



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS - CSHNB  
CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO/  
CIÊNCIAS DA NATUREZA**



**ANA LÍVIA SOUSA CAMPOS**

**ANÁLISES MELISSOPALINOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE  
ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DA MICRORREGIÃO DO ALTO  
MÉDIO CANINDÉ, PIAUÍ**

**PICOS-PI  
2023**

**ANA LÍVIA SOUSA CAMPOS**

**ANÁLISES MELISSOPALINOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE  
ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DA MICRORREGIÃO DO ALTO  
MÉDIO CANINDÉ, PIAUÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros como requisito à obtenção do grau de Licenciado em Educação do Campo.

**Orientadora:** Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí**  
**Biblioteca José Albano de Macêdo**

C198a Campos, Ana Livia Sousa

Análises melissopalínológicas e físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) da microrregião do Alto Médio Canindé, Piauí [recurso eletrônico] / Ana Livia Sousa Campos – 2023.

45 f.

1 Arquivo em PDF

Indexado no catálogo *online* da biblioteca José Albano de Macêdo-CSHNB  
Aberto a pesquisadores, com restrições da Biblioteca

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Piauí,  
Licenciatura em Educação do Campo/ Ciências da Natureza, Picos, 2023.

“Orientadora: Dra. Juliana do Nascimento Bendini”

1. Apicultura. 2. Caatinga. 3. Análises melissopalínológicas. 4. Análises físico-químicas. 5. Microrregião Alto Canindé. I. Bendini, Juliana do Nascimento. II. Título.

CDD 638.1

**Emanuele Alves Araújo CRB 3/1290**

**ANA LÍVIA SOUSA CAMPOS**

**ANÁLISES MELISSOPALINOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DA MICRORREGIÃO DO ALTO MÉDIO CANINDÉ, PIAUÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Educação do Campo/Ciências da Natureza, pela Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros.

**Orientadora:** Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini

Banca Examinadora:

Juliana do  
Nascimento Bendini

Assinado de forma digital por  
Juliana do Nascimento Bendini  
Dados: 2023.07.03 15:35:18  
-03'00'

Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini – Orientadora  
Universidade Federal do Piauí - UFPI



Documento assinado digitalmente  
PATRICIA SANTOS ANDRADE  
Data: 05/07/2023 13:32:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Patrícia Santos Andrade – Membro 1  
Universidade Federal do Piauí - UFPI



Documento assinado digitalmente  
SINEVALDO GONCALVES DE MOURA  
Data: 03/07/2023 16:44:49-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sinevaldo Gonçalves Moura – Membro 2  
Universidade Federal do Piauí - UFPI

Aprovado em **24 de abril de 2023**

Dedico à minha família, razão de toda a minha dedicação e perseverança. E à minha querida orientadora, que sempre me incentivou e ajudou em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo fôlego da vida e por permitir que eu tivesse saúde e determinação durante a realização deste trabalho.

À minha mãe, Márcia, por me incentivar, me auxiliar e apoiar em todas as minhas decisões e por todo o amor, carinho e cuidado que me sustentou durante essa jornada.

Ao meu pai, José Erisvaldo, que por meio da apicultura e outras formas de trabalho sempre nos garantiu o sustento proveniente da sua dedicação. Por ser exemplo de força e praticidade para lidar com os problemas que surgem ao longo da vida.

À minha irmã, Letícia, que diariamente me faz querer ser uma pessoa melhor, um exemplo que possa inspirá-la a sempre persistir atrás de seus objetivos.

Aos meus avós paternos, por sempre me auxiliarem durante minhas pesquisas de campo ao longo da graduação e pelo amor e carinho ao longo de toda a minha vida.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Bendini, por todos os ensinamentos valiosos, tanto no campo acadêmico como na vida. Por todo o apoio, amizade, confiança, compreensão, estímulo e oportunidades de realizar diversas pesquisas ao longo dos anos.

Ao Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense – GEASPI, por me acolher e me proporcionar novos conhecimentos e experiências.

Aos apicultores e Associações, por fornecerem as amostras para que a pesquisa fosse realizada.

Aos professores, por todos os ensinamentos, que contribuíram para a minha formação profissional e humana.

Aos meus amigos Adailton, Mirna e Samuel, por estarem comigo em todos os momentos, compartilhando das experiências que a universidade nos proporcionou.

Aos meus amigos Kairo e Mayara, por me auxiliarem durante as análises e compartilharem seus conhecimentos comigo de forma divertida e alegre.

À minha prima, Fernanda, por sempre me auxiliar na confecção de mapas geográficos, e pela parceria durante a vida.

Ao meu primo, Adriano, por ajudar no meu deslocamento durante várias situações no decorrer da graduação, e pela parceria durante a vida.

Aos técnicos de laboratórios, em especial à Patrícia, por todo o auxílio nas análises físico-químicas realizadas durante a pesquisa.

À Central de Cooperativas Apícolas do Semiárido Brasileiro – CASA APIS, pela oportunidade de realizar um estágio no laboratório da empresa, bem como todos os funcionários, pela gentil recepção e acolhimento durante o estágio.

À Núbia, laboratorista da CASA-APIS, por me ensinar diversas metodologias de análises físico-químicas no mel.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, muito obrigada.

*“Não é merecedor do favo de mel aquele que evita a colmeia porque as abelhas têm ferrões.”*

**(William Shakespeare)**



## RESUMO

A microrregião Alto Médio Canindé está inserida no Bioma Caatinga e figura como a maior produtora de mel entre as microrregiões geográficas do Brasil. Considerando que a composição e a qualidade do mel são fortemente relacionadas à sua origem botânica, torna-se importante a identificação das plantas visitadas pelas abelhas. Para isso, uma das metodologias mais utilizadas no mundo é o estudo dos grãos de pólen presentes em amostras de mel (melissopalínologia) que, somada à caracterização físico-química, permite discriminar os méis em relação à sua origem geográfica. O objetivo desse estudo foi realizar a caracterização de diferentes amostras de mel provenientes da microrregião do Alto Médio Canindé por meio de análises melissopalínológicas e físico-químicas. Foram coletadas 50 amostras provenientes dos municípios de Vera Mendes, Caridade do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana, Jacobina e Massapê do Piauí. A identificação do espectro polínico das amostras foi realizada por meio da contagem e do estabelecimento de frequência para os grãos de pólen mais representativos nas amostras. As análises físico-químicas realizadas foram: Condutividade elétrica, Cor, Lund, Minerais totais e pH. Nas amostras provenientes da microrregião Alto Médio Canindé foram encontrados 36 tipos polínicos. Destes, foram identificados 17 tipos que estão distribuídos em 10 famílias botânicas, sendo que a família Fabaceae apresentou a maior representatividade. Os tipos polínicos que apresentaram maior frequência de grãos foram: *Mimosa* spp., *Sida* spp., *Mimosoideae*, *Piptadenia retusa*, *Combretum leprosum* e *Croton* spp. Os parâmetros analisados apresentaram as seguintes médias e desvios padrões: Condutividade elétrica ( $264,55 \pm 115,72$ ); Cor ( $89,90 \pm 33,74$ ); Lund ( $1,54 \pm 0,48$ ); Minerais totais ( $0,21 \pm 0,19$ ); pH ( $3,81 \pm 0,80$ ). Observou-se que todas as amostras se encontraram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira vigente, apresentando variações de acordo com sua origem botânica. No entanto, os parâmetros condutividade elétrica e cor não se relacionaram com a origem botânica das amostras. A presença de tipos polínicos de *Mimosa* L., *Croton*, *Jatropha* e *Sida* atestaram a origem do mel como proveniente do Bioma Caatinga já que se tratam de gêneros com elevado número de espécies endêmicas.

**Palavras-chave:** Apicultura. Análises melissopalínológicas. Análises físico-químicas. Caatinga. Microrregião Alto Canindé.

## ABSTRACT

The Alto Médio Canindé microregion is inserted in the Caatinga Biome and is the largest honey producer among the geographic microregions of Brazil. Considering that the composition and quality of honey are strongly related to its botanical origin, it is important to identify the plants visited by bees. For this, one of the most used methodologies in the world is the study of pollen grains present in honey samples (melissopalynology) which, added to the physical-chemical characterization, allows to discriminate the honeys in relation to their geographic origin. The aim of this study was to characterize different honey samples from the Alto Médio Canindé microregion through melissopalynological and physicochemical analyses. Fifty samples were collected from the municipalities of Vera Mendes, Caridade do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana, Jacobina and Massapê do Piauí. The identification of the pollen spectrum of the samples was performed by counting and establishing the frequency of the most representative pollen grains in the samples. The physical-chemical analyzes carried out were: Electrical conductivity, Color, Lund, Total minerals and pH. In samples from the Alto Médio Canindé microregion, 36 pollen types were found. Of these, 17 types were identified, which are distributed in 10 botanical families, with the Fabaceae family having the highest representativeness. The pollen types that presented the highest frequency of grains were: *Mimosa* spp., *Sida* spp., Mimosoideae, *Piptadenia retusa*, *Combretum leprosum* and *Croton* spp. The analyzed parameters presented the following means and standard deviations: Electrical conductivity ( $264.55 \pm 115.72$ ); Color ( $89.90 \pm 33.74$ ); Lund ( $1.54 \pm 0.48$ ); Total minerals ( $0.21 \pm 0.19$ ); pH ( $3.81 \pm 0.80$ ). It was observed that all samples were within the standards established by current Brazilian legislation, with variations according to their botanical origin. However, the electrical conductivity and color parameters were not related to the botanical origin of the samples. The presence of pollen types of *Mimosa* L., *Croton*, *Jatropha* and *Sida* attested to the origin of the honey as coming from the Caatinga Biome, since they are genera with a high number of endemic species.

**Keywords:** Alto Canindé microregion. Beekeeping. Caatinga. Melissopalynological analysis. Physicochemical analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Mapa com os municípios de coleta das amostras na microrregião Alto Médio Canindé.....	22
<b>Figura 2</b> - Fotomicrografias em Microscopia Óptica dos tipos polínicos predominantes nas amostras de mel da microrregião Alto Médio Canindé.....	27
<b>Figura 3</b> – Gráfico de correlação entre a variação colorimétrica e variação no teor de minerais em amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Parâmetros de caracterização físico-química de méis de acordo com a legislação vigente.....	19
<b>Tabela 2</b> – Escala colorimétrica de Pfund utilizada para a classificação de cor das amostras de méis de <i>Apis mellifera</i> .....	24
<b>Tabela 3</b> – Porcentagem de tipos polínicos presentes nas amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.....	28
<b>Tabela 4</b> – Predominância de tipos polínicos em amostras da microrregião Alto Médio Canindé de acordo com o mês de produção.....	31
<b>Tabela 5</b> – Características físico-químicas de amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.....	32
<b>Tabela 6</b> – Relação entre a origem botânica e os parâmetros físico-químicos de amostras de mel provenientes do Alto Médio Canindé.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 O Mel .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 A origem botânica do mel .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Caracterização físico-química do mel.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1 Condutividade elétrica .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2 Cor .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.3 Lund.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.4 Minerais totais .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.5 pH.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 A importância de estudos sobre o mel para a apicultura no Piauí .....</b>	<b>21</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Coleta das amostras de mel.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 Melissopalínologia .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Análises físico-químicas .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3.1 Condutividade elétrica .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.2 Cor .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.3 Lund.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3.4 Minerais Totais .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3.5 pH.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Análise de dados .....</b>	<b>26</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Origem botânica de amostras de mel provenientes do Alto Médio Canindé.....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Caracterização físico-química de amostras de mel provenientes do Alto Médio Canindé.....</b>	<b>32</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Piauí é o terceiro maior estado do Nordeste em extensão territorial, ocupando uma área de 251.775,481 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). A diversidade da vegetação da Caatinga e a ocorrência de espécies vegetais endêmicas (MORO *et al.*, 2014), são pontos fortes que têm contribuído para que o Estado venha se destacando como o terceiro maior produtor nacional de mel (IBGE, 2021). Embora outros produtos da colmeia tenham recebido maior atenção dos consumidores e da comunidade científica nos últimos anos, o mel ainda é o produto mais produzido e comercializado mundialmente (FONTE *et al.*, 2017).

De acordo com os dados do Sistema de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SIDRA/IBGE), em 2021 o estado do Piauí apresentou uma produção de 6,8 mil toneladas de mel, com um aumento de 21,2% com relação ao ano de 2020. Vale destacar a microrregião do Alto Médio Canindé que obteve uma produção de 3,2 mil toneladas, ocupando a primeira colocação no *ranking* de maior produção por microrregião do país (IBGE, 2021).

A microrregião Alto Médio Canindé está inserida no Bioma Caatinga e representa uma das regiões geográficas do Estado do Piauí, no qual a apicultura assume grande importância econômica entre as atividades agropecuárias (BENDINI *et al.*, 2021), com destaque para o município de Itainópolis, atualmente o maior produtor de mel da referida microrregião (IBGE, 2021).

Considerando que a composição e a qualidade do mel dependem de diversos fatores, sendo um deles a sua origem botânica (CRANE, 1983) e que na referida microrregião a vegetação exclusivamente brasileira do Bioma Caatinga apresenta elevada heterogeneidade florística e diferentes fitofisionomias (MORO *et al.*, 2014), pode-se inferir que o Alto Médio Canindé seja responsável pela produção de méis altamente biodiversos, com diferentes características físico-químicas resultantes de sua origem botânica.

Segundo Barth (1989), é possível identificar as plantas visitadas pelas abelhas por meio do estudo dos grãos de pólen presentes em amostras de mel (melissopalínologia), estabelecendo-se como uma metodologia importante para o conhecimento da sua diversidade botânica. Vale ressaltar que a diversidade botânica presente em uma amostra reflete a qualidade do mel e, considerando-se o alto grau de endemismo presente na Caatinga, o conhecimento

referente à origem botânica do mel consiste em um importante fator para a identificação geográfica e valorização do produto.

Nesse contexto, estabelecer padrões para o mel proveniente de regiões delimitadas na área de abrangência do Bioma Caatinga, por meio de parâmetros melissopalínológicos e físico-químicos pode resultar em uma maior valorização do produto (ANKLAM, 1998; BENDINI e SOUZA, 2008). Assim, a caracterização do mel por meio desses parâmetros é de extrema importância para os apicultores e apicultoras da região, tendo em vista que o estado do Piauí é um dos maiores produtores e exportadores de mel do Brasil.

Portanto, o objetivo desse estudo foi realizar a caracterização de diferentes amostras de méis provenientes da microrregião do Alto Médio Canindé por meio de análises melissopalínológicas e físico-químicas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Analisar, por meio da origem botânica e de parâmetros físico-químicos, amostras de mel provenientes da Microrregião Alto Médio Canindé.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar os tipos polínicos presentes em amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé;
- Realizar análises físico-químicas em amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé;
- Estabelecer relações entre a origem botânica e as características físico-químicas das amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O Mel

Na antiguidade, o mel era muito estimado pela maioria das civilizações. O mel e as abelhas eram considerados sagrados e no Egito Antigo, entre todos os medicamentos, era o mais utilizado, estando presente em cerca de 500 dos 900 remédios conhecidos na época (CRANE, 1983).

O *Codex Alimentarius* (CODEX, 2001), e a Instrução Normativa nº 11/2000 definem o mel como:

“Produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos das colmeias.”

O mel é composto primordialmente de água e açúcares, sendo que a maioria desses açúcares são monossacarídeos: frutose e glicose, que juntos compõe aproximadamente 70% do produto total, tendo também os dissacarídeos, incluindo a sacarose que compõe cerca de 10% da amostra total. A água é a substância na qual estão dissolvidos, perfazendo entre 17 à 20% do mel (CRANE, 1983).

De acordo com Bendini (2009), dentre os produtos originados pelas abelhas *Apis mellifera* L., o mel é o mais utilizado pelo ser humano, industrializado ou *in natura*. Além disso, a composição exata de qualquer mel, bem como seu valor nutritivo depende de sua origem botânica (CRANE, 1983).

Silva *et al.*, (2020) afirmam que devido o mel ser um alimento de origem natural e apresentar alta qualidade e um grande valor nutricional, com valiosas propriedades medicinais capazes de garantir o equilíbrio do organismo humano, o produto não deveria ser utilizado apenas como um adoçante, e sim como um produto alimentício energético.

Vale ressaltar que, o mel apresenta diversas atividades medicinais, agindo como antioxidante, antiviral, antifúngico, antibacteriano, antitumoral e anti-inflamatório e isso se dá devido a sua composição (DE-MELO *et al.*, 2018).

No mel estão presentes os compostos fenólicos (flavonoides e ácidos fenólicos) e outros compostos como ácidos orgânicos, ácido ascórbico (vitamina C), aminoácidos, carotenoides e

proteínas, todos contribuintes para a atividade terapêutica do produto (DE-MELO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020). Além disso, há também diversos minerais necessários para o organismo humano e ao consumi-lo diariamente pode-se suprir a necessidade desses elementos para o corpo (SODRÉ, 2005), ainda que a quantidade e qualidade desses compostos possam variar de acordo com a origem botânica do mel (CRANE, 1983; SILVA *et al.*, 2020).

### 3.2 A origem botânica do mel

O Brasil detém uma das maiores biodiversidades do mundo. De acordo com o 5º Relatório Nacional do Brasil para a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), somente para o Bioma Caatinga já foram registradas 4.508 espécies de plantas (BRASIL, MMA, 2016), o que faz deste ecossistema, no que refere à vegetação, um ambiente altamente biodiverso, principalmente quando se considera os endemismos (GIULIETTI *et al.*, 2004; ALVES; SILVA; VASCONCELOS, 2009; KIILL, 2011).

Segundo Barth (1989), a diversidade de espécies vegetais de uma região está impressa, por meio de seus grãos de pólen, no mel produzido pelas abelhas. Segundo a autora, quando as operárias campeiras estão coletando o néctar das flores, elas carregam de forma acidental em seu corpo (pelos, pernas e/ou corbículas) os grãos de pólen das plantas que visitam, e ao retornarem para a colmeia terminam deixando-os sobre os favos. Esses grãos de pólen se misturam ao mel e podem ser identificados por meio da análise polínica – a melissopalínologia.

Considerando o alto grau de endemismo do referido ecossistema (GIULIETTI *et al.*, 2004), a presença de pólenes associados às espécies vegetais endêmicas atesta a origem geográfica dos méis produzidos na referida região semiárida, sendo assim a melissopalínologia é muito importante para a realização de estudos acerca do mel (BARTH, 1989).

A palínologia é a ciência que estuda “os grãos de pólen, esporos, fitoplâncton, quitinozoários e outras estruturas com a parede orgânica ácido-resistente – que são coletivamente referidas como palinomorfos” (SANTOS, 2006). O grão de pólen é comumente relatado como o gameta masculino das fanerógamas, porém há um conceito com maior grau de aceitação na comunidade científica, que o define como “a parede do micrósporo mais o gametófito nela contido” (TRAVERSE, 1988; SANTOS 2006).

Assim, a melissopalínologia é a parte da palínologia que analisa os grãos de pólen presentes em amostras do mel produzido pelas abelhas (CRANE, 1983). Essa análise permite

identificar quais foram as espécies vegetais visitadas, sua qualidade e a predominância de recursos das espécies visitadas presentes no mel, bem como a área geográfica na qual ocorre (MOSCATELLI *et al.*, 2017), tendo em vista que há plantas que ocorrem exclusivamente em um local, como no caso da Caatinga, que é um Bioma com uma grande biodiversidade endêmica (GIULIETTI, *et al.*, 2004).

“A análise polínica é importante para relacionar o mel com as flores visitadas pelas abelhas. Permite monitorar as plantas apícolas e serve como ferramenta na certificação botânica do mel, [...] pela presença polínica nas amostras de méis, caracterização e mapeamento das áreas de exploração apícola, é possível abordar e modelar a paisagem e territórios apícolas regionais utilizando as técnicas dos Sistemas de Informação Geográfica e da Computação Gráfica e rastrear o mel através de grãos de pólen” (GONÇALVES *et al.*, 2013).

Com relação à quantificação dos grãos de pólen, há quatro categorias de agrupamento de acordo com a quantidade de grãos de pólen que aparecem em uma amostra, sendo: Pólen dominante (PD, mais de 45%); Pólen acessório (PA, de 15% a 45%); Pólen isolado importante (PII, de 3% a 14%); e Pólen isolado ocasional (PIO, menos de 3%), a partir dessa quantificação é possível distinguir a preferência das abelhas pelas plantas com maior ocorrência polínica (LOUVEAUX; MAURIZIO; VORWOHL, 1978).

### 3.3 Caracterização físico-química do mel

A caracterização físico-química do mel é um importante fator para discriminar os méis com relação à sua origem geográfica (ACQUARONE; BUERA; ELIZALDI, 2007). E nesse sentido, Bendini (2009) afirma que a melissopalínologia em conjunto com análises físico-químicas são instrumentos necessários para a caracterização de méis, permitindo o estabelecimento de um padrão físico-químico do produto a partir da avaliação de intervalos de variação para cada parâmetro.

Como se sabe, a melissopalínologia é utilizada para identificar a origem botânica do mel, porém este método não deve ser utilizado isoladamente quando se trata de caracterização, posto que Vorwohl (1990) identificou limitações quanto ao método. Assim, para Souza *et al.* (2021) “a definição de parâmetros físico-químicos de amostras de méis é importante para sua caracterização”.

De acordo com os estudos realizados por Crane (1983), Bogdanov; Ruoff; Persano Oddo (2004), Marchini; Moreti; Otsuk (2005), Nascimento *et al.* (2018), Missio da Silva *et al.* (2020), Rizelio *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2020), os parâmetros físico-químicos mais utilizados para caracterizar o mel são: cor, condutividade elétrica, aminoácidos totais (Lund), minerais totais e pH.

A Instrução Normativa nº 11/2000 e a Portaria Nº 6, de 25 de julho de 1985 dispõem de limites padrões para o controle de qualidade do mel (Tabela 1).

**Tabela 1:** Parâmetros de caracterização físico-química de méis de acordo com a legislação vigente.

Parâmetro Físico-Químico	Limites (BRASIL, 2000) e (BRASIL, 1985)
Condutividade elétrica (uS/cm <sup>2</sup> )	Máximo 800
Cor (nm)	-
Lund (mL)	0,6 – 3,0
Minerais totais (%)	0,1 – 0,6
pH	3,3 – 4,6

**Fonte:** Autoria própria (2023).

### 3.3.1 Condutividade elétrica

Gois *et al.* (2013) afirmam que a análise de condutividade elétrica é considerada um critério para identificar a procedência vegetal do mel e pode substituir a análise de minerais no mel, posto que há uma correlação entre a presença de ambos.

Assim, Nascimento *et al.* (2018) e Missio da Silva *et al.* (2020) identificaram uma variação entre 0,23 – 0,93 (mS.cm-1) em amostras de méis brasileiros.

### 3.3.2 Cor

A cor é a principal característica observada pelo consumidor no momento de adquirir o mel (BOGDANOV; RUOFF; PERSANO ODDO, 2004). De acordo com Marchini; Moreti; Otsuk (2005), no Brasil há uma grande diversidade com relação a cor dos méis, e sabe-se que esse fator muitas vezes pode influenciar na decisão do consumidor no momento de escolha do produto, posto que na maioria das vezes seleciona-se o produto apenas pela aparência.

A cor é um parâmetro muito importante no mercado internacional e está correlacionada com alguns fatores, como por exemplo a origem botânica, tempo de armazenamento, processamento, quantidade de minerais e temperaturas (CRANE, 1983; MARCHINI; MORETI; OTSUK, 2005), assim sendo, realizar essa análise para a determinação colorimétrica do mel é muito importante.

Segundo Nascimento *et al.* (2018) e Rizelio *et al.* (2020) a cor do mel pode variar de 14 – 245 (nm).

### **3.3.3 Lund**

Esta análise determina a presença de aminoácidos totais no mel e pode identificar méis de floradas e regiões distintas (CRANE, 1983) posto que a quantidade de proteínas presentes no mel depende de sua origem botânica (BATH; SINGH, 1999).

Em pesquisa acerca da composição físico-química de méis provenientes do sul do Brasil, Rosa *et al.* (2020) identificaram uma variação de 1,2 – 2,3 (mL) na quantidade de aminoácidos totais.

### **3.3.4 Minerais totais**

O teor de minerais presente no mel se relaciona com as condições ambientais (SOUZA *et al.*, 2021), procedência botânica e/ou geográfica, além disso, pode também influenciar em sua coloração (GOIS *et al.*, 2013).

Para Marchini; Moreti; Otsuk (2005), a riqueza mineral do produto se dá por meio da porcentagem de cinzas presentes no mel. A partir disso, Nascimento *et al.* (2018) identificou uma variação de 0,0% - 0,7 (%) de teor minerais em suas análises.

### **3.3.5 pH**

De acordo com Bogdanov; Ruoff; Persano Oddo (2004), todos os méis são ácidos, com uma variação de 3,5 – 5,5 em seu valor de pH, e isso ocorre pela presença de ácidos orgânicos. Esses ácidos contribuem para que haja uma resistência presente no mel contra os microrganismos que venham a causar algum tipo de deterioração ao produto (CRANE, 1983).

Marchini; Moreti; Otsuk (2005), Nascimento *et al.* (2018), Missio da Silva *et al.* (2020), Rizelio *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2020) verificaram uma variação entre 2,30 – 5,10, obtendo-se uma média geral de 3,16 – 4,72.

### **3.4 A importância de estudos sobre o mel para a apicultura no Piauí**

No Brasil, a apicultura é considerada uma atividade que dispõe de uma boa rentabilidade para muitos agricultores. Além disso, provém a inclusão desses agricultores socialmente e sua fixação no campo, tendo em vista que é uma atividade que apresenta baixo custo e baixo impacto na natureza, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável de muitas comunidades do campo (BALBINO *et al.*, 2015; SILVA; SOUSA; DAMIÃO, 2022).

De acordo com Khan *et al.* (2014), no Brasil, uma das áreas que apresenta um maior potencial apícola é o semiárido. No Piauí, o clima semiárido abrange grande parte do território (IBGE, 2021), apresentando condições favoráveis para a apicultura, como luminosidade, temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial, bem como vegetação florística rica e diversa (ALEIXO *et al.*, 2014).

No Piauí, a partir da década de 2000, a atividade tem atraído cada vez mais os produtores do campo, posto que durante esse período, o mel passou a ser exportado, gerando uma alta demanda internacional (CARVALHO *et al.*, 2019), consistindo-se em uma tarefa que pode ser conciliada com outros meios de produção rural (SILVA; FEITOSA; BATISTA, 2015).

Ao realizarem uma pesquisa acerca da apicultura no município de São Raimundo Nonato, Piauí, Carvalho *et al.* (2019) constataram que a atividade contribui ativamente na economia das famílias e conseqüentemente da comunidade, além de sensibilizar os apicultores sobre a preservação da flora da região, tendo em vista que a vegetação próxima aos apiários é de suma importância para a manutenção dos enxames.

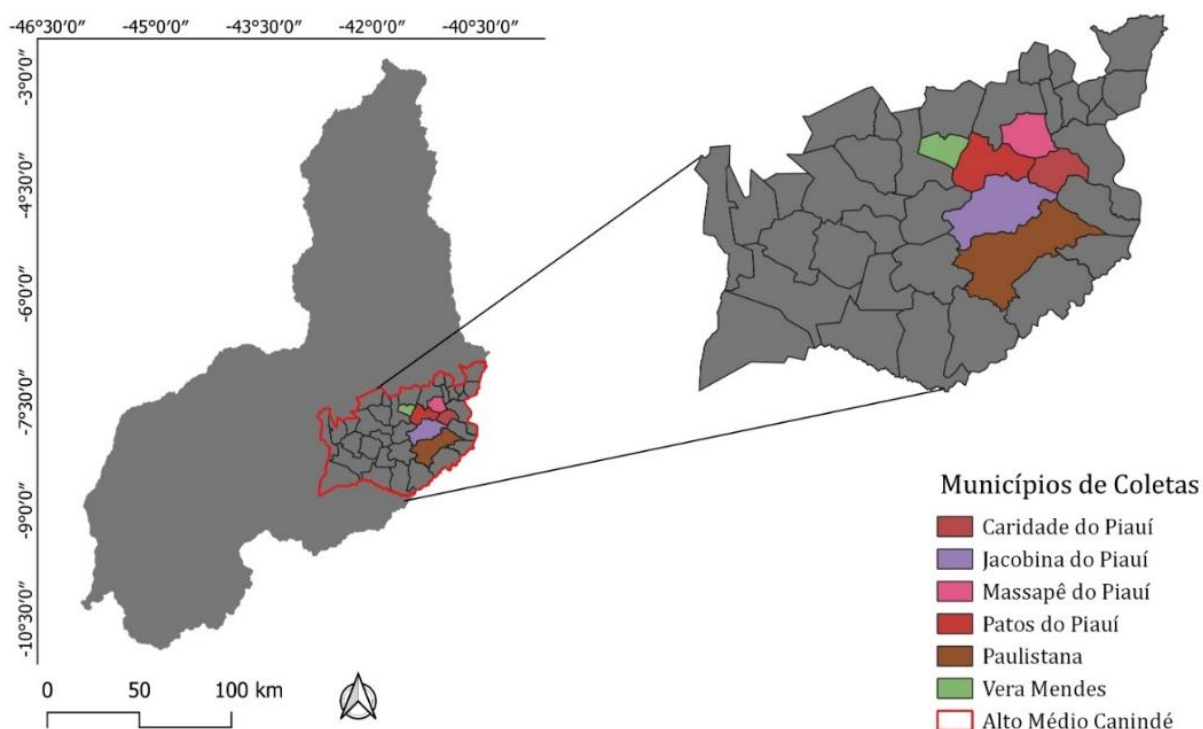
Considerando a importância da apicultura para o Estado, estudos sobre a qualidade do mel produzido assumem grande relevância. Nesse sentido, Moura *et al.* (2014) estudaram a qualidade do mel produzido na região Alto Médio Canindé e sua relação com a aplicação das boas práticas apícolas pelos produtores. Sousa e Carneiro (2008) estudaram a presença de sujidades no mel comercializado no Estado. Posto Os referidos ensaios objetivaram avaliar a qualidade do mel, porém, poucos são os estudos direcionados à melhor compreensão da relação entre as características físico-químicas e a origem botânica.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Coleta das amostras de mel

As amostras de mel foram coletadas junto às associações de apicultores de seis municípios da microrregião do Alto Médio Canindé: Vera Mendes, Caridade do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana, Jacobina e Massapê do Piauí (Figura 1). Os apicultores foram orientados, a cada colheita de mel realizada, a separar uma amostra de 300g e anotar em etiqueta fixada na embalagem plástica para o armazenamento, a data da coleta e as floradas predominantes na região de entorno de seus apiários.

**Figura 1** - Mapa com os municípios de coleta das amostras na microrregião Alto Médio Canindé.



**Fonte:** Fernanda Campos do Nascimento (2023).

## 4.2 Melissopalinologia

As análises melissopalinológicas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Multidisciplinar (Pesquisa III), *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros da Universidade Federal do Piauí. Para cada amostra foram preparadas lâminas de mel, em triplicata, a fresco, com gelatina glicerinada pela técnica de Louveaux; Maurizio; Vorwohl (1978), conforme o protocolo: 10 g de mel, 10 ml de água destilada, a solução foi centrifugada a 3000 rpm por 10 minutos. O líquido sobrenadante foi descartado e o sedimento de cada tubo de ensaio foi corado com fucsina básica e despejado nas lâminas. Para a fixação do material, utilizou-se gelatina glicerinada.

Foi utilizado o *software* ZEN core 2.0 vinculado à uma câmera de captura de imagens acoplada ao microscópio óptico para as medições dos diâmetros polar e equatorial de até 25 grãos de pólen de cada tipo polínico presente nas amostras. Dessa maneira, foi possível estabelecer a forma e o tamanho dos grãos de pólen, o que permitiu a identificação dos tipos polínicos (família, gênero ou quando possível, espécie botânica) por meio da comparação com o material depositado e descrito na palinoteca do Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense (GEASPI/UFPI) e na Rede de Catálogos Polínicos Online (RCPol).

Para a análise da predominância dos tipos polínicos, foram contados todos os grãos presentes nas amostras que foram distribuídos quantitativamente nas categorias propostas por Louveaux; Maurizio; Vorwohl (1978): pólen dominante (PD - > 45% do total de grãos), pólen acessório (PA-16 a 45%), pólen isolado importante (PII - 3 a 15%) e pólen isolado ocasional (PIO - < 3%).

## 4.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas (condutividade elétrica, cor, Lund, minerais totais e pH) foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros (UFPI) por meio dos métodos estabelecidos pela legislação brasileira vigente e que se encontram descritos na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000) e as normas internacionais (BOGDANOV *et al.* 2001; CAC, 1990).



### 4.3.1 Condutividade elétrica

As soluções de amostragem foram preparadas da seguinte maneira: utilizando uma balança analítica, pesou-se 10 g de mel em um *Becker* com capacidade de 100 ml, após isso adicionou-se 75 ml de água destilada, homogeneizando com o auxílio de um bastão de vidro. Fez-se a leitura da condutividade elétrica dos méis com um condutivímetro previamente calibrado, inserindo o eletrodo na solução e aguardando a estabilização do resultado (OAC, 1990).

### 4.3.2 Cor

Utilizando um Fotômetro *Hanna* num comprimento de onda de 560nm, e uma cubeta plástica de 1 cm em ondas de absorção, a determinação de cor das amostras foi realizada após a calibragem do aparelho com glicerina padrão. Zerando a absorbância, colocou-se a amostra e realizou-se a leitura, anotando o resultado (OAC, 1990). Em seguida relacionou-se os dados obtidos com a escala Pfund (Tabela 2).

**Tabela 2:** Escala colorimétrica de Pfund utilizada para a classificação de cor das amostras de méis de *Apis mellifera*.

Cor	Escala de Pfund (nm)	Absorbância
Branco d'água	1 a 8	0,030 ou menos
Extra-branco	Mais de 8 a 17	Mais de 0,030 a 0,060
Branco	Mais de 17 a 34	Mais de 0,060 a 0,120
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50	Mais de 0,120 a 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85	Mais de 0,188 a 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 114	Mais de 0,440 a 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114	Mais de 0,945

**Fonte:** Koehler Manufacturing Company, EUA *apud* Crane (1983).

### 4.3.3 Lund

Pesou-se 2 g da amostra em um *Becker*, em seguida adicionou-se 20 ml de água destilada, homogeneizando com o auxílio de um bastão de vidro. Após esse processo, a solução foi transferida para uma proveta graduada e foi adicionado 5 ml de ácido tânico, completando com água destilada até a marca de 40 ml. Agitou-se bem e foi deixado em repouso por 24h para a realização da leitura (OAC, 1990).

### 4.3.4 Minerais Totais

Iniciou-se a análise realizando o processo de taragem dos cadinhos enumerados de 1 à 15, colocando-os na mufla à uma temperatura de 600 °C por 5h. Após isso, foram armazenados os cadinhos em um dessecador para evitar alteração no peso inicial, em seguida, foram pesados os cadinhos em balança analítica anotando o peso individual de cada um, sempre retornando-os imediatamente ao dessecador. Posteriormente, pesou-se 2 g da amostra em cada cadinho (processo realizado em triplicata, à cada etapa foram utilizadas 5 amostras distribuídas entre os 15 cadinhos). Levando-as em seguida ao bico de Bunsen para a carbonização, retirando-as quando a amostra estava totalmente escura e sem a formação de bolhas. Após a conclusão desta etapa, encaminhou-se todos os cadinhos ao forno mufla com temperatura programada de 600 °C, por 5h até a obtenção cinzas brancas. Após esfriar, pesou-se os cadinhos com as cinzas anotando o peso individual de cada um. Para o início da etapa seguinte, foram lavados os cadinhos com água e sabão, levando-os em seguida para uma estufa de esterilização por 1h à 120 °C (OAC, 1990). Repetiu-se o procedimento a partir da pesagem dos cadinhos vazios. Para o cálculo foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{peso}(A) - \text{peso}(B)}{\text{peso}(C)} = X$$

Peso (A): Peso final do cadinho com as cinzas;

Peso (B): Peso inicial do cadinho vazio;

Peso (C): Peso da amostra;

X: Quantidade de minerais presentes na amostra.

Para obter o valor final da triplicata realizou-se o seguinte cálculo:

$$\frac{X^1 + X^2 + X^3}{3} \times 100 = X^f$$

$X^1, X^2, X^3$ : Corresponde a cada cadinho pertencente a uma amostra;

$X^f$ : Corresponde ao valor final médio da amostra.

#### 4.3.5 pH

Após a calibragem do pHmetro, as soluções de amostragem foram preparadas seguindo o seguinte protocolo: utilizando uma balança analítica pesou-se 10 g de mel em um *Becker* com capacidade de 100 ml, após isso adicionou-se 75 ml de água destilada, homogeneizando com o auxílio de um bastão de vidro. Em seguida foi inserida uma barrinha magnética (peixinho) dentro da solução e posicionou-se o *Becker* sob o agitador magnético ligado, para manter a mistura homogênea durante a medição do pH, após isso o eletrodo foi mergulhado dentro da solução até a estabilização do resultado (OAC, 1990).

#### 4.4 Análise de dados

Os dados foram tabulados e analisados através do programa *Excel 2019 da Microsoft®* e submetidos à métodos estatísticos de análise quantitativa, realizando comparações com os valores estabelecidos pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2000).

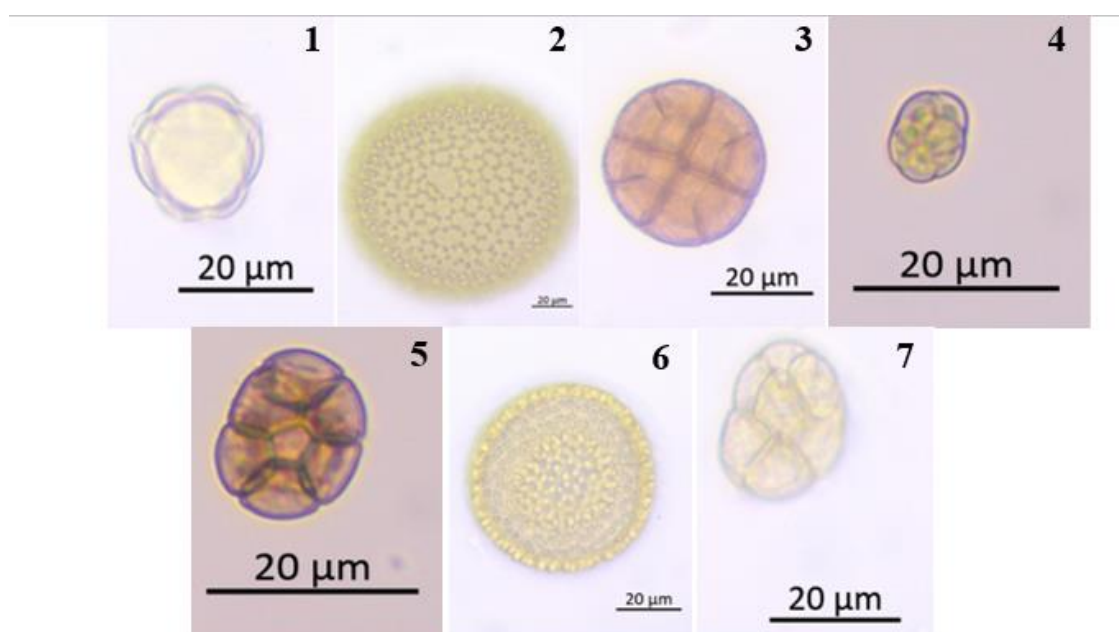
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 50 amostras provenientes dos municípios de Vera Mendes, Caridade do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana, Jacobina e Massapê do Piauí. De acordo com Anklam (1998), para caracterização de méis são necessários instrumentos que permitam estabelecer padrões. Adicionalmente, Vorwhohl (1990) e Anklam (1998) recomendam a utilização conjunta das análises físico-químicas e melissopalínológicas.

### 5.1 Origem botânica de amostras de mel provenientes do Alto Médio Canindé

O espectro polínico das amostras de mel da região estudada corresponde à 36 espécies vegetais. Destas, 17 foram identificadas que estão distribuídas em 10 famílias botânicas (Figura 2 e Tabela 3).

**Figura 2** - Fotomicrografias em Microscopia Óptica dos tipos polínicos predominantes nas amostras de mel da microrregião Alto Médio Canindé.



1. Vista geral do grão de pólen de *Combretum leprosum*; 2. Vista geral do grão de pólen de *Jatropha* spp.; 3. Vista geral do grão de pólen de *Anadenanthera colubrina*; 4. Vista geral do grão de pólen de *Mimosa caesalpiniiifolia*; 5. Vista geral do grão de pólen de *Pityrocarpa moniliformis*; 6. Vista geral do grão de pólen de *Croton* spp.; 7. Vista geral do grão de pólen de *Piptadenia retusa*.

**Fonte:** Autoria própria (2023).

**Tabela 3:** Porcentagem de tipos polínicos presentes nas amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.

<b>Família</b>	<b>Tipos polínicos</b>	<b>PD%</b>	<b>PA%</b>	<b>PII%</b>	<b>PIO%</b>
	<i>Mimosa</i> sp.	55,10	24,48	8,16	-
	<i>Piptadenia retusa</i>	4,08	6,12	6,12	6,12
Fabaceae	Mimosoideae	6,12	2,04	2,04	-
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	2,04	-	-
	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	-	6,12	4,08	2,04
	<i>Cenostigma nordestinum</i>	-	-	4,08	2,04
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	2,04	10,20	12,24	4,08
	<i>Jatropha</i> sp.	-	2,04	6,12	2,04
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	-	-	6,12	2,04
	Rubiaceae	-	-	-	2,04
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	10,20	8,16	10,20	8,16
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i>	2,04	10,20	8,16	4,08
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia difusa</i>	-	2,04	-	2,04
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	-	-	4,08	2,04
Lamiaceae	<i>Mesosphaerum suaveolens</i>	-	-	4,08	2,04
Oxalidaceae	<i>Oxalis barrelieri</i>	-	-	2,04	2,04
Myrtaceae	Myrtaceae	-	-	-	2,04
NI*	-	-	6,12	38,77	18,36

Pólen dominante (PD); Pólen acessório (PA); Pólen isolado importante (PII); Pólen importante ocasional (PIO); Não identificados (NI\*).

**Fonte:** A autoria própria (2023).

Das amostras analisadas (n=50), apenas uma não apresentou grãos de pólen presentes nas lâminas confeccionadas, sendo que 39 amostras apresentaram predominância de um tipo polínico, sendo caracterizados, de acordo com Louveaux, Maurizio e Vorwohl (1978), como monoflorais e 10 amostras não apresentaram predominância de um tipo polínico, sendo caracterizadas como multiflorais.

A família Fabaceae apresentou o maior número de espécies vegetais entre os tipos polínicos identificados nas amostras. Aleixo *et al.* (2014), Moraes *et al.*, (2020) e Bendini *et al.* (2021) estudando a flora apícola da microrregião Alto Médio Canindé, observaram que as espécies da família Fabaceae predominam entre as plantas visitadas pelas abelhas africanizadas.

Sodré *et al.*, (2008) observaram a predominância dos tipos polínicos referentes aos seguintes *taxa* de Fabaceae: *Piptadenia* sp., *M. caesalpinifolia* e *M. verrucosa* em amostras de mel provenientes do município de Picos.

Borges *et al.*, (2020) observaram ainda que os tipos polínicos de espécies representantes da família Fabaceae estiveram presentes em todas as amostras provenientes do município de Simplício Mendes, corroborando assim a importância dessa família botânica para a produção de mel na região.

No presente trabalho, observou-se a predominância de *Mimosa* L. entre os tipos polínicos presentes nas amostras (Tabela 3). De acordo com diversos autores (SODRÉ *et al.*, 2008; BORGES *et al.*, 2014; JESUS *et al.*, 2015, BORGES *et al.*, 2020), tipos polínicos referentes ao gênero *Mimosa* L., especialmente da espécie *Mimosa caesalpinifolia*, ocorrem muito frequentemente em amostras provenientes do Piauí, sendo que, para esses autores, a produção de mel nesse Estado é atribuída ao potencial nectarífero dessas espécies.

Por outro lado, Silveira (1991) afirma que a determinação da predominância de tipos polínicos baseada unicamente na contagem de suas frequências nas amostras não deve ser utilizada. O autor sugere que seja levado em consideração o volume dos grãos para representar a real contribuição da espécie botânica na produção apícola.

Os grãos de pólen das espécies do gênero *Mimosa* variam de muito pequenos à médio (LIMA; SILVA; SANTOS, 2008). E por isso, considerando o estudo de Silveira (1991), é possível inferir que a predominância de grãos de pólen dessas espécies possivelmente não revele sua real contribuição na produção de mel. Considerando que a diversidade de tipos polínicos encontrados no mel está relacionada não apenas à presença de espécies botânicas em floração, mas ao comportamento forrageiro das abelhas (BORGES *et al.*, 2020), estudos relacionados a oferta de recursos florais de representantes do gênero *Mimosa* são necessários para elucidar quanto à sua real contribuição na produção de mel no Piauí.

No Estado, as espécies do gênero *Croton* são reconhecidas como grandes responsáveis pela produção de mel (MORAES *et al.*, 2020). No entanto, na microrregião Alto Médio Canindé, o tipo polínico *Croton* spp. foi dominante em apenas em 2,04% das amostras, mas

estiveram presentes como pólen acessório em 10,2% de todos os méis analisados no presente estudo.

Sobre isso, é preciso salientar que segundo Bendini *et al.*, (2021) e Moraes *et al.*, (2020), o período de florescimento das principais espécies do gênero *Croton* na região (*Croton betaceus* Baill., *Croton campestris* A. St.-Hil., *Croton mucronifolius* Müll. Arg. Shr, *Croton sonderianus* Müll. Arg) ocorre entre meses de janeiro e fevereiro, período em que, segundo Souza (2007), a maioria dos apicultores piauienses está povoando, por meio de caixas iscas, seus apiários e por isso, nem sempre conseguem de fato aproveitar o potencial nectarífero atribuído às espécies do gênero *Croton*.

Bendini *et al.*, (2021) estudando a dinâmica de produção de mel em relação às plantas apícolas na região de Simplício Mendes, Alto Médio Canindé, observaram que os meses de fevereiro e março apresentaram maior diversidade de espécies botânicas em florescimento. No presente trabalho, as análises melissopalínológicas realizadas revelaram essa biodiversidade impressa, por meio dos grãos de pólen, nas amostras de mel, especialmente durante o mês de março (Tabela 4).

**Tabela 4:** Predominância de tipos polínicos em amostras da microrregião Alto Médio Canindé de acordo com o mês de produção.

Mês	Pólen Dominante	Pólen Acessório
Dezembro	<i>Combretum leprosum</i> 2,04%	--
Janeiro	<i>Mimosa</i> spp. (10,20%) <i>Sida</i> spp. (4,08%) Mimosoideae (2,04%)	<i>Mimosa</i> spp. (6,12%) <i>Anadenanthera colubrina</i> (2,04%) <i>Sida</i> spp. (2,04%) <i>Croton</i> spp. (4,08%) <i>Boerhavia</i> spp. (2,04%)
Fevereiro	<i>Mimosa</i> spp. (4,08%) <i>Piptadenia retusa</i> (2,04%) <i>Croton</i> spp. (2,04%)	-
Março	<i>Mimosa</i> spp. (18,36%) <i>Sida</i> spp. (2,04%) <i>Piptadenia retusa</i> (2,04%)	<i>Mimosa</i> spp. (8,16%) <i>Piptadenia retusa</i> (4,08%) <i>Pityrocarpa moniliformis</i> (4,08%) <i>Sida</i> spp. (4,08%) <i>Jatropha</i> spp. (2,04%) <i>Croton</i> spp. (4,08%) <i>Combretum leprosum</i> (2,04%) NI** (2,04%)
Abril	<i>Mimosa</i> spp. (8,16%)	<i>Mimosa</i> spp. (2,04%)
Maio	<i>Mimosa</i> spp. (4,08%)	-
Não informado	<i>Mimosa</i> spp. (10,20%) <i>Sida</i> spp. (4,08%) Mimosoideae (4,08%)	<i>Mimosa</i> spp. (2,04%)
Não identificado: NI**		

**Fonte:** Autoria própria (2023).



A presença de tipos polínicos de *Mimosa L.*, *Croton*, *Jatropha* e *Sida* nas amostras atesta que o mel da microrregião Alto Médio Canindé é proveniente do Bioma Caatinga já que, de acordo com Giulietti *et al.*, (2004), trata-se de gêneros com elevado número de espécies endêmicas da Caatinga. Dessa maneira, a análise melissopalínológica pode ser eficiente para a comprovação da origem geográfica do produto, no entanto, de acordo com estudos de Silveira (1991), a determinação da origem botânica não deveria ser baseada unicamente no exame microscópico; mas considerar igualmente os parâmetros físico-químicos (VORWOHL, 1990).

## 5.2 Caracterização físico-química de amostras de mel provenientes do Alto Médio Canindé

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas amostras apresentaram intervalos de variação dentro dos limites estabelecidos pela Instrução Normativa Nº 11 de 2000 e pela Portaria Nº 6, de 25 de julho de 1985 (Tabela 5).

**Tabela 5:** Características físico-químicas de amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.

Parâmetro físico-químico	Média e desvio Padrão	Limites (BRASIL, 2000) e (BRASIL, 1985)
Condutividade elétrica (uS/cm <sup>2</sup> )	264,55 ± 115,72	Máximo 800
Cor (nm)	89,90 ± 33,74	-
Lund (mL)	1,54 ± 0,48	0,6 – 3,0
Minerais totais (%)	0,21 ± 0,19	0,1 – 0,6
pH	3,81 ± 0,80	3,3 – 4,6

**Fonte:** Autoria própria (2023).

Embora preconizados pela legislação vigente como parâmetros físico-químicos que atestam a qualidade do mel, condutividade elétrica, cor, quantidade de aminoácidos, minerais totais e pH são indicadores muito relacionados à origem do produto (CRANE, 1983; BATH; SINGH, 1999; BOGDANOV, 1999).

Na Tabela 6 evidencia-se a relação entre origem botânica e os referidos parâmetros físico-químicos das amostras estudadas.

**Tabela 6:** Relação entre a origem botânica e os parâmetros físico-químicos de amostras de mel provenientes do Alto Médio Canindé.

Origem Botânica	Cor (nm)	Condutividade elétrica (uS/cm <sup>2</sup> )	Lund (mL)	pH	Minerais totais (g)
Monofloral					
<i>Mimosa</i> sp.	80±32,42	204,10±130,82	1,8±0,49	3,5±0,70	0,16±0,18
<i>Sida</i> sp.	75±31,67	173,70±26,35	1,7±0,41	3,4±0,10	0,09±0,10
Mimosoideae	70±51,79	253,20±122,27	1,8±0,80	3,5±0,10	0,41±0,22
<i>P. retusa</i>	60±28,28	279,70±136,75	1,4±0,56	5,2±0,00	0,15±0,02
Multifloral					
-	71±28,70	305,90±177,40	1,2±0,42	3,4±0,89	0,08±0,07

**Fonte:** Autoria própria (2023).

Em relação à cor, obteve-se média de 89,90 nm ± 33,74, o que os classifica como méis claros (âmbar claro, de acordo com a Tabela Pfund). Para Jesus *et al.* (2015), as plantas da família Fabaceae, especialmente o gênero *Mimosa* L. e *Pityrocarpa* contribuem majoritariamente para a produção de méis claros no estado do Piauí. Por outro lado, os apicultores apontam como principal responsável pela produção de méis claros, especialmente no semiárido piauiense, a espécie botânica conhecida popularmente como marmeleiro (*Croton* spp.). No entanto, apenas 1 amostra apresentou dominância do tipo polínico *Croton* spp.

A coloração do mel está relacionada com a sua origem botânica (CRANE, 1983), assim como outros parâmetros utilizados para a caracterização do mel. Na Tabela 5 observa-se que a análise colorimétrica das amostras de méis do presente estudo apresentou uma média e desvio padrão de 89,90nm ± 33,74. Essa variação poderia ser explicada pela diversidade na predominância de espécies vegetais encontradas nas amostras, corroborando com Nascimento *et al.*, (2018) que, pesquisando amostras de méis provenientes de diferentes espécies vegetais pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul, obtiveram uma variação de 14 – 92nm. No entanto, ao se agrupar as amostras de acordo com a predominância de floradas (Tabela 6), essa variação permanece e em alguns casos, como nos tipos polínicos de Mimosoideae, aumenta (70±51,79).

Sobre isso, é preciso elucidar que a maioria das amostras foi coletada no início de 2021, período em que a pandemia da COVID-19 estava especialmente agravada e a vacinação estava se iniciando, portanto, a única medida de prevenção da doença era o isolamento social imposto

por decretos estaduais e municipais. Considerando que a cor do mel está associada também ao tempo de armazenamento (CRANE, 1983; MARCHINI; MORETI; OTSUK, 2005), é possível que o período compreendido entre a coleta das amostras e a realização das análises físico-químicas tenha influenciado nesse parâmetro.

Em relação à condutividade elétrica, obteve-se entre as amostras estudadas valores cuja média foi de  $264,55 \text{ uS/cm}^2 \pm 115,72$ . A condutividade elétrica, é uma propriedade físico-química que confere características a substâncias químicas, fundamentando-se na transferência de elétrons a partir da formação de íons (PERUZZO; CANTO, 2006). Sabendo disso, pode-se inferir que, méis com maior condutividade elétrica possuem minerais com maior número de elétrons em sua camada de valência (HELERBROCK, 2023), e a presença desses minerais está associada à origem botânica (CRANE, 1983).

Dessa maneira, a grande variação desse parâmetro nas amostras de méis multiflorais é esperada e relatada por vários autores, como: Ribeiro (2021) ( $442,60 \pm 95,87 \text{ uS/cm}^2$ ), e Nascimento *et al.*, (2018) (270 - 930  $\text{uS/cm}^2$ ). Por outro lado, Bendini e Souza (2008) estudando o mel monofloral proveniente do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) encontraram para esse parâmetro o intervalo de 179-198  $\text{uS/cm}^2$ , evidenciando a influência da origem botânica na variação da condutividade elétrica. Ou seja, entre amostras de méis monoflorais, essa variação tende a ser menor. No entanto, ao agruparmos as amostras de acordo com a predominância de floradas (Tabela 6), essa variação permanece e em alguns casos, como nos tipos polínicos *Mimosa* L., Mimosoideae e *P. retusa*, aumenta.

A quantidade de minerais presente no mel depende das condições do ecossistema no qual é produzido (SOUZA *et al.*, 2021), bem como a origem florística e regional que procede, posto que a origem botânica do néctar coletado pelas abelhas e o solo em que essas espécies vegetais estão inseridas podem influenciar na quantidade de minerais presentes no mel da região. A partir disso, a média e desvio padrão observados nessa pesquisa foram  $0,21\% \pm 0,19$ .

Oliveira e Bendini (2021), obtiveram uma média e desvio padrão de  $0,13\% \pm 0,4$  para o mel monofloral da Aroeira. As mesmas autoras, em 2017, realizaram análise de minerais totais em amostras pesquisa com méis multiflorais provenientes da microrregião Alto Médio Canindé e obtiveram média e desvio padrão para esse parâmetro de  $0,14\% \pm 0,1$ .

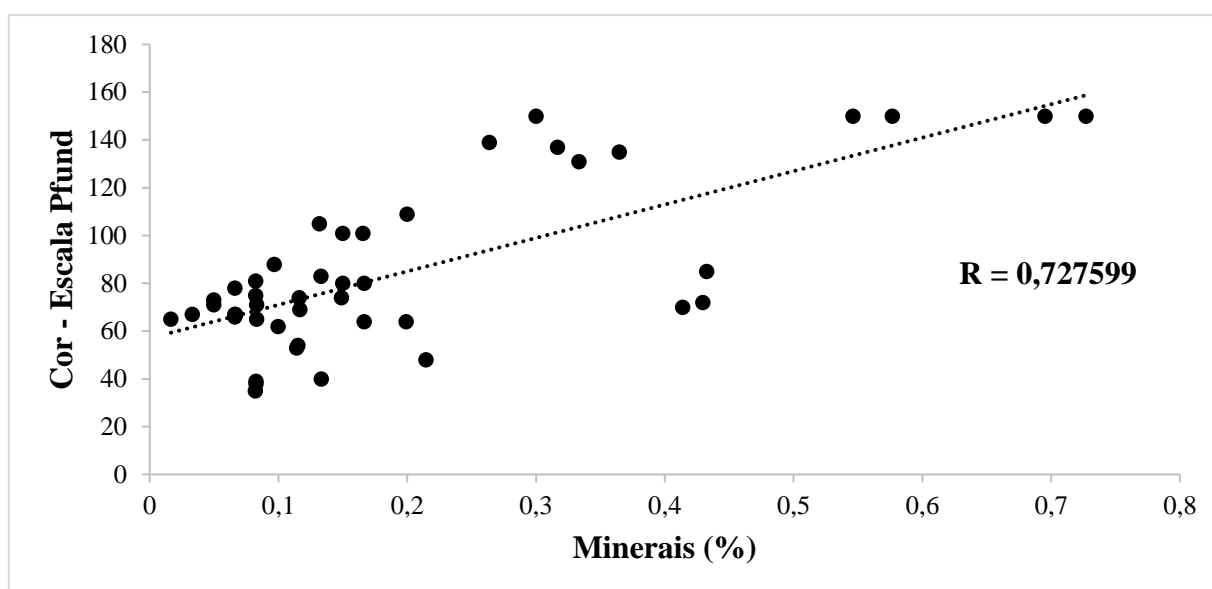
Como apresentado na Tabela 6, os méis considerados multiflorais, apresentaram uma baixa variação quando comparados com os méis monoflorais de *Mimosa* spp. e Mimosoideae. Essa variação pode ser resultante da grande quantidade de amostras que apresentam

predominância desses *taxa*. Visto que as amostras são provenientes de diferentes municípios, o solo e a composição vegetal desses municípios podem conferir diferentes características aos méis, mesmo que apresentem predominância do mesmo tipo polínico.

Vale ressaltar que, o teor de minerais está diretamente ligado com a cor do mel, posto que méis mais escuros tendem a apresentar uma maior quantidade destes compostos (CRANE, 1983).

No presente trabalho, a análise de regressão linear realizada revelou uma correlação positiva entre cor e minerais ( $r = 0,73$ ) (Figura 3).

**Figura 3:** Gráfico de correlação entre a variação colorimétrica e variação no teor de minerais em amostras de mel provenientes da microrregião Alto Médio Canindé.



**Fonte:** Autoria própria (2023).

Quando se trata do pH do mel, Bogdanov, Ruoff e Persano Oddo (2004), afirmam que todo mel é caracterizado como ácido devido a presença de ácidos orgânicos em sua composição. De acordo com Mota; Moura; Medeiros (2018), haverá variação no valor do pH a partir da quantidade de ácidos ionizáveis e minerais presentes em sua composição, por isso esse valor está relacionado com a sua origem botânica.

Assim, o pH do mel pode sofrer alterações a partir da região em que é produzido, posto que o pH do néctar floral pode variar de acordo com a região e espécie botânica (CRANE, 1983). Além disso, a análise de pH auxilia na constatação de fermentação ou adulteração do produto (LEAL; SILVA; JESUS, 2001). A partir das análises realizadas, a média e desvio

padrão obtidas nas amostras provenientes da microrregião Alto Médio Canindé foram  $3,81 \pm 0,80$ .

Diversos estudos têm caracterizado o mel produzido no semiárido brasileiro (Silva; Queiroz; Figueiredo, 2004; Bendini e Souza, 2008; Oliveira; Bendini, 2017; Oliveira; Bendini, 2021) utilizando de diferentes parâmetros físico-químicos, conferindo características e estabelecendo padrões para os méis da região.

Os resultados da análise de Lund apresentaram uma média e desvio padrão de  $1,54 \pm 0,48$ . Essa análise é utilizada para quantificar os aminoácidos presentes no mel e que está relacionada à procedência vegetal do produto (BATH; SINGH, 1999). Embora a análise de Lund auxilie na identificação da origem botânica de floradas e regiões diferentes (CRANE, 1983), o desvio padrão em relação a esse parâmetro aumentou quando as amostras foram agrupadas como monoflorais provenientes do tipo Mimosoideae.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas amostras provenientes da microrregião Alto Médio Canindé foram encontrados 36 tipos polínicos. Destes, foram identificados 17 tipos que estão distribuídos em 10 famílias botânicas, sendo que a família Fabaceae apresentou o maior número de tipos polínicos presente nas amostras. Os tipos polínicos que apresentaram maior frequência de grãos foram: *Mimosa* spp., *Sida* spp., Mimosoideae, *Piptadenia retusa*, *Combretum leprosum* e *Croton* spp.

Com relação às análises físico-químicas, observou-se que todas as amostras se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), apresentando variações de acordo com sua origem botânica. No entanto, os parâmetros condutividade elétrica e cor não puderam ser explicados por meio da origem botânica devido à grande variação apresentada entre as amostras.

Como evidenciado nos resultados, a determinação da origem botânica do mel não deve ser realizada somente com base na contagem de grãos de pólen identificados na análise melissopalínológica. Considerando que os parâmetros físico-químicos avaliados no presente estudo podem variar de acordo com a origem floral do néctar, a melissopalínologia baseada na frequência dos grãos demonstrou resultados inconsistentes quando analisados em conjunto com a análise físico-química.

Por isso, esse estudo corrobora com a recomendação de outros autores, ou seja, a determinação da origem do mel deve ser realizada em conjunto com outros métodos, como por exemplo, o uso da determinação volumétrica dos grãos de pólen, que pode auxiliar em uma identificação mais precisa da origem botânica do mel.

Outros aspectos a serem considerados são os parâmetros sensoriais, como aroma, sabor, cor e textura, que também podem contribuir na determinação da origem botânica do mel. Portanto, a determinação da origem botânica do mel deve ser realizada de forma integrada, utilizando vários parâmetros em conjunto, a fim de garantir uma identificação mais precisa e confiável. Essa abordagem é importante tanto para a caracterização e garantia da qualidade do mel, quanto para a sua indicação geográfica.

## REFERÊNCIAS

- ACQUARONE, C.; BUERA, P.; ELIZALDE, B. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. **Food Chemistry**, v. 101, p. 695-703, 2007.
- ALEIXO, D. L. *et al.* Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões pólos do estado do Piauí. **Revista Verde**, Pombal, v. 9, n. 4, p. 262 - 270, 2014.
- ALVES, L. I. F; SILVA, M. M. P; VASCONCELOS, K. J. C. Visão de comunidades rurais em Juazeirinho/PB referente a extinção da biodiversidade da caatinga. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p.180-186, 2009.
- ANKLAM, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, Oxford, v. 63, n. 4, p. 549-562, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, 1990. 500 p.
- BALBINO, V.; BINOTTO, E.; SIQUEIRA, E. Apicultura e responsabilidade social: desafios da produção e dificuldades em adotar práticas social e ambientalmente responsáveis. **Revista Eletrônica de Administração**, 2015.
- BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxor, 1989. 226p.
- BATH, P. K.; SINGH, N. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. **Bee World**, Cardiff, v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.
- BENDINI, J. N. *et al.* Mapping bee flora in honey producing áreas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil. **Revista Agro@ambiente**, v. 15, 2021. ISSN 1982-8470.

BENDINI, J. N. **Mel da microrregião de Campos do Jordão, estado de São Paulo: Uma proposta inicial para denominação de origem.** 2009. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.

BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 565-567, 2008.

BOGDANOV, S. *et al.* **Calidad de la miel de abejas y estándares de control: revisión realizada por la comisión internacional de la miel.** 2001.

BOGDANOV, S. Honey quality and international regulatory standard. **Bee Word**, Cardiff, v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.

BOGDANOV, S.; RUOFF, K.; PERSANO ODDO, L. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. **Apidologie**, London, v. 35, p. 4-17, 2004.

BORGES, R. L. B, JESUS, MC, CAMARGO, RCR, SANTOS, F. Pollen content of marmeleiro (*Croton* spp., Euphorbiaceae) honey from Piauí State, Brazil. **Palynology**, 2014.

BORGES, R. L. B.; JESUS, M.C.; CAMARGO, R.C.R.; SANTOS, F.A.R. Pollen types in honey produced in caatinga vegetation, Brazil. **Palynology**, 405-418, 2020.

BRASIL. 5º relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. **Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Biodiversidade e Florestas.** Brasília; DF, 2016.

BRASIL. Leis, decretos, etc. **Instrução Normativa 11**, Diário Oficial, 20 de outubro de 2000. Seção 1, p.19696-19697.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial**, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 1, p. 16-17.



BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 6, de 25 de julho de 1985. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jul. 1985. Seção 1, p. 13463.

CAC. Códex Alimentarius Commission. **Official methods of analysis**. 2.ed. Roma: FAO, 1990. v.3, supl.

CARVALHO, D. M. C. *et al.* Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde**, 2019.

CODEX ALIMENTARIUS. Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. **Codex Alimentarius Commission FAO/OMS**, v. 11, n. 1987, p. 1–7, 2001.

CRANE, E. **Livro do mel**. 2.ed. São Paulo, SP: Nobel, 1983. 226 p.

DE-MELO, A. A. M. *et al.* Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. **Journal of Apicultural Research**, v. 57, n. 1, p. 5–37, 2018.

FARIAS, R. A. *et al.* Análise do potencial das propriedades físicas e químicas em méis de *Apis mellifera* provenientes do estado do Ceará: Uma avaliação de qualidade. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 8, p. 62234–62246, 2020.

FONTE, A. *et al.* Avaliação de atitudes no consumo de produtos da colmeia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, 2017. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16229>.

FRANZ, G. M. *et al.* Análise polínica e compostos fenólicos de mel e própolis do pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 13-25, 2018.

GIULIETTI, A. M. *et al.* Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. pp. 48-90. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004.

GOIS, G. C. *et al.* Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.2, p.137-147, 2013. ISSN 1981-5484.

GONÇALVES, A. B. *et al.* Identificação botânica do pólen encontrado em amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzido no município de Bonito - MS. In: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia Resumos... Porto Alegre - RS: **Cadernos de Agroecologia**, 2013.

HELERBROCK, R. Condutividade. **Brasil Escola**. Disponível em:  
<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/condutividade.htm>. Acesso em 18 de março de 2023

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2021). **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2021). **Produção Pecuária Municipal**. Recuperado de: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74#resultado>. Acesso em: 10 out. 2022.

JESUS, M.C, BORGES, R.L.B, SOUZA, B.A, BRANDAO, H.N., SANTOS, F.A.R. A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. **Palynology**, 2015.

KHAN, A.; VIDAL, M.; LIMA, P.; BRAINER, M. Perfil da apicultura no Nordeste brasileiro. **Série Documentos do ETENE**. N° 33. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2014, 246p.

KIILL, L. H. P. *et al.* **Preservação e uso da Caatinga**. 1. ed. Brasília (DF): Embrapa, 2007. Disponível em: <http://www.embrapa.br/busca-de-publicações/-/publicação/130742/preservação-e-uso-da-caatinga>. Acesso em: 10 out. 2022.

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

LIMA, L. C. L., SILVA, F. H. M., SANTOS, F. DE A. R. Palinologia de espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae - Mimosoideae) do Semi-Árido brasileiro. **Acta Botanica Brasilica**, 22,3, p. 794–805, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300016>

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWO, H. L. G., Methods of melissopalynology. **Bee World**, v.59, p.139- 157, 1978.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005.

MELQUÍADES, C. C. V., BENDINI, J. N., MOURA, S. G. Internal water supply in Africanized beehives during the dry season in the Brazilian semiarid. **Revista Agro@mbiente**, 2020.

MISSIO DA SILVA, P. *et al.* Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds. **LWT - Food Science and Technology**, 2020.

MORAES, J.I.S., LOPES, M.T.R., FERREIRA-GOMES, R.L., LOPES, A.C.A., PEREIRA, F.M., SOUZA, B.A., PEREIRA, L.A. Bee Flora and Use of Resources by Africanized Bees. **Floresta e Ambiente**, 2020. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.008317>

MORO, M. F. *et al.* A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v. 160, n. 1, p. 1-118, 2014.

MOSCATELLI, M. *et al.* **Palinologia**, 2017. Disponível em: <http://biologo.com.br/bio/palinologia/>. Acesso em: 10 out. 2022.

MOTA, D. D. G.; MOURA, G. S.; MEDEIROS, S. R. A. **Produção e qualidade do mel**. Fortaleza. Edições UFC, 2018.

MOURA, S. G. *et al.* Qualidade do mel de *Apis mellifera* L. relacionadas às boas práticas apícolas. **Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 731-739, 2014.

NASCIMENTO, K. S. *et al.* Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. **LWT - Food Science and Technology**, 2018.

OKANEKU, B. M.; SOUZA, A. Q. L.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, T. C. L.; CARDOSO, D. N. P.; SANTOS, W. G. Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). **Brazilian Journal of Developmen**, v. 6, n. 4, p. 18607–18620, 2020.

OLIVEIRA, N. D. J.; BENDINI, J. N. Caracterização físico-química do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidos no semiárido. In: G.A. Arrais, & J.N. Bendini (Orgs.). **Pesquisas e ações do grupo de estudos sobre abelhas do semiárido piauiense**. Teresina: EDUFPI, 2017.

OLIVEIRA, N. D. J.; BENDINI, J. N. Caracterização polínica e físico-química do mel da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão- Anacardiaceae), produzido no estado do Piauí, Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.26, n.1, p.11-24, 2021.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. v. 1, 4ª ed. Editora Moderna, São Paulo, 2006.

RIBEIRO, R. J. **Compostos bioativos, atividade antioxidante e características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* da região Oeste do Paraná**. 2021. 34 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

RIBEIRO, R.; STARIKOFF, K. R. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 2019.

RIZELIO, V. M. *et al.* Physicochemical and bioactive properties of Southern Brazilian *Apis mellifera* L. honeys. **Journal of Apicultural Research**, 2020.

ROSA, F. P. *et al.* Parâmetros de qualidade, perfil mineral e correlação da origem e parâmetros físico-químicos me méis de *Apis mellifera* produzidos no sul do Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria: v.42, 2020. ISSN 2179-460X.

SAMPAIO, M. S. *et al.* Levantamento de custos na implantação de um sistema de produção apícola e caracterização físico-química do mel de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. em Cocal-PI. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, 2022

SANTOS, F. A. R. **Introdução a palinologia**: Manual Didático. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2006.

SILVA, C.; FEITOSA, A.; BATISTA, P. A análise SWOT da atividade apícola no centro sul cearense: o caso da Associação Iguatuense de Apicultores. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, 2015.

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

SILVA, H. B.; SOUSA, S. S.; DAMIÃO, G. S. Apicultura em Campo Maior, Piauí: Perfil do apicultor, potencialidades e dificuldades da atividade. **Revista Verde**, 2022.

SILVA, I. P. *et al.* Antioxidants activity and physicochemical properties of honey from social bees of the Brazilian semiarid region. **Journal of Apicultural Research**, 2020.

SILVA, S. M. P. C *et al.* Compostos bioativos e potencial antioxidante do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Piauí. **Scientific Electronic Archives**, 2020.

SILVEIRA, F. A. Influence of pollen grain volume on the estimation of the relative importance of its source to bees. **Apidologie**, London, v. 22, p. 495-502, 1991.

SODRE, G. S. Tipos polinicos encontrados em amostras de meis de em Picos, Estado do Piauí, Santa Maria, v.38, n.3, p.839-842, 2008.

SODRÉ, G. S. *et al.* Minerais encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* africanizada (hymenoptera: apidae) provenientes de alguns municípios do estado do Ceará. **Boletim da Indústria animal**, 2005.

SOUSA, R. S.; CARNEIRO, J. G. M. Pesquisa de sujidades e matérias estranhas em mel de abelhas (*Apis mellifera* L.). **Food Sci Technol**, v. 28, n. 1, p. 32-33, 2008.

SOUZA, C. F. *et al.* Parâmetros de qualidade de méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

SOUZA, D. C. **Apicultura: Manual do Agente de Desenvolvimento Rural**. Brasília. SEBRAE, 2. ed., 2007.

TRAVERSE, A. **Paleopalynology**. Boston: Uniwin Hyman, 1988.

VORWOHL, G. Fortschritte, probleme und zukünftige aufgaben der Melissopalynologie. **Apidologie**, London, v. 21, p. 383-389, 1990.



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

**Identificação do Tipo de Documento**

- ( ) Tese  
( ) Dissertação  
( X ) Monografia  
( ) Artigo

Eu, **ANA LÍVIA SOUSA CAMPOS**, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação “**ANÁLISES MELISSOPALINOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DA MICRORREGIÃO DO ALTO MÉDIO CANINDÉ, PIAUÍ**” de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI, **05 de julho de 2023.**

*Ana Livia Sousa Campos*

---

Assinatura

Documento assinado digitalmente



**JULIANA DO NASCIMENTO BENDINI**  
Data: 03/07/2023 16:55:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Assinatura