétrica dos méis estudados não diferiram ($p > 0,05$) em relação a espécie de abelha sem ferrão produtora e a origem de colheita. Estes valores foram maiores que os encontrados por Marcolin *et al.* (2021) (0,14 a 1,1 mS cm^{-1}) em méis produzidos por diferentes espécies de abelhas sem ferrão em Gravataí, PR. A condutividade elétrica está associada ao teor de cinzas e índice de acidez (Da Silva *et al.*, 2016) e pode ser usada como parâmetro indicador de qualidade, e de distinção do mel floral do mel de melado (Biluca *et al.*, 2016). A legislação brasileira (Brasil, 2000) e a Portaria ADAB nº 207 de do estado da Bahia (Bahia, 2014), não incluem a condutividade elétrica como parâmetro de qualidade para o mel de *Apis* e de Meliponini, porém, o *Codex Alimentarius* (2001) recomenda uma condutividade máxima de 0,80 mS/ cm^{-1} para o mel floral de *Apis melífera*.

O pH variou de 3,65 a 4,7 nos méis avaliados e foi verificada diferença estatística ($p < 0,05$) nos méis produzidos. Estes valores são próximos aos publicados por Sousa *et al.* (2016) e Moreira *et al.* (2023), que foi de 3,1 a 5,3 no mel de *Meliponas* em diferentes regiões semiáridas brasileiras. Nenhum valor limite de pH foi estabelecido pela legislação brasileira e pelo *Codex Alimentarius* para o mel, contudo, geralmente é avaliado nos méis por influenciar no crescimento microbiano no mesmo (Marcolin *et al.*, 2021).

Os teores de acidez livre no mel estudado variaram de 16,27 a 146,66 mEq/ kg^{-1} e não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as espécies de abelhas sem ferrão produtora e o meliponário de origem. Estes resultados ultrapassaram os índices de 9,6 a 66,7 mEq/ kg^{-1} encontrados por Marcolin *et al.* (2021), que foi de 26,72 a 64,40 mEq/ kg^{-1} por Mduda *et al.* (2024) em méis produzidos por diferentes espécies de melíponas. A legislação brasileira (Brasil, 2000), a Portaria estadual ADAB nº 207 do estado da Bahia (Bahia, 2014) e o *Codex Alimentarius* (2001) determinam o índice máximo de acidez de 50 mEq/ kg^{-1} . Os méis estudados enquadraram-se no valor determinado pelas legislações citadas, exceto os méis produzidos pela abelha *M. mondury Smith* cujos valores foram superiores. Chuttong *et al.* (2016) também

reportaram uma variação entre 25 e 592 mEq/kg⁻¹ na acidez de méis produzidos por onze espécies de Meliponini na Tailândia. Segundo Sousa *et al.* (2016), a acidez é variável no mel de abelhas sem ferrão devido à diversidade de ácidos orgânicos presentes, decorrente das origens geográficas, espécies florais e de abelhas produtoras. Estes ácidos também têm demonstrado interação com as propriedades sensoriais e físico-químicas, como acidez, pH e condutividade elétrica e estabilidade do mel. Também, tem sido usado como indicadores de deterioração do mel decorrente do armazenamento e envelhecimento, bem como verificação de pureza e autenticidade (Brugnerotto *et al.*, 2019).

Além das análises físico-químicas também foi realizada a análise de cor dos méis coletados (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados de cor para mel de abelha Mandaçaia, Jataí e Uruçu Amarela

Parâmetro avaliado	Amostra	Mandaçaia (<i>M. quadrifasciata</i> L. 1936)	Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille)	Uruçu Amarela (<i>M. mondury</i> Smith)
Cor (nm Pfund)	M1	134,18±127,19 Aa	269,62±33,88 Aa	151,45±6,83 Aa
	M2	69,87±29,06 Aa	312,20±5,69 Ab	167,92±9,96 Aa
	M3	56,13±12,61 Aa	283,98±37,55 Ab	117,10±53,31 Aa

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a $p \leq 0,05$. Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a $p \leq 0,05$.

M1= Rio Pomba; M2=Rio Pomba; M3=Silveirânia.

Fonte: Dados da pesquisa.

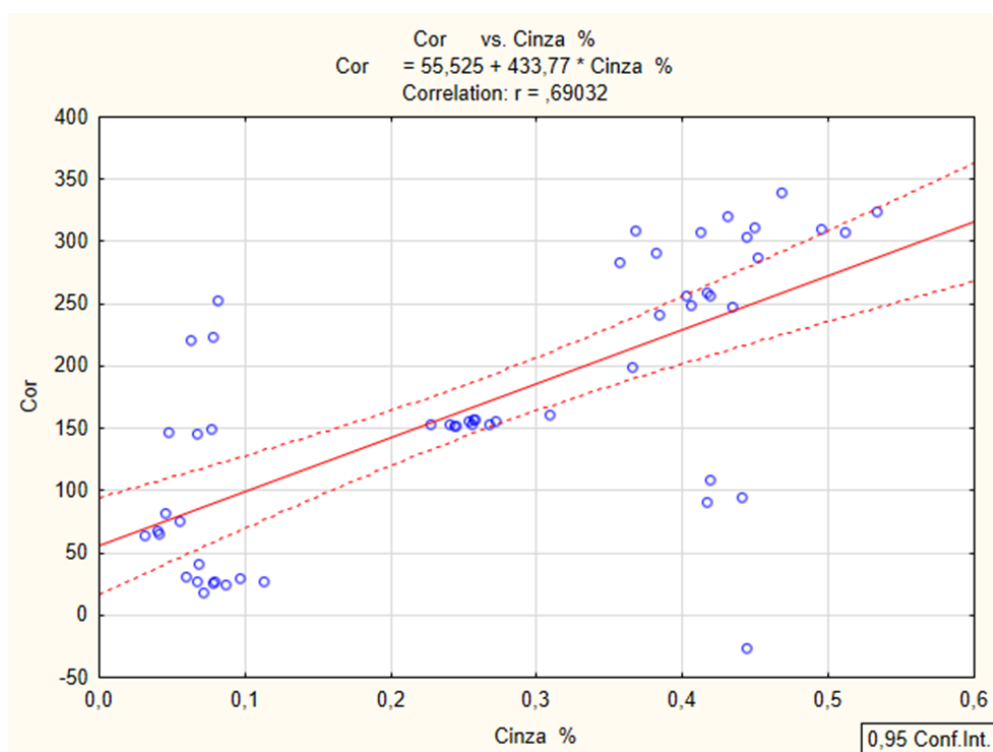
A cor dos méis na escala Pfund apresentou valores de 56,13 a 312,20. Os méis dos meliponários M2 e M3 produzidos por abelhas *T. angustula* Latreille foram os que apresentaram os maiores valores ($p < 0,05$) em relação ao mel do meliponário M1. Apesar dos valores heterogêneos entre os demais méis estudados não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre eles quanto aos meliponários de origem. Comportamentos similares também foram verificados por Sousa *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2023), quanto aos conteúdos de cinzas e HMF e a intensidade da cor de méis, onde estes parâmetros apresentaram uma correlação positiva. Segundo Avila *et al.* (2018), o mel

puro se torna naturalmente mais escuro com o tempo de armazenamento e sua cor pronunciada pode estar associada a compostos derivados da reação de Maillard durante a sua maturação a temperaturas a 30°C respectivamente.

5.3 CORRELAÇÃO ENTRE CINZAS E COR DOS MEIS

Pela Figura 2 observa-se que existe uma correlação positiva entre o teor de cinzas e a cor ($r = 0,69032$, $p < 0,05$). Rumsey (2023) afirma que uma correlação $r = 0,70$, próxima à observada neste estudo, pode ser considerada uma relação linear forte.

Figura 2 – Correlação entre cor e cinzas



Fonte: Dados da pesquisa.

Deste modo, quando o teor de cinzas aumenta, a cor dos méis coletados também aumenta, indicando que a coloração escura dos méis está relacionada com teores de minerais, conforme descrito por Pereira *et al.* (2020).

6. CONCLUSÕES

O presente estudo mapeou dez meliponários em nove cidades da mesorregião da Zona da Mata mineira, onde foi possível identificar quinze espécies de abelhas sem ferrão, sendo as espécies *T. angustula* Latreille e *Melipona mondury* Smith as mais criadas nos referidos meliponários identificados.

Quanto às características físico-químicas dos méis estudados, observou-se que a origem do meliponário influenciou estatisticamente nos aspectos quantitativos de proteínas, HMF, cinzas totais e pH, o que não foi verificado em relação à espécie de abelha produtora. O mesmo não foi observado para os valores de HMF e acidez livre que foram superiores. Devido à escassez de informações do perfil físico-químico de méis de abelhas sem ferrão produzidos nas regiões do estado de Minas Gerais, o presente estudo pode contribuir para construção de informações que caracterizam os aspectos físico-químicos dos méis de abelhas sem ferrão da região de Rio Pomba, que consequentemente auxilia na determinação de parâmetros de qualidade e identidade destes méis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; LUGINBÜHL, W.; BADERTSCHER, R.; GALLMANN, P. Generalizability of PLS calibrations with FT-IR ATR spectrometry for the prediction of some physicochemical measurands of honey. **Agroscope Liebefeld-Posieux Science**, p.541, 2012.

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; BRENCIANI, A.; MAZZONI, L.; GASPARRINI, M.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; SANTOS-B8UELGA, C.; MORRONI, G.; SIMONI, S.; FORBES-HERNÁNDEZ, T. Y.; AFRIN, S.; GIOVANETTI, E.; BATTINO, M. *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polifloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 87, p. 272-279. 2018.

AMAZONAS. CEMAAM Conselho Estadual de Meio Ambiente do Amazonas - Resolução nº 43 de 15 de outubro de 2023. Normas para a criação, manejo, transporte e comercialização de abelhas sem ferrão (meliponíneos) e seus produtos e subprodutos no Estado do Amazonas. **Diário Oficial do Estado**, 2023. Disponível em: <https://www.rcambiental.com.br/Atos/ver/RESL-CEMAAM-AM-43-2023#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20CEMAAM%20No%2043,Amazonas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias>. Acesso em 03 de abril de 2024.

AOAC. *Association of Official Analytical Chemist*. In: W. Horwitz (Ed.). **Official methods of analysis of the AOAC**, 18th ed. Washington D.C., USA: 2006.

ÁVILA S.; BEUX; M. R.; RIBANI, R. H.; ZAMBIAZI, R. C. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health- promotion properties and modification detection strategies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 37 – 50, 2018.

ÁVILA, S. *et al.* Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. **Food Research International**, v. 123, p. 1-10, 2019.

BAHIA. Lei Nº 13.905, de 29 de janeiro de 2018. Dispõe sobre a criação, o comércio, a conservação e o transporte de abelhas nativas sem ferrão (Meliponíneos), no Estado da Bahia. **Diário Oficial do Estado da Bahia**: 29 de janeiro de 2018. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/ba/lei-ordinaria-n-13905-2018-bahia-dispoe-sobre-a-criacao-o-comercio-a-conservacao-e-o-transporte-de-abelhas-nativas-sem-ferrao-meliponineos-no-estado-da-bahia>. Acesso em: 03 de abril de 2024.

BAHIA. Portaria Adab No 207, de 21 de novembro de 2014. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão, gênero *Melipona*, conforme anexo a esta Portaria, com aplicação em todos os estabelecimentos de produtos das abelhas e derivados registrados sob a égide do Serviço de Inspeção Estadual. **Diário Oficial do Estado da Bahia**: 26 de novembro de 2014. Disponível

em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113/portaria%20pdf>. Acesso em: 03 de abril de 2024.

BELAY, A.; SOLOMON, W. K.; BULTOSSA, G.; ADGAB, N.; MELAKU, M. Botanical origin, colour, granulation, and sensory properties of the Harennna forest honey, Bale, Ethiopia. **Food Chemistry**, v. 167. p. 213-219. 2015.

BILUCA, F. C.; *et al.* Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 50, p. 61-69, 2016.

BILUCA, F. C.; DA SILVA, B.; CAON, T.; MOHR, E. T. B.; VIEIRA, G. N.; GONZAGA, L. V, VITALI, L.; MICKE, G.; FETT, R.; DALMARCO, E. M.; COSTA, A. C. O. Investigação de compostos fenólicos, atividades antioxidante e anti-inflamatória em mel de abelha sem ferrão (*Meliponinae*). **Food Research International**, v. 129, 2020.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 346, de 16 de agosto de 2004. Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 158, p. 70, 17 agosto 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=100791>. Acesso em: 12 out. 2024.

BRASIL. CONAMA. Resolução no 496, de 19 de agosto de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 160, p. 91, 20 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-496-de-19-de-agosto-de-2020-273217120>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000. Disponível em: <https://www.agricultura.gov.br/dispoa> . Acessado em: 20 de maio de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 18 de dezembro de 2014. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_especies_amecadas_extincao.pdf. Acesso em 03 de abril de 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei Complementar nº 140/2011. Normas sobre a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 09 de dezembro de 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em 03 de abril de 2024.

BRUGNEROTTO, P.; BETTA, F. D.; GONZAGA, L.V.; FETT, R.; COSTA, A.C. O. A capillary electrophoresis method to determine aliphatic organic acids in bracatinga

honeydew honey and floral honey. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 82, p.103243. 2019.

CAMARGO, R. C. R.; OLIVEIRA, K. L.; BERTO, M. I. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 20, p. 50-59, 2017.

CHUTTONG, B.; CHANBANG, Y.; SRINGARM, K.; BURGETT, M. Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South east Asia (Thailand). **Food chemistry**, v. 192, p. 149-155, 2016.

TIBCO - Cloud Software Group, Inc. **Data Science Workbench**, version 14. <http://tibco.com>. (2023).

CODEX ALIMENTARIUS. **Standard for honey. Revised codex standard for honey codex stan 12-1981**. 2001. Disponível em: <http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12>. Acesso em: 05 de agosto de 2024.

CURITIBA. CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA. Lei nº 15. 613. Medidas de proteção e de gestão de colônias de abelhas sem ferrão no Município de Curitiba. **Diário Oficial do Município de Curitiba**: 24 de março de 2020. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2020/1562/15613/lei-ordinaria-n-15613-2020-dispoe-sobre-medidas-de-protecao-e-de-gestao-de-colonias-de-abelhas-sem-ferrao-no-municipio-de-curitiba>. Acesso em 05 de abril de 2024.

DA SILVA P. M; GAUCHE, C; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C.; FETT, R. Honey: chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry** v.196 p. 309-323. 2016.

DE PAULA, G. T.; MENEZES, C.; PUPO, M. T.; ROSA, C. A. Abelhas sem ferrão e interações microbianas. **Current Opinion in Insect Science**. v, 44, p. 41-47. 2021.

DELGADO, C.; ESPINOZA, R. Physicochemical parameters and chemoprofiling of honey of two species of stingless bees in the Peruvian Amazon. **Food and Humanity**, v.1. 2023.

DO NASCIMENTO, T. F. *et al*. IDENTIFICAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO NO MUNICÍPIO DE BREVES, PA. **Acta Biologica Brasiliensia**, v. 7, n. 1, p. 157-167, 2024.

ESCUREDO, O.; DOBRE, I.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.; SEIJO, M. C. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. **Food Chemistry**, v. 149, p. 84-90. 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Peoples and the Vital Role of Wild and Stingless Bees in Preserving Biodiversity**. Disponível em: <https://www.fao.org/indigenous-peoples/news-article>. Acesso em 03 de abril de 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, M. N.; BALLESTER, C. W.; DORVAL, A. COSTA.; B. R. Conhecimento tradicional dos Kaiabi sobre abelhas sem ferrão no Parque Indígena do Xingu, Mato Grosso, Brasil. **Tellus**, n. 19. p. 129-144. 2014.

GADGE, A. S.; SHIRSAT, D. V.; SOUMIA, P. S.; POTE, C. L.; PUSHPALATHA, M.; PANDIT, T. R.; DUTTA R.; KUMAR, S.; RAMESH, S. V.; MAHAJAN, V.; KARUPPAIAH, V. Physiochemical, biological, and therapeutic uses of stingless bee honey. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7. 2024.

GELA, A.; HORA, Z. A.; KEBEBE, D.; GEBRESILASSIE, A. Physicochemical characteristics of honey produced by stingless bees (*Meliponula beccarii*) from West Showa zone of Oromia Region, Ethiopia. **Heliyon**, v. 7, p.1. 2021.

GIANNINI, T. C.; ACOSTA, A. L.; GARÓFALO, C. A.; SARAIVA, A. M.; ALVES DOS SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. **Ecological Modelling**, v. 244, n. 3, p. 127-131, 2012.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, L. V. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 849–857, 2015.

GOMES, B. B.; FAITA, M. R.; SEZERINO, A. A.; POLTRONIETRI, A. S. Perfil dos meliponicultores e aspectos da criação de abelhas sem ferrão de Santa Catarina. **Agropecuária catarinense**, v. 35. p. 76-81. 2022.

HABIB H. M., AL MEQBALI, F. T., KAMAL, H., SOUKA, U. D.; IBRAHIM, W. H. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. **Food Chemistry**, v. 153, p. 35-43, 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de mel de abelha**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/b>. acessado em: 13 de junho de 2024.

IHC. INTERNATIONAL HONEY COMMISSION. **Harmonised Methods of the International Honey Commission**. 63 pp. Swiss Bee Research Centre, Bern: FAM, Liebefeld. 2009.

JOKURA, T. Aluguel de abelhas: Startup do interior paulista conecta produtores rurais e apicultores com o objetivo de aumentar a produtividade no campo de forma sustentável. **Revista `Pesquisa FAPESP**. 308 ed., 2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/aluguel-de-abelhas/> acessado em: 07 junho de 2024.

KOSER, J. R.; BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. **Legislation on meliponiculture in Brazil: social and environmental demand. Sustainability in Debate**, v. 11, n. 1, p.

164 -194, 30 abr. 2020. Disponível em:
<https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/>. Acesso em: 3 agosto de 2024.

LAURINO, M. C.; NETO, P. N. **Abelhas sem ferrão do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016. 124 p. v. 1. ISBN 978-85-314-1563-0

MALAYSIAN STANDARDS. **Kelulut (*stingless bee*) honey-specification: MS 2683: 2017**. Department of Standard Malaysia. 2017.

MARANHÃO. Secretária de Meio Ambiente do Estado do Maranhão- SEMA. Portaria nº 81 de 20 de setembro de 2017. **Diário Oficial do Estado do Maranhão**: São Luís, MA, de 22 de setembro de 2017 disponível em:
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=351093>. Acesso em 05 de abril de 2024.

MARCOLIN, L. C.; LIMA, L. R.; OLIVEIRA ARIAS, J. L. DE.; BERRIO, A. C. B.; KUPSKI, L.; BARBOSA, S. C.; PRIMEL, E. G. Meliponinae and *Apis mellifera* honey in southern Brazil: Physicochemical characterization and determination of pesticides. **Food Chemistry**, v. 363, p. 130175, 2021.

MDUDA, C. A.; MURUKE, M. H.; HUSSEIN, J. M. The effects of bee species and vegetation on the antioxidant properties of honeys produced by Afrotropical stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 14. p. 100736. 2023.

MDUDA, C. A.; MURUKE, M. H.; JOSEPH, C. O.; HUSSEIN, J.M. Propriedades antioxidantes e antibacterianas do mel de abelha sem ferrão (*Meliponula* spp.) das terras altas do norte da Tanzânia, em comparação com o mel de *Apis mellifera*. **Food and Humanity**, n. 2, 100310, 2024.

MELO, F. H. C.; MENEZES, F. N. D. D.; SOUSA, J. M. B.; SANTOS, L. M.; BORGES, G. D. S. C.; SOUZA, E. L.; MAGNANI, M. Prebiotic activity of monofloral honeys produced by stingless bees in the semi-arid region of Brazilian Northeastern toward *Lactobacillus acidophilus* LA-05 and *Bifidobacterium lactis* BB-12. **Food Research International**, v. 128, p. 108809, 2020.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa. Projeto de lei nº 2.477 de 12 de fevereiro 2021. **Cadeia produtiva das abelhas nativas sem ferrão e dos produtos e serviços oriundos da prática da meliponicultura no território do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/projetos-de-lei/texto>. Acesso em 03 de abril de 2024.

MONIRUZZAMAN, M.; YUNG AN, C.; RAO, P. V.; HAWLADER, M.N.I.; AZLAN, S.A.B. M.; SULAIMAN, S. A.; GAN, S. H. Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography: Determination of antioxidant capacity. **BioMed Research International**, p. 1-11. 2014.

MONTOYA, D.; HAEGEMAN, B.; GABA, S.; MAZANCOURT, C.; LOREAU, M. Habitat fragmentation and food security in crop pollination systems. **Journal of Ecology**, n. 109, v. 8, p. 2991-3006, 2021.

MORERIRA, F. I.; MEDEIROS, L. L.; CARVALHO, M. L.; OLEGARIO, L. S.; GLAVÃO, S. M.; FRANCA, S. A. M.; BEZERRA, T. K. A.; LIMA, S. M.; MADRUGA, M. S. Quality of Brazilian stingless bee honeys: *Cephalotrigona capitata*/mombucão and *Melipona scutellaris* Latrelle/uruçu. **Food Chemistry**, v. 404. 2023.

MUHAMMED, M.; CHOWDHURY, A. Z.; RAHMAN, A. M.; SULAIMAN, S. A. Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography: determination of antioxidant capacity. **BioMed Internacional**, v. 2014. p.10. 2014.

NAILA, A.; FLINT, H. S.; A.; SULAIMAN, Z.; AJIT, A.; WEEDS, Z. Classical and novel approaches to the analysis of honey and detection of adulterants. **Food Control**, v 90. p. 152-165. 2018.

NEŠOVIĆ, M.; GAŠIĆ, U.; TOSTI, T.; TRIFKOVIĆ, J.; BAOŠIĆ, R.; BLAGOJEVIĆ, S.; IGNJATOVIĆ, L.; TEŠIĆ, Ž. Physicochemical analysis and phenolic profile of polyfloral and honeydew honey from Montenegro. **RSC Advances**, v. 10, n. 5, p. 2462-2471, 2020.

NORDIN, A. *et al.* Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 73, p. 91-102, 2018.

PASIAS, I. N.; KIRIAKOU, I. K.; PROESTOS, C. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. **Food Chemistry**, v. 229, p. 425-431. 2017.

PEREIRA, A. G. C. *et al.* Uso de geotecnologias para avaliação do desempenho produtivo paraense na produção de mel, no período de 2008-2018. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32087-32106, 2020.

PEREIRA, J. R. *et al.* Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. **Food Bioscience**. v. 36, 2020.

PIMENTEL, T. C.; ROSSET, M.; SOUSA, J. M. B.; OLIVEIRA, L. I. G. de; MAFALDO, I. M.; PINTADO, M. M. E.; SOUZA, E. L.; MAGNANI, M. Stingless bee honey: An overview of health benefits and main market challenges. **Journal of Food Biochemistry**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfbc.13883> Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfbc.13883#>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PINTO, R. Q. **Identificação do destino da produção de mel dos criadores de abelhas *Apis Melifera* de Parauapebas/PA**. 2020. 64p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia – Parauapebas, PA. 2020.

RIBEIRO, R.; STARIKOFF, K.R. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 111-118, 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA. Decreto nº 57.372, de 19 de dezembro de 2023. Criação, o comércio e o transporte de abelhas sem ferrão - meliponíneos - no Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**: Porto Alegre, RS, 20 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=453460>. Acesso em 05 de abril de 2024.

RUMSEY, D. J. **What is r value correlation? Dummies**. Disponível em: <https://www.dummies.com/article/academics-the-arts/math/statistics/how-to-interpret-a-correlation-coefficient-r-169792/>. Acesso em: 15 out. 2024.

SAHLAN, M.; RAHMAWATI, O.; PRATAMI, D. K.; RAFFIUDIN, R.; MUKTI, R. R.; HERMASYAH, H. The effects of stingless bee (*Tetragonula biroï*) honey on streptozotocin-induced diabetes mellitus in rats. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 8, p. 2025–2030, 2020.

SANTA CATARINA. Decreto nº 178, de 22 de maio de 2015. Regulamenta a Lei no 16.171, de 2013, que dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas sem ferrão (meliponíneos) no estado de Santa Catarina. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**: Florianópolis, SC, 25 de maio de 2015. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=285074>. Acesso em: 22 jan. 2019.

SANTA CATARINA. Lei Nº 16.171, de 14 de novembro de 2013. Dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas-sem-ferrão (meliponíneas) no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**: Florianópolis, SC, p. 3–4, 18 de novembro de 2013. Disponível em: https://leis.alesc.sc.gov.br/html/2013/16171_2013_lei.html. Acesso em: 22 jan. 2019.

SANTOS, A. C.; BILUCA, C. F.; BRAGHINI, F.; GONZACA, V. L.; COSTA, O. C. A.; FETT, R. Phenolic composition and biological activities of stingless bee honey: Na overview based on its aglycone and glycoside compounds. **Food Research International**. v. 110553 p. 147. 2021.

SATO, D. M.; RESSUTTE, J. B.; GONÇALVES, M. A.; SPINOSA, W. A. Identity and quality standards for brazilian stingless bee honey based on physicochemical parameters – a review. **Ciência e Natura**, v. 45, e 30, 2023.

SILVA, J. Criação de abelhas sem ferrão contribui para aumento da renda de pequenos produtores. **Jornal da USP**, São Paulo, 17-07-2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/criacao-de-abelhas-sem-ferrao-contribui-para-aumento-da-renda-de-pequenos-produtores>. Acesso em: 13 de agosto de 2024.

SILVA, J. R.; HENRIQUE-BANA, F. C.; VILLAS-BOAS, J. K.; PIMENTEL, T. C.; SPINOSA, A. W.; PRUDENCIO, S. H. Maturation of honey from Uruçú-amarela (*Melipona mondury*): Metagenomics, metabolomics by NMR 1H, physicochemical and antioxidant properties. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 6, 2023.

SOUSA, J. M. B.; SOUZA, E. L.; MARQUES, G.; TOLEDO BENASSI, M.; GULLON, B.; PINTADO, M. M.; MAGNANI, M. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 645-651, 2016.

TIBCO. Software Inc. **Statistica (data analysis software system)**, version 14, 2023. <http://tibco.com>.

VELTHUIS, H. H. W.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The males of *Melipona* and other stingless bees, and their mothers. **Apidologie**, v. 36, n. 2, p. 169–185, abr. 2005.

VIDAL, M.F. **Evolução da produção de mel na área de atuação do BNB**. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 5, n.112, abr. 2020.

WERNECK, A. U.; FARIA-MUCCI, M, G. Abelhas sem Ferrão (*Hymenoptera: Apidae*, Meliponini) da Estação Ecológica de Água Limpa, Cataguases-MG, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.7, p. 164-166. 2014.

WOLOWSKI M.; AGOSTINI K.; ARECH A.; VARASSIN I. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Carlos: Editora Cubo, SP ISBN: 978-85-60064-83-0. Disponível em: https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf. 2019.