

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL - ICENP

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BEATRIZ DE SOUZA

Análise palinológica e origem botânica de uma amostra de mel do Cerrado mineiro

Ituiutaba

2025

BEATRIZ DE SOUZA

Análise palinológica e origem botânica de uma amostra de mel do Cerrado mineiro

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Ciências
Biológicas, da Universidade Federal
de Uberlândia, como requisito parcial
para a obtenção de grau de Bacharel
em Ciências Biológicas

Área de concentração: Palinologia
Orientador: Prof. Dr. Lucas Matheus da Rocha

Ituiutaba

2025

BEATRIZ DE SOUZA

Análise palinológica e origem botânica de uma amostra de mel do Cerrado mineiro

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Ciências
Biológicas, da Universidade Federal
de Uberlândia, como requisito parcial
para a obtenção de grau de Bacharel
em Ciências Biológicas

Área de concentração: Palinologia

Ituiutaba, 5 de maio de 2025

Banca examinadora:

Prof. Dr. Lucas Matheus da Rocha

Prof.^a Dra. Juliana Aparecida Povh

Prof. Dr. Marcelo Henrique Ongaro Pinheiro

Dedico esse trabalho ao meu pai,
responsável pelo meu amor às plantas.

AGRADECIMENTOS

Dedico-a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a minha graduação, em agradecimento ao meu principal apoio e meu “porto seguro”, agradeço ao meu pai Joel Domingos de Souza, pelo suporte que me trouxe até aqui, sempre me inspirando a fazer mais, e a Maria Selma, minha segunda mãe, que cuidam de mim me apoiando incondicionalmente em meus sonhos, sendo exemplo de amor, educação e caráter. A Jéssica e o Luiz por fazerem parte dessa família, para sempre no meu coração.

Agradeço aos professores do curso de Ciências de Biológicas, que colaboraram para minha formação como bióloga e como pessoa. Em especial a Profa. Dra. Carla que me ajudou em todo o curso, além de ensinar com muito carinho e apoio, assim como a Profa. Dra. Katia que sempre me acolheu com muito zelo.

A minha melhor amiga de infância, Bruna Venâncio que sempre esteve comigo e se mantém até hoje ao meu lado me apoiando e acreditando em mim. A tia Juliana, que esteve presente nos momentos difíceis e nos momentos felizes, sendo sempre um exemplo de amor.

Ao meu namorado, José Roberto Neto, que sempre esteve ao meu lado me apoiando nos momentos difíceis e nas conquistas, sendo carinhoso e me amando todos os dias.

Aos meus amigos de graduação, que me acompanharam por todas as coisas boas e ruins, me ajudando a permanecer e a pertencer a faculdade.

As amigas da faculdade, Luna Catarina e Lorryne Munoz que me acompanham em todas as ocasiões, sempre me acalmando e me motivando a seguir em frente. Meu amigo Gabriel, pelo apoio. Assim como meu amigo Guilherme, me ajudando nas melhores horas. Ao meu amigo João Luccas, por me fazer pertencer e amar essa cidade.

Aos donos do Sítio Maria Lurdes, Ronei Baltazar e Maria de Lurdes, por me receberem e se disponibilizarem a me mostrar e a ensinar mais sobre as abelhas.

Ao meu orientador Lucas Matheus da Rocha que sempre com bom humor e animo me ensina com carinho e dedicação, me inspirando a procurar coisas novas e a sempre melhorar.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Espécies vegetais floridas encontradas no apiário

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Localização do Sitio Maria Lurdes
- Figura 2- Colmeia e favos de mel
- Figura 3- Polinização de flor de *Eucaliptus sp.* por indivíduos de *Apis mellifera* no apiário Sitio-Apiário Maria Lurdes.
- Figura 4- Preparação da amostra de mel
- Figura 5- O mel
- Figura 6- Exemplo das flores encontradas na propriedade do Apiário Maria Lurdes no dia da coleta.
- Figura 7- Grão de Pólen a partir de montagem direta - alecrim do Cerrado- *Baccharis dracunculifolia*
- Figura 8- Grão de Pólen a partir de montagem direta - amor-agarradinho- *Antigonon leptopus*
- Figura 9- Grão de Pólen a partir de montagem direta - lobeira- *Solanum lycocarpum*
- Figura 10- Grão de Pólen a partir de montagem direta - acácia-branca – *Moringa oleifera*
- Figura 11- Grão de Pólen a partir de montagem direta - urucum- *Bixa orellana*
- Figura 12- Grão de Pólen a partir de montagem direta - eucalipto- *Eucaliptus sp*
- Figura 13- Grão de Pólen a partir de montagem direta - murici-*Byrsonima crassifolia*
- Figura 14- Grão de pólen a partir de montagem direta - viuvinha- *Petrea volubilis*
- Figura 15- Grão de Pólen a partir de montagem direta - cipó-uva -*Cissus rhombifolia*
- Figura 16- Grão de Pólen a partir de montagem direta - coítezinho-do-Cerrado- *Davilla rugosa*
- Figura 17- Grão de Pólen a partir de montagem direta - primavera- *Bougainvillea glabra*
- Figura 18- Gráfico Média dos Pólens encontrados no Mel
- Figura 19- Grão de Pólen encontrado no Mel - Tipo dominante- família *Malpighiaceae*
- Figura 20- Grão de Pólen encontrado no Mel - Tipo acessório- família *Euphorbiaceae*
- Figura 21- Grão de Pólen encontrado no Mel - Tipo isolado- família *Myrtaceae*
- Figura 22- Lâmina de Pólen encontrado no Mel na objetiva de 10x

RESUMO

O Mel, produto do trabalho árduo de polinização das abelhas, em especial da espécie *Apis mellifera* (abelha-europeia), é repleto de pólen mesmo após a sua transformação, assim sendo possível a visualização, a identificação botânica e geográfica do grão através do microscópio. A amostra analisada vem de um fragmento de Cerradão, o Sítio Maria Lurdes localizado no Triângulo Mineiro, na cidade de Ituiutaba. As amostras foram coletadas e levadas para análise na Universidade Federal de Uberlândia, no Laboratório de Microscopia, Morfometria e Identificação (LAMMI). No presente trabalho foram identificadas 11 espécies vegetais cujos grãos de pólen foram coletados por nós, e preparados em lâminas segundo o método de Wodehouse (1935) posteriormente foram comparados com os pólens presentes na amostra de mel. A análise sensorial revelou que o mel apresenta coloração âmbar, sabor doce e textura cremosa, sem cristalizações. Foram contabilizados 449 grãos de pólen em sete lâminas, dos quais 31% pertencem à família *Malpighiaceae* (pólen dominante), 19% à *Euphorbiaceae* (acessório) e 13% à *Myrtaceae* (isolado), com diferença estatisticamente significativa ($F_{21,2}=1,273$; $p=0,0024$). A predominância da *Malpighiaceae*, especialmente da espécie *Byrsonima crassifolia*, (L.) Kunth. A importância dessa família é destacada durante a estação seca, período crítico para a sobrevivência das colmeias. Os resultados reforçam a relevância da preservação da vegetação nativa no entorno do apiário, garantindo fontes florais diversificadas ao longo do ano e contribuindo para a sustentabilidade da atividade apícola.

Palavras-chave: Análise de pólen; Apicultura; Cerrado; Flora apícola; Melissopalinologia.

ABSTRACT

TITLE: Palynological Analysis and Botanical Origin of a Honey Sample from the Cerrado of Minas Gerais

Honey, a product of the tireless pollination work carried out by bees, especially the species *Apis mellifera* (European honeybee) retains a significant amount of pollen even after processing. This allows microscopic visualization and the botanical and geographical identification of the pollen grains. The sample analyzed originated from a fragment of the Cerrado biome, specifically from Sítio Maria Lurdes, located in the Triângulo Mineiro region, in the municipality of Ituiutaba. The samples were collected and taken to the Federal University of Uberlândia, where they were analyzed at the Microscopy, Morphometry and Identification Laboratory (LAMMI), in this study eleven flowering plant species were identified during the collection day, and their pollen grains were mounted on slides using the Wodehouse (1935) method to compare with the pollen found in the honey sample. Sensory analysis revealed that the honey had an amber color, sweet taste, and creamy texture, with no crystallization. A total of 449 pollen grains were counted on seven slides, of which 31% belonged to the Malpighiaceae family (dominant), 19% to Euphorbiaceae (secondary), and 13% to Myrtaceae (isolated), with statistically significant differences ($F_{21,2}=1.273$; $p=0.0024$). The predominance of Malpighiaceae, particularly *Byrsonima crassifolia*, (L.) Kunth. Highlights the importance of this family during the dry season, a critical period for hive survival. The findings underscore the need to preserve native vegetation surrounding apiaries to ensure continuous floral resources and support sustainable beekeeping practices.

Keywords: Brazilian Cerrado; Beekeeping; Floral sources; Melissopalynology; Pollen analysis.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O mel

2.2. Flora apícola e polinização

2.3. Mel de *Apis Mellifera*

2.4. Melissopalinologia

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo específico

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Coleta

4.2 Procedimentos laboratoriais

4.3. Montagem das Lâminas

4.4. Identificação dos Grãos de Pólen

4.5. Classificação Taxonômica

4.6. Análise Estatística

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6. CONCLUSÃO

7. REFÉRENCIAS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que lideram com a biodiversidade de espécies, tanto na fauna como na flora, associadas uma à outra. Ganham destaque pela qualidade de seus produtos, como na apicultura, por exemplo, que desempenha tanto um papel ecológico, como socioeconômico. Apresentando uma grande variedade de plantas com potencial melífero, elas estão presentes em diferentes biomas brasileiros, possibilitando a produção de méis com características únicas, que são valorizadas nos mercados internacionais e nacionais (Forzza et al., 2021 a). Com uma rica flora, a diversidade de abelhas é proporcional, havendo espécies nativas, por exemplo, as abelhas sociais pertencentes à tribo Meliponini, que não possuem ferrão e são extremamente importantes para a polinização de ecossistemas nativos e culturas agrícolas. (Cortopassi-Laurino et al., 2006).

Uma das espécies é a *Tetragonisca angustula* (L. 1811), conhecida por Jataí, amplamente distribuída em todo o território nacional. Essa abelha se adapta facilmente a ambientes urbanos e rurais, construindo ninhos em cavidades de árvores, paredes e outros locais protegidos. Embora produza pequena quantidade de mel, este é bastante valorizado por seu sabor e qualidade (Cortopassi-Laurino et al., 2006).

Outra espécie importante é a *Melipona scutellaris* (L, 1811), de nome popular Uruçu, encontrada principalmente na região Nordeste do Brasil. Ela é uma das maiores abelhas sem ferrão do país e produz um volume significativo de mel, que é tradicionalmente utilizado na medicina popular devido às suas propriedades terapêuticas (Nogueira-neto, 1997).

No Sudeste e Sul do Brasil, destaca-se a Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* L, 1836), conhecida por suas faixas amarelas no abdômen. Essa espécie é bastante eficiente como polinizadora e produz mel de excelente qualidade. Sua criação tem sido incentivada como atividade complementar para agricultores familiares, devido ao seu potencial econômico e ecológico (Vanzolini et al., 2014).

Essas espécies representam apenas uma parte da rica biodiversidade de abelhas sem ferrão do Brasil, cuja preservação é essencial para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e da segurança alimentar. (Cortopassi-Laurino et al., 2006).

A *Apis mellifera* (abelha-europeia), trazida há 300 anos e já familiarizada com os diferentes biomas do Brasil, reforça o potencial da apicultura, uma atividade que pode ser sustentável e geradora de renda. (Jesus et al, 2020)

O mel pode ser considerado um dos alimentos naturais mais antigos consumidos pelos humanos, sendo conhecido pelo seu sabor, propriedades naturais e terapêuticas. Produzido pelas abelhas usando néctar e pólen, é rico em açúcares como a frutose e a glicose, que podem ser rapidamente absorvidos pelo organismo e são amplamente valorizados por ter benefícios à saúde (Alvarez-Suarez et al., 2018 a). Além de ser um alimento, ele é uma representação da biodiversidade, expressando interações entre abelhas e espécies florais.

As abelhas exercem um papel central na polinização, sendo responsáveis por manter a produtividade agrícola e a regeneração de ecossistemas naturais (Klein, A. M. et al 2007). Estima-se que cerca de 75% das culturas alimentares dependem de maneira direta ou indireta da ação de polinizadores (IPBES, 2016). O desmatamento, uso intensivo de pesticidas e mudanças climáticas trazem ameaças para as populações de abelhas e consequentemente, à continuidade desses serviços ecossistêmicos (Silveira et al. a., 2021; Araújo et al., 2022).

A melissopalinologia é a ciência que estuda os grãos de pólen presentes no mel, sendo uma ferramenta valiosa para a identificação da origem botânica e geográfica do produto. Segundo Barth (2004), a análise polínica permite reconhecer as plantas visitadas pelas abelhas, fornecendo informações sobre a flora local, as características da vegetação e a predominância de determinadas espécies, o que é essencial para a classificação dos méis como monoflorais ou multiflorais. Além disso, essa técnica também contribui para a verificação da autenticidade e qualidade do mel comercializado. Ela também fornece informações relevantes sobre o estado de conservação dos ambientes onde elas atuam (Barth, 2013 a). Portanto, trata-se de uma abordagem multidisciplinar, que é capaz de contribuir para o rastreamento e a avaliação de autenticidade dos produtos apícolas.

A análise polínica também se mostra fundamental para a valorização comercial desses produtos, trazendo políticas públicas voltadas à conservação da biodiversidade ao favorecer dados sobre a oferta de recursos florais e atividades dos polinizadores, ajudando na construção de práticas agrícolas sustentáveis e na conservação de ecossistemas importantes (Schneider et al., 2023; Silva et al., 2022 a).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O mel

O mel é uma substância aromática, viscosa e doce, produzido por abelhas a partir do néctar das flores. Após a coleta pelas abelhas, é transformado na colmeia, onde perde água e passa por alterações químicas antes de ser guardado nos favos em forma de mel (Brasil, 2000).

Graças à sua composição rica em frutose e glicose, o mel é facilmente absorvido pelo organismo quando consumido como alimento, fornecendo energia e contribuindo para diversas funções biológicas (Louveaux, J. 1975). Este produto apresenta-se como uma alternativa saudável ao açúcar refinado, oferecendo benefícios nutricionais significativos, constituído basicamente por três componentes principais: açúcares, água e outras substâncias (Campos, 1987). Apesar de sua aparente simplicidade, trata-se de um dos produtos naturais mais complexos já estudados. Crane (1980) ressalta que foram identificados até 181 compostos diferentes no mel, alguns dos quais lhe são exclusivos como certos flavonoides, compostos fenólicos e enzimas específicas (como a glicose oxidase), que desempenham papéis importantes em suas propriedades antibacterianas e antioxidantes.

Sua diversidade de composição está diretamente relacionada à fonte floral que lhe dá origem, o que influencia suas propriedades físicas, químicas e sensoriais (Alvarez-Suarez et al., 2018 a). Essa variação também afeta processos como a cristalização e os possíveis efeitos terapêuticos do produto (Alvarez-Suarez et al., 2018 a). Tais características tornam o mel um alimento singular e altamente apreciado em diversas culturas (Alvarez-Suarez et al., 2018 a). Trata-se, portanto, de um produto amplamente valorizado por suas propriedades terapêuticas e nutricionais, incluindo ação antioxidante e antimicrobiana (Alvarez-Suarez et al., 2018 b).

Além do mel, outros produtos fabricados pelas abelhas incluem a própolis, substância resinosa enriquecida com secreções salivares das abelhas, que é reconhecida por suas propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias, sendo uma alternativa natural para o tratamento de diversas doenças (Bankova et al., 2019). O pólen apícola, coletado pelas abelhas operárias, é uma fonte proteica de alto valor biológico e tem se tornado um produto cada vez mais rentável, superando, em alguns casos, o próprio mel em valor comercial (Pascoal et al., 2019). A cera, essencial para a estruturação dos favos, tem

aplicações na indústria cosmética e farmacêutica (Bogdanov, 2017). A apitoxina, ou veneno de abelha, tem sido estudada por seus componentes bioativos, como a melitina, que apresenta efeitos analgésicos e anti-inflamatórios, com potencial aplicação no tratamento de doenças autoimunes e até no combate ao câncer (Wehbe et al., 2019).

2.2. Flora apícola e polinização

Diante da ampla gama de produtos apícolas, a apicultura tem se consolidado como uma atividade de grande relevância, não apenas pela produção de mel, mas também pelos diversos produtos apícolas e pelos serviços ambientais que oferece. Estima-se que cerca de 75% das culturas agrícolas mundiais dependam, direta ou indiretamente, da polinização, com as abelhas sendo as principais protagonistas nesse processo (IPBES, 2016).

Com raízes históricas profundas, a apicultura possui registros que remontam à antiguidade. A Bíblia e outros textos antigos mencionam o mel e as abelhas, destacando seu valor nutricional e medicinal (Crane, 1999). No Brasil, a atividade foi introduzida em 1839 pelo padre Antônio Carneiro, com colônias de *Apis mellifera* transportadas da região do Porto, em Portugal, para o Rio de Janeiro. O foco era a produção de cera para velas usadas em ritos religiosos, mas, com o tempo, a prática se expandiu, especialmente nas regiões Sul e Sudeste, com a chegada de imigrantes europeus que trouxeram novas espécies e técnicas de manejo (Souza et al., 2021).

O impacto das abelhas na agricultura vai além da produção de mel. A polinização realizada pelas abelhas é a transferência de grãos de pólen das anteras (estruturas masculinas) para os estigmas (estruturas femininas) das flores, permitindo a fertilização e a formação de frutos e sementes. (Imperatriz-Fonseca et al., 2012).

Apesar de sua importância, as populações de polinizadores no Brasil enfrentam diversas ameaças, como o desmatamento, o uso intensivo de agrotóxicos e as mudanças climáticas. O desmatamento da Amazônia e do Cerrado, por exemplo, tem reduzido drasticamente os habitats naturais das abelhas nativas, comprometendo sua sobrevivência (Silveira et al., 2021 b). O uso indiscriminado de pesticidas, como os neonicotinoides, tem sido associado ao declínio de colônias de abelhas em várias regiões (Araújo et al., 2022).

Neste contexto, a conservação dos polinizadores requer ações integradas, como a criação de áreas protegidas, a restauração de habitats degradados e a promoção de práticas

agrícolas sustentáveis (Freitas et al., 2005) Programas como o Polinizadores do Brasil, liderado pelo Ministério do Meio Ambiente, têm buscado conscientizar agricultores e a sociedade sobre a sua importância e incentivar a adoção de práticas que minimizem os impactos negativos sobre esses organismos (Brasil, 2018). A pesquisa científica também possui um papel fundamental no desenvolvimento de estratégias eficazes para a proteção das abelhas e outros polinizadores. (Imperatriz-Fonseca et al., 2012).

2.3. Mel de *Apis mellifera*

A abelha *Apis mellifera*, é a mais conhecida devido ao seu ferrão e picada dolorida, é amplamente distribuída geograficamente e responsável pela maior parte da produção de mel consumido no mundo. No entanto, essa espécie é apenas uma das cerca de 20 mil existentes no planeta. Já no Brasil são descritas 1.678 espécies de abelhas, mas estima-se que existam mais de 2.500, o que coloca o país como um dos maiores em diversidade de abelhas (Moure et al., 2007). São importantes as espécies de abelhas nativas sem ferrão, que não picam e pertencem à tribo Meliponini. Algumas dessas espécies produzem méis saborosos e são conhecidas como abelhas indígenas ou meliponíneos (ABELHA, 2025).

Essa rica diversidade de polinizadores está diretamente relacionada à enorme variedade vegetal encontrada no Brasil. Abrigando cerca de 46 mil espécies de plantas, o que representa aproximadamente 20% da flora global (Flora do Brasil, 2023). Essa diversidade está distribuída em biomas como a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica, a Caatinga, o Pantanal e os Pampas, cada um com características e espécies endêmicas únicas (Freitas et al., 1998). A Amazônia, por exemplo, é o bioma com mais diversidade de árvores, enquanto o Cerrado é considerado um *hotspot* de biodiversidade, com alta taxa de endemismo e espécies adaptadas a condições de seca e fogo (Forzza et al., 2021 b). No entanto, a diversidade vegetal brasileira enfrenta ameaças significativas, como o desmatamento, as mudanças climáticas e a fragmentação de habitats, que colocam em risco espécies ainda não descritas pela ciência (Martins et al., 2022). A conservação desses ecossistemas é essencial para manter a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos que sustentam a vida no planeta (Díaz et al., 2006).

Assim como os polinizadores, muitas espécies vegetais também estão ameaçadas de extinção e a preservação representa um desafio que exige abordagens multidisciplinares, entre elas a palinologia, ciência dedicada ao estudo dos grãos de pólen e esporos (Mendonça et al., 2021). Essa disciplina desempenha um papel essencial na

compreensão da biodiversidade vegetal, uma vez que os grãos de pólen possuem características morfológicas distintas, permitindo a identificação de espécies e a reconstrução da trajetória evolutiva das plantas (Mendonça et al., 2021).

Além disso, a análise polínica é fundamental para pesquisas sobre ecologia da polinização, possibilitando a identificação das interações entre plantas e seus polinizadores, aspecto crucial para a preservação de ecossistemas em risco (Silva et al., 2022 b). Outro benefício da palinologia é sua aplicação na restauração de áreas degradadas, fornecendo informações sobre a composição original da flora e auxiliando na escolha de espécies apropriadas para reflorestamento (Carvalho et al., 2020). Dessa forma, a integração da palinologia com outras disciplinas da biologia e ecologia configura uma estratégia valiosa para a conservação da diversidade vegetal e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

2.4. Melissopalinologia

Com a junção de estratégias para ajudar em diversos campos da ciência, a melissopalinologia, que é a ciência que estuda os grãos de pólen presentes no mel e em outros produtos apícolas, surge como uma ferramenta essencial para a identificação da origem botânica e geográfica dos méis, além de auxiliar na avaliação da qualidade e autenticidade desses produtos (Barth, 2004). A pesquisadora Mônica Barth foi uma das pioneiras no desenvolvimento dessa área no país, contribuindo significativamente para o avanço dos estudos palinológicos aplicados à apicultura (Barth, 2004). Seus trabalhos permitiram a criação de bancos de dados de pólen, que são fundamentais para a caracterização dos méis brasileiros, reconhecidos mundialmente por sua diversidade e qualidade (Barth et al., 2010).

Esses estudos têm sido essenciais para a valorização dos méis monoflorais, como os de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), laranjeira (*Citrus sinensis*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*), que possuem características únicas e alto valor comercial (Barth, 2013 b). Além disso, a melissopalinologia tem sido utilizada para monitorar a saúde dos ecossistemas, uma vez que a presença de determinados tipos de pólen no mel reflete a disponibilidade de recursos florais e a atividade dos polinizadores (Barth et al., 2018).

Portanto, a diversidade de espécies de abelhas e plantas no Brasil reforça a relevância da pesquisa melissopalinológica, permitindo um maior entendimento das interações entre polinizadores e flora, além de fornecer subsídios para a proteção dos

ecossistemas ameaçados. Diante dos desafios enfrentados pela apicultura e pela conservação da biodiversidade, os avanços na melissopalinologia desempenham um papel crucial na garantia da qualidade dos produtos apícolas e na preservação dos serviços ecossistêmicos essenciais para a sustentabilidade ambiental e agrícola.

3. OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral investigar a aplicação da melissopalinologia na caracterização botânica e geográfica de um mel produzido no Cerrado de Minas Gerais, na cidade de Ituiutaba, destacando sua relevância para a certificação da autenticidade e qualidade dos produtos apícolas, bem como para o monitoramento ambiental e a conservação da biodiversidade.

3.1. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do presente estudo foram:

- (i) Analisar a diversidade polínica presente em amostras de méis da região, identificando as principais espécies vegetais utilizadas pelas abelhas na produção;
- (ii) Compreender as interações ecológicas entre os polinizadores e a flora melífera do fragmento de Cerradão analisado;
- (iii) Discutir o papel da melissopalinologia como ferramenta para a rastreabilidade da origem botânica dos méis, contribuindo para a regulamentação e agregação de valor aos produtos apícolas;
- (iv) Avaliar o potencial da análise polínica no auxílio de estratégias de conservação dos polinizadores e de preservação dos ecossistemas naturais

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa qualquantitativa que visa a identificação de espécies vegetais a partir dos grãos de pólen encontrados no mel da *Apis mellifera*, assim como a montagem de lâminas de plantas presentes na comunidade vegetal visitada.

4.1. Procedimentos para coleta

Foram coletadas as amostras do mel da abelha *Apis mellifera* no Sítio-Apiário Maria Lurdes, (Figura 1), 19°18'37"S 49°24'06"W, no Triângulo Mineiro, na cidade de Ituiutaba-MG. O apiário está localizado em uma área com espécies arbóreas e arbustivas, próximo à uma comunidade vegetal preservada de Cerradão que conta com muitas fontes nectaríferas.

O mel foi mantido em temperatura ambiente, com embalagem própria, até o momento da análise.

Figura 1- Foto satélite do Sítio Maria Lurdes



Fonte: A autora.

O apiário possui 30 caixas que suportam colmeias, com roupas apropriadas, foi possível abrir uma delas para a visualização mais próxima dos favos (Figura 2).

Figura 2- Colmeia e favos de mel



Fonte: A autora.

Na visita também foram registradas fotos das abelhas na flor do *Eucaliptus* sp., uma das espécies com inflorescências no momento da coleta (Figura 3).

Figura 3- Polinização de flor de *Eucaliptus* sp. por indivíduos de *Apis mellifera* no apiário Sitio-Apiário Maria Lurdes.



Fonte: A autora.

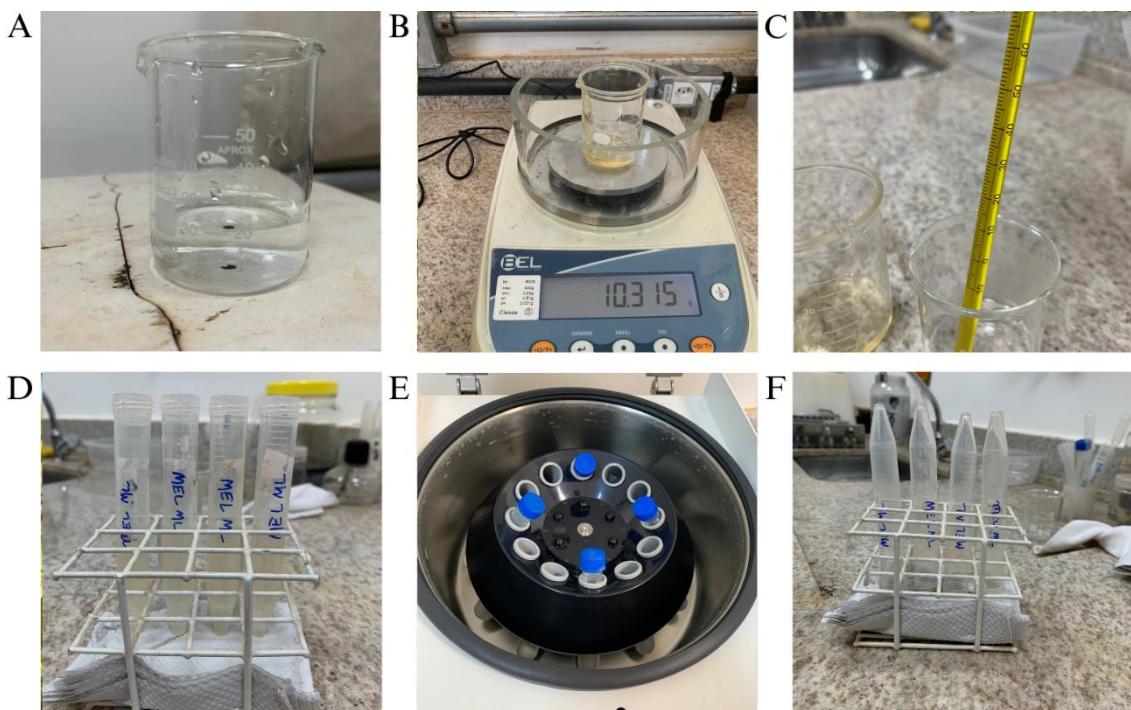
Outros exemplos de espécies vegetais que estavam com inflorescências na data da coleta, também foram recolhidas para análise, priorizando as espécies que os apicultores relataram maior visita das abelhas.

4.2 Procedimentos laboratoriais

Para a análise sensorial, o mel foi consumido através do paladar e observado. Já para análise melissopalinológica foram utilizadas 10g de mel de cada amostra, dissolvidas em 20 mL de água destilada aquecida a 40°C. A amostra foi dividida em 4 tubos de 15mL, ocupando apenas 6mL. Os tubos foram para centrifugação, a 2.500 rpm durante 10 minutos. Após esse processo, o sobrenadante descartado e emborcado de cabeça para baixo sobre papel limpo. Deixado em descanso por algumas horas, até a preparação das lâminas (Figura 4).

Figura 4- Preparação de amostras de mel

A) Água destilada; B) 10g de mel separada; C) termômetro à 40°C; D) tubos com o mel homogeneizado; E) Tubos na centrifuga; D) Tubos emborcados.



Fonte: A autora

Na preparação das inflorescências, foram retirados os grãos de polén das anteras sob visualização da lupa Leica do Laboratório de Microscopia, Morfometria e Identificação (LAMMI) do CT-Infra 3, para maior precisão. Após a retirada, foram

maceradas numa placa de Petri, com auxílio de um bastão de vidro e etanol. Em seguida, as amostras foram passadas para tubos de ensaio de 15mL devidamente identificados com o nome das espécies e centrifugadas por 10 minutos, a 2.500 rpm. Sendo o sobrenadante descartado. As amostras foram emborcadas para a secagem do material palinológico no tubo para melhor visualização.

4.3. Montagem das Lâminas

As lâminas foram marcadas com parafina para a delimitação do espaço para a colocação da gelatina glicerinada. Estiletes devidamente flambados foram usados para a manipulação da gelatina no tubo de ensaio com o grão de polén. Uma pequena quantidade do material foi depositada sobre 4 lâminas de vidro marcadas e cobertas com lamínulas.

No caso das inflorescências, o método de Wodehouse (Johansen, 1940) foi usado para a visualização dos grãos de polén e a identificação de cada planta.

4.4. Identificação dos Grãos de Pólen

As lâminas foram analisadas em microscópio óptico (Nikon, ECLIPSE E200), com aumento de 40X. Para cada amostra, foram contados e identificados os grãos de pólen, com base em chaves palinológicas e nas amostras colhidas no local.

4.5. Classificação Taxonômica

Os grãos de pólen foram classificados em níveis taxonômicos (família, gênero ou espécie) com base em suas características morfológicas, como forma e tamanho, número de aberturas, ornamentação do esporoderma, dentre outras características.

4.6. Análise Estatística

A frequência de cada tipo de pólen foi calculada como a porcentagem em relação aos grãos totais contados. Os pólenes foram classificados como dominantes (>45%), acessórios (15-45%) ou isolados (<15%), de acordo com Lain e Ferreras (1999). Os dados foram analisados pelo programa R e pelo Excel, através do teste ANOVA, para encontrar as médias dos grãos de polén encontrados no mel.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise sensorial foi possível observar que o mel possuía um sabor doce e uma tonalidade âmbar (Figura 5). Sua textura era cremosa e a amostra não possuía cristalizações devido aos apicultores esperarem até que toda umidade evapore e as abelhas fechem o favo para fazer a colheita (Alves et al, 2008).

Figura 5- O mel



Fonte: A autora

Foram encontradas 16 espécies vegetais com flores no dia 12 de abril de 2025, das quais 14 foram identificadas (Tabela 1) e 11 foram viáveis para a montagem de seus grãos de polén em lâminas de maneira direta (Wodehouse, 1935), para comparação com a carga

polínica encontrada no mel. A figura 6 apresenta fotografias com exemplos de espécies vegetais floridas encontradas na ocasião da coleta.

Além disso, foram registradas a presença de outras espécies no local cujo material polínico pode ter sido acessado pelas abelhas durante o período de coleta de néctar, contudo estas espécies não estavam em floração, no momento da visita ao apiário.

Tabela 1- Espécies vegetais floridas encontradas no apiário

Nome científico	Nome popular
<i>Allamanda catártica</i> L.	chapéu-de-napoleão
<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	amor-agarradinho
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	alecrim-do-cerrado
<i>Bixa orellana</i> L.	urucum
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.	primavera
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	murici
<i>Cissus alata</i> Jacq.	cipó-uva
<i>Crescentia cujete</i> L.	coítezinho-do-cerrado
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hill.	lixeirinha
<i>Eucalyptus spp.</i>	eucalipto
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	acácia-branca
<i>Petrea volubilis</i> L.	viuvinha
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hill.	lobeira
<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	zinia

Fonte: A autora

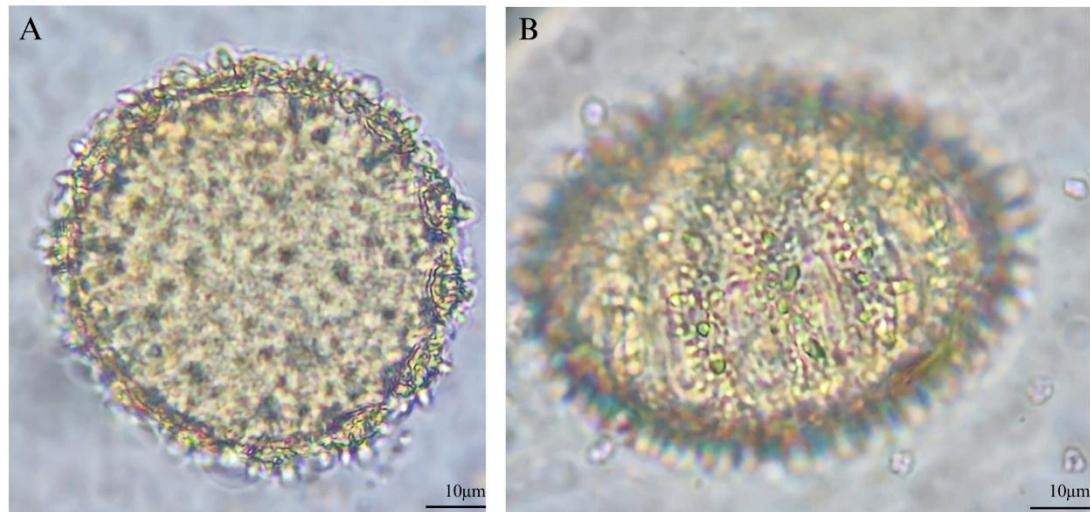
Figura 6- Exemplo das flores encontradas na propriedade do Apiário Maria Lurdes no dia da coleta. A) lixeirinha - *Davilla elíptica*. B) urucum - *Bixa orellana*. C) zinia - *Zinnia elegans*. D) murici - *Byrsonima crassifolia*. E) chapéu-de-napoleão - *Allamanda cathartica*. F) amor-agarradinho - *Antigonon leptopus*.



Fonte: A autora.

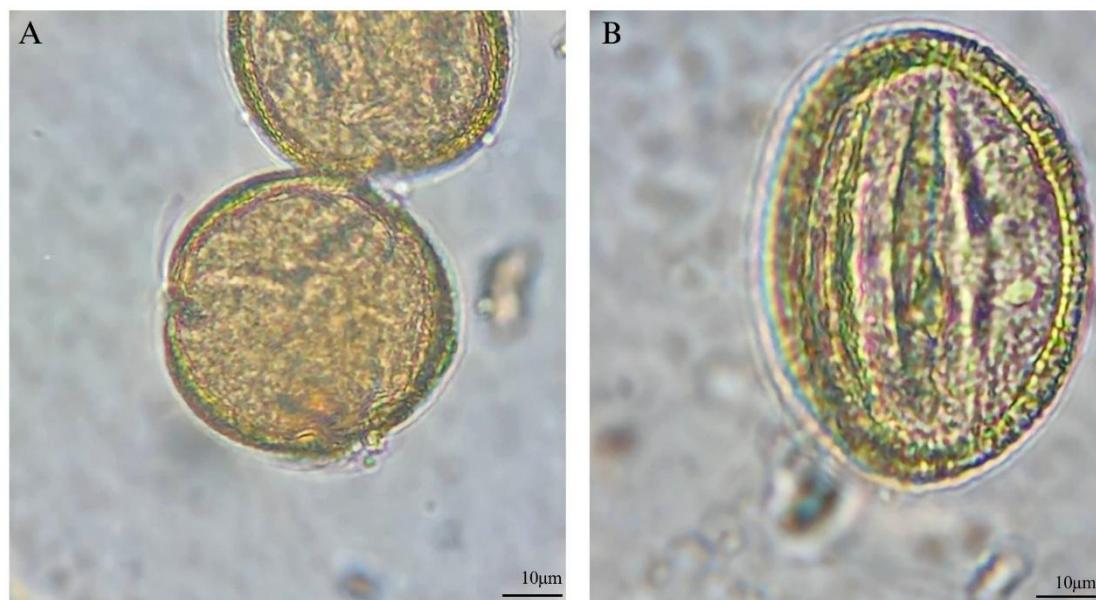
As figuras 7 a 17, apresentam os grãos de pólen das 11 espécies identificadas, elas foram coletadas diretamente das flores e montadas em lâminas pelo método Wodehouse (1935).

Figura 7- Grão de Pólen- alecrim-do-cerrado- *Baccharis dracunculifolia*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial



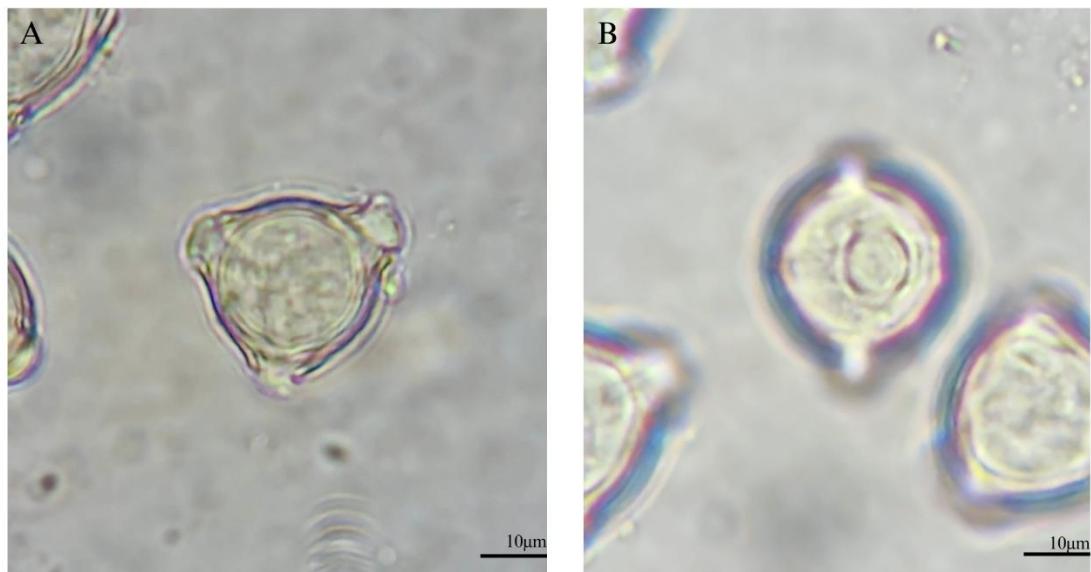
Fonte: A autora.

Figura 8- Grão de Pólen- amor-agarradinho- *Antigonon leptopus*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial



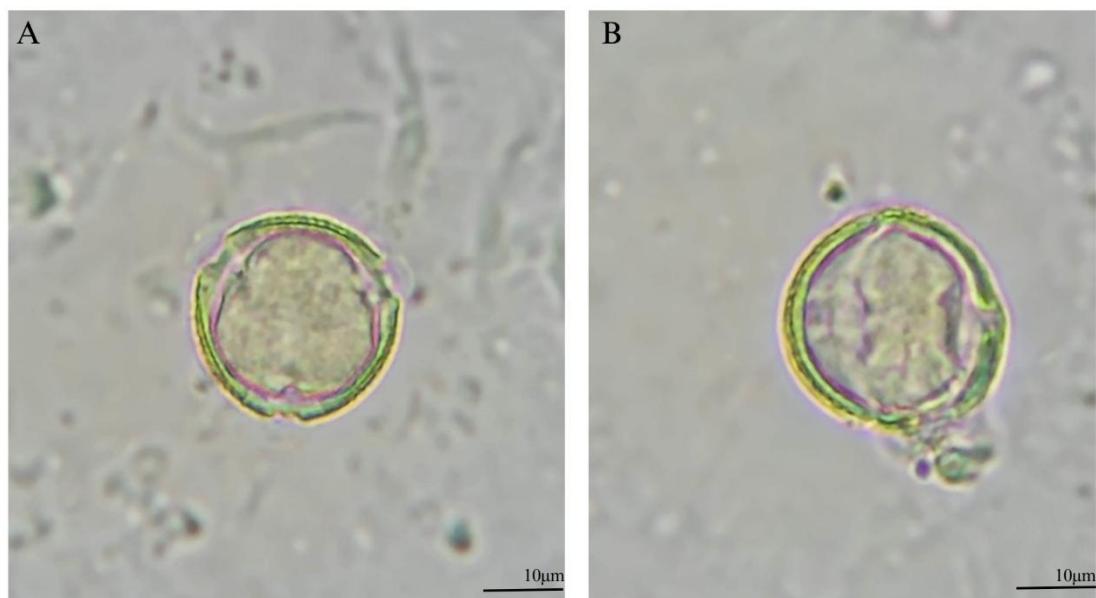
Fonte: A autora.

Figura 9- Grão de Pólen- lobeira- *Solanum lycocarpum*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial



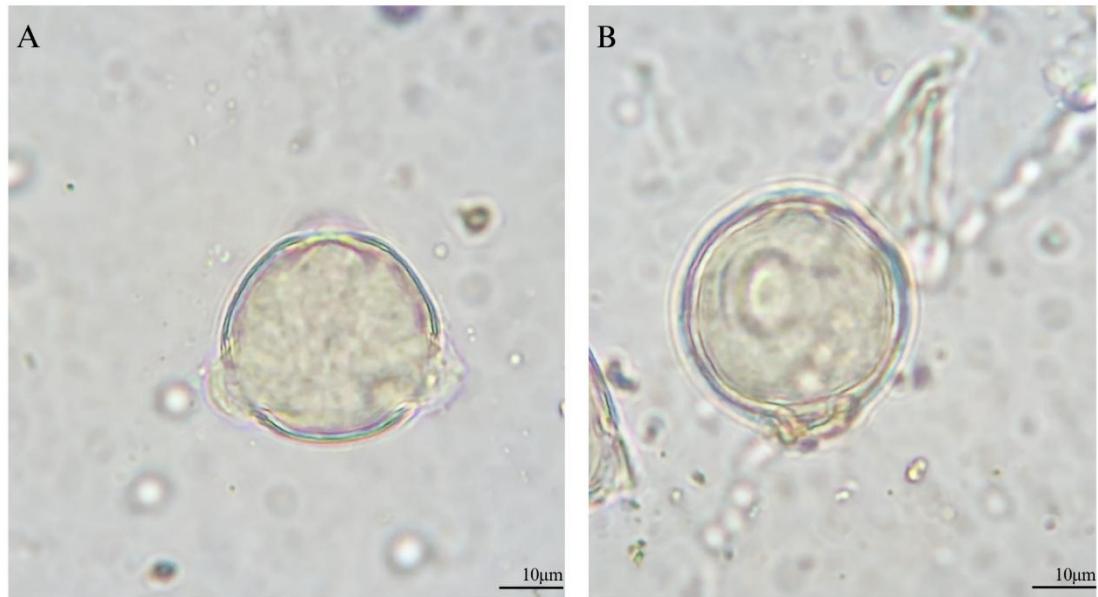
Fonte: A autora.

Figura 10- Grão de Pólen- acácia-branca - *Moringa oleifera*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial



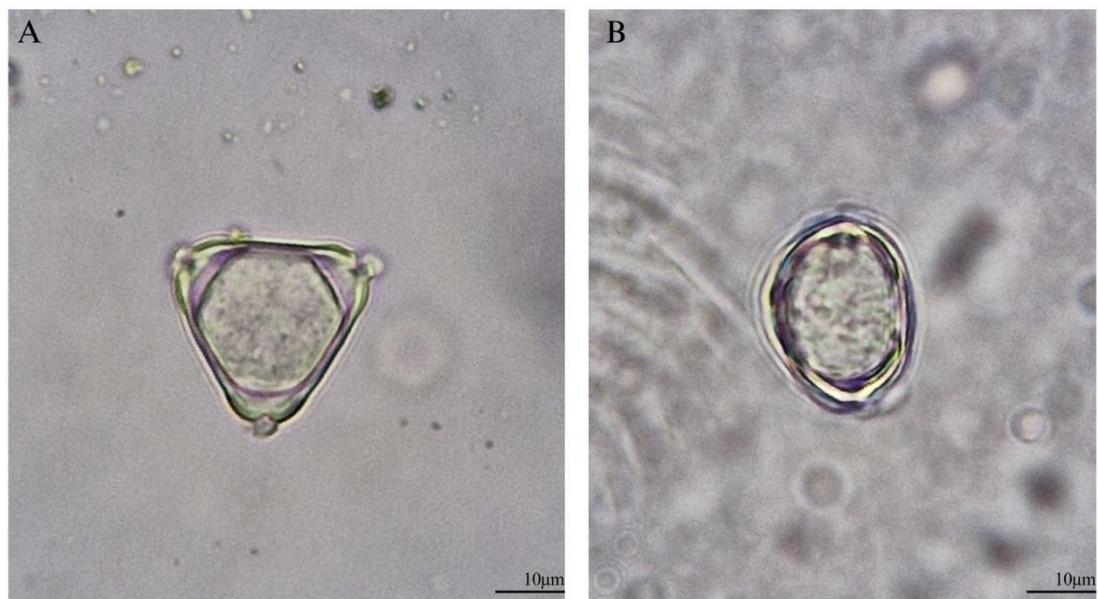
Fonte: A autora.

Figura 11- Grão de Pólen- urucum- *Bixa orellana*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



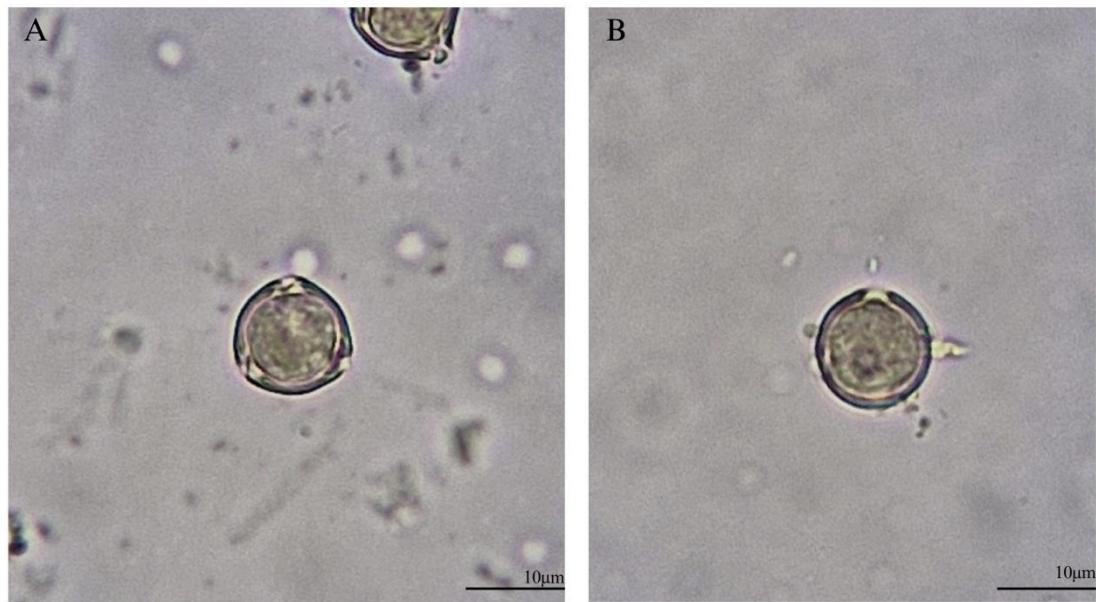
Fonte: A autora.

Figura 12- Grão de Pólen- eucalipto- *Eucaliptus sp.* **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



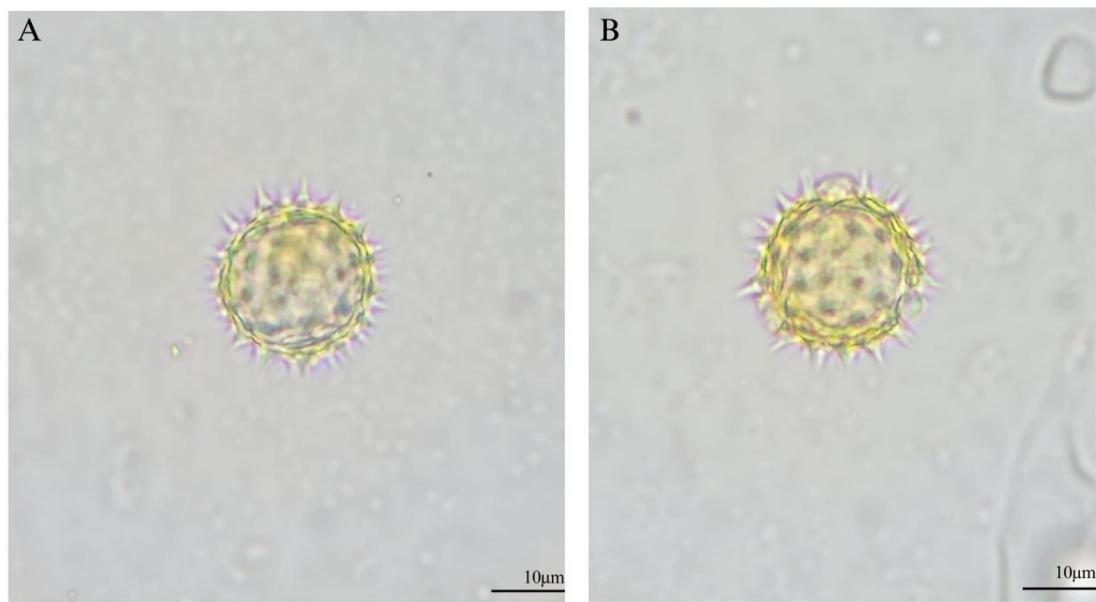
Fonte: A autora.

Figura 13– Grão de Pólen- murici- *Byrsonima crassifolia*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



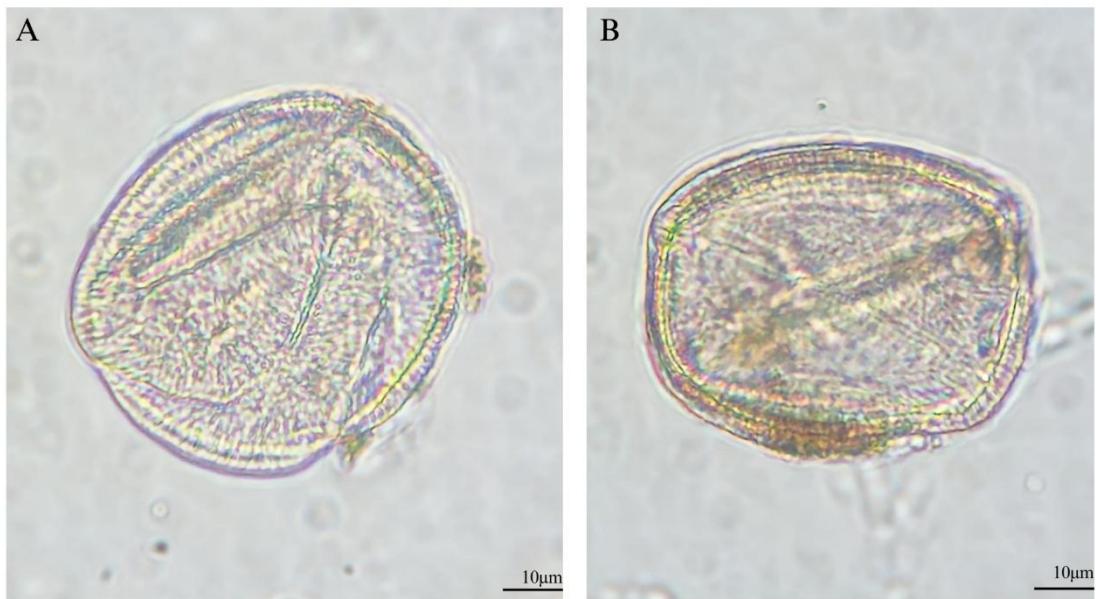
Fonte: A autora.

Figura 14– Grão de Pólen- viuvinha- *Petrea volubilis*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



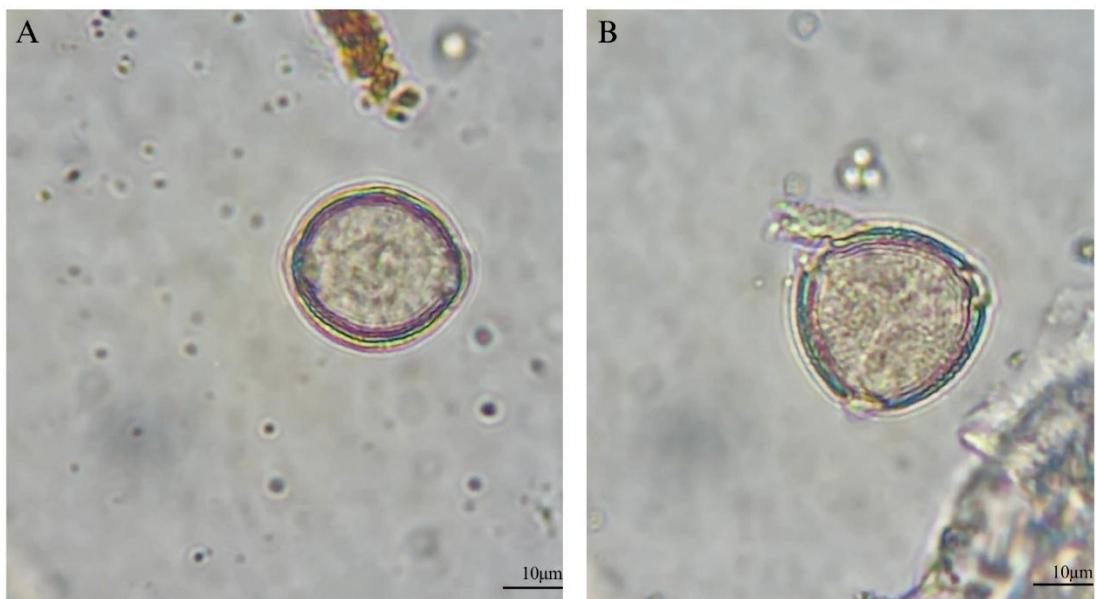
Fonte: A autora.

Figura 15- Grão de Pólen- cipó-uva - *Cissus alata*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



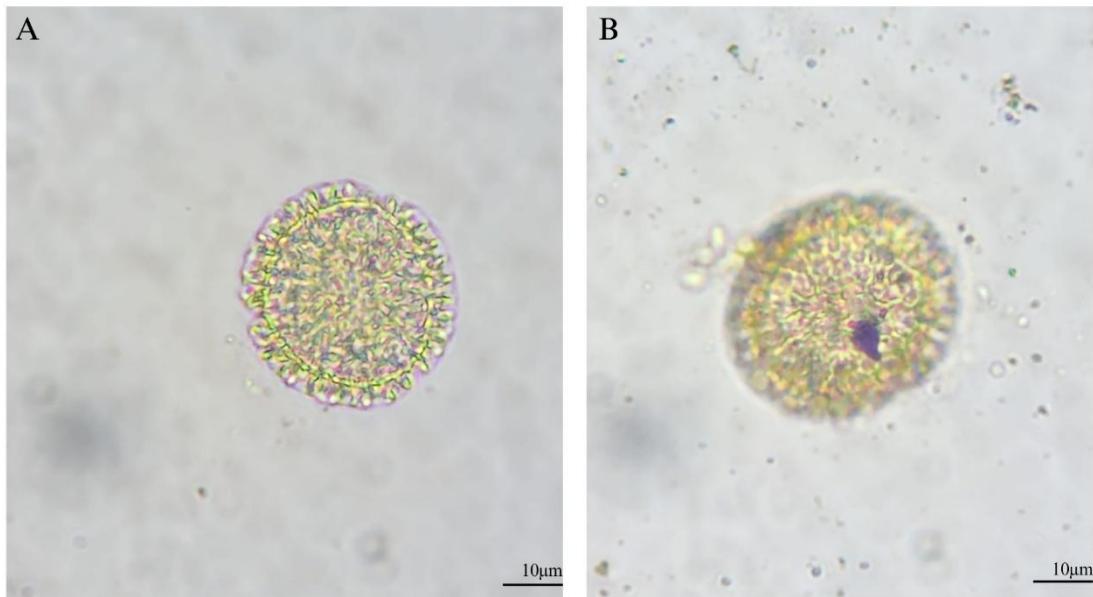
Fonte: A autora.

Figura 16-Grão de Pólen- coitézinho-do-cerrado- *Crescentia cujete*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial



Fonte: A autora.

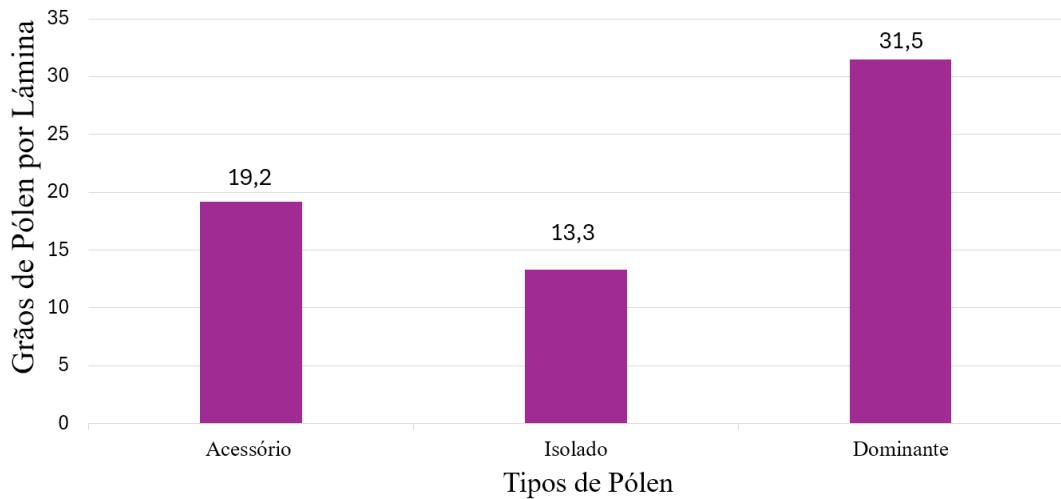
Figura 17-Grão de Pólen- primaveira- *Bougainvillea glabra*. A. Vista polar; B. Vista equatorial.



Fonte: A autora.

Na amostra de mel foram contados 449 pólens nas sete lâminas analisadas. Este valor se aproxima do número pólens indicado por Barth (2004), a partir do qual a variação da distribuição de espécies não é significativa. Justifica-se esse limitado número de grãos pela temporada de colheita do mel, realizada fora da época de floração das principais espécies ocorrentes na área onde se encontra o apiário. Os dados analisados mostraram três tipos polínicos, dos quais 31% representam o pólen dominante, da família Malpighiaceae, 19% de grãos acessórios da família Euphorbiaceae e 13% isolado pertencente à família Myrtaceae, com distribuição estatisticamente diferente ($F_{21,2}=1,273$; $p=0,0024$) (Figura 18- Gráfico).

Figura 18- Média dos Pólens encontrados no Mel



Fonte: A autora.

O pólen no mel ocorre devido à presença secundária dos grãos de pólen, que se aderem ao corpo das abelhas na coleta do néctar ou durante as visitas florais (Barth, 1989). Outro motivo para a ocorrência é que ao coletar o néctar das flores, os grãos são ocasionalmente ingeridos pelas abelhas, sendo levados para dentro da colmeia, onde acabam transformados, em conjunto com o néctar, em mel e estocados nos alvéolos (Barth, 1989). Tal processo possibilita a identificação polínica através das análises melissopalinológicas, que auxiliam os apicultores na preservação e manutenção da flora destinada à produção apícola (Jones; Bryant, 1996; Moreti, 2006).

De acordo com Barth (1989), grãos de pólen isolados, ou seja, aqueles que aparecem em pequena quantidade nas amostras, possuem pouca importância quanto à quantidade de néctar fornecido. Isso ocorre porque a presença esporádica de certos tipos polínicos pode ser resultado de contaminações accidentais durante o voo das abelhas ou da coleta casual de pólen, e não indica necessariamente que a planta correspondente foi uma fonte significativa de néctar para a produção do mel, mas apresenta grande importância alimentar para as abelhas nas épocas de seca.

Além de fornecer informações importantes sobre a origem geográfica do mel, já que a presença de grãos de pólen dependendo das espécies representadas, indicam características das formações vegetais visitadas nas proximidades das colmeias, de

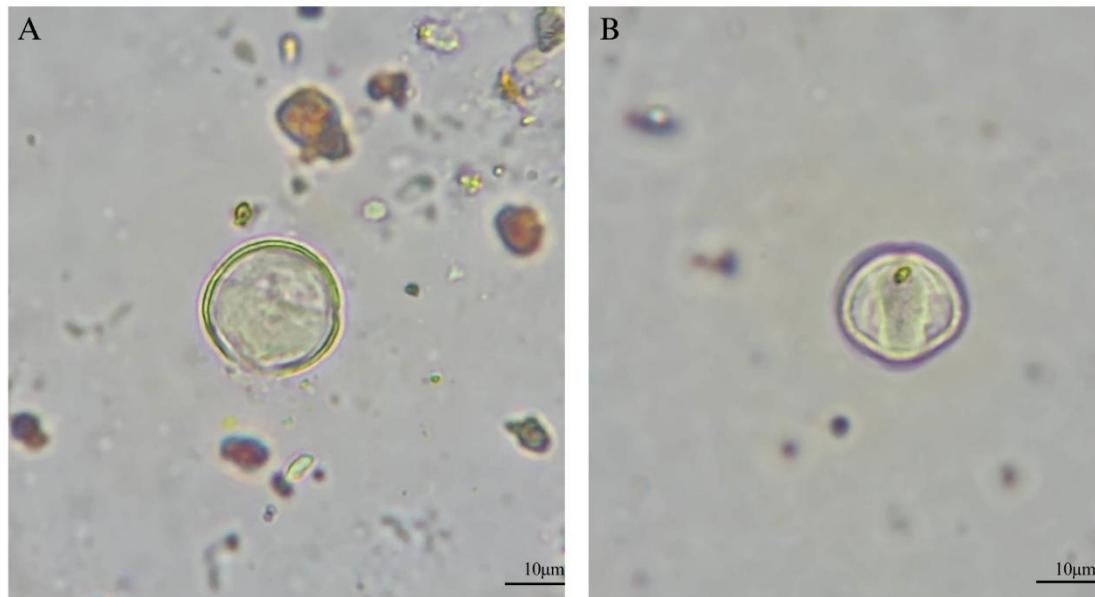
maneira que os pólens presentes indicam o possível bioma onde o mel se originou (Barth, 1989). Em nosso estudo, o pólen de Myrtaceae foi considerado como isolado, já que a proporção de grãos foi a menor encontrada dentre os morfotipos identificados (13,3%), o que denota a importância da espécie como fonte de alimento para as abelhas durante períodos de seca.

No trabalho de Sodré (2005), a análise polínica no mel da *Apis mellifera* L. 1758 encontrou resultados similares àqueles encontrados neste estudo. Por isso, as porcentagens dos diferentes tipos polínicos dos pólens: dominante ($> 45\%$), acessório (16 a 45%), pólen isolado importante (3 a 15%) e pólen isolado ocasional (45%) foram coincidentes com as proporções obtidas aqui. Contudo, a identificação dos morfotipos polínicos não era o intuito do trabalho e os autores mantiveram à análise quantitativa básica (quantos grãos caem em cada classe de frequência), sem associar esses pólens a gêneros ou espécies botânicas específicas.

Já Silva J. I. (2014), trabalhando na mesma linha de pesquisa não observou a presença de pólen dominante, mas observou 55,5% de ocorrência de pólen ocasional e 33,3% de pólen acessório, o que indica que esse aumento nas porcentagens pode ser oriundo da grande diversidade florística da região de estudo (Mata dos Cocais, Piauí), mostrando que as abelhas não tiveram preferência por nenhuma florada.

A principal família, com maior representatividade nas amostras do presente estudo foi a família Malpighiaceae (aff. *Byrsonima crassifolia*) (Figura 19), que tem uma ampla distribuição no Cerrado brasileiro, com várias espécies diferentes servindo de recurso floral para as abelhas. Outro fator importante é a época de floração, que acontece durante a estação seca, período em que há escassez de outras fontes de néctar e pólen. Além disso, essa família apresenta mudanças morfológicas para a atração dos polinizadores (Silva et al. 2011).

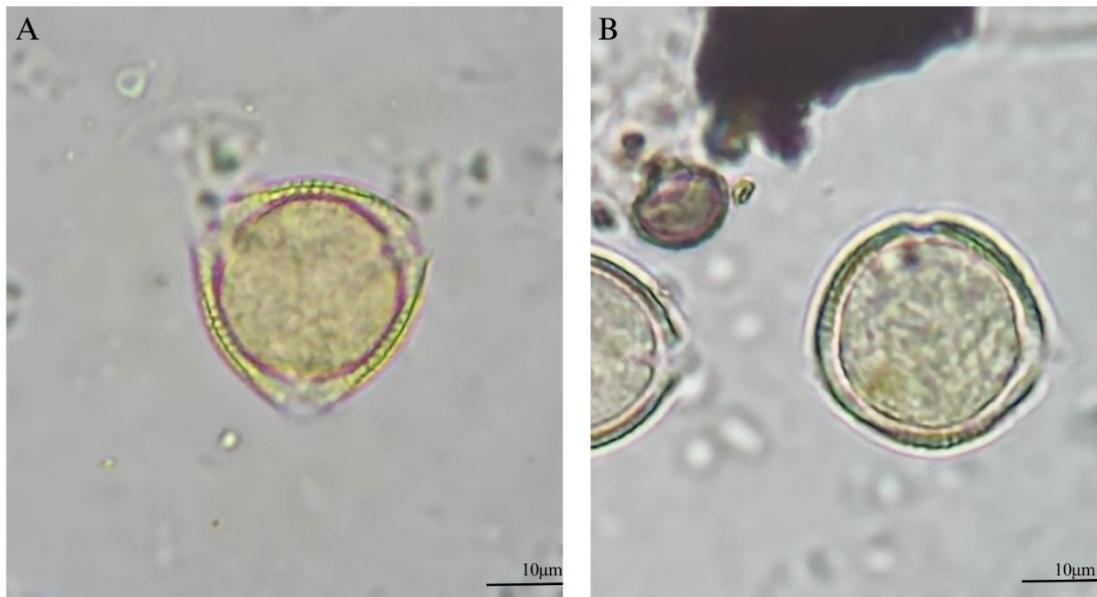
Figura 19- Grão de Pólen encontrado no Mel- Tipo dominante- família *Malpighiaceae*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial



Fonte: A autora.

O pólen acessório encontrado neste estudo apresentou um morfotipo que permitiu identificarmos como pertencente à família Euphorbiaceae (aff. *Ricinus communis*) (Figura 20). Como se trata de uma espécie tradicionalmente cultivada, e que fornece floração em quase todas as estações do ano, esta pode ser a razão da procura por esta fonte de recurso pelas abelhas. (Zuchi et al. 2010)

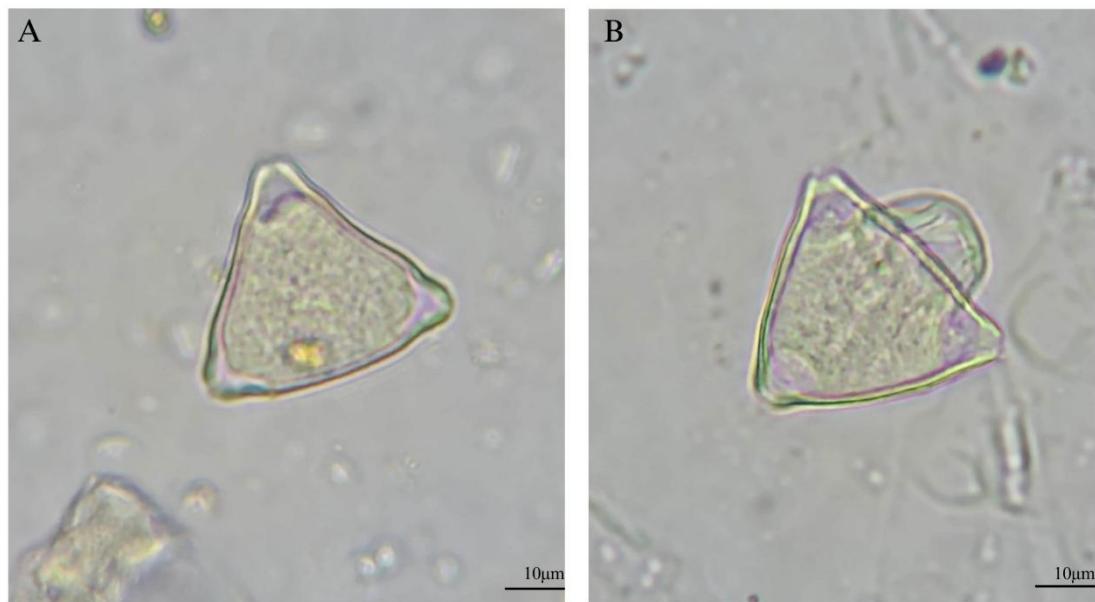
Figura 20- Grão de Pólen encontrado no Mel- Tipo acessório- família *Euphorbiaceae*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



Fonte: A autora.

Outra família encontrada no mel, foi Myrtaceae (aff. *Eucalyptus* sp.) (Figura 21), como pólen isolado, o motivo provavelmente se dá pela polinização ser realizada por outras abelhas, como as *Melipona quadrifasciata*, por exemplo, uma pesquisa realizada no Parque das Neblinas, em Mogi das Cruzes (SP), encontrou que o pólen de *Eucalyptus* estava entre os mais frequentes nas amostras coletadas de potes de mel e corbículas dessas abelhas, mesmo em um ambiente com alta diversidade florística. (Abreu. C.O., 2011)

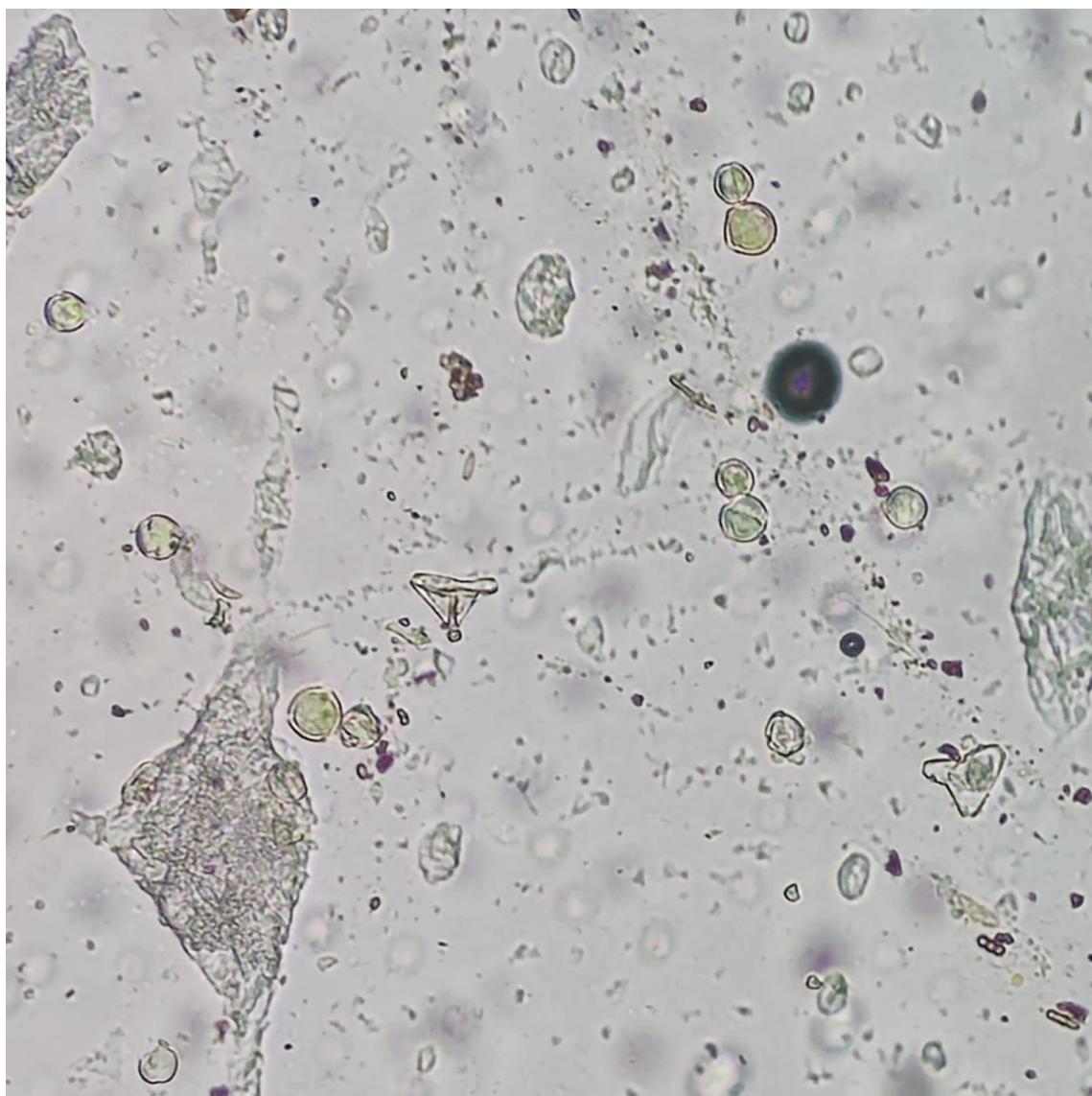
Figura 21- Grão de Pólen encontrado no Mel- Tipo isolado- família *Myrtaceae*. **A.** Vista polar; **B.** Vista equatorial.



Fonte: A autora.

Exemplo da visualização mais ampla de um campo em lâmina de melissopalinologia (figura 22) em uma fotomicrografia, na objetiva de 10X.

Figura 22- Lâmina de Pólens encontrados no Mel na objetiva de 10x



Fonte: A autora.

Com estes resultados pode-se observar a importância da preservação de matas nativas no entorno das colmeias, visto que em épocas de floração reduzida as abelhas procuram recursos em espécies vegetais variadas para que não ocorra escassez de comida e a possível extinção da colmeia, ou migração da colônia para outros locais (Silva et al. 2019).

6. CONCLUSÃO

As análises de melissopalinologia de uma amostra de mel do Cerrado em Minas Gerais comprovam que estudos sobre a origem botânica do mel podem ser realizados a partir da análise dos grãos de pólen presentes em amostras. Foi possível, desta maneira, demonstrar a presença de três morfotipos polínicos (Malpighiaceae, Euphorbiaceae e Myrtaceae), referentes a plantas da região do apiário, que foram visitadas pelas abelhas para obtenção de alimento.

Dos três morfotipos, nossa análise estatística demonstrou que o grão de pólen dominante pertenceu à família Malpighiaceae e o acessório pertenceu à família *Euphorbiaceae* e à família Myrtaceae, em proporções corroboradas pela bibliografia. Este resultado, pode ter sido influenciado pela baixa diversidade de espécies de angiospermas, em período de floração, durante o forrageamento das abelhas durante a safra de mel considerada em nosso estudo, ou por aspectos do comportamento da abelha-europeia (*Apis mellifera*).

No presente estudo melissopalinológico, comprova-se que a polinização é uma ferramenta importante para a manutenção da biodiversidade, em conjunto com a apicultura realizada de maneira sustentável. Ela torna ainda mais visível os benefícios de uma convivência integrada entre seres humanos e a natureza. Não obstante, permite, também, além da identificação das espécies vegetais, o aprendizado e o conhecimento que das espécies visitadas e sua importância para a conservação de abelhas no planeta.

7.REFERÊNCIAS

- ABELHA. Origem e Diversidade. *Abelha.org.br*. Disponível em: <https://abelha.org.br/origem-e-diversidade/>. Acesso em: 03 mar. 2025.
- ABREU, C. O. Estudo da dieta polínica de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em área de Mata Atlântica e eucaliptal no Parque das Neblinas, Mogi das Cruzes, SP. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia)) - *Instituto de Biociências*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- ALVES, R. M. de O. et al. Propriedades físico-químicas de méis de *Apis mellifera* L. e *Melipona scutellaris* Latreille produzidos na Paraíba. *Ciência Rural*, v. 38, n. 6, p. 1791–1795, nov./dez. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500028>.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M. et al. Honey: A sweet approach to the prevention and therapy of cancer. *Current Medicinal Chemistry*, v. 25, n. 16, p. 1–15, 2018. a
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M. et al. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol antioxidant and antioxidant compounds. *Food Chemistry*, v. 240, p. 637–644, 2018. b
- ARAÚJO, F. F. et al. Impacto dos agrotóxicos sobre polinizadores no Brasil: uma revisão crítica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 17, n. 1, p. 23–36, 2022.
- BANKOVA, V. et al. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, v. 50, p. 1–12, 2019.
- BARTH, O. M. Melissopalinologia. 2. ed. Rio de Janeiro: *Editora Vozes*, 2013. a
- BARTH, O. M. Melissopalinologia e a qualidade do mel no Brasil. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 1, p. 1–10, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.01>. b
- BARTH, O. M. Melissopalinologia no Brasil: uma revisão histórica. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 2, p. 271–280, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000200007>.
- BARTH, O. M. O pólen no mel brasileiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 14, n. 161, p. 31-35, maio 1989.
- BARTH, O. M. et al. Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. *Brazilian Journal of Botany*, v. 33, n. 3, p. 557–564, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000300018>.

- BARTH, O. M. et al. Pollen as a tool for monitoring environmental impacts on bees and pollination services. *Palynology*, v. 42, n. 4, p. 1–8, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01916122.2018.1465745>.
- BOGDANOV, S. Beeswax: production, antioxidant, composition, control. *Bee Product Science*, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. MAPA, 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Conservação de Polinizadores*. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>.
- CAMPOS, R. G. M. Contribuição para o estudo do mel. Polén, geleia real a própolis. *Boletim da Faculdade da Farmácia de Coimbra*, v. 11, n. 2, p. 17–47, 1987.
- CARVALHO, A. M. et al. Palinologia aplicada à restauração ecológica: estudos de caso no Cerrado brasileiro. *Biotemas*, v. 33, n. 2, p. 45–58, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2020v33n2p45>. a
- CARVALHO, C. A. L. et al. Palinologia aplicada à restauração ecológica: uma abordagem metodológica. *Floresta e Ambiente*, v. 27, n. 2, p. 1–10, 2020. b
- CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. *Polinização: biodiversidade e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. (Série Biodiversidade, 33).
- CRANE, E. *A book of honey*. Oxford: Oxford University Press, 1980. 193 p.
- CRANE, E. *The world history of beekeeping and honey hunting*. Routledge, 1999.
- DÍAZ, S. et al. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*, v. 4, n. 8, p. e277, 2006.
- FLORA DO BRASIL. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, 2023. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 03 mar. 2025.
- FORZZA, R. C. et al. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*, v. 72, e01232020, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172001>. a
- FORZZA, R. C. et al. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 10 abr. 2025. b
- FREITAS, B. M. et al. Polinizadores e polinização: bases para a produção agrícola sustentável. *Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente*, 2005.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo: Edusp, 2012.

IPBES – Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production*. Bonn: IPBES Secretariat, 2016.

JESUS, M. L. de et al. Potencial da apicultura como alternativa sustentável para pequenos produtores rurais. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 10, n. 1, p. 45–52, 2020.

JOHANSEN, D. A. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill, 1940.

JONES, G. D.; BRYANT, V. M. Jr. Pollen of the Southeastern United States: With Emphasis on Melissopalynology and Entomophily. *College Station: Texas A&M University Press*, 1996.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 2007.

LAIN, C. S.; FERRERAS, C. G. Mielas Españolas: características e identificación mediante el análisis del polen. *Editorial Aedos*, s. a. 1999.

LORENZON, M. C. A. et al. Flora apícola no estado do Rio de Janeiro: uma revisão. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 11, n. 2, p. 173–181, 2013. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2378>.

LOUVEAUX, J. Comportement des abeilles vis-à-vis des plantes cultivées. *Bulletin Technique Apicole*, Paris, v. 2, p. 3–11, 1975.

MARCHINI, L. C. et al. Fontes florais utilizadas por Apis mellifera na região de Ribeirão Preto, SP. *Journal of Apicultural Research*, v. 59, n. 2, p. 1–10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1713332>.

MARTINS, E. et al. Ameaças à flora brasileira: desafios para a conservação. *Biodiversidade Brasileira*, v. 12, n. 1, p. 1–15, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica>. Acesso em: 03 mar. 2025.

MENDONÇA, C. B. F. et al. Palinologia e sua aplicação na conservação da biodiversidade vegetal. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 44, n. 3, p. 567–580, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40415-021-00736-6>.

- MORETI, A. C. C. de M.; MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A. dos. Práticas de manejo e qualidade do mel de *Apis mellifera* L. em diferentes sistemas de produção no estado de São Paulo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 657-662, mar.-abr. 2006.
- NOGUEIRA-NETO, P. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. 3. ed. São Paulo: Nogueirapis, 1997.
- PASCOAL, A. et al. Biological activities of antioxidant bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, v. 63, p. 233–239, 2019.
- SCHNEIDER, M. et al. Aplicações da melissopalinologia no Brasil: tendências e perspectivas para a conservação. *Acta Botanica Brasilica*, v. 37, n. 2, p. 250–261, 2023.
- SILVA, C.; ARAÚJO, G.; OLIVEIRA, P. Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 2, p. 395–406, 2011.
- SILVA, D. M.; ALMEIDA, W. B.; COSTA, M. F. Desmatamento e a conservação das abelhas: impactos na polinização e na produção de alimentos. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 63, n. 1, p. 123–131, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/rfBTk4ydKLKJYFzd6VWFvsm/>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- SILVA, J. I. (2014). Diversidade da flora apícola no município de São João do Piauí. Dissertação de Mestrado, *Universidade Federal do Piauí*, Teresina, Piauí, Brasil
- SILVA, R. A. et al. Ecologia da polinização e palinologia: integrando conhecimentos para a conservação de espécies vegetais. *Acta Botanica Brasilica*, v. 36, n. 1, p. 1–12, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-33062021abb0123>. a
- SILVA, T. A. et al. Polinizadores e paisagens em mudança: impactos ambientais na polinização. *Ecologia e Conservação*, v. 20, n. 1, p. 77–91, 2022. b
- SILVEIRA, F. A. et al. Desafios para a conservação de abelhas no Brasil: impactos do desmatamento e mudanças climáticas. *Biodiversidade Brasileira*, v. 11, n. 1, p. 34–48, 2021. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica>. a
- SILVEIRA, F. A. et al. Polinizadores ameaçados e políticas públicas: lacunas e oportunidades no Brasil. *Perspectiva Agroecológica*, v. 10, n. 2, p. 11–26, 2021. b
- SODRÉ, G. S. et al. Caracterização físico-química e polínica de méis do Cerrado piauiense. *Química Nova*, v. 40, n. 4, p. 418–425, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170010>.

- SOUZA, B. A. et al. A apicultura no Brasil: história, cenário atual e perspectivas. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 11, n. 2, p. 1–12, 2021.
- VANZOLINI, C. et al. Abelhas sem ferrão e sua importância na agricultura familiar do Sul do Brasil. *Revista Agroecossistemas*, v. 6, n. 2, p. 41–50, 2014.
- WEHBE, R. et al. Bee venom: overview of main compounds and bioactivities for therapeutic interests. *Molecules*, v. 24, n. 16, p. 2997, 2019.
- WODEHOUSE, R. P. *Pollen grains. Their structure, identification and signification in science and medicine*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1935.
- ZUCHI, T. I. S.; et al. Caracterização morfológica e citogenética de acessos de girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 535-541, mar. 2010.