

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLÓGICAS

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA FERNANDA MORAIS FÉLIX

**FLORA POLÍNICA, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ANTIBACTERIANA DO MEL
DE *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811) EM BURITIRANA/MA, BRASIL**

Imperatriz

2025

MARIA FERNANDA MORAIS FÉLIX

**FLORA POLÍNICA, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ANTIBACTERIANA DO MEL
DE *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811) EM BURITIRANA/MA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), como requisito para a obtenção de título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Niara Porto de Carvalho

Imperatriz

2025

F316f

Félix, Maria Fernanda Morais

Flora polínica, análise físico-química e antibacteriana do mel de *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811) em Buritirana/MA, Brasil. / Maria Fernanda Morais Félix. – Imperatriz, MA, 2025.

40 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2025.

1. *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811). 2. Palinologia. 3. Cerrado maranhense. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 638.162(812.1)

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

MARIA FERNANDA MORAIS FÉLIX

**FLORA POLÍNICA, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ANTIBACTERIANA DO MEL
DE *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811) EM BURITIRANA/MA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), como requisito para obtenção de título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Niara Porto de Carvalho

APROVADA EM: 09/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Niara Porto de Carvalho

Profa. Niara Porto de Carvalho (Orientadora) / UEMASUL
Doutora em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos – UFPB

Expedito Barroso

Prof. Antônio Expedito Ferreira Barroso Carvalho / UEMASUL
Mestre em Ciências Florestais - UFRA

Documento assinado digitalmente

gov.br

FABIANA DOS SANTOS OLIVEIRA BRITO

Data: 29/07/2025 12:01:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Fabiana dos Santos Oliveira Brito / CEUMA
Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia - UFMA

Dedico este trabalho à minha mãe, minha família e amigos, que sempre me apoiaram e me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que sempre acreditou em mim. À minha mãe, Eanes, por todo o amor que me deu. Aos meus amigos, por me ouvirem reclamar de como a universidade estava me matando. À minha orientadora, Niara, pela orientação atenta e paciente ao longo de todo este trabalho. Aos meus colegas de laboratório, por me ajudarem na realização das metodologias. Agradeço também à UEMASUL, pelo ambiente de aprendizado durante a minha formação.

Sem vocês, este trabalho não teria sido possível.

“Se a princípio não tiver sucesso, tente, tente,
tente novamente.”

— Diana Wynne Jones, *O Castelo Animado*.

RESUMO

A abelha *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811), conhecida popularmente como Uruçu, presente no nordeste do Brasil, é uma importante polinizadora que produz um mel de alta qualidade. A meliponicultura, prática de criação e manejo de abelhas sem ferrão, tem crescente interesse devido ao valor nutricional e econômico dos produtos derivados do mel. O objetivo geral do estudo foi analisar os recursos polínicos utilizados por *Melipona scutellaris* e verificar a eficácia da atividade antibacteriana dos méis obtidos em Buritirana, Maranhão. A coleta foi realizada em Ingarana, povoado de Buritirana/MA, com amostras de pólen e mel extraídas diretamente das colmeias. Os métodos utilizados foram: acetólise para a análise polínica, micro titulação de 96 poços para o teste antimicrobiano e medições de parâmetros químicos como pH, umidade, teor de açúcares e acidez do mel. Os resultados mostraram a presença de pólen de várias famílias, como Arecaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rubiaceae e Solanaceae. O pH do mel foi 2.48, caracterizando-o como ácido, e a acidez livre foi de 32,77 mEq/kg, enquanto a total foi de 101,77 miliequivalentes por kg. No teste antibacteriano, o mel apresentou capacidade de inibir o crescimento das bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. O estudo reforça a importância das abelhas sem ferrão para a polinização e destaca o potencial econômico da meliponicultura, embora mais pesquisas sejam necessárias para explorar melhor a qualidade antimicrobiana do mel de *Melipona scutellaris*.

PALAVRAS-CHAVE: 1. *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811); 2. Palinologia; 3. Cerrado maranhense.

ABSTRACT

Melipona scutellaris (Latreille, 1811) popularly known as Uruçu, is a native stingless bee found in northeastern Brazil and is an important pollinator that produces high-quality honey. Meliponiculture, the practice of breeding and managing stingless bees, has gained increasing interest due to the nutritional and economic value of bee products. The main objective of this study was to analyze the pollen resources used by *Melipona scutellaris* and to evaluate the antibacterial activity of the honeys collected in Buritirana, Maranhão. Samples of pollen and honey were collected directly from hives in Ingarana, a village in Buritirana. The methods used included: acetolysis for pollen analysis, 96-well microtitration for antimicrobial testing, and measurements of chemical parameters such as pH, moisture, sugar content, and acidity of the honey. The results showed the presence of pollen from various families, including Arecaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rubiaceae, and Solanaceae. The pH of the honey was 2.48, characterizing it as acidic, with a free acidity of 32.77 mEq/kg and a total acidity of 101.77 milliequivalents per kg. In the antibacterial test, the honey demonstrated the ability to inhibit the growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The study reinforces the importance of stingless bees for pollination and highlights the economic potential of meliponiculture, although further research is needed to better explore the antimicrobial quality of *Melipona scutellaris* honey.

KEYWORDS: 1. *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811); 2. Palynology; 3. Cerrado Maranhão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Meliponicultura	12
2.2 <i>Melipona scutellaris</i> (Latreille, 1811).....	12
2.3 Palinologia	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo Geral	15
3.2 Objetivos Específicos.....	15
4. MATERIAS E MÉTODOS	16
4.1 Área de Estudo.....	16
4.2 Coleta das amostras de pólen e espécies vegetais	16
4.3 Análise polínica.....	17
4.4 Análise físico-química do pH, umidade, teor de açúcares (°Brix) e acidez livre.	18
4.4.1 pH.....	18
4.4.2 Umidade e teor de açúcares (°Brix).....	19
4.4.3 Acidez livre	19
4.4.4 Método de avaliação da atividade antibacteriana	21
5. RESULTADOS	24
5.1 Tipos polínicos	24
5.2 Exsiccatas	28
5.3 Análise do pH, acidez livre, umidade e teor de açúcares (°Brix)	30
5.4 Atividade antibacteriana do mel.....	31
6. CONCLUSÃO	34

1. INTRODUÇÃO

As redes de interação entre plantas e abelhas, como resultado de um processo coevolutivo são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos, refletindo a complexidade das relações mutualísticas estabelecidas ao longo do tempo (Giannini *et al.*, 2015). Desta forma, plantas e polinizadores apresentam diferentes graus de interdependência (Vázquez *et al.*, 2012) que variam desde interações com grande especificidade até relações altamente generalistas (Rech e Brito, 2012). Dentre as estruturas diretamente ligadas à polinização está o pólen, uma vez que é o recurso que obrigatoriamente deve entrar em contato com o corpo do visitante para que possa haver polinização (Schiestl e Johnson, 2013) e serve de fonte de recurso alimentar.

O pólen é a principal fonte de proteínas e nitrogênio para as abelhas. Ele é coletado em grandes quantidades nas fontes florais e estocado dentro de seus ninhos para a dieta da colônia (Barth *et al.*, 2009). A sua composição destaca-se por ser rica em concentração de enzimas, aminoácidos, vitaminas, minerais, polifenóis e carotenoides (Ares *et al.*, 2018). O uso da análise polínica, visando ao conhecimento dos espectros de preferência polínica utilizados pelas abelhas, tem sido utilizado e muito tem contribuído para o desenvolvimento regional da atividade apícola no Brasil (Marchini *et al.*, 2001; Luz *et al.*, 2007).

O mel não possui uma composição fixa, mas pode ser caracterizado pela alta saturação de açúcares (glicose e frutose) e água. Proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, VOC's (Compostos Orgânicos Voláteis) e compostos fenólicos estão presentes em baixa concentração (Hossain *et al.*, 2022). A depender da espécie de abelha e da florada de origem do néctar, os perfis físico-químicos sofrem alterações quali e quantitativas (Oliveira e Santos, 2011). Por estocarem recursos alimentares, principalmente o mel, os meliponíneos são tradicionalmente criados em diversas regiões do Brasil (Venturieri *et al.*, 2012). O interesse na meliponicultura é justificado pelo uso nutricional e terapêutico dos subprodutos apícolas. Além da comercialização para aumento da renda familiar (Kerr *et al.*, 1996).

Neste contexto, as fontes alimentares das espécies de abelhas, mais conhecidamente como fontes de recursos florais ou flora meliponícola, podem ser reconhecidas através de estudos de observação, coleta e levantamentos dos recursos pelas campeiras que forrageiam ativamente em flores. Tais fontes, também podem ser registradas pela análise polínica das cargas transportadas para os ninhos (néctar, resina, óleo e pólen).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Meliponicultura

Os méis são produtos animais com alta concentração de elementos químicos com atividade biológica significativa, cujas propriedades ou funções terapêuticas são conhecidas há séculos e foram utilizadas por inúmeras civilizações, como egípcios, gregos, romanos, assírios, persas e chineses, com finalidade paliativa de inúmeras enfermidades (Silva *et al.*, 2021).

A meliponicultura, entendida como a arte de manejar abelhas indígenas sem ferrão, é uma prática tradicionalmente associada à obtenção de mel, conforme descrito por Nogueira Neto em 1953. Segundo Villas-Bôas (2018), essa atividade era amplamente praticada pelos povos nativos da América Latina, especialmente no Brasil, onde desempenhou um papel significativo na cultura e na subsistência dessas comunidades. Atualmente, além da obtenção de ganho, a meliponicultura colabora para a conservação das espécies brasileiras.

As abelhas nativas sem ferrão são animais sociais, dóceis, de fácil manejo e necessitam de pouco investimento para a sua criação, sendo de ampla distribuição geográfica no Brasil, referindo-se a mais de 400 espécies, distribuídas em 27 gêneros de invertebrados (Silva *et al.*, 2016). Os produtos da meliponicultura, como o mel, própolis, cera e geleia real, apresentam propriedades funcionais e terapêuticas que vêm despertando interesse crescente na indústria de alimentos e farmacêutica. E o Brasil, como sendo o país que detém a maior biodiversidade do planeta, pode encontrar na meliponicultura uma forma de preservação das abelhas indígenas e geração bioeconômica, devido as contribuições ambientais na preservação dos biomas brasileiros e a geração de renda que essa atividade exerce para as comunidades locais (Melo *et al.*, 2021).

2.2 *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811)

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2023), são conhecidas mais de 400 espécies de abelhas, que se diferem em tamanho, cor, modo de vida, modelo de ninhos etc. De acordo com a Associação A.B.E.L.H.A (2020), 244 espécies contabilizadas pertencem à tribo Meliponini, que são denominadas popularmente de abelhas sem ferrão, por possuírem o ferrão atrofiado. Alguns nomes populares são: tiúba, jataí, mirim-preguiça, mandaçaia e uruçú.

A uruçu, nome que vem do tupi e significa “*grande abelha*”, foi uma das primeiras abelhas domesticadas pelos indígenas, os colonizadores portugueses apreciavam o mel desta espécie, logo aprenderam técnicas de criação que levaram a uruçu a tornar-se uma das espécies mais frequentemente criadas de abelhas sem ferrão no Nordeste e, conseqüentemente, objeto de caça para a extração de mel (Kerr *et al.*, 1996; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2007). Segundo estudos de previsão de Imperatriz-Fonseca (2022), a abelha uruçu perderá um total de 41% da área do seu habitat natural, por conta da intensificação da queima de combustíveis fósseis, aumento das queimadas e da agricultura, assim comprometendo o seu uso na produção de mel e na polinização de espécies vegetais nativas.

O mel é um alimento que tem sido utilizado, desde as mais remotas épocas, e apreciado por seu sabor característico, seu considerável valor nutritivo e por suas propriedades medicinais, destacando-se as características antissépticas e bactericidas (Daellen-Bach, 1981). Essas características apresentadas são atribuídas à presença de compostos bioativos como flavonoides, ácidos fenólicos e enzimas específicas (Souza *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2020). Além disso, estudos demonstram que essas propriedades são mantidas mesmo após simulações de digestão, evidenciando a estabilidade dos efeitos terapêuticos do produto (Alcoléa *et al.*, 2024). Dessa forma, o mel produzido por *Melipona scutellaris* não se destaca apenas pelo valor nutricional, mas também pelo seu potencial terapêutico, sendo uma fonte promissora de compostos bioativos com aplicação nas áreas da saúde e biotecnologia.

Figura 1: Exemplos da *Melipona scutellaris* Latreille em caixa de criação.



Fonte: Autora, 2024.

2.3 Palinologia

A palinologia é uma área de estudos voltada para a identificação e análise dos grãos de pólen, sejam exemplares atuais ou fósseis. Este termo foi cunhado por Hyde e Williams em 1955, onde trata-se de uma combinação do verbo grego *paluno* (πάλλω, “eu espalho ou polvilho”), *palunein* (πάλλειν, “espalhar ou polvilhar”), do substantivo grego *palē* (πάλη, no sentido de “pó, farinha fina” e do substantivo grego *logos* (λόγος, “palavra, discurso”) (Halbritter *et al.*, 2018).

O desenvolvimento da microscopia teve papel fundamental na consolidação da palinologia, pois permitiu os primeiros avanços significativos na observação da morfologia do pólen. Os grãos de pólen foram estudados pela primeira vez por Marcello Malpighi, que os descreveu em *Anatomia Plantarum* (1675), e por Nehemiah Grew que os ilustrou em *Anatomy of Plants* (1682). Malpighi identificou estruturas como sulcos de germinação, enquanto Grew observou a constância das características polínicas entre espécies vegetais. Ambos são considerados os fundadores da morfologia polínica (Halbritter *et al.*, 2018).

De acordo com Pinheiro (2024), as primeiras pesquisas em palinologia no Brasil concentraram-se na paleopalinologia, com os estudos de Rocha em 1927, e na investigação da flora alergênica, por meio do trabalho de Mendes em 1942, que analisou espécies vegetais responsáveis por alergias respiratórias em ambientes urbanos e rurais. Alguns anos depois, Barth e Melhem (1988) publicaram uma obra de grande relevância que sistematizou a terminologia morfológica polínica em língua portuguesa e permanece como referência fundamental até os dias atuais. Além disso, os trabalhos de Salgado-Labouriau (1973) e Barth & Barbosa (1971, 1973) contribuíram significativamente para a padronização das descrições morfológicas, com foco na forma, nas aberturas e na ornamentação da exina. Com o passar das décadas, a palinologia brasileira diversificou-se e se consolidou em diferentes regiões e instituições, ganhando espaço em áreas aplicadas como a sistemática vegetal, a melissopalinologia e a ecologia de polinização.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar os recursos polínicos utilizados pela espécie *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811), realizar análise físico-química e detectar a presença de atividade antibacteriana do mel coletado diretamente do meliponário da abelha uruçú em Buritirana, Maranhão, Brasil.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar e caracterizar os pólenes presentes nas colméias das abelhas *M. scutellaris*;
- Indicar quais as possíveis fontes de recursos florais utilizados por *M. scutellaris*;
- Coletar e catalogar exemplares vegetais da região onde está localizado o meliponário da *M. scutellaris*;
- Detectar a presença de ação bactericida/bacteriostática do mel produzido por *M. scutellaris*;
- Analisar os parâmetros físico-químicos (pH, umidade, Brix, acidez livre, lactônica e total) do mel;

4. MATERIAS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O estudo ocorreu no município de Buritirana, Maranhão, inserido na Mesorregião Oeste maranhense, dentro da Microrregião de Imperatriz. Limita-se ao Norte com os municípios de Amarante do Maranhão e Senador La Rocque; ao Sul, com os municípios de Montes Altos e Governador Edson Lobão; a Leste, com o município de Amarante do Maranhão e; a Oeste, com os Municípios de Governador La Rocque e Davinópolis.

O município está localizado no bioma Cerrado e possui uma extensão territorial de aproximadamente 818,416 km², formado por chapadas e planícies, contendo áreas de baixada (Feitosa, 2006). A vegetação da região é composta pela floresta estacional decidual com encraves da floresta amazônica, sendo que essa apresenta grandes árvores bastante espaçadas. Predomina os solos do tipo Argissolo Vermelho, eutrófico luvissólico (IMESC, 2019). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') subúmido (Alvares *et al.*, 2013). Além disso, o município se encontra situado na bacia hidrográfica do Tocantins e do Pindaré.

4.2 Coleta das amostras de pólen e espécies vegetais

Os grãos de pólen e o mel foram coletados diretamente da colmeia (Figura 2A-C) utilizada para a criação das abelhas uruçu (*Melipona scutellaris*) e obtenção de mel para fins comerciais. O mel foi retirado dos favos com o auxílio de uma seringa de 60ml, foram retirados 30 ml de mel. O pólen foi coletado manualmente, abrindo os poços e retirando uma quantidade satisfatória para realizar as análises. Também houve a coleta de espécies vegetais com flores e botões florais no entorno do meliponário em um raio de 1km de distância para a realização de exsiccatas. Estas foram adicionadas a coleção botânica do Herbário da Universidade Estadual da região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

Figura 2: A. Coleta das amostras polínicas; B. Extração do mel da *Melipona scutellaris*; C. Coleta de espécies vegetais visitadas por abelhas.



Fonte: Autora, 2024.

As espécies vegetais coletadas foram identificadas com o auxílio dos professores: Niara Porto de Carvalho e Antônio Expedito Ferreira Barroso de Carvalho, ambos vinculados a CCENT/UEMASUL. Foram utilizados a consulta em sites especializados tais como: INCT (inct.florabrasil.net), MOBOT (<http://www.tropicos.org/>), Species Link (<http://splink.cria.org.br/>) e no Jstor Global Plants (<http://plants.jstor.org/>) e Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

4.3 Análise polínica

Utilizou-se o método de acetólise criado por Erdtman (1960) e adaptado por Melhem *et al.* (2003), o qual consiste em reagir a esporopolenina (substância que compõe a membrana externa do grão) com anidrido acético em meio ácido. Com este processo a exina (membrana externa) fica transparente e a intina e o conteúdo celular do grão são destruídos; deste modo a exina pode ser então estudada em todos os detalhes para a possível identificação do grão.

Os pólenes foram expostos ao ácido acético glacial (aprox. 1 mL), macerados com auxílio de um bastão de vidro para destruir completamente o tecido. As amostras permaneceram por mais de 24 horas em repouso para garantir a retirada da água presente nos tecidos. Após o repouso, os tubos de ensaio foram balanceados (medidos “a olho” para manter o nível de solução em todos os tubos). Depois, os tubos de ensaio foram centrifugados por 5 minutos na velocidade 3 (1200 a 1600 RPM), com todo o líquido sendo descartado em seguida.

A solução de acetólise foi preparada no momento do uso, onde foram utilizados 9 partes de anidrido acético: 1 parte de ácido sulfúrico e adicionados aos tubos de ensaio (aprox. 1 mL). As amostras foram levadas para o banho-maria, onde, com auxílio de bastões de vidro estéreis, foram agitadas levemente por 1min30s. Os tubos foram novamente centrifugados por 5 minutos

na velocidade 3 (1200 a 1600 RPM), com a solução sendo descartada no final. Posteriormente, as amostras foram lavadas com água destilada (aprox. 1 mL) e 3 gotas de álcool etílico para retirar os resíduos da solução de acetólise de cada tubo, em seguida foram centrifugados por 5 minutos na velocidade 3 (1200 a 1600 RPM), sendo descartado todo o líquido ao final. Por último, adicionou-se glicerina 1:1 às amostras (aprox. 1 mL), os tubos foram balanceados e deixados para repousar na centrífuga, por 30 minutos.

Durante o repouso, as lâminas usadas (3 a 5 por amostra) foram preparadas e identificadas com etiquetas. Depois do repouso, a amostra foi centrifugada por 5 minutos na velocidade 3 (1200 a 1600 RPM), tendo todo o líquido descartado ao final e colocado o tubo de ensaio com a boca para baixo, dentro de vasilhas forradas previamente com papel absorvente. A gelatina glicerinada anteriormente fracionada foi levada ao fundo do tubo de ensaio, para raspar as paredes para o pólen aderir na gelatina. Após esse procedimento, a gelatina contendo o material foi dividida em 3 partes para cada tubo de ensaio e disposta sobre as lâminas separadas. As lâminas foram aquecidas com o auxílio de um isqueiro, logo em seguida foi colocada uma lamínula sobre a gelatina e selada com esmalte base. As lâminas permanentes foram observadas e fotografadas por meio de um microscópio óptico com câmera acoplada.

4.4 Análise físico-química do pH, umidade, teor de açúcares (°Brix) e acidez livre.

4.4.1 pH

Usou-se o pHmetro de bancada, um medidor eletrônico, para realizar a medição da acidez do mel extraído da *Melipona scutellaris* Latreille. O eletrodo do pHmetro foi submerso na solução de mel, esperou-se alguns segundos para que a numeração apresentada se estabilizasse (Figura 3).

Figura 3: Medição do pH do mel de urucu no pHmetro de bancada.



Fonte: Autora, 2024.

4.4.2 Umidade e teor de açúcares (°Brix)

A umidade do mel foi medida com o auxílio de um refratômetro manual (Brasil, 2000) que expressa o valor em Brix, fazendo-se as devidas correções para a temperatura ambiente (Alves *et al.*, 2005). Colocou-se 1ml do mel e olhou diretamente dentro do refratômetro, onde se tem um índice de refração demarcando os valores. Os resultados foram convertidos utilizando a tabela de Chataway (Chataway, 1932; Barth, 2009).

4.4.3 Acidez livre

Seguindo a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) para a determinação de acidez livre, lactônica e total, produziu-se três soluções, primeiro, uma solução de 250 mL NaOH a 0,05 N, em que foi pesado 0,5 gramas e diluído em 250 mL de água destilada. A segunda, uma solução de 100 mL de biftalato de potássio, em que foi pesado 1,02 gramas e diluído em 100 mL. A terceira, uma solução de 100 mL de fenolftaleína, em que foi pesado 0,1 gramas e diluído em 100 mL de álcool 70. Padronizou-se a solução de NaOH por meio de uma titulação em triplicata com a solução de biftalato de potássio. Depois, foi feita uma solução de 100 mL de HCl, a qual foi colocado 0,8 mL de HCl em um balão volumétrico e completado até chegar a 100 mL com água destilada, e a solução com o mel, neste foi pesado 5 gramas de mel e diluído em 37, mL de água destilada. Titulou a solução de mel com a solução de NaOH até que o pH atingisse 8,5, usou o pHmetro de bancada para medir. Adicionou 10 mL da solução

de NaOH na de mel. E após isto, titulou a solução com a de HCl até que o pH atingisse 8,30. Também foi titulado o branco em 37,5 mL de água destilada com a solução de NaOH até o pH atingir 8,5. Adicionou imediatamente nesta solução nesta solução 10 mL da solução de hidróxido de sódio 0,05 N e foi titulado com a solução de ácido clorídrico 0,05 N até o pH 8,30. Titulou-se 75 mL de água com hidróxido de sódio 0,05 N até pH 8,5.

Após essa etapa, foi anotado a quantidade de volume gasto nas titulações, os valores foram substituídos na fórmula abaixo de acidez livre.

$$(V-Vb) \times 50 \times f / P$$

O resultado é igual acidez livre, em miliequivalentes por kg.

V = n.º de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação

Vb = n.º de mL de solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação para o branco

f = fator da solução de NaOH 0,05 N

P = massa da amostra em gramas

Para calcular a acidez lactônica, usou-se a seguinte fórmula:

$$(10-Va) \times 50 \times f / P$$

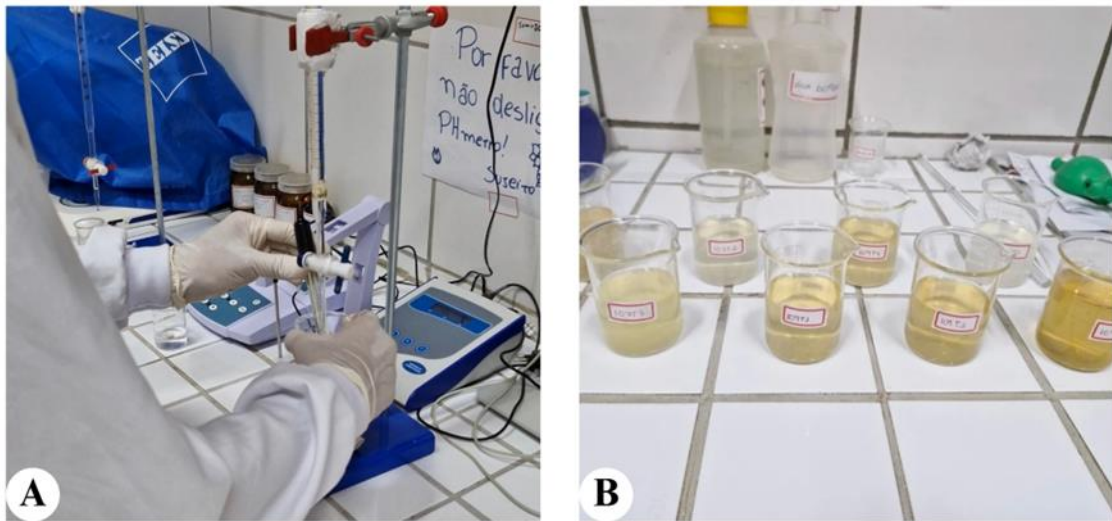
O resultado é igual a acidez lactônica, em miliequivalentes por kg.

Va = n.º de mL de solução de HCl 0,05 N gasto na titulação

f = fator da solução de HCl 0,05 N

P = massa da amostra em gramas

Figura 4: A. Titulação com NaOH e HCl, com o auxílio do eletrodo para monitorar o ponto de equivalência. B. Solução de mel ao fim da titulação.



Fonte: Autora, 2024.

4.4.4 Método de avaliação da atividade antibacteriana

As bactérias utilizadas foram *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, sendo elas respectivamente, uma gram-negativa e uma gram-positiva. Foram usadas na avaliação cepas já existentes do Laboratório de Química de Produtos Naturais. Utilizou-se o método elaborado por Elshikh *et al.* (2016). Para o preparo do inóculo bacteriano na escala 0,5 de MacFarland, inicialmente, adiciona-se 3 mL de solução salina estéril em um tubo de ensaio estéril, além de preparar outros dois tubos de ensaio estéreis contendo 9 mL de solução salina cada.

Com o auxílio de uma alça de platina previamente flambada, retira-se uma alçada da amostra bacteriana da placa de Petri e transfere-se para o tubo com 3 mL de solução salina estéril, homogeneizando-se bem. Em seguida, 100 μ L desta suspensão bacteriana são transferidos para um poço da microplaca. A leitura da densidade óptica (DO) é realizada no espectrofotômetro ELISA a 630 nm, ajustando a absorbância entre 0,08 e 0,10. Caso a leitura esteja acima de 0,10, deve-se diluir o inóculo adicionando mais solução salina; se estiver abaixo de 0,08, deve-se adicionar mais amostra bacteriana.

Após atingir a concentração inicial de $1,5 \times 10^8$ UFC/mL, é realizada uma diluição seriada 1:10 para reduzir a concentração até 10^6 UFC/mL. Para isso, transfere-se 1 mL da suspensão bacteriana inicial para um tubo contendo 9 mL de solução salina estéril, homogeneizando para obter a concentração de 10^7 UFC/mL. O mesmo processo é repetido para alcançar a concentração de 10^6 UFC/mL.

Na preparação das amostras, foi realizada a preparação de uma solução estoque a 20 mg/mL (20.000 µg/mL) pesando-se 20 mg da amostra em um eppendorf estéril, ao qual se adicionou 1 mL de etanol P.A. A solução foi filtrada com um filtro para seringa esterilizado e a partir dessa solução, preparou-se a solução de partida com concentração de 1.000 µg/mL, utilizando a fórmula:

$$C1.V1 = C2.V2$$

Onde: C1= concentração inicial

V1=volume inicial

C2= concentração final

V2= volume final

$$20000 \text{ ug/mL. } V_1 = 1000 \text{ ug/mL. } 1\text{mL}$$

$$V_1 = 0,05 \text{ mL ou } 50 \text{ uL}$$

Calculou-se que 50 µL da solução estoque devem ser transferidos para um tubo estéril, complementando com 950 µL de meio de cultura líquido.

Para a montagem da microplaca, começou-se pela preparação do antibiótico (gentamicina 125 µg/mL). Inicialmente, 100 µL de meio de cultura foram adicionados aos poços F11 e G11, enquanto 200 µL do antibiótico foram pipetados no poço E11. Realizou-se diluições seriadas para alcançar as concentrações de trabalho, sendo 62,5 µg/mL no poço F11 e 31,25 µg/mL nos poços G11 e H11.

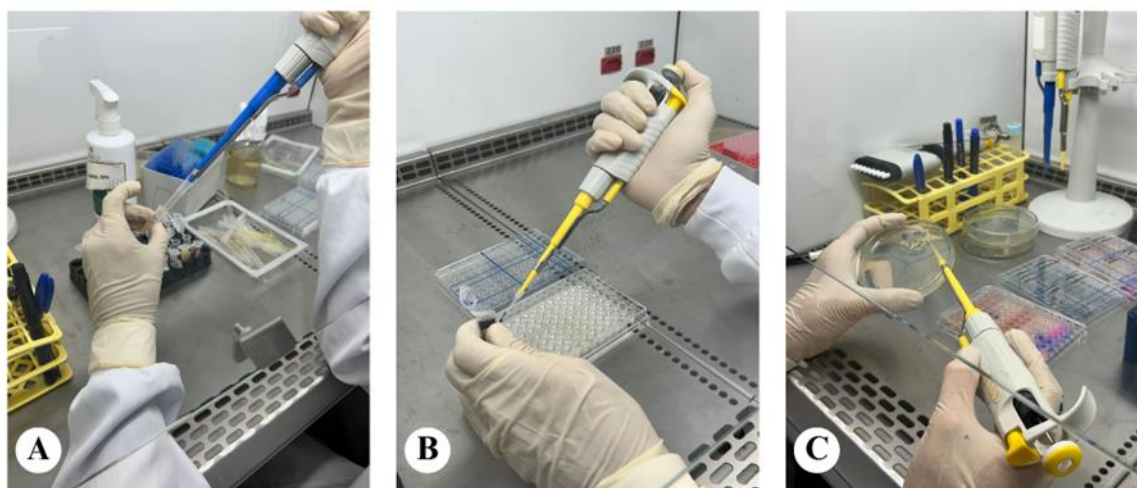
O controle do etanol a 5% foi preparado misturando-se 50 µL de etanol P.A. com 950 µL de meio de cultura, adicionou-se 100 µL dessa solução aos poços E12, F12, G12 e H12. Para a montagem final, 200 µL da solução de partida (1.000 µg/mL) foram adicionados nas colunas 1 e 6 da microplaca. Os demais poços receberam 100 µL de meio de cultura, exceto os controles positivo e de etanol. Após a realização das diluições seriadas com pipeta multicanal, 10 µL da suspensão bacteriana a 10⁶ UFC/mL foram adicionadas em cada poço, com exceção das linhas D e H e dos controles. A microplaca é identificada e incubada a 35-37°C por 24 horas.

Após a incubação, utiliza-se o revelador de resazurina para análise da atividade bacteriana. A solução de resazurina é preparada dissolvendo-se 0,005 g em 25 mL de água

destilada estéril, conforme o fabricante. Em cada poço da microplaca, são adicionados 10 μL do revelador, e a placa é incubada por mais 2 horas a 35-37°C, protegida da luz. Poços que permanecem com coloração azul indicam inatividade bacteriana, enquanto aqueles que adquirem coloração rosa ou vermelha indicam crescimento bacteriano.

Por fim, realizou-se o preparo para determinação da Concentração Bactericida Mínima (MBC). Para isso, separa-se placas de Petri contendo o ágar Mueller Hinton. Transferiu-se 20 μL dos poços azuis da microplaca para essas placas utilizando swab estéril, espalhando o inóculo de maneira uniforme. As placas são incubadas a 35-37°C por 24 horas. Após a incubação, as concentrações que apresentaram crescimento bacteriano são registradas e tabuladas para análise.

Figura 5: A. Mistura do mel com o meio de cultura. B. Colocação da solução de resazurina nos poços das microplacas. C. Transferência das concentrações dos poços que apresentaram inibição para as placas de Petri.



Fonte: Autora, 2024.

5. RESULTADOS

5.1 Tipos polínicos

A partir das amostras analisadas e comparadas com as espécies vegetais coletadas no entorno do meliponário foi possível identificar os grãos de pólen de 06 (seis) famílias botânicas, sendo Solanaceae a mais representativa com 03 (três) gêneros identificados nas amostras polínicas (Tabela 1).

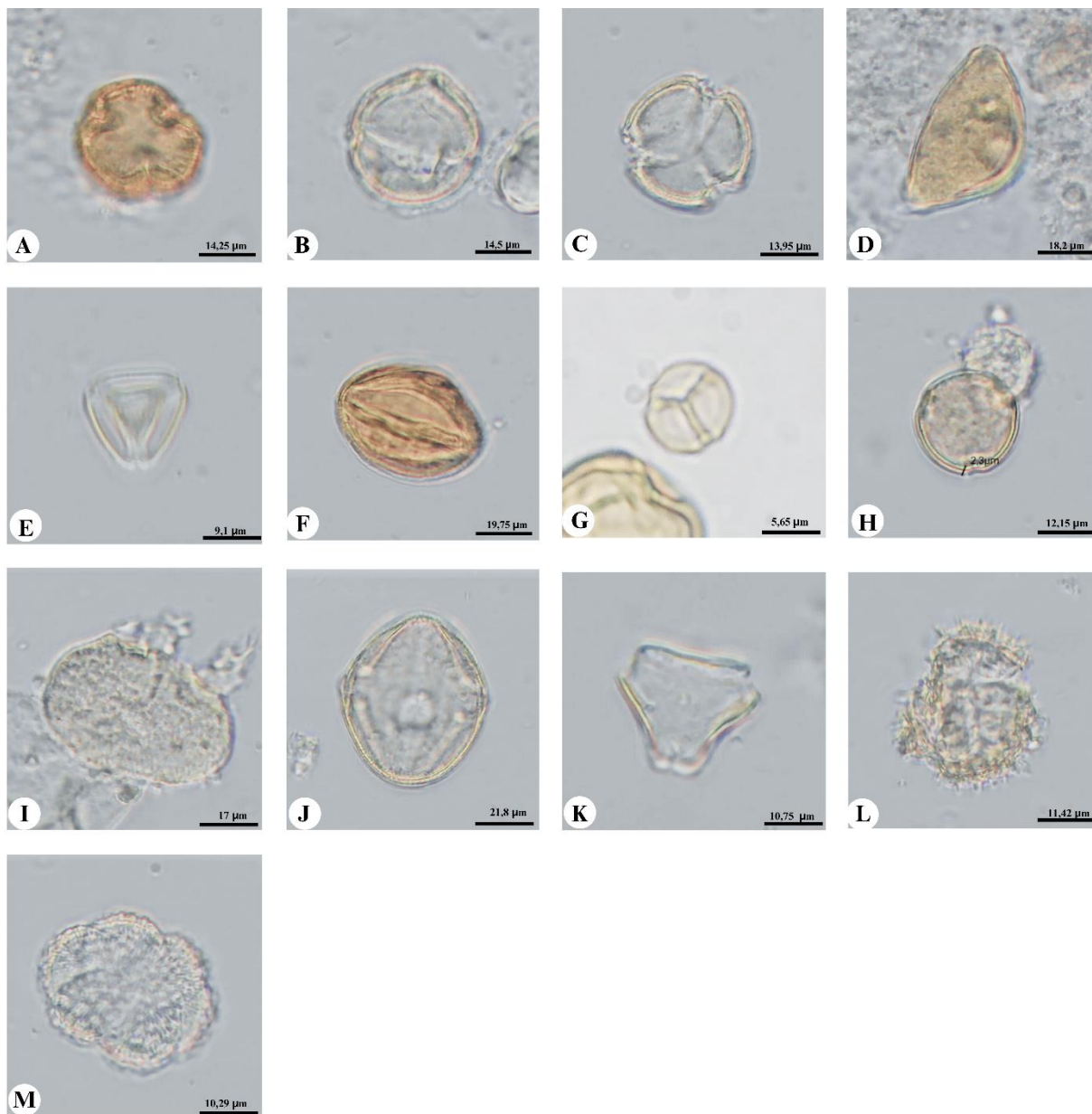
Tabela 1: Nomes das famílias e espécies encontradas nas lâminas de grãos de pólen da *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811).

Família/espécie	Hábito
Solanaceae	
<i>Cestrum</i> sp.	Arbustivo
<i>Solanum</i> sp.	Herbáceo, arbustivo, escadente e arbóreo
Não identificada	
Arecaceae	
<i>Cocos</i> sp.	Arbóreo
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Arbóreo
Fabaceae	
<i>Senna</i> sp.	Arbustivo, subarbustivo, escadente e arbóreo
<i>Mimosa</i> sp.	Herbáceo, arbustivo e arbóreo
Poaceae	
Não identificada	
<i>Zea mays</i> L.	Gramínea herbáceo
Euphorbiaceae	
Não identificada	
Myrtaceae	
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	Arbóreo
Asteraceae	
Não identificada	
Rubiaceae	
Não identificada	

Fonte: Autora, 2025.

Conforme a descrição polínica do material encontrado na colméia de *M. scutellaris*, observa-se que:

Figura 6 (A-M): A) *Cestrum* sp., família Solanaceae; B) *Solanum* sp., família Solanaceae; C) Não identificada, família Solanaceae; D) *Cocos* sp., família Arecaceae; E) *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., família Arecaceae; F) *Senna* sp., família Fabaceae; G) *Mimosa* sp., família Fabaceae; H) Não identificada, família Poaceae; I) *Zea mays* L., família Poaceae; J) Não identificada, família Euphorbiaceae; K) *Syzygium cumini* (L.) Skeels., família Myrtaceae; L) Não identificada, família Asteraceae; M) Não identificada, família Rubiaceae.



Fonte: Autora, 2024.

A) *Cestrum* sp., família Solanaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular a triangular de lados convexos, tricolporado, colpos longos e relativamente largos, exina aparentemente psilada a finamente granulada/escabrada (Figura 6A).

B) *Solanum* sp., família Solanaceae.

Descrição polínica: Mônade, apolar, simetria radial, forma esferoidal, âmbito circular, pantoporado (ou periporado), com múltiplos poros distribuídos pela superfície, exina com ornamentação reticulada a granulada (Figura 6B).

C) Espécie não identificada, família Solanaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, isopolar, âmbito subquadrangular a quadrilobado, tetracolporado, com colporos longos e exina psilada (Figura 6C).

D) *Cocos* sp., família Arecaceae.

Descrição polínica: Mônade, pequeno (aproximadamente 18,2 μm), simetria bilateral, heteropolar, forma cimbíforme a elipsoidal, monocolpado, colpo longo e exina aparentemente psilada (Figura 6D).

E) *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., família Arecaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, isopolar, âmbito triangular de lados retos a levemente convexos e ângulos truncados, sincolpado ou trissincolpado), exina psilada e delgada (Figura 6E).

F) *Senna* sp., família Fabaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria bilateral, isopolar, forma elipsoidal a navicular, monocolpado, colpo longo e exina finamente reticulada (Figura 6F).

G) *Mimosa* sp., família Fabaceae

Descrição polínica: Tétrade tetraédrica, forma esferoidal, âmbito circular e exina psilada (Figura 6G).

H) Espécie não identificada, família Poaceae

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, heteropolar, esferoidal, âmbito circular, abertura do tipo monoporado, com poro provido de ânulo (anel espessado), exina espessa e psilada (Figura 6H).

I) *Zea mays* L., família Poaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria bilateral, heteropolar, forma prolata, abertura do tipo monocolpado, com colpo longo e exina finamente reticulada (Figura 6I).

J) Espécie não identificada, família Euphorbiaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, forma suboblata, tricolporado, aberturas angulaperturadas com colpos curtos e exina psilada a finamente reticulada (Figura 6J).

K) *Syzygium cumini* (L.) Skeels, família Myrtaceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, isopolar, âmbito triangular de lados convexos, aberturas do tipo tricolporado, angulaperturadas e exina psilada (Figura 6K).

L) Espécie não identificada, família Asteraceae.

Descrição polínica: Mônade, simetria radial, isopolar, esferoidal, âmbito circular, aberturas do tipo tricolporado e exina equinada com espinhos agudos e proeminentes (Figura 6L).

M) Espécie não identificada, família Rubiaceae.

Descrição polínica: Políade, forma esferoidal, âmbito circular-lobado, composta por múltiplos grãos de pólen (mônades), exina com ornamentação externa granulosa a verrucosa (Figura 6M).

5.2 Exsicatas

Lista das exsicatas elaboradas e depositadas (Tabela 2/ Figura 7).

Tabela 2: Nomes das espécies vegetais coletadas no entorno do meliponário.

Família/espécie	Hábito
Fabaceae	
<i>Inga</i> Mill. sp.	Arbustivo e arbóreo
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Arbustivo e arbóreo
<i>Schenella Raddi</i> . sp.	Arbustivo e arbóreo
Vitaceae	
<i>Clematicissus simsiana</i> (Schult. & Schult. F.) Lombardi;	Escadente lenhosa
Anacardiaceae	
<i>Mangifera indica</i> L.	Arbóreo
Passifloraceae	
<i>Passiflora foetida</i> L.	Herbáceo escadente
Asteraceae	
<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H. Rob.	Herbáceo e subarbustivo
Ochnaceae	
<i>Ouratea</i> Aubl. sp.	Arbustivo e arbóreo
Rutaceae	
<i>Citrus</i> L. sp.	Arbustivo e arbóreo
Lamiaceae	
<i>Salvia gesneriiflora</i> Lindl. & Paxton	Arbustivo
Malvaceae	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Arbóreo
Verbenaceae	
<i>Lantana camara</i> L.	Arbustivo
Poaceae	
<i>Zea mays</i> L.	Gramínea herbácea
Sapindaceae	
<i>Paullinia pinnata</i> L.	Escadente

Fonte: Autora, 2024.

Figura 7 (A-N): Exsicatas das espécies vegetais coletadas. A) *Inga* Mill. sp.; B) *Bauhinia unguolata* L.; C) *Schenella Raddi*. sp.; D) *Clematicissus simsiana* (Schult. & Schult. F.) Lombardi; E) *Mangifera indica* L.; F) *Passiflora foetida* L.; G) *Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.; H) *Ouratea* Aubl. sp.; I) *Citrus* L. sp.; J) *Salvia gesneriiflora* Lindl. & Paxton; K) *Guazuma ulmifolia* Lam.; L) *Lantana camara* L.; M) *Zea mays* L.; N) *Paullinia pinnata* L.



Fonte: Autora, 2024.

Os meliponíneos detêm uma grande importância para o ecossistema brasileiro, pois são as principais responsáveis pela polinização da grande maioria das espécies vegetais do país. A

partir dos resultados obtidos na análise dos tipos polínicos, foram identificadas 6 famílias botânicas (Arecaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rubiaceae e Solanaceae) e 8 gêneros (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., *Cestrum* sp., *Cocos* sp., *Mimosa* sp., *Senna* sp., *Solanum* sp., *Syzygium cumini* (L.) Skeels. e *Zea mays* L.), sendo que 3 destas famílias (Asteraceae, Fabaceae e Poaceae) e 1 espécie (*Zea mays* L.) foram observados nas espécies vegetais coletadas no povoado de Ingarana.

De acordo com os dados de Jesus (2020), as famílias Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae e Poaceae, os quais correspondem com os tipos polínicos e vegetais encontrados em uma área de Cerrado, bioma que está presente na região de Buritirana. Essa diversidade de tipos polínicos é também reflexo de uma estratégia alimentar generalista, aceita como padrão entre as abelhas eussociais da família Apidae, que possibilita a exploração de uma grande variedade de recursos alimentares, permitindo que a espécie se adeque às variações na oferta de alimentos (Ramalho *et al.*, 2007).

5.3 Análise do pH, acidez livre, umidade e teor de açúcares (°Brix)

O valor do pH foi de 2,48 que se caracteriza como ácido. A acidez livre foi calculada por meio da fórmula $(V-V_b) \times 50 \times f / P$. Em que $V = 15$ mL, $V_b = 0,5$ mL, $f = 0,226$ e $P = 5$ gramas. O resultado da acidez livre é igual a 32,77 miliequivalentes por kg. A acidez lactônica foi calculada por meio da fórmula $(10-V_a) \times 50 \times f / P$. Em que $V_a = 3,1$ mL, $f = 1$ e $P = 5$ gramas. O resultado da acidez lactônica é igual a 69 miliequivalentes por kg. A acidez total é igual a acidez livre mais a acidez lactônica, o resultado é 101,77 miliequivalentes por kg. A umidade foi de 21% e o teor de açúcar chegou a 75°Bx em 1ml de mel.

O pH é uma escala desenvolvida para determinar o índice de acidez de uma solução. De acordo com a especificação brasileira (Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), o valor médio do pH para o mel de abelhas deve ser de 3,3 - 4,6. O mel coletado está abaixo dos valores recomendados, já que apresenta o pH de 2.48. Conforme o artigo de Nascimento (2021), 6 amostras de méis de *Melipona scutellaris* foram analisadas e o pH variou de 2.77 a 6.91. Com base nos Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Produtos de Origem Animal, a acidez livre do mel deve possuir no máximo 40 miliequivalentes por kg, o que corresponde ao valor encontrado de 32,77 mEq/kg. Assim como na análise feita por Nascimento (2021), os números resultantes alternam entre 20 e 59,32 mEq/kg. Segundo Freitas (2010), valores elevados de acidez e um baixo pH são fatores

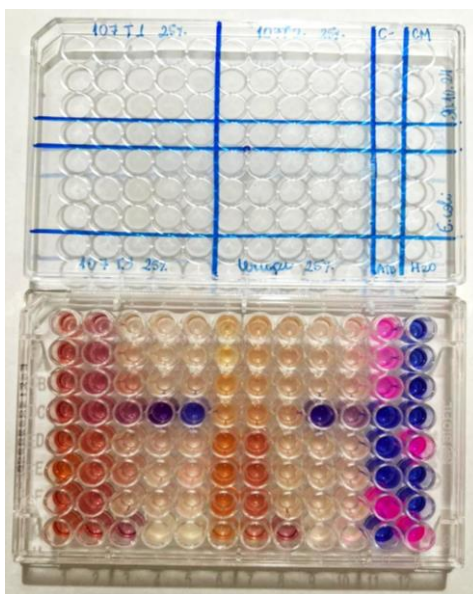
favoráveis ao aumento da vida de prateleira desse produto, pois constituem-se em condições desfavoráveis ao desenvolvimento de micro-organismos.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel indica que a umidade deve estar entre 17% e 18%, porém, quando se trata das abelhas sem ferrão existe o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão gênero *Melipona* que determina a variação de 20% a 35%, pois esta quantidade elevada é uma característica marcante. Em Schmitz (2022), as espécies *Melipona scutellaris*, *Melipona rufiventris* e *Melipona quadrifasciata* tiveram a umidade de 25 amostras avaliadas e os resultados divergiram de 26,78 a 28,64. Enquanto para Ferreira (2012), houve uma variação de 18,3% a 27,63% da umidade na análise dos méis de *Melipona scutellaris* (uruçu), *Melipona subnitida* (jandaíra) e *Melipona asilvae* (rajada). O artigo de Ferreira (2012) ainda traz os valores para o teor de açúcares em °Brix, sendo 70,1 para as abelhas rajada e jandaíra e 80,1 para uruçu.

5.4 Atividade antibacteriana do mel

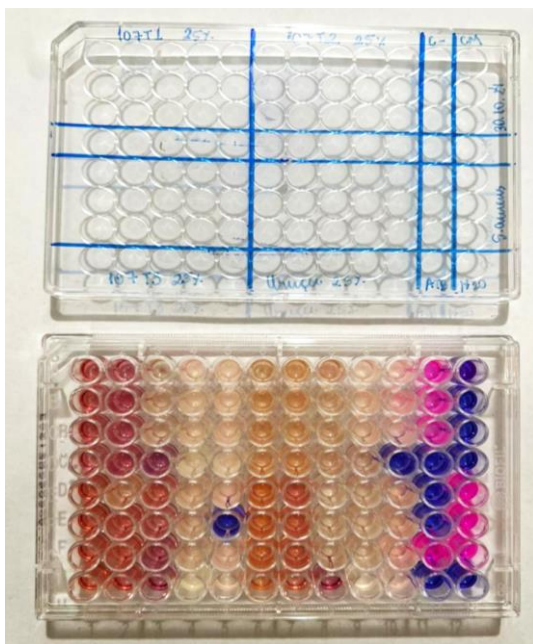
Observando as figuras 20 e 21, os poços E1, E2, F1, F2, G1, G2, H1 e H2 apresentaram uma variação significativa na cor, a solução desses poços foram colocadas em placas de Petri com meio de cultura e feito triplicatas, após a incubação, constatou-se que houve inibição do crescimento bacteriano nas concentrações de 25% e 12,5% com as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Figura 8: Microplacas com a bactéria *Escherichia coli* presente.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 9: Microplacas com a bactéria *Staphylococcus aureus* presente.



Fonte: Autora, 2024.

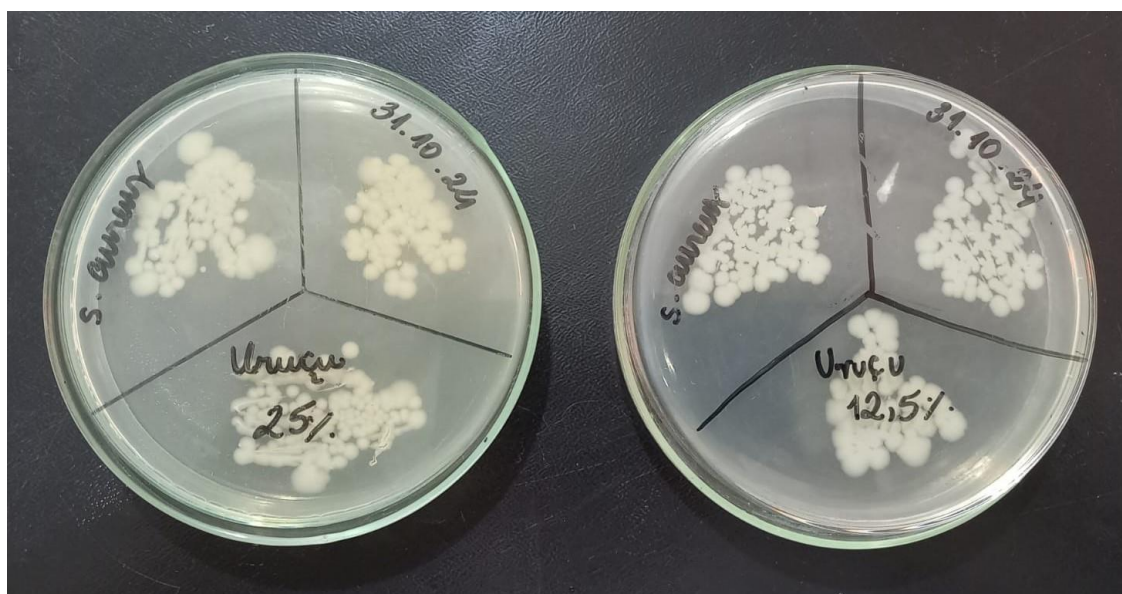
A Concentração Mínima Inibitória é 12,5%, tanto para *Escherichia coli* quanto *Staphylococcus aureus*, assim sendo o mel da *Melipona scutellaris* possui característica bacteriostática.

Figura 10: Placas de Petri dividida em três porções com a bactéria *Escherichia coli*, placa da esquerda com concentração de 25% e da direita com 12,5%.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 11: Placas de Petri dividida em três porções com a bactéria *Staphylococcus aureus*, placa da esquerda mo concentração de 25% e da direita com 12,5%.



Fonte: Autora, 2024.

A atividade antibacteriana do mel de *Melipona scutellaris* apresentou resultados inibitórios significativos, sugerindo que com o aumento da concentração possa ter atividade bactericida. Na avaliação do potencial antimicrobiano do mel produzido por *Melipona scutellaris* feito por Jesus *et al.* (2020), o *Staphylococcus aureus* foi inibido em duas amostras em concentrações de 10 mg / ml, enquanto em dez amostras de mel a bactéria *Escherichia coli* não foi inibida. O *Staphylococcus aureus* é um dos organismos incluídos na maioria dos estudos comparativos, sendo considerado um dos mais sensíveis à ação antibacteriana do mel (Theunissen *et al.*, 2001).

6. CONCLUSÃO

A realização deste trabalho permitiu identificar e compreender os principais tipos polínicos usados como recurso alimentar pelas abelhas urucu, além de catalogar as espécies vegetais dispostas nos arredores das colmeias em um fragmento de cerrado com influência amazônica. Esses dados contribuem para a promoção da palinologia, uma área que ainda é pouco divulgada. Os resultados da atividade antibacteriana foram satisfatórios, reforçando o senso comum de que o mel pode eventualmente servir como remédio para doenças bacterianas. Porém, a complexidade e a variabilidade do mel, apresentam propriedades que dependem de diversos fatores, como a região de cultivo, o tipo de solo, as plantas disponíveis e a possível contaminação ambiental. Assim, novos estudos são necessários para desvendar melhor as características e o potencial do mel produzido pelas abelhas urucu para ação bactericida.

Por fim, os resultados desta pesquisa destacam a importância da preservação dos recursos naturais e a relevância das abelhas nativas sem ferrão como polinizadoras essenciais. Essas informações podem ser usadas como subsídio para a conservação da flora apícola e o desenvolvimento sustentável da atividade meliponícola, além de apoiar pequenos produtores locais na obtenção de renda. O fortalecimento da meliponicultura, aliado a estudos sobre a qualidade e propriedades dos subprodutos das abelhas, como o mel, tem grande potencial para gerar benefícios econômicos e ecológicos, contribuindo para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento regional.

REFERÊNCIAS

ACHMIT, Mohamed et al. In vitro antibacterial and biofilm inhibitory activity of the sawdust essential oil of *Tetraclinis articulata* (vahl) against catheter-associated *Staphylococcus aureus* clinical isolates. **Current Research In Biotechnology**, [S.L.], v. 3, p. 1-5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2020.12.001>.

ALCOLÉA, M.; SANTANA JUNIOR, M. B.; OLIVEIRA, K. A. de M.; TUSSOLINI, L.; LEITE, M. A. G.; HONORIO-FRANÇA, A. C.; FRANÇA, E. L.; PERTUZATTI, P. B.. Bioactive compounds of honey from different regions of Brazil: the effect of simulated gastrointestinal digestion on antioxidant and antimicrobial properties. *Food & Function*, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 1310-1322, 2024. **Royal Society of Chemistry (RSC)**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1039/d3fo03620k>.

ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorol Z*, Piracicaba, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, R. M. de O.; CARVALHO, C. A. L. de; SOUZA, B. de A.; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 25, n. 4, p. 644-650, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612005000400004>.

ARES, Ana M.; VALVERDE, Silvia; BERNAL, José L.; NOZAL, María J.; BERNAL, José. Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 147, p. 110-124, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.08.009>.

ASSOCIAÇÃO A.B.E.L.H.A. Abelhas sem ferrão. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://abelha.org.br/abelhas-sem-ferrao/>.

BARTH, O. M.; BARBOSA, A. F. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil meridional - XII. Palmae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 69, p. 425-433, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761971000300003>.

BARTH, O. M.; BARBOSA, A. F. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil meridional - XVII. Elaeocarpaceae e Tiliaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 71, p. 203-217, 1973. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761973000200001>.

BARTH O.M., MELHEM T.S. Glossário Ilustrado de Palinologia. Campinas, Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1988.

BARTH, O. M., MUNHOZ, M. C., LUZ, C. F. P. Botanical origin of Apis pollen loads using color, weight and pollen morphology data. **Acta Alim.** v. 38, p. 133-139, 2009.

BASTOS, E. M. Espectro polínico do mel produzido em algumas áreas antrópicas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.55, n.4, p.789- 799, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 6, de 25 de julho de 1985. Brasília, DF, 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Brasília: 2000.

BRASIL. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. *Abelhas*. [S.l.]: ICMBio, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/biodiversidade-do-cerrado/arquivo/avaliacao/abelhas>.

BYNG, J. W. et al. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

CHATAWAY, H. D. The determination of moisture in honey. **Canadian Journal of Research**, n. 6, p. 532-547, 1932.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically, M07. 2012. v. 32, n. 2. ISBN 1-56238-784-7.

DAELLEN-BACH, K.K. The use of honeybees. **Gleanings in Bee Culture**, v. 109, n. 10, p. 530-531, 1981.

ELSHIKH, M. et al. Resazurin-based 96-well plate microdilution method for the determination of minimum inhibitory concentration of biosurfactants. **Biotechnology Letters**, v. 38, n. 6, p. 1015-1019, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10529-016-2079-2>.

ERDTMAN, G. The acetolysis method in a revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 54, n. 4, p. 561 -564, 1960.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geohistórico cultural**. João Pessoa: Grafset, 2006.

FERREIRA, Wallber Carneiro. Caracterização dos méis de *Apis mellifera* de diferentes floradas comparado com méis de abelhas indígena meliponeae. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 1., 2012, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Realize Editora, 2012.

FREITAS, W. E. S.; AROUCHA, E. M. M.; SOARES, K. M. P.; MENDES, F. I. B.; OLIVEIRA, V. R.; LUCAS, C. R.; SANTOS, M. C. A.; Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão (*Melipona subnitida*) após tratamento térmico. **Acta Veterinaria Brasilica** 2010, 4, 153.

GASPARINO, E. C. Cenário da palinologia no Brasil: descrição, padronização e apresentação de estudos em morfologia polínica. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 72., 2022, online. *Anais...* [S.l.]: Sociedade Botânica do Brasil, 2022. p. 229-238.

GIANNINI, Tereza C. et al. Native and non-native supergeneralist bee species have different effects on plant-bee networks. **PLOS One**, [S. l.], v. 10, n. 9, p. e0137198, 10 set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137198>.

GOULSON D. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 2, p. 185–209, 1999.

GREW, Nehemiah. **The Anatomy of Plants**. [London]: W. Rawlins, 1682. Disponível em: <https://archive.org/details/mobot31753000008869/page/n7/mode/2up>.

HALBRITTER, H.; ULRICH, S.; GRIMSSON, F.; WEBER, M.; ZETTER, R.; HESSE, M.; BUCHNER, R.; SVOJTKA, M.; FROSCHE-RADIVO, A. **Illustrated Pollen Terminology**. 2. ed. Cham: Springer, 2018.

HOSSAIN, M. L. et al. A Review of Commonly Used Methodologies for Assessing the Antibacterial Activity of Honey and Honey Products. **Antibiotics**, v. 11, n. 7, p. 975, 2022.

HYDE, H. A. Oncus, a new term in pollen morphology. **New Phytologist**, v. 54, p. 255, 1955.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Apimondia 2022: Vera Imperatriz-Fonseca, bióloga da USP e do Comitê Científico da A.B.E.L.H.A. [vídeo]. YouTube, 26 ago. 2022. Disponível em: https://youtu.be/spw741wpCtI?si=SSfscIENWkrm5Go_.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; LAURINO, M.C.; KOEDAM, D.; MARTINS, C.F. **A distribuição geográfica da abelha urucu (*Melipona scutellaris*, Latreille, 1881), (Apidae – Meliponinae)**. 2007. Disponível em: <https://www.webbee.org.br>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. Perfil do Maranhão 2006/2007. São Luís: IMESC, 2008. v. 1.

JESUS, Marcel Carvalho de; OLIVEIRA, Débora Cavalcante de; RODRIGUEZ FIGUEROA, Luis Enrique; BRANDÃO, Hugo Neves; KAMIDA, Hélio Mitoshi; SANTOS, Francisco de Assis Ribeiro dos. Caracterização botânica e avaliação do potencial antimicrobiano do mel produzido por *Apis mellifera* L, *Melipona scutellaris* Latreille e *Tetragonisca angustula* Latreille (Hymenoptera: Apidae) em um fragmento de floresta ombrófila densa no estado da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, Porto Seguro, v. 3, n. 2, p. 37–50, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.v3i2.40>.

JOHNSON, L. K., HUBBELL, S. P. Aggression and competition among stingless bees: Field studies. **Ecology**, v. 55, p. 120-127. 1974.

KERR, W. E., CARVALHO, G. A., NASCIMENTO, V. A. **Abelha urucu: biologia, manejo e conservação**. Acangá, Belo Horizonte. 114p. 1996.

LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; DOS SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4., p. 7-9, 2005.

LUZ, C. F. P.; THOMÉ, M. L.; BARTH, O. M. Trophic resources for *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) in the Morro Azul do Tinguá region, Rio de Janeiro state. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 29-36, 2007.

MALPIGHI, M. Die Anatomie der Pflanzen. I und II Theil, London, 1675 und 1679. Bearbeitet von M. Möbius. **Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften**, n. 120, 1901. p. 163.

MARCHINI, L. C. et al. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 2, p. 413-420, 2001.

MARQUES-SOUZA, A. C. **Características de coleta de pólen de alguns meliponíneos da Amazônia Central**. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1999. 248 p.

MELHEM, T. S.; Cruz-Barros, M. A. V.; Corrêa, M. A. S.; Makino-Watanabe, H.; Silvestre-Capelato, M. S. F.; Gonçalves-Esteves, V. L. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo**, 16:1-104.

MELO, D. C. P.; SALGADO, Y. L.; LIMA, A. M.; SILVA, A. S. O potencial farmacológico dos méis de abelhas Meliponini e o fator bioeconômico que compreende sua produção: uma revisão narrativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**, v. 2, p. 584-598, 2021. [S.l.]: Editora Científica Digital.

MENDES, E. Introdução ao estudo da flora alergizante do Brasil. **Revista Paulista de Medicina**, v. 20, n. 5, p. 257-316, 1942.

NASCIMENTO, A. S. do., SILVA, F. L., SILVA, S. M. P. C., SODRÉ, G. S., CARVALHO, C. A. L. Qualidade Físico-Química e Compostos Bioativos do Mel de *Melipona scutellaris* Produzido em uma Região Urbano-Industrial. **Revista Virtual de Química**, 2021, v. 13, n. 6, 2021.

NOGUEIRA NETO, P. A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae). São Paulo: **Chácaras e Quintais**, 1953. 280 p. il.

OLIVEIRA, E. N. A. DE; SANTOS, D. DA C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 132-138, 2011.

PINHEIRO, C. R. Literatura palinológica de Anacardiaceae e Burseraceae (Sapindales). 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2024.

POSEY, D.A. Etnoentomologia de tribos indígenas da Amazônia. In: RIBEIRO, D. (Org.) **Suma etnológica brasileira: 1. Etnobiologia**. 2.ed. Petrópolis: FINEP, 1987. v.1, p.251-271.

RAMALHO, Mauro; SILVA, Marília D. e; CARVALHO, Carlos A.L.. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: apidae). **Neotropical**

Entomology, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 38-45, fev. 2007. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2007000100005>.

RECH, A.R. & BRITO, V.L.G. Mutualismos extremos de polinização: história natural e tendências evolutivas. **Oecologia australis**, v. 16, p. 297-310, 2012.

ROCHA, D.F. da. **Carvão Nacional**. Monografia. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Rio de Janeiro, 1927.

SALGADO-LABOURIAU M.L. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973.

SCHIESTL, F.P. & JOHNSON, S.D. Pollinator-mediated evolution of floral signals. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, p. 307-315, 2013.

SCHMITZ, B. et al. ANÁLISE DO MEL DE DIFERENTES ESPÉCIES DE ABELHAS SEM FERRÃO. **Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa**, p. 12–19, 2022.

SILVA, J. B.; COSTA, K. M. F. M.; COELHO, W. A. C.; PAIVA, K. A. R.; COSTA, G. A. V.; SALATINO, A.; FREITAS, C. I. A.; BATISTA, J. S. Quantificação de fenóis, flavonoides totais e atividades farmacológicas de geoprópolis de *Plebeia* aff. *flavocincta* do Rio Grande do Norte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 874-880, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x2016000900014>.

SILVA, A. C.; PAULO, M. C.; SILVA, M. J.; MACHADO, R. M.; ROCHA, G. M.; OLIVEIRA, G. A.. Atividade antimicrobiana e toxicidade dos méis das abelhas sem ferrão *Melipona rufiventris* e *Melipona fasciculata*: uma revisão. **Research, Society and Development**, 9 (8), 2020.

SILVA, A. C.; BRITO, M. G. A.; ROCHA, G. M. de M.; SILVA, M. do A.; OLIVEIRA, G. A. L. de. Antimicrobial property and toxicity profile of bee honeybees of the gender *Melipona* Illiger, 1806: An integrative review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e13510413903, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13903>.

SILVEIRA, F. A.; G. A. R. MELO, E. A. B. A. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: IDMAR, 2002.

SOUZA, C. F.; ALVEZ, L. R. P.; TULINI, F. L.; MAMEDE, A. M. G. N.; SANTANA, A. C. B. A.; LIMA, I. A. Parâmetros de qualidade de méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. **Research, Society and Development**, 10 (1), 2021.

THEUNISSENA, F.; GROBLERA, S.; GEDALIAB, I. The antifungal action of three South African honeys on *Candida albicans*. **Apidologie**, v. 32, p. 371-379, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2001137>.

VÁZQUEZ, D.P.; LAMÁSCOLO, S.B.; BELÉN-MALDONADO, M.; CHACOFF, N.P.; DORADO, J.; STEVANI, E.L. & VITALE, N.L. The strength of plant-pollinator interactions. **Ecology**, v. 93, p. 719-725, 2012.

VENTURIERI, G. C.; ALVES, D. A.; VILLAS-BÔAS, J.K.; CARVALHO, C. A. L.; MENEZES, C.; VOLLET- NETO, A.; CONTRERA, F. A. L.; CORTOPASSI- LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ- FONSECA, V. L. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. In: **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, p. 213-236, 2012.

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

VILLAS-BÔAS, Jerônimo. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral dos Produtos das Abelhas Nativas Sem Ferrão**. 2. ed. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). 2018. 212 p.; il. - (Série Manual Tecnológico). ISBN: 978-85-63288-08-0/.