



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

AMANDA ELECKTIANA NASCIMENTO COSTA

**UMA ANÁLISE DO MEL DO SERTÃO DE PERNAMBUCO: ABORDAGEM
FÍSICO-QUÍMICA E MELISSOPALINOLÓGICA**

MOSSORÓ

2025

AMANDA ELECKTIANA NASCIMENTO COSTA

**UMA ANÁLISE DO MEL DO SERTÃO DE PERNAMBUCO: ABORDAGEM
FÍSICO-QUÍMICA E MELISSOPALINOLÓGICA**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
AGRONOMIA.

Orientador: Prof. Dr. Airton Torres Carvalho

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837a Costa, Amanda Elecktiana Nascimento .
Uma análise do mel do sertão de Pernambuco:
abordagem físico-química e melissopalínológica /
Amanda Elecktiana Nascimento Costa. - 2025.
38 f. : il.

Orientador: Airton Torres Carvalho.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2025.

1. Apicultura. 2. Apis mellifera. 3. Abelhas.
4. Semiárido nordestino. I. Carvalho, Airton
Torres, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AMANDA ELECKTIANA NASCIMENTO COSTA

**UMA ANÁLISE DO MEL DO SERTÃO DE PERNAMBUCO: ABORDAGEM
FISICO-QUÍMICA E MELISSOPALINOLÓGICA**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
AGRONOMIA.

Defendida em: 28/03/2025

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
AIRTON TORRES CARVALHO
Data: 28/03/2025 18:18:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Airton Torres Carvalho (UFERSA)
Presidente



Documento assinado digitalmente
KEWEN SANTIAGO DA SILVA LUZ
Data: 28/03/2025 18:27:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Msc. Kewen Santiago da Silva Luz (UFPB)
Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
ALTEVIR PAULA DE MEDEIROS
Data: 28/03/2025 18:51:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Altevira Paula de Medeiros (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho. Nos momentos que pensei em desistir, tive ajuda e apoio de pessoas maravilhosas que incentivaram na continuação e conclusão do curso.

Aos meus pais que permitiu a realização desse sonho, principalmente a minha irmã que sempre recebi apoio e ajuda nos momentos mais difíceis.

Agradeço ao meu Orientador Prof. Dr. Airton Torres Carvalho por permitir minha entrada no laboratório e que em tão pouco tempo, fez com que eu me sentisse em casa e acolhida por todos os membros. Sou imensamente grata ao pessoal do Laboratório de Ecologia Comportamental (LECO) e ao espaço ASA da UFERSA.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pelo apoio institucional e pelas oportunidades oferecidas ao longo desta jornada. A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Agradeço aos meus amigos que conheci durante esse percurso que se tornaram amigos para vida toda.

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades.

RESUMO

A apicultura é uma atividade economicamente relevante no Brasil, especialmente no semiárido nordestino. O Sertão pernambucano, destaca-se como centro produtor de mel, tornando essencial a compreensão e qualificação dos produtos lá produzidos, e a origem botânica do seu mel. Este estudo objetivou realizar a análise físico-química e melissopalínológica do mel de *Apis mellifera* comercializado na região. A pesquisa determinou se há uma marca polínica específica no mel produzido na região, que possa ser utilizada para certificação de origem e valorização comercial. A ausência de dados detalhados sobre a flora visitada pelas abelhas justificou o estudo, que fortalece a cadeia produtiva local e possibilitou certificações de qualidade. Foram coletadas amostras de mel em casas de mel de associações em quatro municípios da região, seguidas da extração e identificação dos grãos de pólen e análise físico-química dos méis. O material foi analisado por técnicas laboratoriais para determinar as espécies vegetais predominantes. Os resultados contribuíram para a valorização do mel do Sertão do Pajeú, fornecendo subsídios para certificação de origem e desenvolvimento sustentável da apicultura local, além de informações sobre a relação entre polinização e agricultura, promovendo práticas mais eficientes e sustentáveis.

Palavras-chaves: Apicultura. *Apis mellifera*. Abelhas. Semiárido nordestino.

ABSTRACT

Beekeeping is an economically significant activity in Brazil, particularly in the semiarid Northeast. The Sertão backlands of Pernambuco stand out as a key honey-producing region, highlighting the need to understand and characterize the honey produced there, as well as its botanical origins. This study aimed to conduct a physicochemical and melissopalynological analysis of *Apis mellifera* honey sold in the region. The findings revealed a distinct botanical signature in the honey, which can support certification of origin and enhance its commercial value. The lack of detailed data on the flora visited by bees justified the study, which strengthens the local production chain and facilitates quality certification. Honey samples were collected from honey houses affiliated with associations in four municipalities. Pollen grains were extracted and identified, and the honey underwent physicochemical analysis. Laboratory techniques were used to determine the predominant plant species. The results contribute to the valorization of honey from Sertão, providing a foundation for origin certification and the sustainable development of local beekeeping. Additionally, the study offers insights into the relationship between pollination and agriculture, promoting more efficient and sustainable practices.

Keywords: Beekeeping; *Apis mellifera*; Bees; Northeastern Brasil

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: AS 10 REGIÕES DE DESENVOLVIMENTO, (LEI Nº 11.725 DE 23 DE DEZEMBRO DE 1999 – PPA ESTADUAL 2000-2003) AMUPE –ELABORAÇÃO: AGENCIA CONDEPE-FIDEM. EM PRETO, PONTOS GEORREFERENCIADOS DOS APIÁRIOS AMOSTRADOS. FONTE: NASCIMENTO, 2024..... 16
- FIGURA 2 - GRÃOS DE PÓLEN DE AMOSTRAS DE MEL COLETADAS NO MUNICÍPIO DE FLORESTA LOCALIZADO NO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO. FLORESTA 1 - FABACEAE: A – *SENEGALIA* SP. B – *PITYROCARPA MONILIFORMIS*. C - *MIMOSA ARENOSA* - MALVACEAE: D -*MALVASTRUM AMERICANUM*. FLORESTA 3 - SIMAROUFACEAE: E - *HOMALOLEPIS FERRUGINEA*. FABACEAE: F - *SENNA* SP. RUBIACEAE: G - *PSYLLOCARPUS* SP. FLORESTA 8 - MALPIGHIACEAE: H - *BYRSONIMA*. ASTERACEAE: I - *MIMOSA TENUIFLORA*. MYRTACEAE: J- *MYRCIA GUIANENSIS* (ESCALA 10µM)..... 30
- FIGURA 3 - MELISSOPALINOLÓGIA DO MEL DE ABELHA APIS MELLIFERA NA REGIÃO DE SERRA TALHADA LOCALIZADO NO SERTÃO DO PAJEÚ. SERRA TALHADA 1 - MALVACEAE: A – *SIDA* SP. - FABACEAE: B – *BIONIA TOMENTOSA*. C – *PITYROCARPA MONILIFORMIS* - EUPHORBIACEAE: D – *CNIDOSCOLUS URENS*. SERRA TALHADA 5 - FABACEAE: E– *MIMOSA CAESALPINIIFOLIA BENTH.* - ASTERACEAE: F – *MIMOSA TENUIFLORA*. - MALVACEAE: G - *MALVASTRUM AMERICANUM* (L) TORR. SERRA TALHADA 7 - FABACEAE: H – *SENNA* SP. I – *MIMOSA ARENOSA*. (ESCALE 10 µM). FONTE: DO AUTOR..... 31
- FIGURA 4 - MELISSOPALINOLÓGIA DO MEL DE ABELHA APIS MELLIFERA NA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO BELMONTE LOCALIZADO NO SERTÃO CENTRAL. SÃO JOSÉ DO BELMONTE 4 - FABACEAE: A – *MIMOSA VERRUCOSA*. SÃO JOSÉ DO BELMONTE 5 - RUBIACEAE: B – *BORRERIA DIACRODONTA*. C – *STAELIA VIRGATA*. - FABACEAE: D – *SENNA* SP. SÃO JOSÉ DO BELMONTE 6 - FABACEAE: E – *SENNA* SP. - MYRTACEAE: F – *MYRCIA GUIANENSIS*. - EUPHORBIACEAE: G – *CROTON* SP. (ESCALE 10 µM). FONTE: DO AUTOR 31
- FIGURA 5 - MELISSOPALINOLÓGIA DO MEL DA ABELHA APIS MELLIFERA NA REGIÃO DE FLORESTA LOCALIZADO NO SERTÃO DO PAJEÚ. TRIUNFO 1 - MYRTACEAE: A - *PSIDIUM MYRSINITES*. FABACEAE: B – *PITYROCARPA MONILIFORMIS*. LAMIACEAE: C - *MARSYPIANTHES CHAMAEDRYS*. FABACEAE: D - *MIMOSA ARENOSA*. TRIUNFO 4 - FABACEAE: E - *MIMOSA TENUIFLORA*. MYRTACEAE: F - *MYRCIA GUIANENSIS*. FABACEAE: G - *PITYROCARPA MONILIFORMIS*. TRIUNFO 8 - MALPIGHIACEAE: H- EUPHORBIACEAE: I - *BERNARDIA SIDOIDES*. EUPHORBIACEAE: J - *EUPHORBIA HIRTA* L. FABACEAE: K - *MIMOSA VERRUCOSA* (ESCALE 10MM). FONTE: DO AUTOR..... 32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CRITÉRIOS SEGUIDOS NA ESCOLHA DAS AMOSTRAS COLETADAS.....	15
TABELA 2: NÚMERO DE AMOSTRAS DE MÉIS COLETADAS EM CADA MUNICÍPIO E O RESPONSÁVEL POR CADA COLETA.....	16
TABELA 3: RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, EM TRIPLICATA, DE DIFERENTES AMOSTRAS DE MEL COLETADAS EM DIVERSAS CIDADES DE PERNAMBUCO. OS PARÂMETROS AVALIADOS INCLUEM UMIDADE, PH, ACIDEZ, COR, HMF (HIDROXIMETILFURFURAL), °BRIX, SÓLIDOS INSOLÚVEIS E TEOR DE CINZAS.	21
TABELA 4: IDENTIFICAÇÃO DE GRÃOS DE PÓLEN DO MEL DE <i>APIS MELLIFERA</i> DO SERTÃO DE PERNAMBUCO.	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAS E METODOS.....	14
2.1. Locais de coleta.....	14
2.2. Amostras de mel.....	15
2.2.1. Análise físico-química do mel.....	16
2.2.2. Métodos físico-químicos	17
2.2.4 Análise melissopalínológica dos meis.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1. Análise físico-químicas	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERENCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é a prática de criar e manejar abelhas com o principal objetivo de explorar produtos apícolas, como mel, cera, própolis, geleia real e pólen. As abelhas do gênero *Apis*, especialmente a espécie *Apis mellifera* L. 1958, são as principais responsáveis pela produção desses recursos. Essa atividade se destaca como fonte de renda para os produtores rurais do Nordeste brasileiro, onde o manejo dessas abelhas é realizado há décadas, utilizando técnicas consolidadas e reconhecidas (CÁMARA et al., 2004; HENRIQUE et al., 2008; LOURENÇO; CABRAL, 2016).

O semiárido brasileiro destaca-se como região de grande potencial para a apicultura, apresentando uma notável diversidade de ecossistemas devido às condições de transição entre o clima tropical (quente e úmido) e o clima semiárido (KHAN et al., 2014; ALEIXO et al., 2014). Dentre os produtos apícolas, o mel destaca-se pela sua popularidade por ser uma fonte alimentar rica em compostos bioativos singulares também ser empregado nas áreas farmacêutica e a cosmética (XIMENES E VIDAL 2023, SILVA et al., 2010).

O mel de abelha é produzido a partir do néctar das flores ou de secreções de partes vivas das plantas, além de excreções de insetos sugadores que as abelhas coletam. Esse material é processado pelas abelhas, que o transformam, combinam com substâncias específicas de seu organismo e armazenam nos favos da colmeia (BRASIL, 2000). Vários fatores podem influenciar a composição do mel, como as características genéticas das espécies de abelhas, as condições ambientais do meio em que elas vivem, como temperatura, umidade e tipo de solo, que afetam a disponibilidade e qualidade das fontes de néctar. Os tipos de fontes vegetais também são determinantes, já que diferentes flores influenciam o sabor, a cor e o aroma do mel. Por fim, as técnicas de processamento e armazenamento podem modificar suas características físico-químicas e microbiológicas. Práticas inadequadas, como a exposição a temperaturas elevadas ou o armazenamento inadequado, podem levar à fermentação e à perda de qualidade do produto (ELLER, 2022; GOIS *et al.*, 2013).

Os compostos bioativos presentes no mel, responsáveis por suas propriedades biológicas — como ações antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante e cicatrizante, entre outras — despertam interesse no manejo e na produção desse recurso e são

dependentes da flora visitada e da saúde das colônias (ALVAREZ SUAREZ et al., 2012; SILVA et al., 2006, 2013; TOMÁS-BARBERÁN, 1998).

O Brasil é o 11º país exportador de mel do mundo, mas é o principal exportador de mel orgânico para os Estados Unidos (XIMENES E VIDAL 2023). Está porção seca do Nordeste Brasileiro, devido as suas características de vegetação e uso da terra, um dos maiores potenciais do mundo para produção de mel orgânico (SEBRAE 2005), embora esse mercado ainda não seja explorado em sua potencialidade. Nesse contexto, Pernambuco se destaca como um estado com grande potencial para a produção de mel orgânico, especialmente em regiões onde as condições ambientais favorecem a atividade apícola. No entanto, apesar desse cenário promissor, a distribuição dos investimentos e a estruturação do setor ainda apresentam desafios, refletindo diretamente na organização da cadeia produtiva e na valorização do mel pernambucano (SEBRAE, 2023).

No estado de Pernambuco a principal região produtora é o Sertão do Araripe, seguida pela região do Moxotó, e isso implica no maior volume de recursos de projetos financiados, deixando outras regiões produtoras desguarnecidas (FERRAZ E MASCARENHAS 2021). Um exemplo é a região do Pajeú, que embora grande produtora, não tem dados oficiais que possam demonstrar a aptidão local de sua produção. O Sertão do Pajeú é uma unidade de desenvolvimento do Estado de Pernambuco que figura como um dos principais centros produtores de mel do estado, mas como é bem conhecido no meio apícola, boa parte da produção da região é comercializada de forma informal pelos apicultores e acabam sendo vendidas por atravessadores como oriundos de outras regiões (CODEVASF, 2024; FREIRE, 2024).

A divisão do estado de Pernambuco em zonas de desenvolvimento, instituída pela Lei nº 11.725 de 23 de dezembro de 1999, embora seja importante para a distribuição de recursos estaduais e políticas de assistência e industrialização, gera problemas locais para os produtores quanto a aquisição de recursos e financiamento para atividades apícolas. Um dos projetos que tem obtido êxito é o Programa de Desenvolvimento Territorial (PRODETER) do Banco do Nordeste, que embora utilize as delimitações em lei, inclui a proximidade geográfica ou zonas de atuação, como requisito para concorrência nos projetos financiados (BNB 2024).

A melissopalínologia é a análise dos grãos de pólen presentes no mel, permitindo determinar sua origem floral e, conseqüentemente, sua qualidade e autenticidade (OLIVEIRA e CASTRO, 1998). Essa técnica fornece informações sobre as plantas

visitadas pelas abelhas, auxiliando na identificação das preferências florais e na caracterização dos méis por meio dos espectros polínicos (FREITAS, 1996). Além disso, a combinação da melissopalínologia com análises físico-químicas é fundamental para garantir a identidade e a qualidade do mel, conforme as legislações nacionais e internacionais. Esse processo contribui diretamente para a valorização dos produtos apícolas, facilitando a obtenção de selos e certificados de origem controlada junto aos órgãos fiscalizadores (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAIS, 2023).

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade físico-química e botânica dos méis produzidos no Sertão do Pajeú (PE-Brasil), identificando fatores que influenciam suas características e sanidade. Este estudo realizou uma análise melissopalínológica e físico-química do mel de abelhas *Apis mellifera* obtidas comercialmente na região do Vale de Pajeú e São Francisco, no estado de Pernambuco. Este é um passo importante para a determinação da origem controlada de méis de abelhas, e do diagnóstico regional da qualidade dos produtos produzidos.

2 MATERIAS E METODOS

2.1. Locais de coleta

As análises físico-químicas das amostras seguiram padrão estabelecido e exigidos pela legislação e instrução normativa de número 11 de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000) e pelo Instituto Adolf Lutz de análises de alimentos. A coleta dos méis foi realizada durante o ano de 2023 entre abril e julho. Quarenta produtores dos municípios de Serra Talhada, Triunfo (localizados no Sertão do Pajeú), Mirandiba e São José de Belmonte (localizados no Sertão Central) e Floresta (localizado no Sertão do São Francisco) foram contatados via presidentes das associações locais e tiveram amostras analisadas. A escolha dos apiários seguiu critérios para garantir a qualidade e a representatividade e homogeneidade das amostras coletadas (Tabela 1).

Tabela 1: Critérios seguidos na escolha das amostras coletadas.

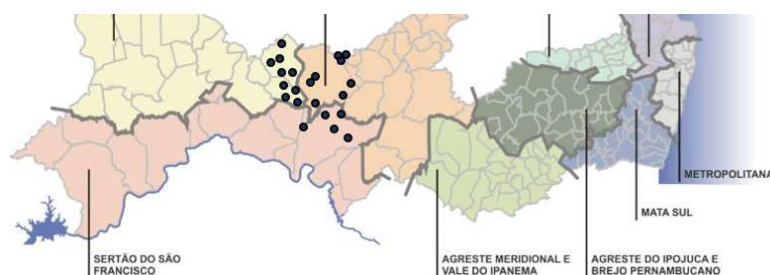
Critério	Motivo	Parâmetro de Seleção
Registro em associação	Apiários formalizados tendem a seguir boas práticas apícolas.	Sim
Número mínimo de colmeias povoadas	O mínimo de 30 colmeias povoadas assegura produção representativa e estabilidade na coleta de mel.	≥ 30 colmeias
Localização na área do PRODETER	Garante que os apiários fazem parte da região de interesse do projeto.	Dentro da área delimitada
Distância entre apiários	Minimiza sobreposição de floradas e favorece a padronização da amostragem.	≥ 10 km
Infraestrutura de extração do mel	Casas de mel certificadas asseguram maior controle sanitário, mas mesmo não certificadas são consideradas para abranger a realidade produtiva.	Casa de mel certificada ou não
Uso de caixas padronizadas (Langstroth)	O modelo Langstroth é amplamente utilizado em pesquisas por facilitar o manejo padronizado e a comparação entre apiários.	Sim
Presença de selo de inspeção	Apenas uma casa de mel possuía selo de inspeção federal, destacando a necessidade de avaliar diferentes níveis de regularização.	Sim ou Não
Georreferenciamento	Permite monitoramento da origem e rastreabilidade das amostras coletadas.	Sim (dados sigilosos)

Fonte: Do autor

2.2. Amostras de mel

O número de amostras de méis coletadas de cada município diferiu. Na cidade de Triunfo foram coletadas oito amostras, Mirandiba sete amostras, São José do Belmonte sete amostras, Serra Talhada foram coletadas dez e Floresta foram oito amostras. Em Triunfo, Mirandiba e Serra Talhada, foram coletados na presença do pesquisador, já em São José do Belmonte e Floresta as coletas foram realizadas pelos próprios apicultores, conforme as instruções cuidadosamente repassadas.

Figura 1: As 10 regiões de desenvolvimento, (Lei nº 11.725 de 23 de dezembro de 1999 – PPA Estadual 2000-2003) AMUPE –Elaboração: Agencia Condepe-Fidem. Em preto, pontos georreferenciados dos apiários amostrados.



Fonte: Nascimento, 2024.

Cada amostra de mel foi coletada diretamente do decantador exceto por 4 amostras que foram tiradas de baldes de plástico, após decantação. Foram utilizados recipientes plásticos, tipo PET, de 500ml esterilizados e amostras devidamente etiquetadas com nome do produtor e data de coleta. Os meis foram então armazenados em geladeira, até análise em laboratório. Toda as amostras foram depositadas na secção de produtos das abelhas da Coleção Temática ASA, da UFERSA. Amostras de mel foram utilizadas para as análises físico-químicas e de melisopalinologia.

Tabela 2: Número de amostras de méis coletadas em cada município e o responsável por cada coleta.

Município	Número de Amostras Coletadas	Responsável pela Coleta
Triunfo	8	Pesquisador
Mirandiba	7	Pesquisador
São José do Belmonte	7	Apicultores
Serra Talhada	10	Pesquisador
Floresta	8	Apicultores

Fonte: Do autor

2.2.1. Análise físico-química do mel

Todas as análises físico-químicas seguiram as normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (São Paulo), contidos no “Métodos físico-químicos para análise de alimentos” (IAL, 2008). Os resultados foram comparados com o que prevê a Instrução Normativa Mapa nº 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal do Semiárido – UFERSA- LIPOA entre agosto e setembro de 2023.

Foram analisados os seguintes parâmetros, em triplicata: umidade, brix, ph, acidez livre, detecção de hidroximetilfurfural, teor de cinzas, reação de Lund, reação de Fiehe, reação de lugol, determinação de sólidos insolúveis e cor.

2.2.2. Métodos físico-químicos

Determinação da umidade

O método utilizado foi o refratômetro. Foi utilizado um aparelho ATAGO PAL-22S Handheld Honey Refractometer, 12.0-30.0%, conforme método AOAC (item 969.38B).

Determinação do Brix

Para medida da densidade e o teor de sacarose (açúcar) no mel, utilizou-se de um refratômetro digital Milwaukee MA871 (0-85%).

Potencial hidrogeniônico (ph)

Foi utilizado phmetro de bancada Phoneo, após diluição de 10 g de mel em 75ml água destilada deionizada.

Acidez livre

Determinada através de titulação com hidróxido de sódio até ph 8,5, e como indicador a fenolftaleína. Calculado através da seguinte formula:

$$\frac{(V - V_b) \times 50 \times f}{P} = \text{acidez livre, em milequivalentes por kg}$$

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 g

Determinação quantitativa de hidroximetilfurfural (HMF)

Determinado por espectrofotometria conforme método preconizado pelo IAL (2008). Leituras da absorbancia foram realizadas nos intervalos de 284 e 330nm em espectrofotômetro Kasuaki II 592

Teor de cinzas

Resíduos de incineração foi determinado em mufla à 600° C. Amostras de 5g foram incineradas em cadinhos de porcelana por 4 horas, após padronização, até peso final estável.

Reação de Lund

Esta reação tem a finalidade de confirmar ou não a presença de substâncias albuminoides nas amostras, especialmente pela adição de açúcar industrial. É considerada positiva quando o precipitado variar de 0,6 a 3,0 mL no fundo da proveta e foi realizada conforme metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz. Ausência de albuminoides em mel indica falsificação.

Reação de Fiehe

Reação que detecta presença de açúcar comercial e de hidroximetilfurfural. Baseia-se na reação colorimétrica. Amostras que apresentam cor vermelha, indicam adição de açúcar ou altos níveis de HMF.

Reação de Lugol

Reação colorimétrica que qualifica a presença de amido. Realizada conforme metodologia indicada pelo Instituto Adolfo Lutz. Considera-se positiva, colorações entre violeta e azul.

Determinação de sólidos insolúveis

Determinado pelo método gravimétrico, como metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz.

Determinação da cor

Foi utilizado um calorímetro HANNA HI 83221 Honey Color analyzer digital. Glicerol PA foi utilizado como branco. A cor foi determinada pela escala do equipamento.

2.2.4 Análise melissopalínológica dos meis

Para análise melissopalínológica do mel, foram sorteadas 3 amostras por localidade amostrada, exceto Mirandiba, em que houve problemas com a conservação das amostras.

As análises foram realizadas seguindo a metodologia proposta por Barth (1965). Inicialmente, as amostras foram submetidas a banho-maria a 45°C por 10 minutos. Após esse procedimento, alíquotas de 5 gramas foram removidas com o auxílio de uma pipeta, cuidadosamente retiradas da porção superior e média dos tubos, e transferidas para tubos tipo falcon de 15 ml devidamente etiquetados. Em cada tubo, foi adicionada água destilada até completar 12 ml e agitados manualmente. Os tubos foram colocados em uma centrífuga, dispostos paralelamente, e submetidos à centrifugação por 20 minutos a 3600 rpm. Esse processo teve como objetivo reduzir a viscosidade do mel, facilitando a separação dos grãos de pólen. Após a centrifugação, o sobrenadante foi cuidadosamente descartado.

Em seguida, ao sedimento restante, foi adicionada até 12 mL de água destilada e 3 gotas de álcool 70%. O tubo foi submetido a mais uma centrifugação, agora por 15 minutos, para concentrar os grãos de pólen. Após essa última centrifugação, o líquido excedente foi descartado, e os tubos foram colocados em posição invertida durante 24 horas para permitir a drenagem completa do excesso de água. Esse procedimento assegurou que apenas os grãos de pólen ficassem no fundo do tubo.

Os grãos de pólen obtidos em cada tubo foram utilizados para a confecção de três lâminas de microscopia destinadas à identificação botânica a fresco. Esse método, amplamente utilizado, preserva as características morfológicas dos grãos de pólen, permitindo uma análise eficiente. Para cada amostra, foram utilizadas pelo menos 2 lâminas, em cada uma das quais foram preparados 2 círculos de parafina. Em seguida, utilizou-se gelatina glicerinada de Kaiser, tanto corada quanto não corada com fucsina básica. A gelatina foi cuidadosamente cortada em pequenos quadrados com o auxílio de um estilete de ponta fina e posicionada no fundo do tubo. A gelatina foi então colocada no centro de cada círculo de parafina, ambas provenientes da mesma amostra. Posteriormente, com o auxílio de uma lamparina, as lâminas foram aquecidas para derreter a gelatina e a parafina, permitindo a fixação da lamínula sobre cada círculo de cera.

Após a preparação, as lâminas foram analisadas ao microscópio ótico com aumento de até 1000 vezes para identificação dos grãos de pólen, utilizando o método de Barth et al. (2010). As identificações foram feitas com base na literatura especializada, comparação com lâminas previamente identificadas na palinoteca da Coleção ASA, utilizando guias ou chaves de identificação que descrevem as características do pólen de diferentes espécies e consulta aos bancos de dados online ou publicações científicas que catalogam grãos de pólen. Os tipos polínicos foram identificados utilizando chaves de identificação e comparados com as ilustrações e descrições em artigos e catálogos polínicos publicados (BARTH, 1989; BARTH, 2013; BARTH & BARBOSA, 1972; SANTOS DO NASCIMENTO et al., 2021; BARTH & MELHEM, 1988; DA SILVA et al., 2024; BARTH, 2004; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2014)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise físico-químicas

Das 40 amostras analisadas, somente oito delas estavam com todos os parâmetros físico-químicos analisados em conformidade com a legislação Brasileira. O principal problema apontado é quanto ao teor de umidade no mel, uma vez que 60% das amostras apresentaram umidade acima de 20g/100g (20%) como preconiza a legislação brasileira (Tabela 3). Também estão em desacordo duas amostras que apresentaram pH acima de 4,5 e uma abaixo dos 3,1; 30% das amostras apresentaram quantidades de sólidos insolúveis acima do permitido e 10 % das amostras com teores de cinza acima do esperado. Em todos os municípios a alta umidade das amostras foram apontadas com problemáticas para a qualidade do produto produzido.

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas, em triplicata, de diferentes amostras de mel coletadas em diversas cidades de Pernambuco. Os parâmetros avaliados incluem umidade, pH, acidez, cor, HMF (hidroximetilfurfural), °Brix, sólidos insolúveis e teor de cinzas.

Local/amostra	Umidade (g/100g)	pH	Acidez livre (mEq/Kg)	Cor	HMF (mg/kg $\pm$ d.p)	BRIX %	Sólidos Insolúveis (g/100g)	Cinzas (g/100g)
Triunfo 1*	15,7	4,5	21,03	Âmbar escuro	21,5 $\pm$ 0,4	82,9	0,04	0,4
Triunfo 2	<u>24,7</u>	3,6	23,1	Âmbar extra escuro	4 $\pm$ 0,0	78,9	0,1	<u>1,2</u>
Triunfo 3	<u>23,5</u>	3,7	26,8	Âmbar claro	31,3 $\pm$ 0,0	79,9	0,13	0,5
Triunfo 4*	16,7	<u>4,9</u>	28,5	Âmbar	1,5 $\pm$ 0,0	82,4	<u>0,3</u>	0,4
Triunfo 5	15,7	4,4	41,6	Âmbar extra escuro	8,6 $\pm$ 0,1	82,9	<u>0,3</u>	0,3
Triunfo 6	<u>23,4</u>	<u>3,1</u>	22,43	Âmbar extra escuro	48,9 $\pm$ 0,6	79,9	<u>0,8</u>	0,5
Triunfo 7	18,6	4,4	21,3	Âmbar extra escuro	6,8 $\pm$ 0,0	82,3	<u>0,8</u>	0,5
Triunfo 8*	<u>20,3</u>	4,3	27,1	Âmbar extra escuro	4,6 $\pm$ 0,0	80,6	0,09	0,4
Mirandiba 1	<u>20,4</u>	3,5	25,1	Âmbar	26,9 $\pm$ 0,1	81,7	0,1	0,4
Mirandiba 2	<u>20,6</u>	3,8	29,2	Âmbar	32,1 $\pm$ 0,4	79,6	0,07	0,06
Mirandiba 3	19,8	4,1	26	Âmbar	14,8 $\pm$ 0,2	80	<u>0,3</u>	0,4
Mirandiba 4	14,9	3,8	31,6	Âmbar extra escuro	39,5 $\pm$ 0,1	81	<u>0,3</u>	0,4
Mirandiba 5	<u>21,4</u>	4,1	20,7	Âmbar extra escuro	23,2 $\pm$ 0,2	81	0,01	0,2

Mirandiba 6	19,8	3,8	22,2	Âmbar extra escuro	19,1±0,3	80,6	0,1	<u>0,6</u>
Mirandiba 7	<u>20,7</u>	3,9	26,4	Âmbar extra escuro	15,2±0,1	80,8	0,1	0,4
São José do Belmonte 1	16,8	4,3	23,2	Âmbar escuro	6,8±0,0	82	0,02	0,2
São José do Belmonte 2	13,9	<u>4,8</u>	28,6	Âmbar extra escuro	14,9±0,2	80,5	0,1	0,3
São José do Belmonte 3	<u>20,3</u>	4,5	28,55	Âmbar extra escuro	23,6±0,2	81,6	0,1	0,3
São José do Belmonte 4*	<u>20,5</u>	3,9	25	Âmbar escuro	28,6±0,3	80,01	0,07	0,5
São José do Belmonte 5*	<u>23,4</u>	4,4	19,1	Âmbar escuro	9,7±0,1	79,5	<u>0,4</u>	0,3
São José do Belmonte 6*	15,8	4,2	21,2	Âmbar escuro	31,4±0,3	82,3	0,08	0,5
São José do Belmonte 7	<u>22,1</u>	3,9	24,07	Âmbar escuro	17,1±0,2	80,7	0,1	0,5
Serra Talhada 1*	<u>22,3</u>	3,7	20,9	Âmbar	7,2±0,0	75,7	0,02	0,3
Serra Talhada 2	<u>20,5</u>	4,5	22,3	Âmbar extra escuro	25,9±0,2	81,1	0,08	0,5
Serra Talhada 3	<u>22,7</u>	3,6	21,9	Âmbar escuro	38,3±0,4	78,3	<u>0,7</u>	0,3
Serra Talhada 4	18,7	3,8	20,3	Âmbar extra claro	21,7±0,3	80,06	0,02	0,4
Serra Talhada 5 *	<u>22,4</u>	3,4	21,3	Âmbar escuro	30,9±0,2	77,5	0,1	0,2
Serra Talhada 6	<u>22,4</u>	3,9	22,4	Âmbar extra escuro	30,5±0,5	76,4	0,02	0,5
Serra Talhada 7*	<u>20,4</u>	3,9	23,52	Âmbar extra claro	21,9±0,3	81,4	0,02	0,2
Serra Talhada 8	15,6	4,3	22,8	Âmbar escuro	19,2±0,2	82,3	0,03	0,5

Serra Talhada 9	<u>22,5</u>	4	29,44	Âmbar extra escuro	22,8±0,2	79,5	0,03	0,3
Serra Talhada 10	15,8	4,4	20,3	Âmbar extra escuro	25,3±0,1	82,1	0,01	0,4
Floresta 1*	<u>20,1</u>	3,6	30,38	Âmbar claro	18,3±0,1	80,6	<u>0,2</u>	0,3
Floresta 2	19,2	3,6	38,32	Âmbar claro	39,6±0,3	81,2	0,09	0,4
Floresta 3*	<u>23,4</u>	3,7	24,53	Âmbar	33,9±0,4	79,3	<u>0,3</u>	0,4
Floresta 4	<u>23,3</u>	3,6	29,44	Âmbar	42,6±0,7	80	<u>0,3</u>	0,4
Floresta 5	<u>22,1</u>	3,4	37,85	Âmbar escuro	26,1±0,2	80,1	<u>0,57</u>	0,3
Floresta 6	<u>22,4</u>	3,4	22,9	Âmbar extra escuro	34,4±0,2	79,2	0,1	<u>0,7</u>
Floresta 7	19,1	3,4	30,84	Âmbar claro	9,2±0,0	80,9	0,07	0,5
Floresta 8*	15,8	4,1	18,2	Âmbar extra escuro	16,8±0,0	81,7	0,1	<u>1,1</u>
Máximo pela legislação brasileira	<20%	Ideal entre 3,2 e 4,5 Silva et al 2016	valores acima de 50		máximo de 60mg/kg		até 0,1g/100g	0,6 g/100 g

Fonte: Do autor

Notas: *amostras analisadas em melissopalinologia. Sublinhados: valores acima do permitido pela legislação.

Méis com quantidades altas de umidade são apontados como mais susceptíveis à fermentação e deterioração (VIDAL E FREGOSI 1984, WIESE E SALOMÉ 2020) e os resultados aqui obtidos são preocupantes, uma vez altas umidades em mel indicam que o produto pode ter sido colhido antes da operculação do favo, ou técnicas de estocagem não evitaram a higroscopicidade do produto (WIESE E SALOMÉ 2020). Além disso, a colheita realizada em dias chuvosos ou com alta umidade relativa do ar pode elevar o índice de umidade no mel, comprometendo sua qualidade e aumentando o risco de fermentação. Portanto, recomenda-se que a colheita seja efetuada em dias ensolarados, preferencialmente entre 9 e 16 horas, evitando períodos de chuva ou alta umidade (EMBRAPA, 2023).

O teor de umidade é um dos principais parâmetros de qualidade do mel, influenciando sua estabilidade e conservação (ERLLE, 2018). Em regiões de alta umidade do ar, a produção de mel a partir de floradas mais diversificadas pode resultar em teores de umidade mais elevados (TSAGKARIS et al., 2021). Nesse contexto, a Teoria de Barreiras nos alimentos, proposta por Leistner e Gorris (1995), destaca a importância da interação entre diferentes fatores de preservação, como atividade de água, pH e temperatura, para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos. Assim, compreender a umidade do mel dentro dessa abordagem pode auxiliar na definição de estratégias para manter sua estabilidade microbiológica e aumentar sua vida útil.

Para os produtores da região, a alta umidade nas amostras deve ser encarada como um sinal de alerta, exigindo melhorias e cuidados tanto na colheita quanto na decantação e estocagem do produto. Enquanto a maior parte das amostras com umidade acima de 20% estavam no limite do erro, algumas apresentaram valores próximos a 25%, o que pode levar à rejeição do produto na maior parte dos países importadores (TSAGKARIS et al., 2021). Para mitigar esse problema, é essencial padronizar a centrifugação do mel já operculado e garantir sua estocagem em locais com umidade relativa baixa (ZANUSSO, 2011). Além dessas medidas, estratégias como a desidratação podem ser empregadas para reduzir a umidade do mel, aumentando sua estabilidade e evitando a fermentação, conforme preconizado pela Teoria de Barreiras nos alimentos (LEISTNER; GORRIS, 1995).

A cidade de Triunfo é especialmente susceptível a esses problemas, já que por ser uma cidade serrana, a umidade relativa do ar pode atingir níveis críticos para estocagem do mel. Salienta-se, também, que outros trabalhos em áreas de Caatinga também encontraram variações tal como aqui observadas. Santos et al (2014) identificou amostras oriundas do semiárido com variação de 17 à 21,5% de umidade, que elas dependeriam não somente do manejo do apicultor, mas também da espécie de planta visitada.

Um parâmetro importante de ser avaliado é a época do ano que o mel foi colhido. No presente estudo todas as amostras foram obtidas da primeira colheita de mel do ano de 2023 (abril até julho), época chuvosa na região. Já outros trabalhos como o de DE LIMA TORRES et al (2020) que teve amostras com teores de umidade entre 16,5 e 19,5% no Rio Grande do Norte as amostras foram coletadas já na estação seca. A época de colheita do mel deve afetar substancialmente esse parâmetro.

A época de colheita do mel influencia significativamente seu teor de umidade devido às condições climáticas predominantes, especialmente a umidade relativa do ar. Durante períodos chuvosos ou com alta umidade, o néctar coletado pelas abelhas contém maior quantidade de água, e a elevada umidade ambiental dificulta a evaporação necessária para a maturação adequada do mel. Consequentemente, o mel colhido nessas condições tende a apresentar teores de umidade mais elevados, aumentando o risco de fermentação e deterioração. Por outro lado, na estação seca, a menor umidade relativa do ar facilita a desidratação do néctar pelas abelhas, resultando em méis com menor teor de umidade e maior estabilidade. Portanto, a escolha do período de colheita é crucial para assegurar a qualidade e a durabilidade do mel (CANO, *et al.* 2021; EPAGRI, 2020).

A acidez livre é um parâmetro utilizado para verificar deterioração do mel. Méis muito ácidos ou com valores de acidez livre maiores que 50 meq.kg^{-1} são considerados mais velhos e em deterioração (SILVA et al 20216, WIESE E SALOMÉ 2020). Silva (2007) relata que a presença de bolores e leveduras, associada a alta umidade, podem levar a um aumento da acidez do mel. Nesse trabalho nenhuma amostra teve valores de acidez livre acima do preconizado pela legislação, demonstrando que eles estavam em conformidade.

Uma das amostras analisadas apresentou pH de 3,1, valor levemente mais ácido do que o idealmente encontrado na literatura, conforme Silva et al. (2016). No entanto, essa mesma amostra registrou acidez livre de 22 meq.kg^{-1} , o que não indica sinais de deterioração. As demais amostras não conformes apresentaram pH acima do esperado, o que pode estar diretamente relacionado à fonte floral do mel.

Para compreender melhor essa variação, uma dessas amostras foi selecionada para análise melissopalínológica, técnica essencial para identificar as plantas visitadas pelas abelhas e determinar a origem botânica do mel. A influência da flora sobre as características físico-químicas do mel já é bem documentada na literatura, afetando parâmetros como umidade, acidez, teor de açúcares e até mesmo a presença de compostos bioativos (WIESE & SALOMÉ, 2020), o que confere singularidade a cada variedade de mel.

A amostra Triunfo 4, conforme apresentado na Figura 4, revelou predominância de

pólen das espécies *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae), *Myrcia guianensis* (Myrtaceae) e *Pityrocarpa affinis* (Fabaceae), plantas típicas da Caatinga e frequentemente encontradas em análises de mel dessa região. Entretanto, essas espécies não explicam diretamente o alto valor de pH observado na amostra (DEMARTELAERE et al., 2010), sugerindo a necessidade de investigações adicionais para elucidar os fatores que levaram a essa variação.

Foi encontrada a predominância de méis de coloração mais escuros. A análise da cor revelou uma predominância da coloração âmbar extra escuro em 42,5% das amostras, seguida por âmbar escuro (22,5%), âmbar (17,5%), âmbar claro (12,5%) e âmbar extra claro (5%). A coloração do mel pode ser indicadora da presença do conteúdo de minerais. Méis mais claros apresenta menores teores de cinzas, enquanto o mel mais escuro indica percentuais mais elevados (FINOLA et al., 2007).

A predominância de méis mais escuros observada neste estudo também pode estar relacionada à flora disponível na região e às características edafoclimáticas locais. A coloração do mel é influenciada pelos compostos presentes no néctar das plantas visitadas pelas abelhas, incluindo flavonoides, carotenoides e compostos fenólicos, que são mais abundantes em determinadas espécies vegetais (GOMES *et al* 2017). Este escurecimento também pode ser fruto do processamento, armazenamento, e os fatores climáticos durante o fluxo do néctar, além da temperatura na qual o mel amadurece na colmeia (SMITH, 1967; SEEMANN & NEIRA, 1988). As classes de cores encontradas estão em conformidade com a legislação, que considera aceitáveis variações de âmbar claro a âmbar escuro (BRASIL, 2000). Nas nossas análises a variação de cor também está relacionada a diversidade alta de plantas que forneceram néctar para as abelhas, embora com os dados coletados, não possamos especular mais sobre esse tema.

Quando analisados sólidos insolúveis e cinzas os resultados mostram algumas amostras fora da conformidade com a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 11, DE 20 DE OUTUBRO DE 2000 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Para sólidos insolúveis 30% (12 amostras) apresentaram mais que 0,1 g/100g, o que significa que há matérias que não são solubilizados, como cera, pernas e asas de abelhas no produto. Nesse caso, uma possível causa disso pode ser a má filtração do mel ou uma estocagem precária do produto.

Já para cinzas, 10% das amostras resultaram em mais que 0,6 g/100g, o que indica decantação ainda não realizada em sua totalidade ou excesso de sujidade ou material orgânico em demasia. Embora esse parâmetro não seja tão prejudicial para a qualidade do produto quanto a umidade elevada, é um sinal de alerta para os produtores que eles devem aumentar a

qualidade da filtração e decantação do mel coletado (ANANIAS, 2010).

A idoneidade dos produtores é um aspecto essencial para garantir a qualidade e a credibilidade do mel no mercado. A conformidade com boas práticas de produção e o compromisso com a autenticidade do produto são fatores que fortalecem a competitividade do setor. Nesse sentido, a realização de testes para identificar possíveis adulterações é uma etapa fundamental no controle de qualidade. Foram aplicadas três análises amplamente utilizadas para detectar fraudes: Reação de Lund, Reação de Fiehe e Reação de Lugol (ZENEBO e PASCUET, 2005). Essas análises, juntamente com a quantificação do hidroximetilfurfural (HmF) são fortes indicativos da autenticidade do mel. Os resultados obtidos demonstraram que nenhuma das amostras coletadas apresentou indícios de falsificação por uso de açúcar industrializado, garapa de açúcar ou xaropes de milho e arroz, tampouco por superaquecimento.

Além disso, iniciativas como a Rota do Mel, promovida pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, desempenham um papel fundamental na valorização do setor apícola. Essa política pública incentiva a capacitação dos produtores, fomenta a adoção de tecnologias e melhora a rastreabilidade e padronização do mel brasileiro, assegurando sua competitividade nos mercados nacional e internacional. A ausência de fraudes nos produtos analisados reforça a idoneidade dos produtores locais e evidencia a importância de políticas que promovam a profissionalização e a estruturação da cadeia produtiva do mel (BRASIL, 2019).

Analisando conjuntamente os dados coletados de qualidades físico-químicas do mel amostrado, podemos tirar como conclusão de que as boas práticas estão sendo seguidas mas os produtores devem ter cuidado quanto a umidade do produto. Nesse caso, indicamos que eles devem extrair o mel no período em que os quadros estejam de fato operculados e ter cuidados quanto a estocagem, especialmente enquanto o produto está em decantadores e em locais onde a umidade do ar possa se elevar (WIESE E SALOMÉ 2020). A quantidade de sólidos insolúveis e cinzas também pode ser diminuída aumentando o rigor na filtragem e decantação do produto.

Dos méis analisados, foram sorteadas amostras para análise palinológica, já que não havia tempo hábil para realização das análises em todas as amostras. Os méis dos municípios de Serra Talhada, Triunfo (localizados no Sertão do Pajeú), São José de Belmonte (localizado no Sertão Central) e Floresta (localizado no Sertão do São Francisco) revelou a presença de grãos de pólen pertencentes a diferentes táxons botânicos (Tabela 4).

Tabela 4: Identificação de grãos de pólen do mel de *Apis mellifera* do sertão de Pernambuco.

Mel	Amostra	Família	Espécie
Floresta	FLORESTA 1	Malvaceae	<i>Senegalia</i> sp.
		Fabaceae	<i>Malvastrum americanum</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa arenosa</i>
			<i>Pityrocarpa moniliformis</i>
	FLORESTA 3	Simaroubaceae	<i>Homalolepis ferruginea</i>
		Fabaceae	<i>Senna</i> sp.
		Rubiaceae	<i>Psyllocarpus</i> sp.
	FLORESTA 8	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>
		Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa tenuiflora</i>
Serra talhada	SERRA TALHADA 1	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.
		Fabaceae	<i>Bionia tomentosa</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>
			<i>Cnidoscolus urens</i>
	SERRA TALHADA 5	Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>
			<i>Mimosa tenuiflora</i>
		Malvaceae	<i>Malvastrum americanum</i>
	SERRA TALHADA 7	Fabaceae – Caesalpinioideae	<i>Senna</i> sp.
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa arenosa</i>
São José do Belmonte	SÃO JOSÉ DO BELMONTE 4	Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa verrucosa</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa</i> sp.
	SÃO JOSÉ DO BELMONTE 5	Rubiaceae	<i>Borreria diacrodonta</i>
			<i>Staelia virgata</i>
		Fabaceae – Caesalpinioideae	<i>Senna</i> sp.

Triunfo	SÃO JOSÉ DO BELMONTE 6	Fabaceae – Caesalpinioideae	<i>Senna</i> sp.
		Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.
		Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>
	TRIUNFO 1	Myrtaceae	<i>Psidium myrsinites</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>
			<i>Mimosa arenosa</i>
	TRIUNFO 4	Lamiaceae	<i>Marsyplanthes chamaedrys</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>
			<i>Mimosa tenuiflora</i>
	TRIUNFO 8	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>
		Euphorbiaceae	<i>Bernardia sidoides</i>
			<i>Euphorbia hista</i>
		Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa verrucosa</i>

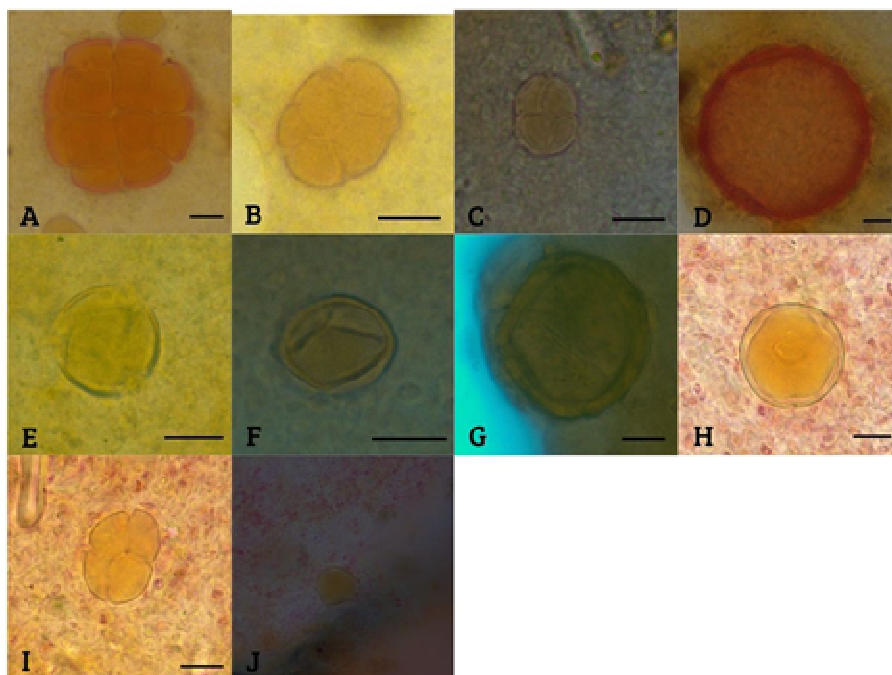
Fonte: Do autor

De forma geral o mel da região apresenta abundância nas espécies da família Fabaceae, apresentada em todas as cidades, com uma maior representatividade de *Mimosa* sp., seguida por *Sida* sp. (Malvaceae) e *Myrcia guianensis* (Myrtaceae). Vale ressaltar que a *Mimosa* sp. esteve presente em todas as amostras analisadas, mesmo sendo encontrada pólen de outras espécies, com menor abundância. Dentre as áreas analisadas, foi identificada uma maior riqueza de espécies nas amostras dos méis da cidade de Floresta, Serra talhada e Triunfo.

Na análise melissopalínológica dos méis do município cidade de Floresta (localizado no Sertão do São Francisco), foram identificados grãos de pólen de dez espécies pertencentes a sete famílias botânicas, (Figura 1), onde se encontrou uma maior variedade de sobressaindo a família Fabaceae com cinco espécies. Vale ressaltar que na análise referentes ao município de Floresta, foi onde encontrou a maior riqueza de grãos de pólen, comparando-se aos outros municípios analisados.

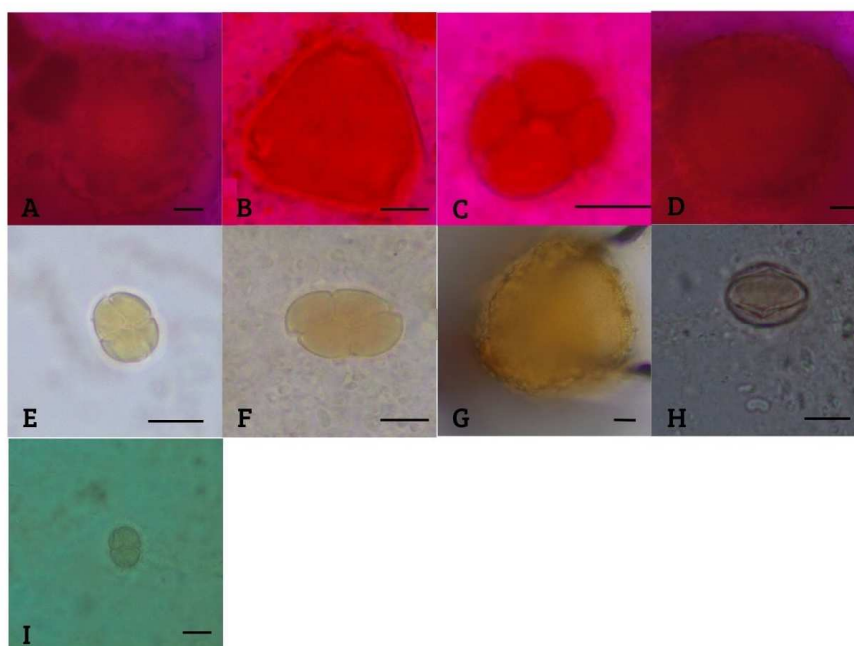
Nos méis do município de Serra Talhada (localizado no Sertão do Pajeú) foram identificados grãos de pólen de nove espécies pertencentes a cinco famílias botânicas (Figura 2). Destaque para a família Fabaceae com seis espécies. Dentre as espécies identificadas no mel coletado na Serra talhada, não houve nenhum tipo que se sobressaiu para os demais.

Figura 2 - Grãos de pólen de amostras de mel coletadas no município de floresta localizado no sertão do São Francisco. **FLORESTA 1** - Fabaceae: A – *Senegalia* sp. B – *Pityrocarpa moniliformis*. C – *Mimosa arenosa* - Malvaceae: D - *Malvastrum americanum*. **FLORESTA 3** - Simaroubaceae: E - *Homalolepis ferruginea*. Fabaceae: F - *Senna* sp. Rubiaceae: G - *Psyllocarpus* sp. **FLORESTA 8** - Malpighiaceae: H - *Byrsonima*. Asteraceae: I - *Mimosa tenuiflora*. Myrtaceae: J-*Myrcia guianensis* (escala 10µm)



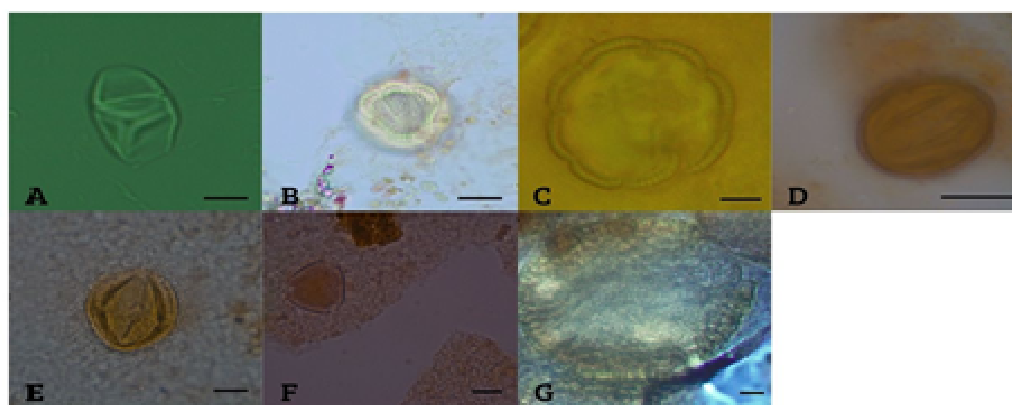
Fonte: Do autor

Figura 3 - Melissopalínologia do mel de abelha *Apis mellifera* na região de Serra Talhada localizado no sertão do Pajeú. **SERRA TALHADA 1** - Malvaceae: A – *Sida* sp. - Fabaceae: B – *Bionia tomentosa*. C – *Pityrocarpa moniliformis* - Euphorbiaceae: D – *Cnidoscolus urens*. **SERRA TALHADA 5** - Fabaceae: E– *Mimosa caesalpiniiifolia* benth. - Asteraceae: F – *Mimosa tenuiflora*. - Malvacea: G - *Malvastrum americanum* (l) torr. **SERRA TALHADA 7** - Fabaceae: H – *Senna* sp. I – *Mimosa arenosa*. (ESCALE 10 µm).



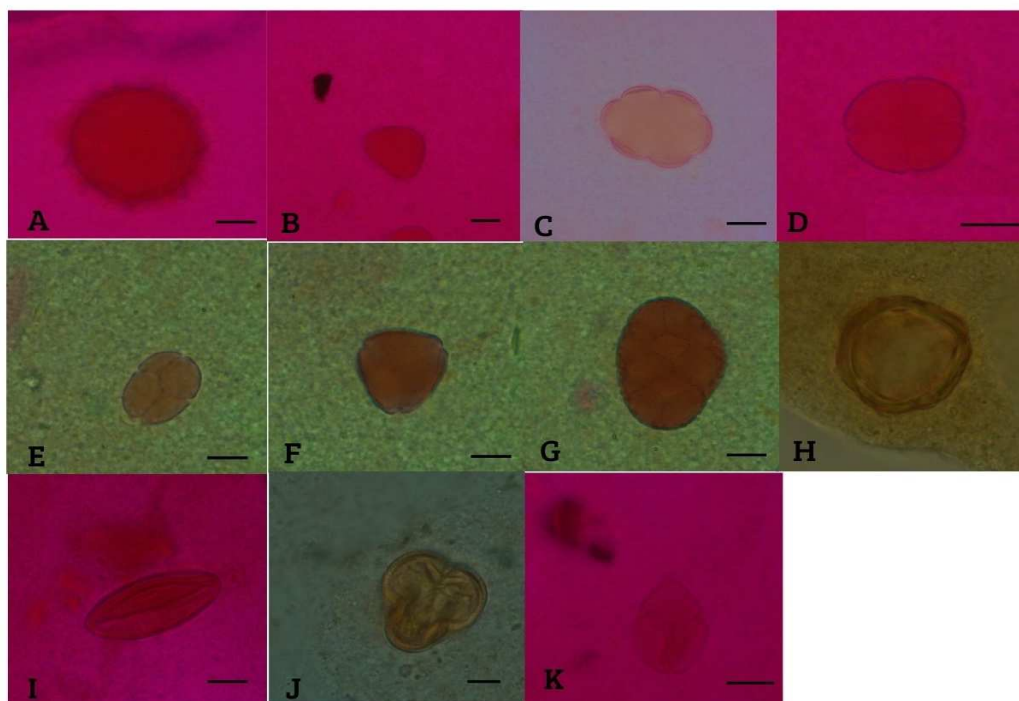
Fonte: Do autor

Figura 4 - Melissopalínología do mel de abelha *Apis mellifera* na região de São José do Belmonte localizado no Sertão central. **SÃO JOSÉ DO BELMONTE 4** - Fabaceae: A – *Mimosa verrucosa*. **SÃO JOSÉ DO BELMONTE 5** - Rubiaceae: B – *Borreria diacrodonta*. C – *Staelia virgata*. - Fabaceae: D – *Senna* sp. **SÃO JOSÉ DO BELMONTE 6** - Fabaceae: E – *Senna* sp. - Myrtaceae: F – *Myrcia guianensis*. - Euphorbiaceae: G – *Croton* sp. (Escale 10 μ m).



Fonte: Do Autor

Figura 5 - Melissopalínolgia do mel da abelha *Apis mellifera* na região de Floresta localizado no sertão do Pajeú. **TRIUNFO 1** - Myrtaceae: A - *Psidium myrsinites*. Fabaceae: B - *Pityrocarpa moniliformis*. Lamiaceae: C - *Marsypianthes chamaedrys*. Fabaceae: D - *Mimosa arenosa*. **TRIUNFO 4** - Fabaceae: E - *Mimosa tenuiflora*. Myrtaceae: F - *Myrcia guianensis*. Fabaceae: G - *Pityrocarpa moniliformis*. **TRIUNFO 8** - Malpighiaceae: H - Euphorbiaceae: I - *Bernardia sidoides*. Euphorbiaceae: J - *Euphorbia hirta* L. Fabaceae: K - *Mimosa verrucosa* (Escale 10µm).



Fonte: Do Autor

Nos méis de São José de Belmonte (localizado no Sertão Central). Foram identificados grãos de pólen de seis espécies, pertencentes a cinco famílias. Não ocorreu uma grande riqueza de espécies e nem uma predominância de família, comparada as outras amostras. (Figura 3).

Na análise melissopalínológica dos meis de Triunfo (localizados no Sertão do Pajeú). Foram identificados grãos de pólen de nove espécies pertencentes a quatro famílias botânicas. Onde se destaca a Família da Fabaceae - Mimosoideae, que ocorreu em maior variedade de espécie. (Figura 4).

Todas as amostras analisadas são de méis multiflorais silvestres sem predominância de nenhum tipo polínico. Todas as espécies encontradas são parte da flora nativa de áreas de caatinga e conhecidas da flora apícola regional (OLIVEIRA et al 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos é possível afirmar que o mel de *Apis mellifera* produzido nos municípios de Serra Talhada, Triunfo (localizados no Sertão do Pajeú), Mirandiba, São José de Belmonte (localizados no Sertão Central) e Floresta (localizado no Sertão do São Francisco) no estado de Pernambuco, está fora dos padrões estabelecido pela legislação brasileira. Somente nove das amostras estavam com todos os parâmetros físico-químicos analisados em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Com o principal problema apontado é ao teor de umidade. É necessária urgente ação para sanar esse problema nas casas de mel analisadas. A maior parte das amostras se encontra no limite da tolerância, mas algumas ultrapassam muito o limite. Para os produtores da região a alta umidade nas amostras deve ser encarada como sinal de alerta. Aplicar melhorias e cuidados tanto na coleta quanto na decantação e estocagem do produto, pode ajudar os produtores da região. A estratégia de dessecação pode ser aplicada.

A quantidade de sólidos insolúveis também foi acima do esperado, mas isso pode ser explicado pela época de coleta das amostras e pouco tempo de decantação. De uma forma geral as amostras se apresentaram dentro do padrão da legislação.

A quantidade de sólidos insolúveis e cinzas também pode ser diminuída aumentando o rigor na filtragem e decantação do produto.

Já na questão da melisopalinologia os resultados obtidos reforçam a importância na caracterização dos méis de abelhas, permitindo não apenas identificar as fontes florais predominantes, mas também associá-las a propriedades químicas. A presença recorrente de espécies de Fabaceae indica que essa família é a principal fonte de néctar na região.

REFERENCIAS

- ACQUARONE, C.; BUERA, P.; ELIZALDE, B. Pattern of pH and electrical conductivity upon Honey dilution as a complementary tool for discriminationg geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, v. 101, p. 695-703, 2007.
- ALEIXO, D. L.; ARAÚJO, W. L.; AGRA, R. S.; MARACAJÁ, P. B; SOUSA, M. J. O. Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões polos do estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.9, n.4, p.262 - 270, 2014.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M., GIAMPIERI, F., GONZALEZ-PARAMAS, A. M., DAMIANI, E., AND ASTOLFI, P. Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. **Food and Chemistry Toxicology**, 50, 1508-1516, 2012.
- ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* do semiárido brasileiro. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 940-943, 2009.
- ANANIAS, Karla Rubia. **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MEL DE ABELHAS (*Apis mellifera* L.) PRODUZIDO NA MICRORREGIÃO DE PIRES DO RIO, NO ESTADO DE GOIÁS**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- BARTH, O. M.; BARBOSA, A. F. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional XV - Myrtaceae. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 70, n. 4, p. 467-476, 1972.
- BARTH, O. M.; MELHEM, T. S. Glossário ilustrado de palinologia. Campinas: UNICAMP, 1988. 75 p.
- BARTH, Ortrud Monika. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola*, v. 61, p. 342-350, 2004.
- BARTH, O. M. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Luxor, 1989. 150 p.
- BARTH, O. M. Pollen analysis and the vegetation. *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 112-118, 2013.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Rota do Mel*. 2019. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/legislacao/316-secretaria-nacional-de-programas-urbanos/rotas-da-integracao-nacional/6072-rota-do-mel>. Acesso em: 2 abr. 2025.

BRASIL. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000.

CÂMARA, Júnior Queiroz et al. Estudos de meliponíneos, com ênfase a *Melipona subnitida* D. no município de Jandaíra, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 1, 2004.

CANO, M. A. M. *et al.* Estudo do impacto do conteúdo de umidade no mel proveniente da apicultura familiar no Vale do Ribeira, São Paulo. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 11, n. 2, p. 428-436, abr./jun. 2021. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/download/8911/10706/46654>. Acesso em: 2 abr. 2025.

CODEVASF. **Codevasf anuncia construção de mais duas Casas de Mel no Sertão Pernambucano**. 2024. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2024/codevasf-anuncia-construcao-de-mais-duas-casas-de-mel-no-sertao-pernambucano>. Acesso em: 23 mar. 2025.

COMBARROS-FUERTES, Patricia et al. Spanish honeys with quality brand: A multivariate approach to physicochemical parameters, microbiological quality, and floral origin. **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 1, p. 92-103, 2019.

COSTA, Ana Carolyn Vieira da. **Compostos voláteis e perfil sensorial de méis monoflorais produzidos por abelhas sem ferrão (*Melipona* spp.)**. Do semiárido brasileiro. 2017. 143 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

DA SILVA, Maria Virginia Oliveira; DE ARAÚJO, Francisca Soares; LEDRU, Marie-Pierre. A palynological atlas of the Cerrado-Caatinga ecotone in northeastern Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology, v. 321, p. 105023, 2024.

DEMARTELAERE, Andréa Celina Ferreira et al. A flora apícola no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 3, 2010.

ELLER, Khaila Haase. **FATORES QUE INFLUENCIAM NAS CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DO MEL DE ABELHAS *Apis mellifera***. 2022. 26 f. TCC (Doutorado) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Colatina, 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Boas práticas na colheita e armazenamento do mel.* 2023. Disponível em: https://www.atermaisdigital.cnptia.embrapa.br/web/apicultura/producao-de-mel/colheita-de-mel?utm_source. Acesso em: 02 abr. 2025.

EPAGRI. Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* - Boas práticas de produção. 2020. Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/apicultura/acervo/BD148-qualidade-mel-abelhas.pdf. Acesso em: 2 abr. 2025.

ERLE, A.; TESFAYE, E.; TERLE, D. Evaluation of Physicochemical Properties of Honey Bees (*Apis Mellifera*) in Godere Woreda, Gambella, Ethiopia. *American Journal Of Food Science And Technology*, vol. 6, no. 1 (2018): 50-56. doi: 10.12691/ajfst-6-1-8)

FREIRE, Luiz Filipe. **Mel de Pernambuco sofre com “exportação irregular” e falta de certificação.** 2024. Movimento Economico. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/estados/pernambuco/2024/03/11/mel-de-pernambuco-sofre-com-exportacao-irregular-e-falta-de-certificacao/>. Acesso em: 23 mar. 2025.

FREITAS, M. B. Caracterização e fluxo de néctar e pólen na caatinga do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11. Teresina-PI, 1996. **Anais.** TeresinaPI, 1996. p.181-185.

GOIS, Glayciane Costa *et al.* COMPOSIÇÃO DO MEL DE APIS MELLIFERA: REQUISITOS DE QUALIDADE. **Acta Veterinaria Brasilica**, [s. l], v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

GOMES, Victor Valentim, et al. Avaliação da qualidade do mel comercializado no oeste do Pará, Brasil. *Revista Virtual de Química*, 2017, vol. 9, no 2, p. 815-826.

HENRIQUE, R. G.; PEREIRA, D. S.; OLIVEIRA, A. M.; MEDEIROS, P. V. Q.; CUNHA, F. F. Perfil dos produtores familiares de mel no município de Serra do Mel – RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.4, p.29-41, 2008.

Instituto de Pesquisa Ambientais. **Da certificação de origem à análise da qualidade do mel: conheça a variedade de pesquisas científicas do IPA que tratam da interação**

abelha/planta. 2023. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa/2023/09/da-certificacao-de-origem-a-analise-da-qualidade-do-mel-conheca-a-variedade-de-pesquisas-cientificas-do-ipa-que-tratam-da-interacao-abelha-planta/>. Acesso em: 23 mar. 2025.

KHAN, A. S.; VIDAL, M. F.; LIMA, P. V. P. S.; BRAINER, M. S. C. P. Perfil da Apicultura no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014. 246p.

LEISTNER, L.; GORRIS, L. G.M.. Food preservation by hurdle technology. **Trends In Food Science & Technology**, v. 6, n. 2, p. 41-46, fev. 1995. Elsevier BV. DOI: 10.1016/s0924-2244(00)88941-4.

LOURENÇO, M. S. M.; CABRAL, J. E. O. Apicultura e sustentabilidade: visão dos apicultores de Sobral (CE). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.9, n.1, p.93-115, 2016. 10.17765/2176-9168.2016v9n1p93-115.

NASCIMENTO, George Carlos do. **Caracterização Físico-química de Mel e o potencial do aluguel de Colônias do Sertão do Pajeú**. 2024. 64 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2024.

OLIVEIRA, S.S. e CASTRO, M.S. Visita de abelhas africanizadas às plantas de um fragmento de mata atlântica com grande influência antrópica. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, Salvador, 1998. **Anais**. Comunicações. Salvador, Confederação Brasileira de Apicultura, 1998.

SANTOS DO NASCIMENTO, Andreia; SANTIAGO MACHADO, Cerilene; SODRÉ, Geni da Silva; CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes de. Atlas polínico de plantas de interesse apícola/meliponícola para o Recôncavo Baiano. 1. ed. São José dos Pinhais: 2021.

SANTOS, Mirane de Oliveira et al. Pollen morphology of the Brazilian species of *Bernardia* Houst. ex Mill. and *Tragia* L.(Euphorbiaceae, Acalyphoideae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 33, n. 3, p. 474-485, 2019.

SEBRAE, Apicultura Em Pernambuco: Um Panorama Da Atividade No Estado. 2023. Disponível em:

<https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/PE/Anexos/Apicultura%20em%20Pernambuco%20um%20panorama%20da%20atividade%20no%20estado.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. Tecnología de la producción apícola. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 202p. 1988.

SILVA, A. F.; SOUSA, J. R.; SOUSA, J. S.; ALVES, L. S.; MARACAJÁ, P. B.; SANTOS, D. P.; Diagnóstico da apicultura no município de Pombal-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Mossoró, v.4, n.1, p.01- 12, 2010.

SILVA, Cláudia Inês da et al. Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. 2014.

SILVA DA, Priscila Missio et al. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food chemistry**, v. 196, p. 309-323, 2016.

SILVA, M. B. L. Diagnóstico do sistema de produção e qualidade do mel de Apis Mellifera. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SILVA, T. M. S., et al. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. **Journal of Food Composition and Analysis**, 19, 507-511. 2006.

SILVA, T. M. S., et al. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical, analysis and antioxidant activity of jandaira (*Melipona subnitida*) honey. **Journal of Food Composition and Analysis**, 29, 10-18. 2013.

SMITH, F. G. Deterioration of the colour of honey. *Journal of Apicultural Research*, v.6, p.95-98. 1967.

TANLEQUE-ALBERTO, Fernando; JUAN-BORRÁS, Marisol; ESCRICHE, Isabel. Quality parameters, pollen and volatile profiles of honey from North and Central Mozambique. **Food chemistry**, v. 277, p. 543-553, 2019.

TSAGKARIS, Aristeidis S. et al. Honey authenticity: Analytical techniques, state of the art and challenges. *RSC advances*, v. 11, n. 19, p. 11273-11294, 2021.

TÓMAS-BARBERÁN, F. A., MARTOS, I., FERRERES, F., RADOVIC, B. S., ANKLAM, E. HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 485-496. 2001.

VIDAL, R.; FREGOSI, E. V. de. Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984. 95 p.

VIEIRA, G. H. C.; MARCHINI, L. C.; DALASTRA, C. Caracterização físico-química de méis produzidos por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: apidae) em área de cerrado no município de Cassilândia, MS. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, v. 62, n. 3, p. 203-214, 2005.

WIESE, Helmut; SALOMÉ, James Arruda. **Nova apicultura**. Agrolivros, 2020.

ZANUSSO, Jerri. Apostila de Apicultura. Pelotas: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL), 2011. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/apicultura/files/2011/04/Apostila_Apicultura.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

ZENEON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2005. p. 1018-2018