



Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Sustentabilidade - PPGCS

DANIEL HALOS DOS SANTOS MONTEIRO JÚNIOR

PROSPECÇÃO DA APICULTURA NO EXTREMO SUL DA BAHIA

TEIXEIRA DE FREITAS - BA

2026

DANIEL HALOS DOS SANTOS MONTEIRO JÚNIOR

PROSPECÇÃO DA APICULTURA NO EXTREMO SUL DA BAHIA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Sustentabilidade da Universidade Federal do Sul da Bahia, como parte das exigências para obtenção do título de mestre(a) em Ciências e Sustentabilidade.

Orientadora: Profa. Luanna Chácara Pires

Coorientador: Prof. João Batista Lopes da Silva

TEIXEIRA DE FREITAS - BA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia
Sistema de Bibliotecas

M775p Monteiro Júnior, Daniel Halos dos Santos.
Prospecção da apicultura no Extremo Sul da Bahia / Daniel Halos dos Santos Monteiro Júnior. Teixeira de Freitas, 2026.
127 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia, Campus Paulo Freire, Centro de Formação em Desenvolvimento Territorial, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Sustentabilidade, 2026.
Orientadora: Prof. Dra. Luanna Chácara Pires.
Coorientador: Prof Dr. João Batista Lopes da Silva.

1. Apicultura. 2. Extremo Sul da Bahia. 3. Análise de viabilidade.
I. Título. II. Pires, Luanna Chácara.

CDD – 638.1

DANIEL HALOS DOS SANTOS MONTEIRO JÚNIOR

PROSPECÇÃO DA APICULTURA NO EXTREMO SUL DA BAHIA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Sustentabilidade da Universidade Federal do Sul da Bahia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre(a) em Ciências e Sustentabilidade.

Orientadora: Profa Luanna Chácara Pires

Coorientador: Prof. João Batista Lopes da Silva

Este trabalho foi submetido à avaliação e julgado aprovado em: 25/02/2026.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Jaílson Santos de Novais
UFSB/CSC/PPGCTA

Dra. Taina Soraia Muller
UFSB/ CPF/ PPGCS

Dr. Welber da Costa Pina
UNEB/DEDC X

ORIENTADORA
Dra. Luanna Chácara Pires
UFSB/ CPF/ PPGCS

TEIXEIRA DE FREITAS - BA

2026

AGRADECIMENTOS

A Deus, sobre todas as coisas, fonte de vida, sabedoria e força, sem o qual nada seria possível. A Ele, minha eterna gratidão por sustentar cada passo desta jornada, especialmente nos momentos de maior dificuldade e incerteza. Obrigado meu Deus!

À minha família, meu alicerce e a razão maior de todo este percurso. Em especial à minha esposa, Maria da Glória, meu amor, pelo companheirismo incondicional, pela paciência infinita e pela força que me ofereceu nos momentos mais difíceis. Sua compreensão nos períodos de angústia, quando a ausência foi inevitável, e seu apoio constante foram essenciais para que eu não desistisse, estando sempre ao meu lado nos desafios mais intensos desta caminhada.

Aos meus filhos, Dinah Halos e Daniel Halos Neto, pelo carinho, apoio e incentivo permanentes, que me fortaleceram e motivaram até a finalização deste trabalho. Meu profundo amor e gratidão a vocês.

À minha orientadora, Professora Dra. Luanna Chácara Pires, pela orientação segura, motivação, paciência, coragem e alegria em compartilhar conhecimentos e experiências ao longo desta trajetória acadêmica. Sua postura ética, humana e profissional foi determinante para o desenvolvimento desta dissertação. Obrigado por ter abraçado o meu projeto com todos os desafios que iríamos enfrentar ao longo dessa caminhada, e por ter acreditado em mim. Obrigado Prof. Gratidão por tudo!

Ao meu coorientador, Professor Dr. João Batista Lopes da Silva, pelas contribuições, orientações e apoio ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Jailson Santos de Novais, pela prestatividade, disponibilidade, ajuda constante e apoio técnico e acadêmico, que muito contribuíram para o aprimoramento desta pesquisa.

À Professora Dra. Taina Soraia Muller, pela atenção, orientações e valiosas contribuições ao longo deste trabalho, sempre com grande profissionalismo e dedicação.

Ao Professor Dr. Welber da Costa Pina, pela motivação, disponibilidade e proatividade. Sempre pronto a ajudar e contribuir.

Ao meu amigo e sócio Leonardo Messalla Ruas Rosa por sua prestatividade incansável. E a todos que contribuíram direta e indiretamente para este trabalho.

Muito Obrigado!

“Devemos imitar as abelhas, que recolhem de muitas flores e transformam tudo em algo próprio.”

SÊNECA, *Cartas a Lucílio*.

MONTEIRO JÚNIOR, Daniel Halos dos Santos. **Prospecção da Apicultura no Extremo Sul da Bahia**. Orientadora: Luanna Chácara Pires. 2025. *Dissertação* (Mestrado em Ciências e Sustentabilidade) – Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, 2025.

RESUMO

A apicultura tem se destacado como uma atividade sustentável, especialmente em regiões com elevada biodiversidade, como o Extremo Sul da Bahia. Este estudo teve como objetivo analisar a apicultura na região de Teixeira de Freitas – BA, com ênfase na viabilidade econômica e na caracterização polínica, físico-química e microbiológica do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), visando compreender sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da atividade apícola local. Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e melissopalínológicas, bem como a caracterização botânica da flora apícola regional, permitindo identificar a origem floral e geográfica do mel. A metodologia envolveu a coleta de amostras de mel entre os anos de 2023 e 2025, contemplando diferentes floradas. As espécies vegetais foram coletadas, herborizadas, montadas em exsiccatas e identificadas por meio de chaves dicotômicas e comparação com material do herbário do Programa *Arboretum* e do herbário da (UFSB), aonde foram armazenadas compondo o inventário de plantas melíferas da região. As análises físico-químicas seguiram protocolos padronizados do Instituto Adolfo Lutz, da Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA e do Codex Alimentarius. As análises revelaram teores de umidade entre 19,8% e 19,9%, acidez livre variando de 44,5 a 54,5 mEq/kg, acidez lactônica entre 22,0 e 28,5 mEq/kg e concentrações de hidroximetilfurfural (48,35–77,69 mg/kg), indicando méis adequadamente maturados e com características compatíveis com os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira e pelo Codex Alimentarius. Os dados foram analisados por estatística descritiva, agrupamento hierárquico e teste t de Welch, utilizando o software R. A viabilidade econômica da atividade foi avaliada por meio da estimativa dos indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Retorno sobre o Investimento (ROI) e período de retorno do investimento (payback), considerando os custos de implantação do apiário, custos operacionais e a produção anual estimada de mel. O estudo constatou que a instalação de um apiário com 10 colmeias na Fazenda Parajú é economicamente viável, apresentando Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 5.199,74, Retorno sobre o Investimento (ROI) de 161,16% em cinco anos e payback estimado em 1 ano e 11 meses. As análises melissopalínológicas realizadas utilizando o método de acetólise padrão, indicaram méis monoflorais de *Tapirira guianensis* (76,10%) e de *Coffea canephora* (acima de 90%), ambos com elevado valor comercial. As análises microbiológicas conduzidas por meio de cultivo em placas Compact Dry®, não detectaram microrganismos patogênicos, confirmando a qualidade higiênico-sanitária do mel conforme normas da ANVISA e do MAPA. Esses resultados demonstram a qualidade e o potencial de mercado do mel produzido na região, reforçando a apicultura como alternativa sustentável para pequenos produtores.

Palavras-chaves: Melissopalínologia; Pasto Apícola; Qualidade do Mel; Viabilidade da apicultura.

MONTEIRO JÚNIOR, Daniel Halos dos Santos. **Beekeeping Prospects in the Extreme South of Bahia**. Advisor: Luanna Chácara Pires. 2025. *Dissertation* (Master's in Sciences and Sustainability) – Federal University of Southern Bahia, Teixeira de Freitas, 2025.

ABSTRACT

Beekeeping has emerged as a sustainable activity, particularly in regions with high biodiversity, such as southern Bahia, Brazil. This study aimed to analyze beekeeping in the Teixeira de Freitas region (BA), with emphasis on economic feasibility and the pollen, physicochemical, and microbiological characterization of honey produced by Africanized bees (*Apis mellifera scutellata*), in order to understand its contribution to the sustainable development of local apiculture. Physicochemical, microbiological, and melissopalynological analyses were conducted, along with the botanical characterization of the regional bee flora, enabling the identification of the floral and geographical origin of the honey. The methodology involved the collection of honey samples between 2023 and 2025, covering different flowering periods. Plant species were collected, pressed, and prepared as herbarium specimens, then identified using dichotomous keys and comparison with reference material from the Arboretum Program herbarium and the Federal University of Southern Bahia (UFSB) herbarium, where they were deposited as part of the regional inventory of melliferous plants. Physicochemical analyses followed standardized protocols from the Adolfo Lutz Institute, Normative Instruction No. 11/2000 (MAPA), and the Codex Alimentarius. The analyses revealed moisture content ranging from 19.8% to 19.9%, free acidity between 44.5 and 54.5 mEq/kg, lactonic acidity from 22.0 to 28.5 mEq/kg, and hydroxymethylfurfural levels between 48.35 and 77.69 mg/kg, indicating properly matured honey with characteristics consistent with quality standards established by Brazilian legislation and the Codex Alimentarius. Data were analyzed using descriptive statistics, hierarchical clustering, and Welch's t-test, with analyses performed in R software. The economic feasibility of the activity was assessed through estimation of Net Present Value (NPV), Return on Investment (ROI), and payback period, considering apiary installation costs, operational costs, and estimated annual honey production. The study found that establishing an apiary with 10 colonies at Fazenda Parajú is economically viable, presenting a Net Present Value (NPV) of R\$ 5,199.74, a Return on Investment (ROI) of 161.16% over five years, and an estimated payback period of 1 year and 11 months. Melissopalynological analyses, conducted using the standard acetolysis method, indicated monofloral honeys of *Tapirira guianensis* (76.10%) and *Coffea canephora* (above 90%), both with high commercial value. Microbiological analyses performed using Compact Dry® plate culture methods did not detect pathogenic microorganisms, confirming the hygienic-sanitary quality of the honey in accordance with ANVISA and MAPA standards. These results demonstrate the quality and market potential of honey produced in the region, reinforcing beekeeping as a sustainable alternative for small-scale producers.

Keywords: melissopalynology; bee forage; honey quality; beekeeping feasibility.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Localização geográfica do município de Teixeira de Freitas (BA).....	43
Figura 2 – Evolução anual e distribuição estatística da produção mundial de mel natural (2010-2023)	45
Figura 3 – Os 10 maiores produtores de mel em produção mundial em 2023 por país.....	46
Figura 4 – Histórico da produção acumulada (2010–2023) de mel natural no Brasil.....	47
Figura 5 – Produção acumulada de mel natural no Brasil por estado (2023).....	49
Figura 6 – Produção anual de mel em Teixeira de Freitas (BA), 2004–2023, com detecção de ponto de mudança (teste de Pettitt).....	51
Figura 7 – Evolução da produção de mel em Teixeira de Freitas (2004–2023), com ajuste LOESS e destaque para a queda pós-2017.....	54
Figura 8 – Série temporal de mapas de uso e ocupação do solo em Teixeira de Freitas (BA), 2011–2023.....	58

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Localização geográfica da Fazenda Parajú, no município de Teixeira de Freitas (Bahia, Brasil).....	66
Figura 2 – Delimitação do raio de forrageamento das abelhas (1,5 km) no entorno do Apiário Natura Mel na Fazenda Parajú, município de Teixeira de Freitas (BA).....	69
Figura 3 – Mapeamento apícola com a delimitação do raio de forrageamento do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).....	79

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Localização geográfica da Fazenda Parajú e contexto paisagístico do entorno do apiário no município de Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.....	89
Figura 2 – Etapas do levantamento botânico realizado no entorno do apiário: (A) coleta de espécies vegetais em estágio de floração durante as campanhas de campo; (B) prensagem e secagem das <i>exsicatas</i> para posterior identificação taxonômica e depósito em herbário.....	90
Figura 3 – Pontos de coleta das espécies botânicas com a delimitação do raio de forrageamento (1,5 km) no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).....	90
Figura 4 – Exsicatas de espécies com potencial apícola: (A) <i>Eucalyptus sp.</i> ; (B) <i>Corymbia citriodora</i> ; (C) <i>Tapirira guianensis</i>	99
Figura 5 – Composição percentual dos tipos polínicos identificados em amostras de mel (<i>Apis mellifera scutellata</i>) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), entre 2023 e 2025.....	107
Figura 6 – Classificação dos tipos polínicos identificados nas amostras de mel de <i>Apis mellifera</i> coletadas no apiário Natura Mel (Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas–BA), de acordo com Louveaux et al. (1978).	107

Figura 7 – Acidez livre (meq kg ⁻¹) em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> provenientes do apiário Natura Mel (Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas), em comparação ao limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA.....	110
Figura 8 – Perfil da acidez total e da acidez lactônica (meq/kg) em amostras de mel analisadas em relação às faixas esperadas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).....	112
Figura 9 – Variação da concentração de hidroximetilfurfural (HMF, mg/kg) em mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> em relação aos limites normativos do Codex Alimentarius e do Instituto Adolfo Lutz.....	113
Figura 10 – Teor de umidade (%) em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> em relação ao limite máximo estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).....	116
Figura 11 – Variação do teor de sólidos insolúveis (%) em mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> em relação ao limite máximo da Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies representativas de abelhas nativas produtoras de mel no Brasil (<i>Meliponini</i>), com distribuição e características ecológicas.....	19
Tabela 2 - Limites de qualidade físico-química e microbiológica do mel segundo a Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA, Brasil) e o Codex Alimentarius (CODEX STAN 12-1981).....	24

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Produção de mel por região do Brasil em 2023 e respectiva participação percentual na produção nacional.....	48
Tabela 2 – Estatísticas descritivas da produção anual de mel em Teixeira de Freitas (BA), nos períodos de 2010–2017 e 2018–2023.....	55
Tabela 3 – Resultado do teste <i>t</i> de <i>Welch</i> para comparação da produção média de mel em Teixeira de Freitas (BA), 2010–2017 vs. 2018–2023.....	56

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Recomendações de densidade de colmeias de <i>Apis mellifera</i> em diferentes formações vegetais, em função da disponibilidade relativa de recursos florais (% de pasto apícola).....	70
Tabela 2 – Investimento inicial em materiais e equipamentos para implantação e operação de 10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.....	71
Tabela 3 – Custos variáveis para implantação e operação de 10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.....	72
Tabela 4 – Custos fixos anuais para implantação e operação de 10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.....	72
Tabela 5 – Custos Operacionais para implantação e operação de 10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.....	73
Tabela 6 – Produção anual e indicadores de custo do mel no sistema apícola (10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil).....	73

Tabela 7 – Parâmetros econômicos para análise de viabilidade financeira do sistema apícola (10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil).....	75
Tabela 8 – Valor Presente Líquido (VPL) do sistema apícola (10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil), considerando taxa de desconto de 15% a.a.....	76
Tabela 9 – Cálculo do <i>Payback</i> para instalação de 10 colmeias no Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).....	77
Tabela 10 – <i>Payback</i> descontado do sistema apícola (10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil), considerando taxa de desconto de 15% a.a.....	77
Tabela 11 – Síntese dos indicadores de viabilidade econômica do sistema apícola (10 colmeias de <i>Apis mellifera scutellata</i> em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil).....	79
Tabela 12 - Distribuição das classes de uso da terra áreas com potencial apícola no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).....	80
Tabela 13 - Distribuição percentual das classes de uso da terra com potencial apícola em um raio de 1,5 km no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas.....	80
Tabela 14 - Estimativa da capacidade de suporte apícola com base nas classes de uso da terra no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.....	81

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Categorias de frequência relativa dos tipos polínicos em amostras de mel, conforme Louveaux et al. (1978).....	93
Tabela 2. Condições de inoculação e incubação das placas Compact Dry® utilizadas nas análises microbiológicas de amostras de mel.....	95
Tabela 3. Contagem e interpretação de colônias das placas Compact Dry® utilizadas nas análises microbiológicas de amostras de mel.	95
Tabela 4 - Relação entre leitura refratométrica (°Brix) e teor de umidade (%) em mel, segundo a Tabela de Chataway.....	96
Tabela 5 - Valores de referência para qualidade físico-química e autenticidade do mel segundo o Codex Alimentarius e o Instituto Adolfo Lutz.....	98
Tabela 6 - Composição florística do entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), com identificação taxonômica das espécies botânicas.....	99
Tabela 7 - Frequência relativa (%) dos tipos polínicos identificados em seis amostras de mel (<i>Apis mellifera scutellata</i>) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).....	102
Tabela 8 - Classificação melissopalínológica de amostras de mel (n = 6) de <i>Apis mellifera scutellata</i> provenientes do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.	103
Tabela 9 - Índices de diversidade polínica (Shannon-H' e Pielou-J'), riqueza de tipos polínicos e origem das amostras de mel (<i>Apis mellifera scutellata</i>) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).....	104
Tabela 10 - Espectro polínico das amostras de mel de <i>Apis mellifera</i> coletadas no apiário Natura Mel (Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas–BA), destacando espécies dominantes (PD), acessórias (PA) e isoladas (PIi/PIo).....	105
Tabela 11 - Limites microbiológicos (RDC nº 277/2005 (ANVISA) e a conclusão em amostras de mel (<i>Apis mellifera scutellata</i>) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), entre 2023 e 2025.....	109

Tabela 12 – Acidez livre (meq kg ⁻¹) em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> em relação ao limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).....	112
Tabela 13 – Acidez Lactônica e Acidez Total (meq kg ⁻¹) em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> em relação ao limite estabelecido.....	112
Tabela 14 – Concentração de hidroximetilfurfural (HMF) em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> e avaliação de conformidade com os limites estabelecidos pelo Codex Alimentarius e pelo Instituto Adolfo Lutz.....	114
Tabela 15 - Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) em amostras de mel em mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), e valores médios por ano.....	115
Tabela 16 - Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) e umidade estimada em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), e classificação conforme a Instrução Normativa nº 11/2000.....	116
Tabela 17 – Teor de sólidos insolúveis (%) em amostras de mel de <i>Apis mellifera scutellata</i> do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), e avaliação de conformidade segundo o Codex Alimentarius e o Instituto Adolfo Lutz.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.B.E.L.H.A - Associação Brasileira de Estudo das Abelhas
ACP – Análise de Componentes Principais
ANOVA – Análise de Variância
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AMA - Abelha Melífera Africanizada
Brix – Unidade de medida de sólidos solúveis totais
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Codex Alimentarius – Comissão do Codex Alimentarius
CV – Coeficiente de Variação
EC – *Escherichia coli*
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETB – Enterobactérias
FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FAOSTAT – Banco de Dados Estatísticos da FAO
HMF – Hidroximetilfurfural
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IN – Instrução Normativa
J' – Índice de Equitabilidade de Pielou
KG – Quilograma
LOESS – *Locally Estimated Scatterplot Smoothing*
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NPV – *Net Present Value* (Valor Presente Líquido)
PMMA – Plano Municipal da Mata Atlântica
PPGCS – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Sustentabilidade
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada
ROI – Retorno sobre o Investimento
SNK – Teste de *Student–Newman–Keuls*
SSP – Solução Salina Peptonada
SciELO - *Scientific Electronic Library Online*
TC – Microrganismos Aeróbios Totais
UFC/g – Unidades Formadoras de Colônias por grama
UFSB – Universidade Federal do Sul da Bahia
VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivos Específicos	18
3. REVISÃO DA LITERATURA	19
4. CAPÍTULO 1: Entre a Expansão Global e o Declínio Local: Sustentabilidade da Produção de Mel frente às Transformações no Uso do Solo em Teixeira De Freitas, Bahia (2010-2023)	38
5. CAPÍTULO 2: Viabilidade Econômica e potencial ambiental da apicultura em pequena escala no Extremo Sul da Bahia.....	63
6. CAPÍTULO 3: Influência da Paisagem na Origem Botânica e Qualidade do Mel na Mata Atlântica.....	86
ANEXOS.....	125

1. INTRODUÇÃO GERAL

Estima-se que aproximadamente 75 % das culturas agrícolas de interesse alimentar dependem, em algum grau, da polinização animal, sendo as abelhas responsáveis por parcela significativa desse serviço ecossistêmico (KLEIN et al., 2007). Entre os diversos grupos de abelhas existentes, destaca-se a espécie *Apis mellifera*, amplamente manejada em diferentes regiões do mundo para a produção de mel, própolis, cera e outros produtos apícolas. Essa espécie caracteriza-se por apresentar organização social complexa, colônias populosas e elevada capacidade de coleta de néctar e pólen, características que favoreceram sua domesticação e utilização na apicultura moderna (BOMFIM; OLIVEIRA; FREITAS, 2017).

A introdução da abelha africana (*Apis mellifera scutellata*) no Brasil, em 1956, pelo pesquisador Warwick Estevam Kerr, representou um marco na apicultura nacional. A tentativa de cruzamento com as subespécies europeias resultou, em 1957, no escape de 26 enxames que se dispersaram e, ao hibridizarem-se com colônias locais, deram origem à Abelha Melífera Africanizada (AMA). Esse grupo híbrido transformou a dinâmica produtiva ao aumentar a produção de mel, ampliar a resistência a doenças e aprimorar a eficiência na polinização de diversas culturas agrícolas (DE JONG, 1996; KERR, 1967; COLLET et al., 2006). Neste contexto, as abelhas africanizadas (*A. mellifera scutellata*) possuem grande importância ecológica e econômica, pois contribuem para a polinização de diversas culturas agrícolas, para a manutenção de serviços ecossistêmicos e para a geração de renda por meio da produção de mel e outros produtos apícolas (NOGUEIRA-COUTO, 1998; EMBRAPA, 2016).

Reconhecida como uma atividade de base sustentável, a criação racional de abelhas do gênero *Apis* movimenta anualmente mais de R\$ 1,01 bilhão no Brasil. Em 2024, o setor alcançou um recorde histórico de produção, totalizando 67,3 mil toneladas, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026). No cenário global, o país ocupa a oitava posição entre os maiores produtores de mel, ficando atrás de China, Turquia, Etiópia, Irã, Argentina, Índia e Rússia (FAO, 2023).

Em 2023, o Rio Grande do Sul destacou-se como líder nacional, com produção de 9.111.304 kg/ano; entretanto, em 2024 o Paraná assumiu a liderança, alcançando 9.822.960 kg, o equivalente a 14,59% da produção nacional, (IBGE, 2026).

Segundo a série histórica da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), que consolida os dados referentes ao ano de 2024, a Bahia manteve a sétima posição no *ranking* nacional de produção de mel, com 4.550.258 kg produzidos, o que representa redução de 4,70% em relação a 2023, quando a

produção foi de 4.774.681 kg/ano. Esse volume corresponde a 6,76% da produção nacional total, estimada em 67.313.986 kg, a qual apresentou taxa de crescimento de 4,87% em comparação a 2023 (64.188.949 kg/ano).

O Brasil apresenta condições edafoclimáticas favoráveis e elevada diversidade de fauna e flora, o que amplia o potencial de exploração de atividades baseadas no uso sustentável dos recursos naturais, como a apicultura, que vem crescendo gradualmente entre pequenos produtores do país durante os últimos anos (VIDAL, 2021). Não obstante, estudos recentes demonstram que a riqueza de espécies vegetais e a abundância de polinizadores, especialmente abelhas, permanecem elevadas em diferentes biomas brasileiros, inclusive em áreas agrícolas e de transição entre ecossistemas, reforçando o potencial produtivo e sustentável da apicultura no país (BRANDÃO DOS SANTOS et al., 2025; CALAZANS et al., 2022). Como exemplo, uma revisão nacional sobre interações entre planta e polinizadores identificou 250 espécies de polinizadores associadas a 75 culturas agrícolas no Brasil, sendo as abelhas do grupo Apidae, como *Melipona*, *Xylocopa*, *Centris*, *Bombus* e *Apis melífera*, sendo estas os principais agentes de polinização dessas culturas (GIANNINI et al., 2015).

Embora apresente custos relativamente baixos em comparação a outras atividades do agronegócio, a apicultura demanda investimentos estratégicos em capacitação técnica dos produtores e na aquisição de equipamentos para o beneficiamento dos produtos oriundos da colmeia. Para atender à crescente demanda do setor, a atividade pode ser desenvolvida tanto de forma individual quanto coletiva, sendo a organização de produtores em associações ou cooperativas uma alternativa eficaz para ampliar a escala produtiva, melhorar a qualidade dos produtos e fortalecer a inserção no mercado (EMBRAPA, 2016). Quando adequadamente manejada, a apicultura pode proporcionar ganhos significativos ao agricultor, tanto pela comercialização dos produtos da colmeia quanto pela melhoria do desempenho das culturas agrícolas, em função do serviço de polinização (EMBRAPA, 2016).

Para garantir a qualidade nutricional e a segurança do consumo humano, tornam-se imprescindíveis análises físico-químicas e microbiológicas, fundamentais para a caracterização, o controle e a certificação do mel, tanto no mercado interno quanto em processos de exportação (MARINHO, 2018; SOUZA, 2009). De forma complementar, levantamentos florísticos e análises melissopalínológicas são essenciais ao planejamento produtivo da apicultura, pois permitem identificar a origem botânica do mel, reconhecer espécies nativas de interesse apícola e indicar habitats prioritários para a conservação da fauna polinizadora (KLEINERT, 2009).

No Extremo Sul da Bahia, a apicultura pode exercer papel estratégico no desenvolvimento

rural ao integrar geração de renda e uso racional dos recursos naturais.

Diante desse contexto, esta dissertação tem como objetivo analisar a apicultura na região de Teixeira de Freitas (BA), com ênfase na viabilidade econômica e na caracterização polínica, físico-química e microbiológica do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*). O estudo utiliza como unidade de análise o apiário Natura Mel, localizado na Fazenda Parajú, integrando a avaliação econômica da atividade apícola com a análise da qualidade do mel e a investigação da paisagem apícola regional. Não obstante, são consideradas as transformações no uso e ocupação do solo, especialmente relacionadas à expansão da silvicultura e da urbanização, buscando compreender como essas mudanças podem influenciar a disponibilidade de recursos florais e a sustentabilidade da atividade apícola no Extremo Sul da Bahia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a apicultura na região de Teixeira de Freitas – BA, com ênfase na viabilidade econômica e na caracterização polínica, físico-química e microbiológica do mel produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), visando compreender sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da atividade apícola local.

2.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar a competitividade e a sustentabilidade da apicultura em Teixeira de Freitas (BA), avaliando de que forma as transformações territoriais, com destaque para a expansão da silvicultura e da urbanização, têm impactado a produção local de mel;
2. Analisar a cadeia produtiva do mel no município de Teixeira de Freitas (BA), avaliando a competitividade e a viabilidade econômica de uma unidade apícola, bem como a influência das transformações no uso e ocupação do solo sobre a sustentabilidade da apicultura regional;
3. Analisar de forma integrada a qualidade de méis produzidos em um apiário do Extremo Sul da Bahia, considerando parâmetros físico-químicos, microbiológicos e a composição polínica, com vistas à caracterização do produto e sua relação com a paisagem local.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Abelhas e biodiversidade

3.1.1 Diversidade de abelhas e papel ecológico

As abelhas desempenham um papel fundamental nos ecossistemas naturais e agrícolas, com destaque para duas categorias principais: as abelhas nativas (especialmente as sem ferrão) e a *Apis mellifera*, espécie exótica amplamente manejada na apicultura. O Brasil possui uma das maiores diversidades de abelhas do mundo, com cerca de 1.800 espécies já catalogadas de um total estimado em 2.500 (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). Essa diversidade reflete a ampla variedade de interações ecológicas entre abelhas e plantas, fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para a produção agrícola. A diversidade biológica e comportamental das abelhas, incluindo espécies solitárias e sociais, contribui de forma significativa para os processos de polinização e para a manutenção das interações ecológicas entre plantas e polinizadores (MICHENER, 2007). Esses polinizadores são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para a produção agrícola e desempenham um papel central tanto na manutenção dos ecossistemas naturais quanto na agricultura. Abelhas nativas, como as sem ferrão (*Meliponini*), e a espécie exótica *A. mellifera* contribuem significativamente para a polinização de plantas e cultivos agrícolas (CANHOS et al., 2017).

Estima-se que mais de 75% das culturas agrícolas destinadas à alimentação humana dependam, em algum grau, da ação de polinizadores (CANHOS et al., 2017). No Brasil, a diversidade de abelhas nativas é expressiva, com predominância dos meliponíneos (abelhas sem ferrão), grupo característico das regiões tropicais. Essas espécies distinguem-se por sua organização social complexa, formação de colônias permanentes e produção de mel com elevado valor nutricional e reconhecido potencial medicinal (JAFFÉ et al., 2015; ECOA, 2023). Além de sua relevância ecológica, os meliponíneos possuem importância sociocultural significativa, especialmente em comunidades tradicionais que mantêm práticas de manejo associadas à meliponicultura.

Além de produzirem mel de excelente qualidade, as abelhas nativas brasileiras sem ferrão, também possuem elevada eficiência polinizadora. Apesar de terem voo mais curto e menor agressividade, apresentam colônias perenes e estrutura social bem desenvolvida. Estudos mostram que essas espécies promovem melhorias significativas na qualidade e produtividade de culturas como tomate, pimentão, morango, pimenta malagueta e melancia (BOMFIM; OLIVEIRA; FREITAS, 2017). Entre as principais espécies de abelhas nativas brasileiras

produtoras de mel destacam-se aquelas apresentadas na Tabela 1, que sintetiza sua distribuição geográfica e características ecológicas mais relevantes. Dentro desta diversidade de abelhas presentes no país, destacam-se as abelhas nativas sem ferrão (*Meliponini*), que exercem papel central na polinização de ecossistemas naturais e agrícolas e produzem méis de características sensoriais próprias e elevado valor cultural. Entretanto, em razão do menor volume de produção individual por colônia e do crescimento populacional mais lento, essas espécies apresentam limitações para exploração em larga escala quando comparadas à *Apis mellifera* (VENTURIERI, 2008; MENEZES et al., 2018).

Tabela 1. Espécies representativas de abelhas nativas produtoras de mel no Brasil (*Meliponini*), com distribuição e características ecológicas.

Nome popular	Nome científico	Distribuição / Bioma	Principais características
Jataí	<i>Tetragonisca angustula</i>	Áreas urbanas e rurais/ Mata Atlântica	Alta adaptabilidade, manejo facilitado e abelha dócil.
Uruçu	<i>Melipona scutellaris</i>	Nordeste /Mata Atlântica	Mel de elevado valor sensorial amplamente criada
Tiúba	<i>Melipona compressipes</i>	Norte e Nordeste	Boa produtividade e rusticidade
Jandaíra	<i>Melipona subnitida</i>	Semiárido nordestino/ Caatinga	Alta tolerância à seca, símbolo cultural regional
Mandaçaia	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Mata Atlântica e Cerrado	Eficiência na polinização de frutíferas

Fonte: Adaptado de Jaffé et al. (2015). Elaboração: Autores (2025).

3.1.2 *Apis mellifera* e abelhas africanizadas no Brasil: histórico e implicações

As abelhas são veneradas por diversas civilizações como símbolos de prosperidade, trabalho e resiliência, e antecedem a própria presença humana na Terra. Evidências fósseis e genômicas indicam que esses insetos se originaram há aproximadamente 120 milhões de anos, provavelmente após o surgimento das primeiras plantas com flores (angiospermas) no início do período Cretáceo (TOMAZINI, 2019). Algumas hipóteses sugerem regiões que hoje correspondem a porções da África e da América do Sul como possível centro de origem das abelhas antes da separação desses continentes, com posterior dispersão e diversificação das principais linhagens em diferentes regiões do planeta (ALMEIDA et al., 2023).

Ao longo da evolução, as plantas desenvolveram mecanismos para atrair polinizadores e assegurar o sucesso reprodutivo, como pétalas vistosas e oferta de néctar e pólen em quantidade e qualidade adequadas (BOMFIM, 2017). Essa interação mutualística contribuiu para a

diversificação morfológica e comportamental das abelhas e para a estruturação das comunidades vegetais em escala global. Segundo Silva et al. (2020), as abelhas apresentam adaptações específicas aos recursos florais, resultantes da seleção natural, atuando como agentes fundamentais no transporte de pólen e na reprodução das plantas.

Evidências evolutivas também sugerem que as abelhas derivam de ancestrais dentro do grupo das vespas da superfamília Apoidea, que ao longo do tempo passaram a explorar pólen e néctar como principais recursos alimentares, originando um grupo altamente especializado na polinização de plantas com flores (MICHENER, 2007). Nesse contexto, estudos demonstram que a origem e diversificação das abelhas ocorreram em estreita associação com as angiospermas, evidenciando uma relação evolutiva direta entre esses organismos (ALMEIDA et al., 2023).

No Brasil, a apicultura iniciou-se no século XIX com a introdução de subespécies europeias de *Apis mellifera* por imigrantes, consolidando-se gradativamente como atividade produtiva. A introdução da subespécie africana *Apis mellifera scutellata* ocorreu apenas em 1956, com o objetivo de aumentar o desempenho produtivo da apicultura nacional. Parte dessas abelhas escapou para o ambiente natural e cruzou-se com subespécies europeias já presentes no país, como a italiana (*Apis mellifera ligustica*), a alemã (*Apis mellifera mellifera*) e a cárnica (*Apis mellifera carnica*), dando origem às chamadas abelhas africanizadas (GUZMÁN-NOVOA et al., 2011). Esse polihíbrido passou a apresentar predominância de características africanas, como rápido crescimento populacional, maior frequência de enxameação e elevada capacidade adaptativa, fatores que explicam sua ampla dispersão pelo território brasileiro (CALFEE et al., 2020).

A espécie *Apis mellifera*, conhecida como abelha-do-mel, destaca-se por ser a mais amplamente manejada no mundo e no Brasil. Originária da Europa, África e partes da Ásia, caracteriza-se pela organização social complexa, colônias que podem abrigar dezenas de milhares de indivíduos, alcance de voo de até 3 km, elevada eficiência na coleta de néctar e pólen e facilidade de manejo em colmeias racionais (BOMFIM; OLIVEIRA; FREITAS, 2017). Essa espécie é responsável pela maior parte da produção de mel destinada ao consumo nacional, embora represente apenas uma entre aproximadamente 20 mil espécies de abelhas descritas globalmente (TOMAZINI, 2019).

Estudos genéticos sobre a estrutura populacional das abelhas africanizadas no Brasil e no Uruguai, baseados na análise da região COI–COII do DNA mitocondrial, revelam a predominância dos haplótipos africanos A4 (68%) e A1 (26%), refletindo a forte influência da introdução de *A. m. scutellata* em 1956 (COLLET et al., 2006). A frequência do haplótipo A4

é maior nas regiões Sul e Centro do Brasil, enquanto o A1 aumenta em direção ao Norte e Nordeste, incluindo áreas como a Bahia, sugerindo adaptações regionais e possível vantagem seletiva em climas mais quentes. Embora haja contribuição nuclear de genes europeus, o DNA mitocondrial permanece majoritariamente africano, resultado da elevada taxa de crescimento das colônias africanizadas, da usurpação de ninhos e da alta capacidade de colonização em ambientes neotropicais (COLLET et al., 2006).

Além da produção de mel e outros produtos apícolas, *Apis mellifera* desempenha papel essencial na polinização agrícola, beneficiando culturas como maçã, melão, melancia, café, laranja, goiaba e girassol, com expressivos ganhos econômicos e ecológicos (CANHOS et al., 2017). Avaliações recentes têm reforçado a magnitude econômica global desses serviços ecossistêmicos e seu impacto direto na segurança alimentar (PORTO et al., 2025; KRUMBE; MELDER; FEUERBACHER, 2025; DEVKOTA et al., 2024). No contexto brasileiro, estimativas recentes indicam que a polinização animal responde por parcela significativa do valor da produção agrícola nacional (IBGE, 2025; MAPA, 2022).

Em condições favoráveis de manejo e disponibilidade floral, a produção anual pode atingir entre 30 e 50 kg de mel por colmeia (FLOR; ALVES, 2016), enquanto análises recentes do mercado internacional evidenciam transformações recentes na estrutura produtiva e comercial da apicultura, com implicações para competitividade e sustentabilidade do setor (SEMKIW; OCHAL, 2025). Esse rendimento permanece superior ao observado em espécies nativas sem ferrão, cuja produção média por colônia é geralmente inferior a 2 kg anuais (VENTURIERI, 2008; MENEZES et al., 2018).

Outro fator que favorece a ampla adoção da *Apis mellifera* na apicultura brasileira é a disponibilidade de tecnologias, equipamentos e programas de capacitação direcionados à espécie, além da atuação de instituições de pesquisa e extensão rural, que contribuem para a padronização de manejos e para a difusão de práticas modernas de produção (ALVES et al., 2016; EMBRAPA, 2022). Relatórios recentes também indicam fortalecimento de políticas públicas voltadas aos serviços de polinização e ao desenvolvimento da cadeia apícola (MAPA, 2022).

Dessa forma, a criação de abelhas africanizadas configura-se como um modelo produtivo viável para a obtenção de mel em larga escala no Brasil, reunindo elevada produtividade, rusticidade e ampla base técnica disponível, especialmente quando comparada à meliponicultura, cuja escala produtiva é naturalmente limitada pelas características biológicas das espécies envolvidas (FLOR; ALVES, 2016).

3.1.3 *Uso do solo, paisagem e recursos florais*

Segundo Pereira (2023), pasto apícola é o nome dado ao conjunto de flores que as abelhas podem visitar, e as melhores e mais abundantes floradas normalmente ocorrem na primavera e no verão. A apicultura depende diretamente da disponibilidade de recursos florais, sendo a diversidade vegetal um fator crítico para a produção de mel e a saúde das colônias de abelhas (SILVA, 2020). Dentro deste contexto, cada planta pode oferecer um ou mais recursos, como o néctar ou o pólen. A campo é possível reconhecer qual recurso uma planta oferece por meio do comportamento das abelhas que a visitam: se ficam paradas na flor estão sugando néctar; se há muita movimentação em uma flor e formação de uma bolota na corbícula, é sinal de que estão coletando pólen, (GAZZONI, 2022). Contudo, esse padrão não é absoluto, pois algumas espécies realizam polinização por vibração (*buzz pollination*), na qual o pólen é liberado por vibrações, sem movimentos bruscos aparentes (MICHENER, 2007).

Conforme a flor de que o néctar foi obtido pelas abelhas, bem como de sua localização geográfica, o mel resultante terá características diferentes, principalmente quanto à cor, sabor e perfume. Por isso, a caracterização regional e o estabelecimento de padrões são de grande importância, considerando a diversidade botânica e a variação climática de cada região (ALVES, 2008). Desta maneira, de acordo com sua origem, o mel pode ser classificado em monofloral, quando é produzido a partir do néctar de uma única espécie vegetal, ou multifloral, quando resulta da combinação de néctares de diversas espécies de flores (BRASIL, 2000).

Nesse contexto, a composição do mel é predominantemente influenciada pela composição do néctar da planta produtora e pela espécie de abelha envolvida na produção. Estes fatores conferem características específicas ao mel, enquanto as condições edafoclimáticas e o manejo adotado pelo apicultor exercem menor impacto sobre sua composição (BRASIL, 2000). Segundo a Embrapa (2017), a quantidade e a qualidade dos recursos florais dependem das espécies vegetais naturais ou cultivadas presentes no local, das condições climáticas e da fertilidade do solo.

Além disso, os produtores devem ser estimulados a promover a conservação e o incremento do pasto apícola, fundamental para o sucesso da atividade. Um apiário estará em posição ótima com relação às flores quando as abelhas não precisarem se afastar mais de 1.500 metros da colmeia, fato que ocorre quando o néctar se torna escasso nas flores e as abelhas precisam buscar fontes alternativas, aumentando seu raio de forrageamento (PEREIRA, 2023).

Diversos estudos têm ampliado o conhecimento sobre a flora apícola no Brasil. Em uma área de savana no estado de Roraima, Silva et al. (2021) documentaram 48 espécies vegetais distribuídas em 26 famílias visitadas por *Apis mellifera* para coleta de néctar e pólen, com

famílias como à Fabaceae e Malvaceae entre as mais frequentes observadas nas coletas diretas de flores próximas às colmeias. Estudos também destacam espécies exóticas como *Acacia mangium* Willd., avaliada por Maduro et al. (2020) como altamente promissora para a produção de mel, devido à sua contínua oferta de néctar. No entanto, seu uso deve ser analisado com cautela, uma vez que essa espécie possui potencial invasor e pode provocar alterações na dinâmica ecológica de ecossistemas naturais, competindo com espécies nativas e modificando a composição da vegetação local. No Nordeste brasileiro, Santos et al. (2018) destacaram 15 espécies vegetais prioritárias para a produção de mel na região, reconhecidas pela elevada oferta de recursos florais e pela frequência com que são registradas em amostras de mel. Esses resultados evidenciam a relevância do levantamento florístico regional para compreender a disponibilidade de recursos tróficos, subsidiando estratégias de manejo que assegurem a produtividade apícola e a conservação dos ecossistemas (TONELLI et al., 2022). Além de fornecer néctar e pólen como insumos básicos para a atividade apícola, o pasto apícola exerce papel estratégico no fornecimento de serviços ecossistêmicos fundamentais, como a polinização de culturas agrícolas e a manutenção da biodiversidade em ecossistemas naturais e antropizados (MORAES et al., 2020; MELIN, 2018).

Assim, conhecer, conservar e manejar adequadamente as espécies de interesse melífero não apenas potencializa a produção de mel de alta qualidade e valor agregado, mas também fortalece a resiliência ambiental e a sustentabilidade da agricultura. Esse duplo papel, produtivo e ecológico, coloca o pasto apícola como um eixo central de integração entre apicultura, conservação da biodiversidade e segurança alimentar (MORAES et al., 2020; MELIN, 2018).

3.2 Qualidade do mel

3.2.1 Parâmetros físico-químicos e legislação

O mel tem sido utilizado pela humanidade desde a Antiguidade, tanto como alimento quanto como medicamento e elemento cultural. Registros egípcios datados de aproximadamente 1500 a.C. já evidenciavam seu uso em prescrições terapêuticas, além de relatos do emprego do produto em rituais religiosos e na conservação de corpos de reis e gerais em civilizações como a egípcia, babilônica e grega (BORSATO, 2008). Além de seu valor histórico e cultural, o mel é amplamente reconhecido pelo sabor característico e pelo elevado valor nutritivo (ROSSI, 2000).

No Brasil, a Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 define o mel como produto alimentício produzido pelas abelhas, 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 da colmeia (BRASIL, 2000).

A produção e comercialização de mel no Brasil são regulamentadas principalmente pela Portaria nº 146/1996 e pela Instrução Normativa nº 11/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelecem padrões de identidade e qualidade (BRASIL, 1996; BRASIL, 2000). Complementarmente, resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determinam limites de contaminantes e requisitos de rotulagem. Para atender mercados internacionais, é necessário também observar os parâmetros definidos pelo Codex *Alimentarius* (CODEX ALIMENTARIUS, 1981). O cumprimento dessas normas é essencial para assegurar a qualidade, a segurança alimentar e a competitividade do produto, tanto no mercado interno quanto no externo.

No Brasil, a qualidade e a identidade do mel são regulamentadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da Portaria nº 146, de 07 de março de 1996, e da Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, que estabelecem parâmetros físico-químicos e microbiológicos obrigatórios (Tabela 2). Entre os principais requisitos estão: umidade máxima de 20% (23% para mel de urze), acidez livre de até 50 meq/kg, teor de açúcares redutores (glicose + frutose) mínimo de 65 g/100 g para méis florais e 60 g/100 g para melatos, sacarose aparente máxima de 6 g/100 g (10 g/100 g para espécies florais específicas), cinzas de no máximo 0,6% (com exceções), e teor de hidroximetilfurfural (HMF) de até 60 mg/kg (80 mg/kg para mel fresco de regiões tropicais).

Tabela 2. Limites de qualidade físico-química e microbiológica do mel segundo a Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA, Brasil) e o Codex Alimentarius (CODEX STAN 12-1981).

Parâmetro	MAPA - (Brasil – IN 11/2000)	Codex Alimentarius (CODEX STAN 12-1981)
Umidade (%)	Máx. 20% (até 23% para mel de urze/ <i>Calluna</i>)	Máx. 20% (até 23% para mel de urze)
Hidroximetilfurfural (HMF) (mg kg ⁻¹)	Máx. 60 mg kg ⁻¹	Máx. 40 mg kg ⁻¹ (até 80 mg kg ⁻¹ para regiões tropicais)
Acidez livre (meq kg ⁻¹)	Máx. 50 meq kg ⁻¹	Máx. 50 meq kg ⁻¹
Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)	Máx. 0,8 mS cm ⁻¹	Máx. 0,8 mS cm ⁻¹
Açúcares redutores (g 100 g ⁻¹)	Mín. 65 g 100 g ⁻¹ (mel floral); 60 g 100 g ⁻¹ (melato)	Mín. 65 g 100 g ⁻¹ (mel floral); 60 g 100 g ⁻¹ (melato)

Sacarose aparente (g 100 g ⁻¹)	Máx. 6 g 100 g ⁻¹ (até 10 g 100 g ⁻¹ para méis específicos- ex.: alfazema, trevo)	Máx. 5 g 100 g ⁻¹ (10 g 100 g ⁻¹ para méis específicos)
Cinzas (%)	Máx. 0,6%*	Máx. 0,6%*
Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	Máx. 100 UFC g ⁻¹	Não especificado**
Resíduos de pesticidas / medicamentos	Ausência conforme legislação nacional (ANVISA e MAPA)	Conforme limites do Codex e dos países importadores
Pureza	Proibida a adição de açúcares, xaropes ou substâncias estranhas	Proibida a adição de açúcares, xaropes ou substâncias estranhas

Nota: *Exceto melato e alguns méis específicos (como de flores de mague), que podem apresentar valores superiores. **Deve ser "ausente em quantidades que comprometam a qualidade".

Fonte: Portaria nº 146/1996 – MAPA; CODEX STAN 12-1981. Elaboração: Autores (2025).

Tais padrões estão alinhados, em grande parte, aos estabelecidos pelo Codex *Alimentarius* – Norma para o Mel (CODEX STAN 12-1981), referência internacional que também determina a ausência de adulteração por adição de açúcares ou substâncias estranhas e o cumprimento de limites para resíduos de pesticidas e medicamentos. Esses parâmetros são essenciais para assegurar a qualidade, a segurança alimentar e a competitividade do mel brasileiro, inclusive no mercado externo, sendo fundamentais para o fortalecimento da apicultura na Bahia e em outras regiões produtoras (BRASIL, 1996; BRASIL, 2000; CODEX ALIMENTARIUS, 1981). A comparação entre os padrões do MAPA e do Codex *Alimentarius* evidencia a convergência dos parâmetros de qualidade do mel e ressalta a importância da conformidade regulatória para a competitividade no comércio internacional.

3.2.2 Microbiologia e segurança

O mel apresenta características microbiológicas naturalmente favoráveis à sua conservação, como baixa atividade de água, pH ácido e presença de compostos antimicrobianos (OLIVEIRA; SANTOS, 2025). No entanto, práticas inadequadas de manejo, extração e armazenamento podem comprometer sua segurança (BRASIL, 2000). A diversidade botânica e ambiental do Brasil resulta em ampla variação nas características físico-químicas e microbiológicas do mel, reforçando a importância do controle sanitário e da adoção de boas práticas apícolas (SODRÉ et al., 2011).

Embora apresente elevada estabilidade microbiológica, o mel não é um produto estéril, podendo conter microrganismos oriundos do néctar, do pólen, das próprias abelhas e do ambiente de coleta, conforme demonstrado em estudos recentes sobre a qualidade

microbiológica de méis comercializados no Brasil (MARINHO et al., 2018; PEREIRA et al., 2024). Entre os principais grupos microbianos associados ao mel destacam-se as leveduras osmofílicas, os bolores e as bactérias formadoras de esporos, cuja ocorrência está fortemente relacionada ao teor de umidade do produto e às condições de armazenamento, especialmente em sistemas de produção com falhas no controle pós-colheita (SCHLABITZ et al., 2010; MARINHO et al., 2018).

Nesse contexto, a segurança microbiológica do mel depende diretamente da integração entre monitoramento analítico e cumprimento das diretrizes técnicas e legais vigentes. Estudos recentes ressaltam que a caracterização físico-química associada à avaliação microbiológica é fundamental para identificar riscos potenciais à qualidade do mel e subsidiar ações corretivas ao longo da cadeia produtiva (KADRI; ORSI, 2011; PEREIRA et al., 2024). Paralelamente, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel estabelece parâmetros essenciais para a padronização e a comercialização segura do produto (BRASIL, 2000), sendo complementado por normas sanitárias e orientações técnicas que reforçam a adoção de boas práticas apícolas, como higienização dos equipamentos, controle da umidade e armazenamento adequado, como estratégias eficazes para a prevenção de contaminações microbiológicas (ANVISA, 2005; SEBRAE, 2009).

3.2.3 Origem botânica e melissopalínologia

O mel brasileiro apresenta ampla diversidade, decorrente da grande variedade de plantas melíferas, das condições geográficas e das espécies de abelhas envolvidas na produção (TONELLI et al., 2022; GAZZONI, 2022). Entre os diferentes tipos encontrados no país, ao menos 12 se destacam por suas peculiaridades, sendo alguns raros e pouco disponíveis no mercado convencional (SODRÉ et al., 2011). Essa variabilidade se reflete em diferenças físico-químicas e sensoriais, como coloração, viscosidade, aroma, acidez, teor de umidade e cristalização, conferindo ao produto perfis únicos em diferentes regiões e evidenciando o elevado potencial melífero do Brasil, resultado de sua flora heterogênea e condições climáticas favoráveis (OLIVEIRA; SANTOS, 2025).

Essa diversidade de origens florais constitui a base para a classificação botânica do mel, um dos principais enfoques da melissopalínologia, área que utiliza a análise do espectro polínico como ferramenta para determinar a origem vegetal e a autenticidade do produto (LOUVEAUX; MAURIZIO; VORWOHL, 1978; BARTH, 2004). Nessa perspectiva, os méis monoflorais caracterizam-se pela predominância de pólen de uma única espécie vegetal, enquanto os méis biflorais apresentam proporções semelhantes de duas espécies dominantes,

conferindo-lhes características intermediárias. Já os méis pluriflorais resultam da coleta de néctar de múltiplas espécies vegetais, refletindo a heterogeneidade da flora visitada pelas abelhas (BARTH, 2004; SILVA et al., 2020).

Além desses, destaca-se o melato, produto obtido a partir de excreções açucaradas de insetos fitófagos que se alimentam da seiva vegetal, apresentando composição diferenciada quanto ao perfil de açúcares, minerais e compostos nitrogenados. Em contraste, o chamado “mel de cana” corresponde, na realidade, a um xarope resultante da evaporação do caldo de cana-de-açúcar, não sendo considerado um produto apícola genuíno, conforme os critérios técnicos e normativos internacionais para definição do mel (CODEX ALIMENTARIUS, 1981).

A diversidade botânica e as particularidades regionais do mel produzido no Brasil evidenciam não apenas o seu alto potencial melífero, mas também a sua relevância para o fortalecimento da apicultura nacional, para a valorização econômica do setor e para a preservação do patrimônio cultural associado às práticas apícolas (CÂMARA, 2021; SANTOS, 2022).

3.3 Aspectos econômicos da apicultura

A apicultura brasileira apresenta crescimento expressivo nas últimas décadas, impulsionada tanto pela ampliação do número de colmeias quanto pela inserção do país no mercado internacional de mel (VIDAL, 2021; TREVISOL, 2022). Dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) indicam que o Brasil se mantém entre os principais produtores da América Latina, com produção distribuída principalmente nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste (IBGE, 2023). Paralelamente, estudos institucionais ressaltam que a atividade possui elevada relevância socioeconômica, sobretudo para agricultores familiares, por exigir investimento inicial relativamente baixo e possibilitar geração complementar de renda (VIDAL, 2021; KHAN et al., 2014).

No comércio exterior, o mel natural brasileiro (NCM/HS 0409.00) apresenta desempenho positivo, com saldo favorável na balança comercial. As estatísticas oficiais do sistema COMEX Stat demonstram que, em 2023, as exportações permaneceram concentradas nos Estados Unidos e em países da União Europeia, mercados que demandam volumes elevados e padrões rigorosos de qualidade (BRASIL, MDIC, 2023). Vidal (2021) destaca que esse perfil exportador decorre tanto da competitividade relativa do produto nacional quanto da baixa absorção do mercado interno, o que reforça a dependência do setor em relação às vendas externas.

Apesar do crescimento produtivo e do dinamismo das exportações, o consumo interno de mel no Brasil ainda é considerado reduzido quando comparado a países europeus e da América do Norte. Segundo Vidal (2021), o consumo per capita nacional permanece inferior a 0,1 kg/habitante/ano, enquanto em países como Alemanha e Suíça os valores superam 1 kg/habitante/ano. Avaliação semelhante é apresentada por Trevisol (2022), ao apontar que o mercado doméstico brasileiro possui amplo potencial de expansão, especialmente por meio de estratégias de valorização nutricional do mel, campanhas de estímulo ao consumo e inserção do produto em programas institucionais de alimentação.

Do ponto de vista da viabilidade econômica, análises em sistemas produtivos familiares indicam que a apicultura apresenta boa relação custo-benefício, sobretudo quando associada a manejo técnico adequado, diversificação de produtos (mel, própolis, cera e pólen) e acesso a canais organizados de comercialização (SABBAG; NICODEMO, 2011). Khan et al. (2014) acrescentam que, no Nordeste brasileiro, a atividade possui papel estratégico para o desenvolvimento rural, contribuindo para fixação do produtor no campo e fortalecimento de arranjos produtivos locais.

3.3.1 Produção regional e o caso de Teixeira de Freitas (BA)

A região do Extremo Sul da Bahia reúne atributos ambientais favoráveis à apicultura em razão da presença de remanescentes de Mata Atlântica, áreas de regeneração secundária e paisagens rurais heterogêneas associadas à agricultura e à silvicultura, elementos que sustentam elevada diversidade florística e prolongam a oferta de recursos nectaríferos e poliníferos ao longo do ano (EMBRAPA, 2023; GAZZONI, 2023). Avaliações sobre a cadeia produtiva do mel no Brasil indicam que esse tipo de paisagem multifuncional favorece a implantação de apiários em bases sustentáveis quando articulada ao planejamento territorial e à conservação ambiental (VIDAL, 2021; ONU, 2021).

Na escala municipal, os dados mais recentes da PPM/IBGE revelam que Teixeira de Freitas apresenta produção modesta quando comparada aos principais polos apícolas do estado da Bahia. Em 2023, o município produziu aproximadamente 11,7 toneladas de mel, ocupando a 141ª posição no ranking estadual, enquanto municípios como Campo Alegre de Lourdes e Jeremoabo superaram 400 toneladas no mesmo período (IBGE, 2023). Esses números indicam que, embora exista atividade apícola localmente, sua expressão econômica ainda é limitada no contexto estadual.

Apesar da intensificação histórica da pecuária e da expansão das áreas urbanizadas, o documento registra a persistência de fragmentos florestais distribuídos na matriz produtiva, os

quais funcionam como reservas florais importantes para a atividade apícola, sobretudo quando integrados a áreas de preservação permanente e corredores ecológicos (PMMA, 2023; EMBRAPA, 2023). Esse arranjo paisagístico, no qual coexistem áreas naturais e produtivas, é apontado por estudos nacionais como particularmente relevante para a sustentabilidade da apicultura, pois reduz períodos de escassez alimentar das colônias e amplia a resiliência frente às variações climáticas e sazonais (GAZZONI, 2023; VIDAL, 2021).

Teixeira de Freitas reúne condições ambientais que permitem a consolidação da apicultura como atividade complementar à produção rural, desde que associada a estratégias de manejo sustentável, restauração florestal e valorização dos serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas (PMMA, 2023).

3.3.2 Sustentabilidade econômica e serviços ecossistêmicos

Além da viabilidade ecológica, o valor comercial do mel no mercado brasileiro evidencia oportunidades econômicas relevantes para produtores do Extremo Sul da Bahia. No que se refere aos preços de comercialização, a inexistência de séries estatísticas oficiais contínuas e desagregadas por município ou canal de venda no Brasil impõe limitações analíticas relevantes. Em razão disso, valores praticados no atacado e no varejo frequentemente são estimados a partir de levantamentos exploratórios em plataformas privadas de monitoramento de mercados agroalimentares e comércio eletrônico, utilizados aqui como referência comparativa nacional.

Embora não exista uma série oficial de preços do mel detalhada por município no Extremo Sul da Bahia, esses levantamentos indicam que o mel comercializado no atacado no país situa-se, em média, entre R\$ 21,15 e R\$ 22,00 por quilograma, enquanto no varejo, já beneficiado e ofertado diretamente ao consumidor final, os preços apresentam elevada variabilidade espacial, podendo oscilar aproximadamente entre R\$ 60,00 e R\$ 157,00 por quilograma, conforme a região, o canal de venda, a certificação e o grau de processamento do produto (TRIDGE, 2025; SELINA WAMUCII, 2026).

Em estados das regiões Sul e Sudeste, observam-se ofertas ao consumidor final variando entre cerca de R\$ 27,00 e R\$ 90,00 por quilograma em feiras regionais, plataformas digitais e redes especializadas, refletindo diferenças de origem botânica, volume comercializado, selos de qualidade e estratégias de venda direta (MF RURAL, 2025).

Tais intervalos, embora derivados de fontes secundárias, permitem discutir cenários econômicos plausíveis quando combinados com análises institucionais sobre estrutura produtiva e organização da cadeia do mel, que apontam a importância dos canais curtos de comercialização, das cooperativas e da certificação sanitária para a elevação da renda dos

apicultores (EMBRAPA, 2022; MAPA, 2022; VIDAL, 2021). Esses parâmetros nacionais e regionais permitem inferir que, associada a boas práticas de manejo, certificação e organização produtiva, a apicultura no Extremo Sul da Bahia possui potencial para gerar renda significativa aos produtores locais, sobretudo em contextos de venda direta, circuitos curtos de comercialização e agregação de valor ao produto final.

Desta maneira, além da geração direta de renda, a apicultura contribui indiretamente para a economia agrícola por meio da polinização, serviço ecossistêmico fundamental para diversas culturas alimentares. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura ressalta que cerca de 75% das culturas agrícolas globais dependem, ao menos parcialmente, de polinizadores, incluindo as abelhas, o que reforça a importância econômica sistêmica da atividade (FAO, 2019). No contexto brasileiro, essa função amplia o valor estratégico da apicultura, especialmente em regiões com agricultura diversificada.

3.6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, E. A. B.; BOSSERT, S.; DANFORTH, B. N.; PORTO, D. S.; FREITAS, F. V.; DAVIS, C. C.; MURRAY, E. A.; BLAIMER, B. B.; SPASOJEVIC, T.; STRÖHER, P. R.; ORR, M. C.; PACKER, L.; BRADY, S. G.; KUHLMANN, M.; BRANSTETTER, M. G.; PIE, M. R. The evolutionary history of bees in time and space. **Current Biology**, v.33, p.3409–3422, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.07.005>.

ALVES, E. M. **Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná**. 2008. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PA. Disponível em: <https://livros01.livrosgratis.com.br/cp051856.pdf>. Acesso: 15 ago. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A. **Origem e diversidade das abelhas**. 2020. Disponível em: <https://abelha.org.br/origem-e-diversidade/>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A.S. **Abelhas e a polinização**. 2017. Disponível em: <https://abelha.org.br/abelhas-e-a-polinizacao/>. Acesso em: 19 mar. 2023.

BARTH, O. M. Melissopalínologia no Brasil: uma revisão das análises polínicas de méis, própolis e cargas corbiculares de abelhas. **Scientia Agrícola**, v.61, n.3, p.342–350, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000300018>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BOMFIM, I. G. A.; OLIVEIRA, M. O.; FREITAS, B.M. **Introdução à apicultura**. Fortaleza: UECE, 2017. 51p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320907834_Introducao_a_apicultura. Acesso em: 6 mar. 2025.

BORSATO, D. M. **Avaliação de méis com indicação monofloral, comercializados na região dos Campos Gerais – PR**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, do Mel e da Cera de Abelha. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 out. 2000.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). COMEX Stat: exportação e importação – mel natural (NCM 0409.00). Brasília, 2023. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>.

BRANDÃO DOS SANTOS, Luan Victor; BARROS, Roseli Farias Melo de; MONTEIRO, Daniel Pereira; NASCIMENTO, André Luiz Borba do. The traditional knowledge about the biodiversity of edible Brazilian fruits and their pollinators: an integrative review. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 21, n. 4, p. 1-20, 2025. Disponível em: <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-025-00769-1>. Acesso em: 17 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, p. 16 A, 23 out. 2000.

CALAZANS, C. C.; NUNES, V. V.; SOUZA, J. L.; SANTANA, N. A.; ALMEIDA, F. E.; SILVA-MANN, R. Marker-assisted selection and protein identification in Eucalyptus. **Research, Society and Development**, v.11, n.1, e29227, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/29227>. Acesso em: 17 set. 2025.

CALFEE, E.; AGRA, M. N.; PALACIO, M. A.; RAMÍREZ, S. R.; COOP, G. Selection and hybridization shaped the rapid spread of African honey bee ancestry in the Americas. **PLOS Genetics**, v.16, n.10, e1009038, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1009038>.

CÂMARA, C. P.; RIBEIRO, R. T. M.; GIRÃO, E. G.; LOIOLA, M. I. B. **Percepção etnobotânica associada à apicultura: espécies vegetais com potencial melífero para o Semiárido Potiguar, região de Caatinga, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil**. 2021. Disponível em: <https://bibliotecasemiaridos.ufv.br/bitstream/123456789/3117/1/Texto%20completo.pdf>. Acesso em: 04 out. 2025.

CANHOS, D.A.L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. (org.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Dora-Canhos/publication/319041094>. Acesso em: 15 jan. 2025.

CODEX ALIMENTARIUS. *Codex Standard for Honey* (CODEX STAN 12-1981). Rome: FAO; WHO, 1981. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y5136e/y5136e06.htm>. Acesso em: 15 ago. 2025.

COLLET, T.; FERREIRA, K.M.; ARIAS, M.C.; SOARES, A.E.E.; DEL LAMA, M.A. Genetic structure of Africanized honeybee populations (*Apis mellifera* L.) from Brazil and Uruguay viewed through mitochondrial DNA COI–COII patterns. **Heredity**, v.97, p.329-335, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800875>.

DE JONG, D. Africanized honey bees in Brazil, forty years of adaptation and success. **Bee World**, v.77, n.2, p.67–70, 1996. DOI: 10.1080/0005772X.1996.11099289.

ECOIA – Ecologia e Ação. **Abelhas nativas do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://ecoia.org.br/abelhas-nativas-do-brasil/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

EMBRAPA. **Abelhas africanizadas: vilãs ou mocinhas?** Brasília: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55822865/artigo---abelhas-africanizadas-vilas-ou-mocinhas>. Acesso em: 18 jun. 2025.

EMBRAPA MEIO NORTE. **Criação de abelhas: flora apícola**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-norte/flora-apicola>. Acesso em: 5 mar. 2024.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Biodiversidade e flora da Mata Atlântica**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mata-atlantica>.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Pollinators vital to our food supply**. Rome, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/pollination/en/>.

FLOR, M. Diferença entre Apicultura e Meliponicultura no Brasil. **Beeconomies**, 2025. Disponível em: <https://beeconomies.com/apicultura-vs-meliponicultura/>. Acesso em: 18 jun. 2025

GAZZONI, D. L. **Plantas que os polinizadores gostam** (lançamento e informações gerais). Embrapa Soja, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/78212632/publicacao-sobre-plantas-que-favorecem-polinizadores-sera-lancada-amanha-no-show-rural>. Acesso em: 18 jan. 2026.

GIANNINI, Tereza Cristina; BOFF, Samuel; CORDEIRO, Guaraci Duran; CARTOLANO JR., Etienne Américo; VEIGA, Allan K.; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia; SARAIVA, Antônio Mauro. **Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions**. *Apidologie*, v. 46, n. 2, p. 209–223, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z>.

GUZMÁN-NOVOA, E.; CORREA BENÍTEZ, A.; ESPINOSA MONTAÑO, L. G.; GUZMÁN NOVOA, G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. **Veterinaria México**, v.42, n.2, p.149–178, 2011. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-50922011000200005&script=sci_abstract. Acesso: 10 mar. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal – Produção da apicultura. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ranking municipal de produção de mel – Teixeira de Freitas (BA), 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/teixeira-de-freitas/pesquisa/18/16459?ano=2023>.

IBGE. *Polinização animal contribui em média com 16,14 % do valor da produção agrícola do país*. Agência de Notícias IBGE, 17 jul. 2025. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44006-polinizacao-animal-contribui-em-media-com-16-14-do-valor-da-producao-agricola-do-pais>. Acesso em: 18 jan. 2026.

LOJA DO MEL. *Tabela de preços de mel por embalagens e baldes*. 2025. Disponível em: <https://loja.mel.com.br/catalogo/>. Acesso em: 21 jan. 2026.

MARINHO, H. A.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. M.; MELO, F. S. P.; OLIVEIRA, P. P. R. Qualidade físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* produzidos no Nordeste brasileiro. *Ciência Rural*, v. 48, n. 5, e20170735, 2018.

MFRURAL. *Mel de abelha em oferta por diferentes estados brasileiros (preços por kg)*. 2026. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/busca/mel-abelhas-puro/>. Acesso em: 20 jan. 2026.

MADURO, C.M.; SILVA, S.J.R.; MACIEL, E.; CABRAL, G.H. Produção de néctar e potencial para produção de mel de *Acacia mangium* Willd. (Leguminosae, Mimosoidae) no estado de Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima**, v.13, n.1, p. 1-17, 2020.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. *Relatório aponta importância da polinização para a agricultura*. Gov.br, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2022/relatorio-aponta-importancia-da-polinizacao-para-a-agricultura>. Acesso em: 18 jan. 2026.

MELIN, A. Assessing the role of dispersed floral resources for managed bees in providing supporting ecosystem services for crop pollination. **PeerJ**, e3447, 2018. Disponível: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6164548/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

MENEZES, B.A.D.; MATTIETTO, R.A.; LOURENÇO, L.F.H. Avaliação da qualidade de méis de abelhas africanizadas e sem ferrão nativas do nordeste do estado do Pará. *Revista Ciência Animal Brasileira*, v. 19, p. 1–13, 2018.

MICHENER, Charles D. *The professional development of an entomologist*. Annual Review of Entomology, v. 52, p. 1–15, 2007. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.52.110405.091404>. Acesso em: 16 mar. 2026.

MORAES, J. I. da S.; LOPES, M. T. do R.; FERREIRA-GOMES, R.L.; LOPES, A. C. de A.; PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; PEREIRA, L. A. Bee flora and use of resources by

Africanized bees. **Floresta e Ambiente**, v.27, n., e20170083. Disponível: <https://www.floram.org/article/doi/10.1590/2179-8087.008317>. Acesso em: 15 jan. 2026.

ONU - NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Estudo de viabilidade da cadeia de valor de mel de abelha*. Brasília: ONU, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2021-12/Estudo-de-viabilidade-da-cadeia-de-valor-de-mel-de-abelha.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

KADRI, S. M.; ORSI, R. O. Importância da caracterização físico-química do mel produzido no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP – DRACENA, 7.; ENCONTRO DE ZOOTECNIA – UNESP DRACENA, 8., 2011, Dracena: UNESP, 2011. p. 1–4. Disponível em: https://www.dracena.unesp.br/Home/Eventos/SICUD192/Importancia_da_caracterizacao_fisico-quimica_do_mel_produzido_no_Brasil.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.

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

KRUMBE, F.; MELDER, S.; FEUERBACHER, A. *The vital role of pollination services in seed production: A global review. Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880925002774>. Acesso em: 18 jan. 2026.

OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, M. E.da S.. Características físico-químicas de méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) comercializados no Piemonte Norte do Itapicuru, Bahia. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, [s. l.], v. 8, n. 18, e082395, jan./jun. 2025. DOI: 10.55892/jrg.v8i18.2395. Disponível em: Revista JRG de Estudos Acadêmicos. Acesso em: 25 ago. 2025.

PEREIRA, H.L. **Apicultura**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2023. Disponível em: https://www.sistemafeap.org.br/wp-content/uploads/2023/04/PR.0363-Apicultura_web.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

PMMA – PLANO MUNICIPAL DA MATA ATLÂNTICA DE TEIXEIRA DE FREITAS. Mapas temáticos: uso e cobertura do solo. Teixeira de Freitas: Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em: <https://pmma.etc.br/planos-da-mata-teixeira-de-freitas/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

PORTO, Rafaella Guimarães; DE ALMEIDA, Rita Fernandes; CRUZ-NETO, Oswaldo; TABARELLI, Marcelo; VIANA, Blandina Felipe; PERES, Carlos A.; LOPES, Ariadna Valentina. Pollination ecosystem services: a comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. **Food Security**, v. 12, n. 6, p. 1425–14442, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01043-w>. Acesso em: 18 jan. 2026.

ROSSI, N.F.; MARTINELLI, L.A.; LACERDA, T.H.; CAMARGO, P.B.; VICTÓRIA, R.L. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Food Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 199–200, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20611999000200008>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SANTOS, S.O.; DÓREA, M.C.; OLIVEIRA, R.P.; LIMA, L.C.L. Flora de interesse meliponícola em um fragmento de Mata Atlântica no litoral norte da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, v. 4, e0078, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2021.e0078>.

SANTOS, F. de A. R. dos; KIILL, L. H. P.; CARNEIRO-TORRES, D. S.; LIMA, L. C. L.; SILVA, T. M. S. da; NOVAIS, J. S. de; DÓREA, M. da C.; CARNEIRO, C. E.; CORREIA, M. da C. N. **Espécies melíferas**. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. cap. 5, p. 969-1010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103184/1/LivroNordensteMeliferas2018.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2026.

SANTOS, K.C.B.; GONÇALVES, A.B.; CEREDA, M.P. Polens importantes na flora apícola em uma região de Cerrado em Campo Grande – MS. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 12, n. 2, 2022. DOI: 10.5216/rbn.v12i2.37139. Acesso em: 04 out. 2025.

SABBAG, O. J.; NICODEMO, D. Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.94–101, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/pat.v41i1.10414>.

SCHLABITZ, Cláudia; SILVA, Sabrina Aparecida Ferreira da; VOLKEN DE SOUZA, Claucia Fernanda. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.4, n.1, p.80-90, 2010. DOI: 10.3895/S1981-36862010000100009. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/468>. Acesso em: 06 dez. 2025

SEMKIW, P.; OCHAL, J. Economic Determinants of the Honey Market in Poland (2019–2024). **Agriculture**, v. 15, n. 23, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/15/23/2458>. Acesso em: 18 jan. 2026.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Manual de segurança e qualidade para a apicultura. Brasília: SEBRAE/NA, 2009.

SELINA WAMUCII. *Preços de mel natural no Brasil (atacado e varejo)*. 2026. Disponível em: <https://www.selinawamucii.com/insights/prices/brazil/natural-honey/>. Acesso em: 20 jan. 2026

SILVA, C. I. et al. Atlas de pólen e plantas usadas por abelhas. RCPol, 2020. Disponível em: <https://rcpol.mn.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/11/atlas-de-polen-e-plantas-usadas-por-abelhas.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

SILVA, S. J. R.; ABSY, M. L. Análise do pólen encontrado em amostras de mel de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em uma área de savana de Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.30, n.4, p.579-588, 2000.

SILVA, Sílvia José Reis; CABRAL, Gardênia Holanda; MADURO, Cice Batalha; MACIEL, Edymeico de Souza. *Espécies vegetais utilizadas como pasto apícola por abelhas Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em área de savana de Roraima, Brasil. Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online), p. 50–61, 11 jul. 2021. DOI:10.24979/bolmirr.v14i01.994. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/994>. Acesso em: 18 jan. 2026.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSUK, I.P.; CARVALHO, C.A.L. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1837-1843, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800030>.

TRIDGE. *Brazil honey wholesale prices and market insights*. 2025. Disponível em: <https://dir.tridge.com/prices/product-country/honey-brazil>. Acesso em: 26 jan. 2026.

TREVISOL, G. Panorama econômico da produção e exportação de mel. São Paulo: Centro Paula Souza, 2022. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/29559/1/agronegocio_2022_1_gracielatrevisol_panoramaeconomicodaproducaoexportacaodemel.pdf.

TONELLI, Lucas Luan; GARCIA, Regina Conceição; OLIVEIRA, Rejane Barbosa de; RIBEIRO, Renato de Jesus; CHIAMOLERA, Seliane Roberta. Levantamentos florísticos e sua importância para a produção de mel no Oeste Paranaense. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 1, p. 417-450, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509864084>. Acesso em: 15 jan. 2026.

TOMAZINI, C.G.; GROSSI, S.F. A importância da apicultura para o agronegócio brasileiro. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA – SIMTEC, 6., 2019, Taquaritinga. Anais [...]. São Paulo: FATEC Taquaritinga, 2019. Disponível em: <https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/432/292>. Acesso em: 15 maio 2024.

VIDAL, M. F. **Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB**. Caderno Setorial ETENE, n. 157, mar. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/801/1/2021_CDS_157.pdf.

VENTURIERI, G. C. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 60 p. Ilus. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/410121/criacao-de-abelhas-indigenas-sem-ferrao>. Acesso em: 3 mar. 2025.

4. CAPÍTULO 1¹: ENTRE A EXPANSÃO GLOBAL E O DECLÍNIO LOCAL: SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE MEL FRENTE ÀS TRANSFORMAÇÕES NO USO DO SOLO EM TEIXEIRA DE FREITAS, BAHIA (2010-2023)

Este capítulo está formatado segundo as normas Caminhos da Geografia a qual foi submetido.

Disponível no site: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/index>

¹ Este capítulo foi elaborado de acordo com as normas editoriais do periódico *Caminhos da Geografia*, mantido pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), ao qual foi submetido para avaliação editorial e possível publicação. URL da Submissão: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/authorDashboard/submission/80452>

ENTRE A EXPANSÃO GLOBAL E O DECLÍNIO LOCAL: SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE MEL FRENTE ÀS TRANSFORMAÇÕES NO USO DO SOLO EM TEIXEIRA DE FREITAS, BAHIA (2010-2023)

Daniel Halos dos Santos Monteiro Júnior; Luanna Chácara Pires

Resumo: O mel é um produto apícola de alto valor agregado, cuja oferta depende da integridade dos ecossistemas e do dinamismo da agricultura familiar. Este estudo teve como objetivo analisar a cadeia do mel em múltiplas escalas, com foco em Teixeira de Freitas (BA), integrando produção e exportação e uso da terra (2010–2023) para avaliar competitividade e sustentabilidade da apicultura, medir o impacto da silvicultura e da urbanização na produção local e orientar políticas para a produção apícola. A análise fundamentou-se em dados secundários provenientes da Food and Agriculture Organization (FAO) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), complementados por revisão de literatura científica. Foram empregadas estatísticas descritivas, análise de tendência por correlação de Spearman e regressão linear, além de testes não paramétricos para detecção de mudanças estruturais e tendências em séries temporais, com destaque para os testes de Mann-Kendall e Pettitt, com estimativa de inclinação por Theil-Sen. Globalmente, a produção alcançou cerca de 1,8 mi t em 2023, com a China respondendo por 25,2% do total. No Brasil, o país consolidou-se como oitavo produtor (64 mil t; 3,3%), com trajetória ascendente no período. Em contraste, Teixeira de Freitas sofreu queda acentuada: de 157.105 kg (2017) para 11.734 kg (2023), redução de 92,53%. Os resultados indicam alteração no padrão produtivo local a partir de 2019, evidenciada por testes não paramétricos e mudanças estruturais na série temporal, enquanto a leitura territorial indica expansão da silvicultura e da urbanização e fragmentação de formações nativas, combinadas à baixa capacidade de beneficiamento e certificação. A partir da análise integrada de dados secundários de produção e uso do solo, aliada à revisão de literatura, pode-se concluir que, embora o Brasil apresente potencial competitivo no cenário internacional, a recuperação da apicultura em escala local está condicionada à implementação de políticas públicas voltadas à conservação da vegetação nativa, ao manejo da paisagem favorável às abelhas, ao fortalecimento da infraestrutura produtiva e à organização dos apicultores, com vistas ao aumento da resiliência e da sustentabilidade da atividade.

Palavras Chaves: apicultura sustentável; cadeia produtiva; políticas públicas; sustentabilidade; uso e cobertura da terra.

BETWEEN GLOBAL EXPANSION AND LOCAL DECLINE: SUSTAINABILITY OF HONEY PRODUCTION IN THE FACE OF LAND USE CHANGES IN TEIXEIRA DE FREITAS, BAHIA (2010–2023)

Abstract: Honey is a high value-added apicultural product whose supply depends on ecosystem integrity and the dynamics of family-based agriculture. This study aimed to analyze the honey value chain at multiple scales, focusing on Teixeira de Freitas, Bahia, Brazil, by integrating production, exports, and land use data (2010–2023) to assess the competitiveness and sustainability of beekeeping, evaluate the impacts of forestry expansion and urbanization on local production, and support policy recommendations for the apicultural sector. The analysis was based on secondary data from the Food and Agriculture Organization (FAO) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), complemented by a review of scientific

literature. Descriptive statistics, trend analysis using Spearman's correlation and linear regression, and non-parametric tests for detecting structural changes and trends in time series were applied, including the Mann–Kendall and Pettitt tests, with slope estimation using the Theil–Sen method. Globally, honey production reached approximately 1.8 million tons in 2023, with China accounting for 25.2% of the total. In Brazil, the country consolidated its position as the eighth-largest producer (64 thousand tons; 3.3%), showing an upward trend over the period. In contrast, Teixeira de Freitas experienced a sharp decline, from 157,105 kg (2017) to 11,734 kg (2023), representing a 92.53% reduction. The results indicate a shift in the local production pattern beginning in 2019, supported by non-parametric tests and structural changes in the time series. Territorial analysis suggests expansion of forestry and urban areas, along with fragmentation of native vegetation, combined with limited processing and certification capacity. Based on the integrated analysis of secondary production and land use data, along with the literature review, it can be concluded that although Brazil shows competitive potential in the international market, the recovery of beekeeping at the local scale depends on the implementation of public policies focused on native vegetation conservation, bee-friendly landscape management, strengthening of production infrastructure, and organization of beekeepers, aiming to enhance the resilience and sustainability of the activity.

Keywords: sustainable beekeeping; value chain; public policies; sustainability; land use and land cover.

INTRODUÇÃO

A apicultura, além de fornecer produtos como mel, própolis, cera e pólen, constitui uma atividade estratégica para o desenvolvimento rural sustentável, integrando geração de renda, conservação ambiental e serviços ecossistêmicos essenciais (FAO, 2023; VENTURIERI, 2012). O Brasil possui condições naturais favoráveis à produção de mel, decorrentes de sua elevada diversidade botânica, clima propício e, em muitas regiões, menor uso de defensivos agrícolas, fatores que contribuem para a qualidade do mel e para o potencial competitivo do produto no mercado internacional (VIDAL, 2021; SEBRAE, 2022). O país apresenta ainda uma das maiores capacidades de produção de mel orgânico do mundo, com especial relevância do Nordeste, onde a predominância de vegetação nativa, a baixa umidade e a reduzida incidência de doenças em abelhas minimizam a necessidade de medicamentos e asseguram baixa contaminação por pesticidas e resíduos de antibióticos. Nessas condições, o associativismo e o cooperativismo fortalecem a cadeia produtiva, ampliando a capacidade de beneficiamento, a inserção em mercados diferenciados e o acesso a políticas públicas (KHAN, 2014; LENGELER, 2008; OLIVEIRA et al., 2016).

A Bahia ocupa posição de destaque na apicultura nacional, figurando como o sétimo maior produtor de mel do Brasil, resultado da combinação entre diversidade florística e

relevância socioeconômica da atividade para a agricultura familiar (CAR, 2022). No Nordeste, a apicultura representa uma importante alternativa de geração de renda, sobretudo em regiões semiáridas e no Extremo Sul Baiano, onde há potencial produtivo associado à disponibilidade de vegetação nativa. Entretanto, observa-se que a produção no Sul e Extremo Sul da Bahia ainda recebe atenção limitada de políticas públicas, embora iniciativas recentes do SEBRAE e de organizações privadas, como a Veracel Celulose, tenham fomentado o setor por meio da criação de entrepostos, capacitação técnica e apoio a associações locais de apicultores (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2021).

No município de Teixeira de Freitas, localizado no Extremo Sul baiano, a apicultura convive com desafios decorrentes das transformações no uso e ocupação do solo, marcadas pela expansão da silvicultura de eucalipto e da urbanização, fatores que afetam diretamente a disponibilidade de recursos florísticos e a competitividade da atividade (WAGMACKER; OLIVEIRA, 2022; PMMA, 2023). Nesse contexto, compreender a dinâmica da cadeia produtiva local e regional torna-se fundamental para orientar estratégias de desenvolvimento sustentável.

À luz desse contexto, este estudo analisa a cadeia produtiva do mel em múltiplas escalas (global, nacional e local), com foco em Teixeira de Freitas, integrando séries históricas de produção e exportação a dados de uso e cobertura da terra no período de 2010 a 2023. Busca-se avaliar a dinâmica produtiva local e sua relação com as transformações no uso do solo, especialmente a expansão da silvicultura e da urbanização. Os resultados visam contribuir para a compreensão dos fatores que condicionam a sustentabilidade da apicultura e subsidiar estratégias de planejamento e gestão da atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo do estudo e banco de dados secundários

O presente estudo adotou uma abordagem mista, de caráter descritivo e explicativo, para analisar a cadeia produtiva do mel em diferentes escalas (global, nacional, estadual e local), com ênfase na apicultura no município de Teixeira de Freitas. A pesquisa fundamentou-se na integração entre revisão de literatura técnico-científica e análise de dados secundários provenientes de bases oficiais.

A seleção das referências bibliográficas foi realizada com base na relevância temática, consistência metodológica e reconhecimento acadêmico das fontes, contemplando estudos clássicos e contemporâneos sobre apicultura, ecologia de abelhas, qualidade do mel,

organização produtiva e mercado. Foram priorizadas publicações científicas indexadas, livros técnicos e relatórios institucionais, incluindo contribuições como: *The evolutionary history of bees in time and space*; *Melissopalínologia no Brasil*; *Introdução à apicultura* e *Perfil da apicultura no Nordeste do Brasil*, que fornecem suporte teórico e empírico à compreensão da atividade apícola em diferentes contextos.

Adicionalmente, foram utilizados documentos institucionais de elevada credibilidade, como os produzidos pela Food and Agriculture Organization, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Nações Unidas Brasil e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, além de estudos de mercado e planejamento territorial. Como critérios de inclusão, consideraram-se publicações com aderência direta ao tema, fundamentação metodológica consistente e contribuição relevante para a análise da cadeia produtiva do mel, sendo excluídos trabalhos com baixa relação temática,

Os dados secundários foram obtidos junto à FAO, por meio do banco de dados estatísticos FAOSTAT (FAO, 2024). Foram extraídos registros referentes à produção e exportação mundial de mel natural no período de 2010 a 2023, utilizando filtros específicos para o produto *Natural Honey* (código 1182, classificação FAOSTAT). As métricas analisadas incluíram produção total (toneladas) e participação percentual no volume global. Para assegurar a comparabilidade temporal, os dados foram normalizados em relação à produção mundial total de cada ano, permitindo o cálculo da participação relativa de cada país. A organização das informações viabilizou a identificação dos dez maiores produtores mundiais em cada ano analisado.

Análise dos dados

A análise quantitativa compreendeu a construção de *rankings* anuais, a avaliação das variações posicionais e a quantificação das mudanças absolutas e relativas na produção. Foram empregadas estatísticas descritivas, incluindo média, desvio-padrão e coeficiente de variação, para caracterizar a variabilidade dos dados. A visualização dos resultados foi realizada por meio de tabelas e gráficos elaborados nos softwares RStudio (R Core Team, 2024) e Microsoft Excel®, destacando a evolução da produção global e as diferenças entre os principais países produtores.

Para o cálculo da média amostral ($\bar{X}$), obtida pela soma de todos os valores observados em um conjunto de dados dividida pelo número total de observações.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \text{ (Equação 1)}$$

O desvio-padrão amostral (s) foi utilizado como medida de dispersão, representando o afastamento quadrático médio dos valores em relação à média do conjunto de dados. Trata-se de uma métrica fundamental para avaliar a variabilidade dos dados, uma vez que valores menores de desvio padrão indicam maior homogeneidade em torno da média, enquanto valores mais elevados refletem maior dispersão.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (\text{Equação 2})$$

O coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão relativa que expressa o desvio padrão como uma porcentagem da média. O CV é útil para comparar a variabilidade entre diferentes conjuntos de dados com médias diferentes, uma vez que, ele normaliza o desvio padrão em relação à média. Um CV elevado pode indicar maior dispersão em relação à média, enquanto um CV baixo sugere que os dados estão mais concentrados em torno da média.

$$CV(\%) = \frac{s}{\bar{X}} \times 100\% \quad (\text{Equação 3})$$

A análise quantitativa contemplou medidas de tendência central e de dispersão. No plano global, a tendência temporal foi examinada por correlação de Spearman entre tempo e produção, a fim de identificar a presença de associação monotônica sem pressupor normalidade dos dados, e por regressão linear simples, utilizada para estimar a magnitude, direção e significância da tendência ao longo do período analisado, com inspeção de resíduos quanto à normalidade e homocedasticidade, reportando-se coeficiente angular, valor de p e coeficiente de determinação. No plano municipal, dada a elevada variabilidade interanual e o tamanho amostral reduzido no pós-ruptura, empregaram-se procedimentos robustos e não paramétricos. Inicialmente ajustou-se uma suavização por *LOESS* para inspecionar a trajetória geral da série. Em seguida, testou-se a presença de um ponto de mudança no nível por meio do teste de *Pettitt*, adequado a séries sem pressupor normalidade, com apresentação da estatística U^* , do valor de p e do ano estimado da ruptura. Confirmada a posição do ponto de mudança, a série municipal foi particionada em período pré-quebra e pós-quebra e, para cada segmento, calcularam-se média, desvio-padrão e coeficiente de variação. A comparação entre as médias dos segmentos foi realizada pelo teste t de *Welch*, apropriado quando as variâncias não podem ser assumidas como iguais. Para avaliar a presença de tendências monotônicas, aplicou-se o teste de *Mann-Kendall* à série completa e, quando pertinente, a cada segmento, com estimativa da inclinação de *Theil-Sen*. Adotou-se nível de significância de 5% em todos os testes.

No aspecto qualitativo, realizou-se uma interpretação crítica dos dados à luz de fatores socioeconômicos, ambientais e institucionais, considerando políticas públicas, estrutura fundiária, associativismo, certificações sanitárias e transformações no uso e ocupação do solo.

Impactos do uso do solo na produção de mel em Teixeira de Freitas, BA (2010–2023)

A área de estudo corresponde ao município de Teixeira de Freitas, localizado no Extremo Sul do estado da Bahia, com área territorial de 1.165,622 km², conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023). Suas coordenadas geográficas aproximadas são 17°32'43" de latitude Sul e 39°44'18" de longitude Oeste (Figura 1). A delimitação espacial do município foi realizada a partir de imagens do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) e de dados de relevo e uso do solo disponibilizados pela Embrapa e pelo MapBiomias, no sistema de coordenadas geográficas, datum WGS84.

De acordo com o Censo Demográfico de 2022, Teixeira de Freitas possuía 145.216 habitantes, ocupando a 13ª posição em população absoluta no estado da Bahia. Em 2024, a população estimada foi de 153.332 habitantes, confirmando uma tendência de crescimento demográfico contínuo. A economia municipal apresenta perfil diversificado, com destaque para as atividades agropecuárias, especialmente a produção de grãos e a pecuária, além da presença significativa dos setores industriais e de serviços, que exercem papel central na dinâmica socioeconômica regional.

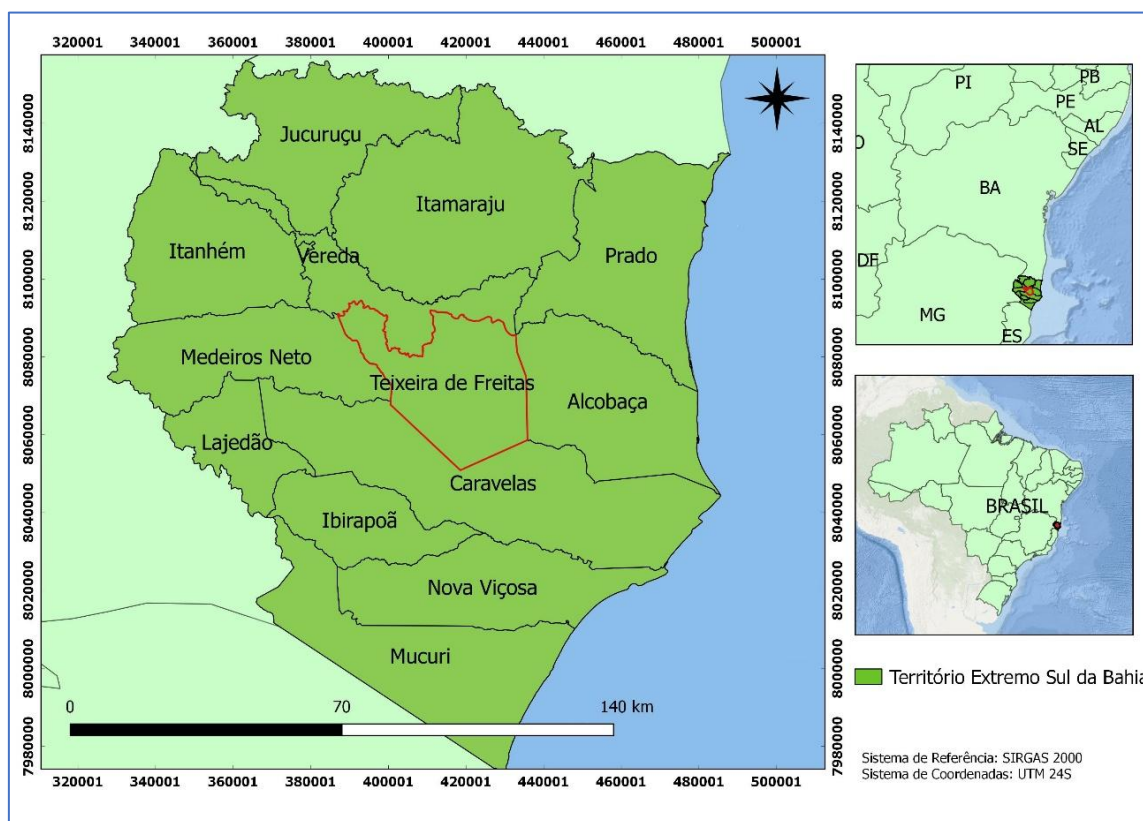


Figura 1. Localização geográfica do município de Teixeira de Freitas (BA). Fonte: QGIS. Elaboração: Os autores, 2025.

Foram analisadas 11 classes de uso e cobertura da terra no período de 2010 a 2023, correspondente a uma série histórica de 13 anos. O tratamento dos dados e a elaboração de mapas comparativos foram realizados no software QGIS.

A metodologia adotada foi estruturada em duas etapas principais. Na primeira, procedeu-se ao dimensionamento das classes de uso e ocupação do solo, quantificando as áreas correspondentes a cada categoria. Na segunda etapa, foi realizada a comparação temporal entre anos consecutivos, estimando o aumento ou a redução das áreas e identificando aquelas com maior relevância para a atividade apícola, em função da disponibilidade de recursos florísticos e ambientais. Essa abordagem permitiu relacionar as mudanças no uso e cobertura da terra com a produção de mel registrada no período de 2010 a 2023.

Resultados e Discussão

A análise da produção mundial de mel natural entre 2010 e 2023 evidencia uma tendência de crescimento consistente ao longo da série, com aumento aproximado de 1.550 mil toneladas em 2010 para valores próximos de 1.900 mil toneladas em 2023 (Figura 2). A curva anual demonstra variações pontuais, com quedas em anos específicos, mas mantém trajetória ascendente no período analisado. A análise da tendência temporal da produção mundial de mel no período de 2010 a 2023 revelou um padrão consistente de crescimento. O teste de *correlação de Spearman* indicou associação positiva e altamente significativa entre o tempo e a produção ($\rho = 0,90$; $p < 0,001$), evidenciando que os incrementos anuais acompanham de forma robusta a expansão da atividade apícola em escala global.

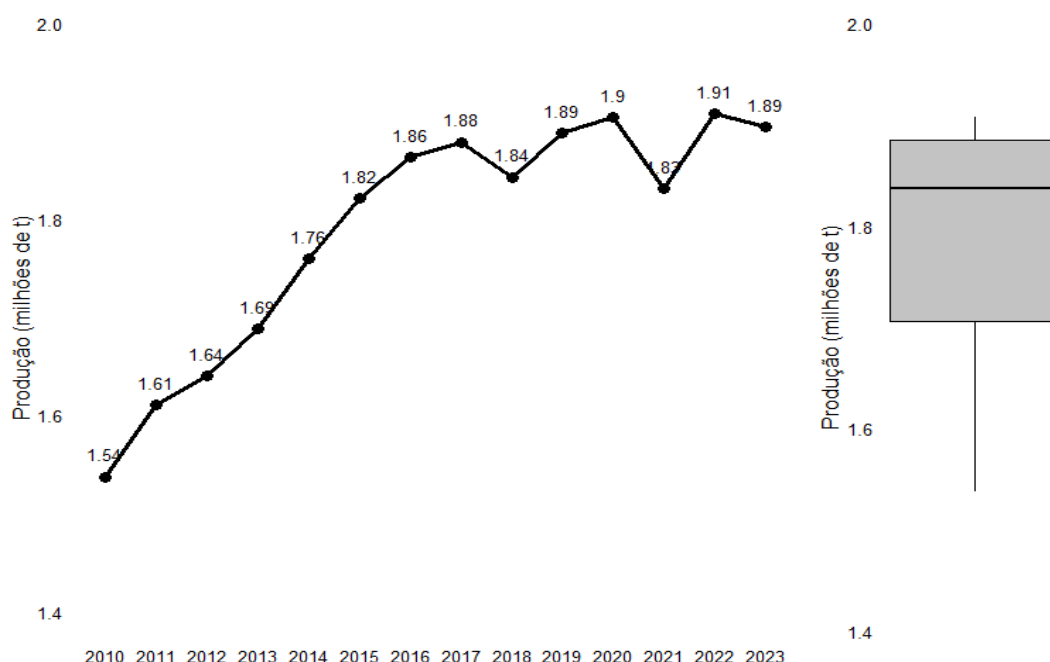


Figura 2. Evolução anual e distribuição estatística da produção mundial de mel natural (2010–2023). Fonte: FAO (2023). Elaboração: Os autores (2025).

A análise dos dados revelou que a produção mundial de mel atingiu aproximadamente 1,8 milhão de toneladas em 2023. O *boxplot* associado indica distribuição relativamente concentrada, com mediana próxima de 1.850 mil toneladas e intervalo interquartil entre 1.700 e 1.900 mil toneladas. A ausência de valores extremos fora do intervalo de dispersão sugere estabilidade relativa no padrão de produção global, ainda que sujeita a oscilações interanuais.

Os resultados confirmam a expansão contínua da produção mundial de mel natural na última década, em consonância com o aumento da demanda internacional por produtos apícolas, associado ao crescimento do consumo de alimentos naturais e funcionais (FAO, 2023; GRAND VIEW RESEARCH, 2024).

A regressão linear simples corroborou com esses achados, apontando que a produção apresentou aumento médio de aproximadamente 0,026 milhões de toneladas por ano (coeficiente angular = 26.041; $p < 0,001$). O modelo ajustado explicou 78,9% da variabilidade observada ($R^2 = 0,79$), o que indica forte poder explicativo e a relevância do fator temporal como preditor da evolução produtiva. Apesar da adequação global do modelo, observa-se certa dispersão nos resíduos, o que sugere a influência de fatores externos, como oscilações climáticas, políticas agrícolas, flutuações de mercado e variações no manejo sanitário das colmeias. Os resultados confirmam a existência de uma tendência significativa de crescimento na produção mundial de mel no período avaliado, em consonância com dados internacionais de produção agrícola que evidenciam a expansão contínua da atividade nas últimas décadas (FAO,

2023; VIDAL, 2021). Esse comportamento tem sido associado ao aumento da demanda por produtos naturais, à ampliação dos mercados e à maior integração da cadeia produtiva do mel (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2021; GRAND VIEW RESEARCH, 2024). Contudo, a variabilidade não explicada pelo modelo linear reforça a necessidade de investigações adicionais que incorporem variáveis socioeconômicas, ambientais e comerciais, ampliando a compreensão sobre os determinantes estruturais dessa expansão. Essa perspectiva é fundamental para subsidiar políticas de sustentabilidade produtiva e de conservação da biodiversidade, uma vez que a apicultura, além de gerar renda, desempenha papel crucial na polinização e na manutenção dos ecossistemas.

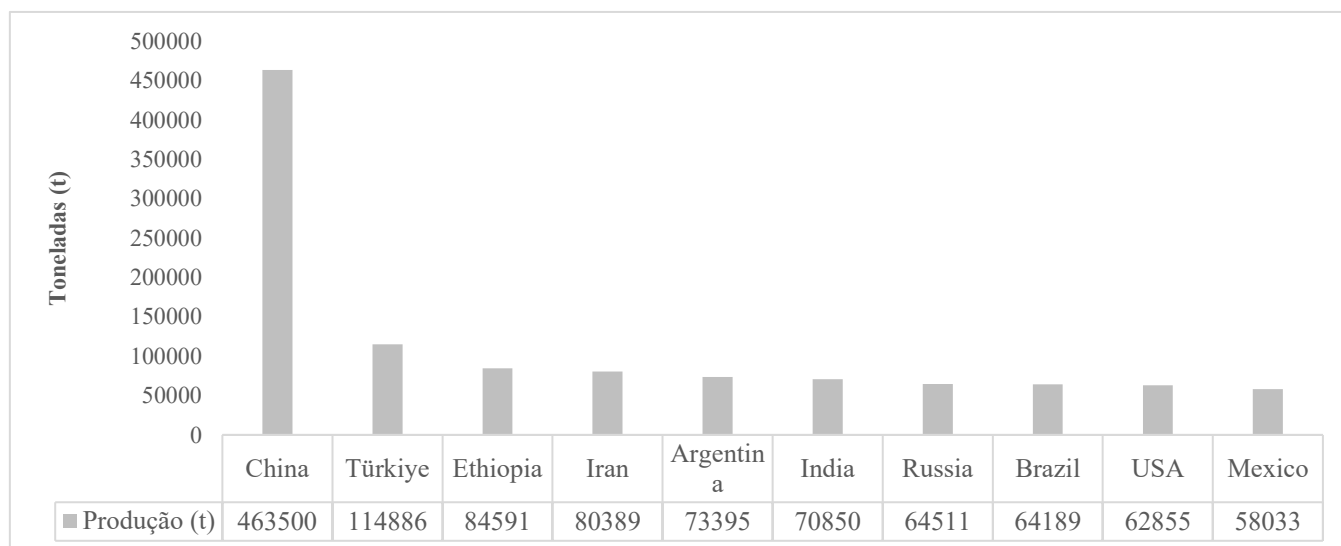


Figura 3. Os 10 maiores produtores de mel em Produção Mundial em 2023 por país.

Fonte: FAO (2023). Elaboração: Os autores, 2025.

A China manteve a liderança global, com 461,9 mil toneladas, representando 25,2% do total produzido, consolidando-se também como o maior exportador mundial (Figura 3). A Turquia ocupou a segunda posição, registrando 118,3 mil toneladas em 2022 (6,4% da produção global), seguida por Etiópia e Irã, com 4,3% e 4,2%, respectivamente. O Irã vêm expandindo sua produção, em 2023 foi superado pela Etiópia, evidenciando mudanças recentes na dinâmica produtiva do continente africano. A Índia alcançou 70 mil toneladas em 2023, ocupando a sexta posição no ranking de exportações, enquanto a Argentina manteve-se entre os cinco principais produtores, com 73 mil toneladas (3,8% do total global).

O Brasil, reconhecido internacionalmente pela qualidade de seu mel, apresentou evolução significativa no período analisado, passando da décima posição em 2021 para a oitava em 2023.

Nesse último ano, o país registrou produção recorde de 64 mil toneladas, equivalentes a 3,3% da produção mundial, mas respondeu por apenas 6,2% das exportações globais (Figura 3). Esse desempenho, embora positivo, ainda é inferior ao de países com produção similar, como Rússia (64,5 mil toneladas), Índia e Argentina.

No contexto nacional, a produção acumulada de mel no Brasil (Figura 4) evidencia avanços significativos ao longo do período analisado (2010-2023). Observa-se tendência de crescimento, ainda que com oscilações, refletindo tanto a expansão da atividade quanto os impactos que podem estar associados a fatores climáticos e de mercado. A produção nacional de mel apresentou variações anuais expressivas entre 2010 e 2023, com uma tendência geral de crescimento no período, equivalente a 68,59% de aumento acumulado. Em 2010, a produção registrada foi de 38.073 t, alcançando 64.189 t em 2023 (Figura 4). Após um incremento inicial em 2011 (+9,77%), observou-se forte retração em 2012 (-18,81%), seguida por recuperação em 2013 (+4,22%) e crescimento consistente em 2014 (+8,81%). O ano de 2015 apresentou uma leve queda (-1,61%), revertida em 2016 (+4,80%) e 2017 (+5,09%).

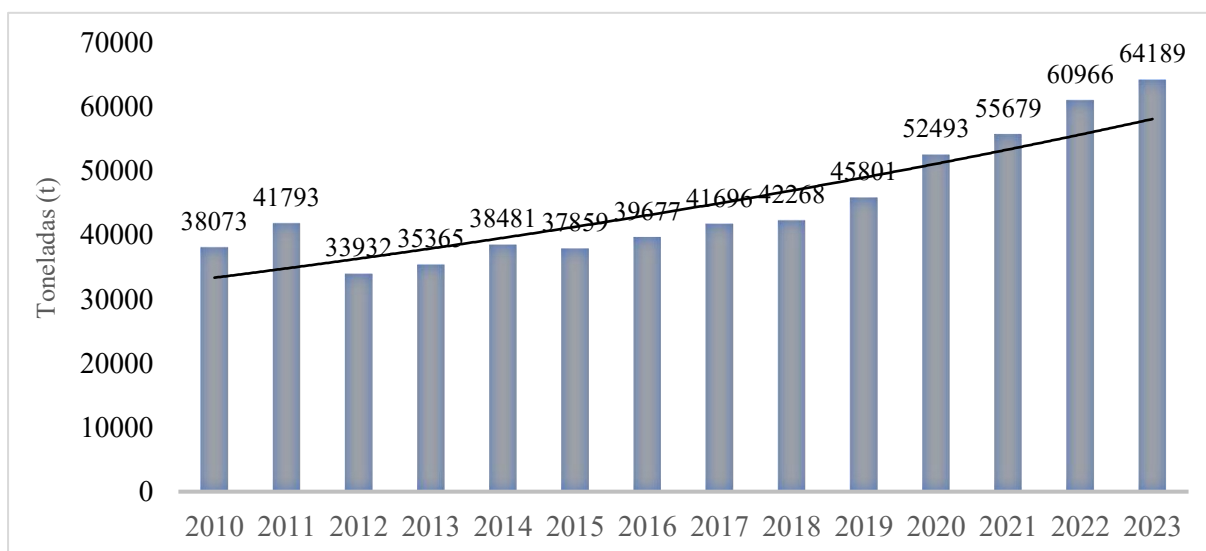


Figura 4. Histórico da Produção Acumulada (2010-2023) de Mel Natural no Brasil.

Fonte: FAO (2023). Elaboração: Os autores (2025).

Entre 2018 e 2019, o setor manteve trajetória positiva, com taxas de +1,37% e +8,35%, respectivamente. O maior salto da série ocorreu em 2020, quando a produção aumentou 14,61% em relação a 2019, consolidando um patamar superior a 50 mil toneladas. Nos anos seguintes, a produção manteve crescimento moderado: +6,07% (2021), +9,49% (2022) e +5,29% (2023).

Apesar das flutuações pontuais, os dados indicam que a produção de mel no Brasil apresenta uma trajetória ascendente consolidada, evidenciada pelo aumento expressivo ao longo da série histórica (FAO,2023; IBGE, 2023). Esse comportamento é consistente com estudos que apontam a expansão da apicultura nacional, impulsionada pelo crescimento do mercado, pela valorização de produtos naturais e pela maior organização da cadeia produtiva (VIDAL, 2021).

A análise regional (Tabela 1) demonstra a predominância do Nordeste, responsável pelo maior volume produzido, seguido pelas regiões Sul e Sudeste. A distribuição da produção de mel no Brasil evidencia uma forte concentração regional. O Nordeste se destaca como a principal região produtora, respondendo por 40% da produção nacional (25.624 t). Essa predominância está diretamente relacionada à ampla disponibilidade de vegetação nativa, especialmente no bioma Caatinga, que favorece a apicultura em sistemas extensivos de baixo custo e elevada adaptabilidade às condições semiáridas (KHAN et al., 2014).

Tabela 1. Produção de mel por região do Brasil em 2023 e respectiva participação percentual na produção nacional.

Região	Produção Nacional (t)	%
Norte	1283	2%
Nordeste	25624	40%
Sudeste	13646	21%
Sul	21834	34%
Centro-Oeste	1801	3%
Total	64189	100%

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal. Elaboração: Os autores, 2025.

Já no recorte estadual (Figura 5), destacam-se estados como Piauí, Ceará, Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul, que juntos respondem pela maior parcela da produção nacional. A análise da produção estadual evidencia forte concentração em poucos estados, responsáveis pela maior parte do volume nacional. O Rio Grande do Sul lidera a produção, com 9.111 t (14,2%), seguido de perto por Piauí (13,8%) e Paraná (13,2%). Juntos, esses três estados respondem por mais de 41% da produção nacional, refletindo tanto as condições ambientais favoráveis quanto a tradição apícola estruturada. Na sequência, destacam-se Minas Gerais (10,7%), Ceará (8,9%) e São Paulo (8,7%), compondo um segundo grupo de estados relevantes, que juntos somam

aproximadamente 28% da produção nacional. Estados do Nordeste, como Bahia (7,4%) e Maranhão (5,0%), também apresentam expressiva contribuição, reforçando a importância dessa região para o setor. Por outro lado, diversos estados apresentam participação bastante reduzida, inferior a 1% cada, incluindo Acre, Amapá, Distrito Federal e Amazonas. Esse padrão reforça a heterogeneidade regional da produção apícola brasileira, marcada pela predominância do Sul e do Nordeste, regiões que concentram quase 70% da produção.

Essas desigualdades regionais revelam que, embora o Brasil tenha condições naturais favoráveis em todo o território, a produção de mel ainda está concentrada em estados com maior tradição apícola, infraestrutura produtiva consolidada e cadeias de comercialização mais estruturadas.

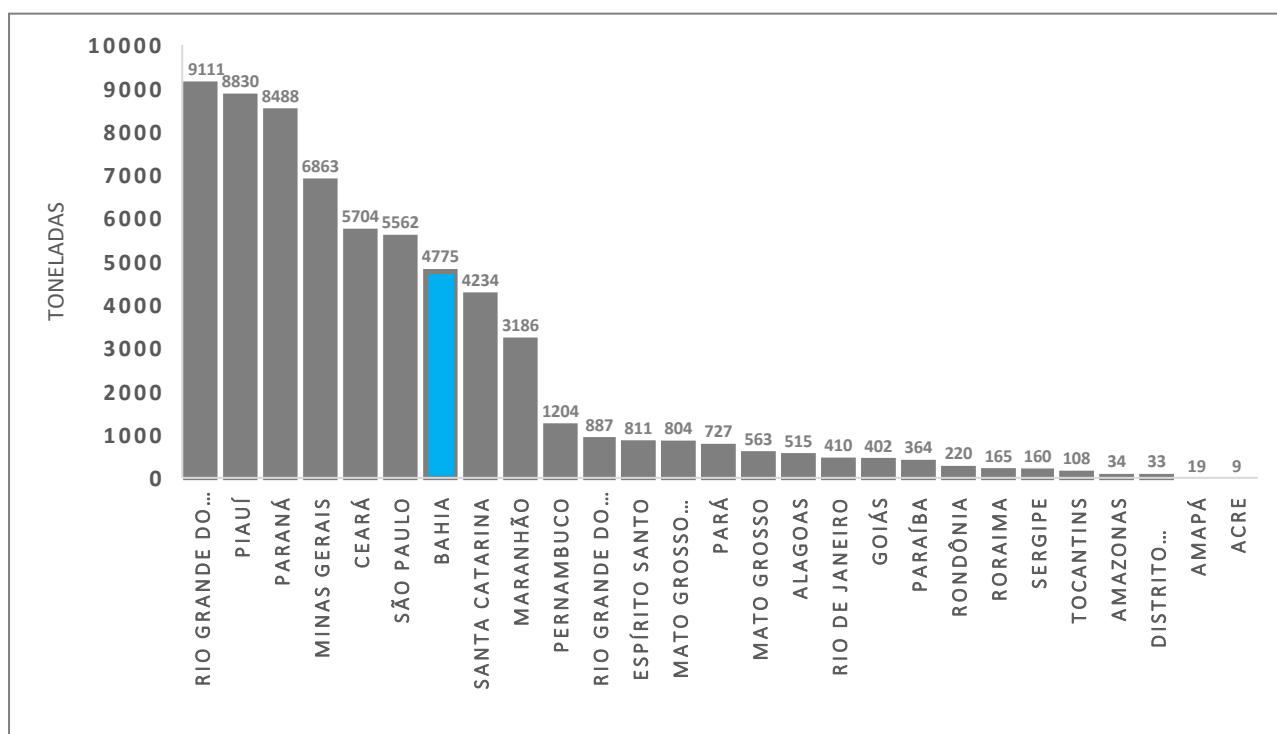


Figura 5. Produção acumulada de mel natural no Brasil por Estado (2023). Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal. Elaboração: os autores, 2024.

Estes resultados indicam que, apesar do crescimento recente, o Brasil enfrenta desafios para ampliar sua competitividade internacional. A apicultura vem crescendo em todas as regiões do Brasil, destacando-se por possuir uma cadeia produtiva que abrange todos os elementos da sustentabilidade. Barreiras como baixa agregação de valor, ausência de certificações com reconhecimento global e gargalos logísticos limitam a participação no mercado externo, mesmo diante de vantagens comparativas como biodiversidade, clima favorável e baixo uso de

agroquímicos em algumas regiões (VIDAL, 2021; GRAND VIEW RESEARCH, 2024).. Estratégias voltadas à consolidação de selos de qualidade, diversificação de produtos e fortalecimento de cadeias cooperativas podem contribuir para a ampliação da participação brasileira no cenário mundial.

O Declínio da produção de mel em Teixeira de Freitas com os impactos das mudanças no uso do e ocupação de solo

A apicultura desempenha um papel estratégico tanto econômico quanto ecológico, especialmente em regiões caracterizadas pela elevada biodiversidade florística. No município analisado, entre os anos de 2010 e 2023, observou-se uma forte oscilação na produção de mel, culminando em um declínio expressivo. O ponto máximo ocorreu em 2017, com 157.105 kg produzidos; entretanto, em 2023 a produção caiu para apenas 11.734 kg, correspondendo a uma redução de 92,53% em relação ao pico produtivo (Figura 6). Esse cenário local contrasta com o potencial apícola nacional. O Brasil possui condições altamente favoráveis à produção de mel e demais produtos apícolas, em função de sua flora diversificada, extensão territorial e variações climáticas (ALMEIDA-FILHO, 2011). Apesar do potencial, a produção apícola brasileira enfrenta desafios regionais. No extremo sul da Bahia, especialmente no município de Teixeira de Freitas, observou-se redução significativa nos últimos anos, atribuída à perda de vegetação nativa, à expansão da silvicultura, à urbanização e à carência de políticas estruturantes (SILVA et al., 2020; IBGE, 2024). A Bahia, em particular, sempre se destacou não apenas pelo volume, mas também pela qualidade de seu mel, grande parte oriundo de vegetação nativa, o que confere menor risco de contaminação por pesticidas (VIDAL, 2021).

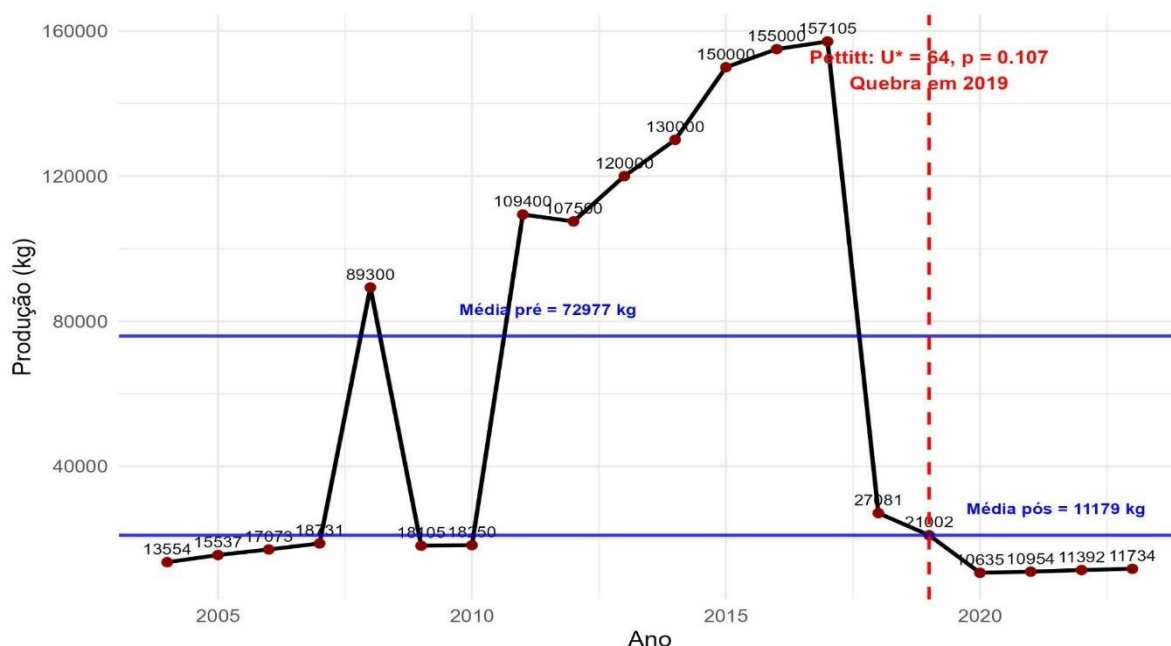


Figura 6. Produção anual de mel em Teixeira de Freitas (BA), 2004–2023, com detecção de ponto de mudança (teste de *Pettitt*). Série anual de produção (kg) representada por pontos/linha preta. A linha tracejada vermelha marca o ponto de mudança estimado (2019; $U^* = 64$; $p = 0,107$). As linhas azuis indicam as médias pré-quebra (72.977 kg) e pós-quebra (11.179 kg). Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal. Elaborado pelos autores.

Em termos competitivos, Teixeira de Freitas chegou a ocupar a segunda posição no ranking nacional de produção em 2017 (IBGE, 2023). Contudo, a queda abrupta a partir de 2018 resultou na perda dessa posição, nunca mais recuperada. Essa trajetória descendente pode estar associada a múltiplos fatores, incluindo: mudanças climáticas regionais, com variações de precipitação e temperatura que afetam a floração (ALMEIDA et al., 2023); uso crescente de defensivos agrícolas, que impactam direta e indiretamente as colônias de abelhas (AHSAN et al., 2025; BOMFIM et al., 2017); desafios estruturais da cadeia produtiva, como falta de assistência técnica, investimentos em manejo sustentável e acesso a mercados.

Na agricultura familiar do Extremo Sul da Bahia, há uma notável falta de casas de mel e entrepostos certificados para o beneficiamento, envase e legalização dos produtos. Essa deficiência cria obstáculos no acesso aos mercados regionais, nacionais e internacionais. Além dos desafios relacionados à produção, organização e inserção nos mercados de produtos processados, há uma necessidade urgente de desenvolver estratégias produtivas que possam fortalecer essa atividade (OLIVEIRA et al., 2016; KHAN et al., 2014; VIDAL, 2021).

A análise da produção de mel em Teixeira de Freitas (BA), no período de 2004 a 2023 (Figura 6), evidenciou um cenário de alta variabilidade e mudanças estruturais no padrão produtivo. A produção média anual foi de 60.617,65 kg, valor que, entretanto, oculta a

expressiva dispersão observada em torno dessa média, conforme indicado pelo desvio padrão de 58.001,55 kg. O coeficiente de variação (CV) de 95,68% classifica a série histórica como de elevada instabilidade, revelando um comportamento produtivo extremamente irregular ao longo do período. Essa heterogeneidade pode ser explicada pela identificação de dois períodos contrastantes: (i) uma fase de alta produção (2008–2017), com média de 105.466 kg/ano, seguida por (ii) um declínio abrupto (2018–2023), com média de apenas 15.466,33 kg/ano. A transição entre esses períodos foi marcada por uma redução absoluta de 89.999,67 kg, equivalente a uma queda de 85,34% na produção média anual.

O colapso produtivo observado a partir de 2017 sugere a atuação de fatores exógenos de grande impacto, possivelmente relacionados a condições climáticas adversas, problemas sanitários nas colmeias e alterações socioeconômicas no território. Assim, as oscilações verificadas resultam predominantemente de eventos específicos e não a uma tendência evolutiva gradual (Figura 6). A análise de regressão linear simples não explicou a variabilidade da série, apresentando $R^2 = 0,001$, o que indica que apenas 0,1% da variação na produção é atribuída ao fator tempo. Esse resultado evidencia a ausência de tendência temporal significativa, reforçando que as oscilações observadas resultam de eventos específicos e não de uma evolução gradual ao longo dos anos. O padrão produtivo mostrou-se mais adequadamente descrito por uma análise de quebras estruturais e variabilidade temporal, que distingue dois períodos contrastantes: alta produção entre 2008 e 2017 (média de 105.466 kg/ano; CV = 38,0%) e um declínio abrupto entre 2018 e 2023 (média de 15.466,33 kg/ano; CV = 44,8%). A comparação entre os períodos demonstra não apenas a queda acentuada, mas também a maior instabilidade relativa da produção mais recente. Adicionalmente, o teste de *Mann-Kendall* confirmou a ausência de tendência monotônica significativa, corroborando que as flutuações derivam de fatores exógenos de grande impacto, como mudanças climáticas, problemas sanitários nas colmeias e transformações socioeconômicas no território.

A análise da série temporal da produção de mel em Teixeira de Freitas (2004–2023) revelou oscilações expressivas ao longo dos anos, com tendência inicial de crescimento seguida por acentuada queda. O ajuste por LOESS (Figura 7) evidenciou uma trajetória crescente até 2017, quando a produção atingiu o pico de 157.105 kg, e posteriormente uma tendência decrescente, resultando em uma redução de 92,5% até 2023, com produção final de apenas 11.734 kg.

O teste de Pettitt (Figura 6) identificou 2019 como provável ponto de mudança na série de produção de mel ($U^* = 64$; $p = 0,107$), valor não significativo ao nível de 5%. Ainda assim, a análise segmentada evidencia mudança de ordem de grandeza: a média pré-quebra (2004–

2018) foi de 72.977 kg, enquanto a pós-quebra (2019–2023) caiu para 11.179 kg, uma redução absoluta de 61.798 kg (–84,7%). Em conjunto com a inspeção visual, esses resultados são consistentes com uma reconfiguração do regime produtivo a partir de 2019. A falta de significância estatística do Pettitt ($p > 0,05$) é plausivelmente explicada pelo pequeno tamanho amostral pós-quebra ($n = 5$) e pela alta variabilidade interanual, fatores que reduzem o poder do teste e elevam a probabilidade de erro tipo II.

A série histórica da produção de mel em Teixeira de Freitas (2004–2023) evidencia três fases distintas. O período inicial (2004–2010) foi marcado por crescimento gradual, com oscilações pontuais, incluindo o pico de 89.300 kg em 2008, seguido de retração em 2009. Entre 2010 e 2017 ocorreu a fase de maior expansão, com valores superiores a 150.000 kg, culminando no ápice de 157.105 kg em 2017. A partir desse ponto, estabeleceu-se uma trajetória fortemente decrescente, confirmada pelo ajuste LOESS, resultando em uma queda de 92,5% no volume produzido até 2023, quando a produção atingiu apenas 11.734 kg (Figura 7).

Este declínio expressivo sugere a atuação conjunta de fatores estruturais e ambientais, como mudanças no uso da terra, intensificação de monoculturas, redução da cobertura vegetal nativa, além de efeitos climáticos adversos e fragilidades no manejo apícola (FREITAS et al., 2009; GIANNINI et al., 2015). No contexto regional, a perda de resiliência ecológica decorrente da fragmentação da Mata Atlântica pode ter sido determinante para a redução da disponibilidade de recursos nectaríferos e poliníferos, comprometendo a sustentabilidade da produção em escala comercial (RIBEIRO et al., 2009).

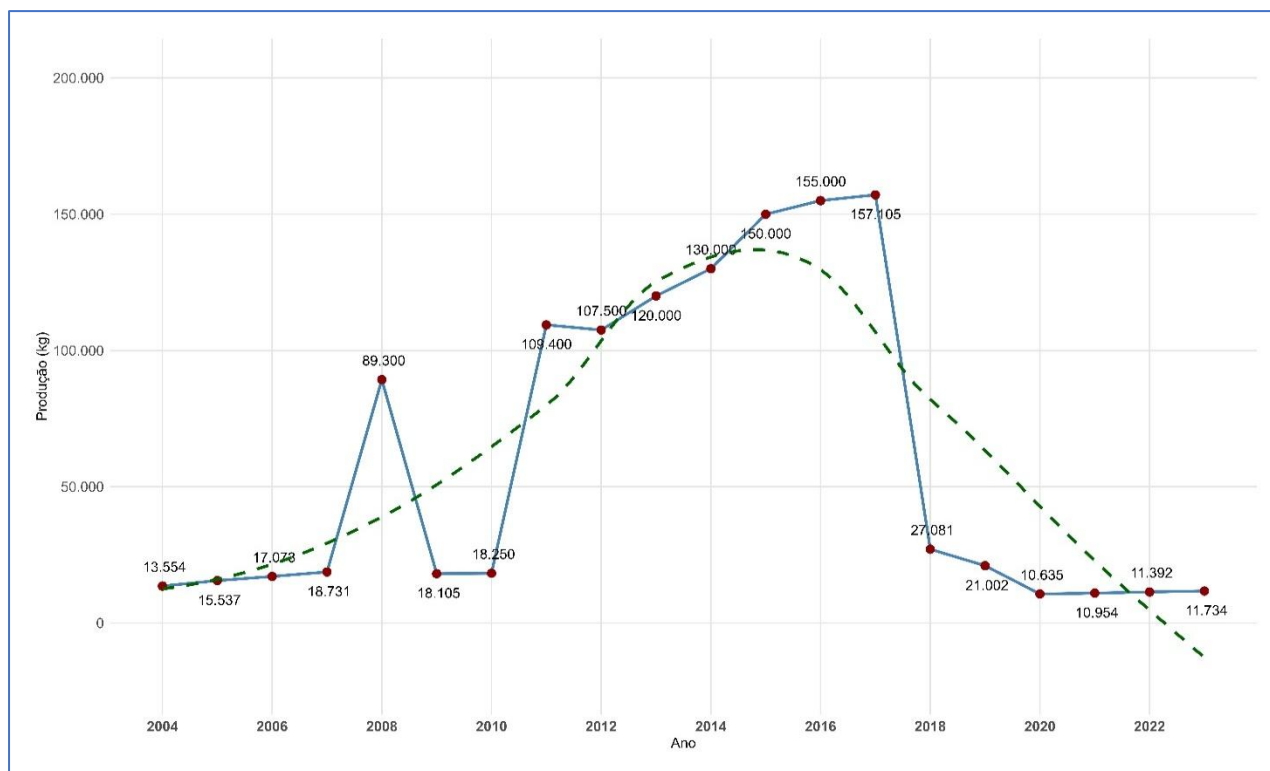


Figura 7. Evolução da produção de mel em Teixeira de Freitas (BA) entre 2004 e 2023, com ajuste LOESS e destaque para a queda pós-2017. Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal (2023). Elaboração: Os autores, 2025.

No setor apícola, segundo dados do IBGE (2023), Teixeira de Freitas produziu 11.703 kg de mel no ano de 2023. No entanto, esse valor representa uma queda significativa em relação à produção máxima registrada em 2017, quando foram produzidos 157.000 kg de mel conferindo a cidade de Teixeira de Freitas o título de segunda maior produtora de mel da Bahia, tendo a partir de 2018, somente um ano depois, uma redução expressiva na capacidade produtiva desse setor como demonstrado na Figura 6.

Dentro deste contexto, a Bahia se destaca como terceiro maior produtor de mel do Nordeste atrás dos estados do Piauí e Ceará (IBGE, 2023), tendo como seus três principais municípios produtores, as cidades de Campo Alegre de Lourdes, Jeremoabo e Ribeira do Pombal. Terceiro lugar ocupado por Teixeira de Freitas no ano de 2017 e que hoje amarga a 70º (septuagésima) posição no ranking da Bahia na produção de mel dentro do estado.

Destacando-se pelo bioma da mata atlântica, a cidade de Teixeira de Freitas ainda possui fragmentos de vegetação nativa, com matas densas e grande biodiversidade. Realizando um estudo com base em análise comparativa de mapas geográficos de ocupação de solo da cidade de Teixeira de Freitas do período de ascensão na produção de mel até os dias atuais, é possível

averiguar a possibilidade de ter ocorrido impactos ambientais negativos na vegetação nativa que tenham levado ou contribuído para a redução drástica da produção de mel na região da cidade de Teixeira de Freitas.

A análise da Tabela 2 revela diferenças expressivas entre os períodos considerados. Entre 2010 e 2017, a produção média anual atingiu 118.406,88 kg, contrastando com apenas 15.466,33 kg no intervalo de 2018 a 2023, o que caracteriza uma queda estrutural na atividade apícola local. O desvio padrão no primeiro período foi de 45.044,66 kg, evidenciando elevada heterogeneidade anual e a ocorrência de picos produtivos, como o observado em 2017. Em contraposição, o desvio padrão no período mais recente foi de apenas 6.924,99 kg, indicando maior homogeneidade estatística, porém em um patamar produtivo substancialmente inferior.

A análise da variabilidade relativa corrobora essa interpretação. O coeficiente de variação (CV) entre 2010 e 2017 foi de 38,04%, sugerindo variabilidade moderada em torno de uma média elevada. Já entre 2018 e 2023, o CV aumentou para 44,77%, o que, apesar da menor magnitude absoluta da produção, aponta para uma instabilidade relativa mais acentuada. Assim, evidencia-se não apenas a queda abrupta da produção, mas também a redução de sua previsibilidade ao longo do período mais recente.

A significância estatística da diferença entre os períodos foi confirmada pelo teste *t de Welch* para duas amostras independentes, que resultou em $t = 6,37$, com 7,31 graus de liberdade e $p = 0,00036$ (Tabela 3). Esse resultado demonstra que a discrepância entre as médias não pode ser atribuída ao acaso, sendo estatisticamente significativa ao nível de 5%. Em termos práticos, a produção média de mel registrada entre 2010–2017 ($118.406,88 \pm 45.044,66$ kg) foi significativamente superior à observada no período de 2018–2023 ($15.466,33 \pm 6.924,99$ kg). Esses achados reforçam que a redução da produção não se deve apenas a flutuações aleatórias, mas representa uma mudança estrutural na dinâmica produtiva, possivelmente associada a fatores ambientais adversos, problemas sanitários nas colmeias e pressões socioeconômicas que impactaram a apicultura no período mais recente.

Tabela 2. Estatísticas descritivas da produção anual de mel em Teixeira de Freitas (BA), nos períodos de 2010–2017 e 2018–2023.

Período	Média (kg)	Desvio-padrão (kg)	CV (%)	Máximo	Mínimo	Amplitude
2010/2017	118406,88	45044,66	38,04	157105	18250	138855
2018/2023	15466,33	6924,99	44,77	27081	10635	16446

CV = coeficiente de variação (%). Fonte: Dados da Pesquisa da Pecuária Municipal – IBGE (2023). Elaboração pelos autores

Tabela 3. Resultado do teste *t* de *Welch* para comparação da produção média de mel em Teixeira de Freitas (BA), 2010–2017 vs. 2018–2023

Estatística	Valor	Graus de Liberdade (gl)	Valor-p
t de Welch	6,37	7,31	0,0003596

Fonte: Dados da Pesquisa da Pecuária Municipal – IBGE (2023). Elaboração: Autores (2025).

Sendo assim, a análise mostra uma queda expressiva na média da produção de mel no período mais recente (2018-2023) em comparação ao período de 2010-2017. Esses dados indicam mudanças significativas nos fatores que afetam a produção, como clima, práticas agrícolas, desmatamentos ou falta de políticas públicas para abarcar a produção da agricultura familiar, por exemplo.

Compreender as razões que levaram à redução da produção de mel em Teixeira de Freitas é essencial para identificar mecanismos que promovam o desenvolvimento sustentável e fortaleçam a apicultura, beneficiando diretamente os agricultores e a agricultura familiar. Essa análise não apenas destaca a importância de uma economia pujante no setor agropecuário, mas também reforça a posição de Teixeira de Freitas como um polo de desenvolvimento na região sul da Bahia, ressaltando seu papel estratégico no crescimento econômico e social da região.

Ao analisar a cadeia produtiva do mel, pode-se observar que, no cenário global, a China se mantém como maior produtora e exportadora de mel, seguida por países como Turquia, Irã, Índia e Argentina. O Brasil, embora ainda distante das primeiras posições em volume absoluto, avançou no *ranking* mundial, alcançando o oitavo lugar em 2023, com 64 mil toneladas produzidas, o que representa 3,3% da produção global.

No contexto nacional, a apicultura brasileira se destaca por seu potencial produtivo e pelas características singulares de seu mel, como a baixa contaminação por pesticidas e antibióticos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste (VIDAL, 2021). O Nordeste, em particular, apresenta condições ambientais favoráveis à atividade, como baixa umidade e flora nativa preservada, o que resulta em produtos diferenciados e valorizados. A organização dos apicultores em cooperativas e associações, com apoio de instituições como o SEBRAE, tem sido um fator estratégico para o fortalecimento da apicultura regional.

No entanto, ao analisar o caso específico de Teixeira de Freitas – BA, observa-se um cenário de declínio acentuado na produção de mel ao longo da última década. O município, que em 2017 ocupava a segunda posição no ranking estadual de produção, com 157.105 kg de mel, sofreu uma queda drástica, alcançando apenas 11.734 kg em 2023 – uma redução de 92,53%.

Essa tendência é reforçada por dados estatísticos que apontam uma queda da média anual de 118.406,88 kg (2010–2017) para 15.466,33 kg (2018–2023). Além disso, o aumento do coeficiente de variação no período recente (de 38,04% para 44,77%) indica uma produção menos estável e mais vulnerável a oscilações.

As possíveis causas dessa queda incluem o avanço da silvicultura, a urbanização desordenada e a redução da vegetação nativa, impactando diretamente a pastagem apícola e a oferta de recursos florais essenciais para a atividade (FREITAS et al., 2009; GIANNINI et al., 2015; RIBEIRO et al., 2009). A ausência de casas de mel e entrepostos certificados também limita o acesso dos produtores aos mercados formais, dificultando o beneficiamento e a comercialização legalizada do produto (VIDAL, 2021). Esses entraves revelam a necessidade de fortalecimento institucional, organização dos produtores e implementação de políticas públicas específicas para o setor (OLIVEIRA et al., 2016; VIDAL, 2021).

Os dados apresentados demonstram não apenas uma mudança no perfil produtivo da apicultura local, mas também o reflexo de um conjunto de fatores estruturais, ambientais e socioeconômicos que exigem intervenção coordenada entre setor público, produtores e instituições de apoio técnico.

A Figura 8 apresenta o uso e ocupação do solo em Teixeira de Freitas no ano de 2011, evidenciando o predomínio da classe pastagem (amarelo), que ocupa grande parte do território municipal. Essa predominância reflete a forte presença da pecuária como atividade econômica regional, alinhada ao perfil produtivo do Extremo Sul da Bahia. As áreas de silvicultura (marrom), distribuídas em manchas contínuas e dispersas, já se mostram expressivas em 2011, indicando a expansão do cultivo de eucalipto, atividade que se consolidou na região a partir da década de 2000. Esse uso do solo, embora economicamente relevante, pode afetar a disponibilidade de recursos florísticos para a apicultura, reduzindo a diversidade de flora nativa.

A formação florestal remanescente (verde escuro) concentra-se principalmente em áreas fragmentadas, sugerindo um processo contínuo de substituição da vegetação nativa por atividades agropecuárias e silviculturais. Essa redução da cobertura natural pode impactar a oferta de néctar e pólen, essenciais para a manutenção da produtividade apícola. Outro destaque é a presença de uma mancha significativa de área urbana (vermelho), localizada na porção central do município, representando a expansão de Teixeira de Freitas como polo regional. O avanço urbano, associado à pressão da silvicultura e da pecuária, intensifica a competição pelo uso da terra e pode contribuir para a fragmentação de habitats importantes para a apicultura. Classes secundárias, como mosaico de agricultura e pastagem, campos alagados/pantanosos e

pequenas áreas de café (beta), aparecem de forma mais pontual, mas reforçam a diversidade de usos no território.

A análise dos mapas indicou que, entre 2011 e 2017, a formação florestal permaneceu praticamente estável, com redução de apenas 0,04 km² (Figura 8). No entanto, a área de silvicultura apresentou um aumento expressivo de 34,68 km² (+23%), enquanto o cultivo de café cresceu 1,54 km² (+26%). Entre 2018 e 2023, a silvicultura expandiu-se ainda mais (+33,9%), assim como a urbanização (+30,9%), enquanto os campos alagados sofreram redução de 8,3%. Embora o estudo não tenha mensurado diretamente a flora apícola, as condições microclimáticas ou os recursos florais, a redução na produção de mel mostrou correlação temporal com mudanças no uso e cobertura da terra, como silvicultura e urbanização, sugerindo potenciais impactos sobre as populações de abelhas.

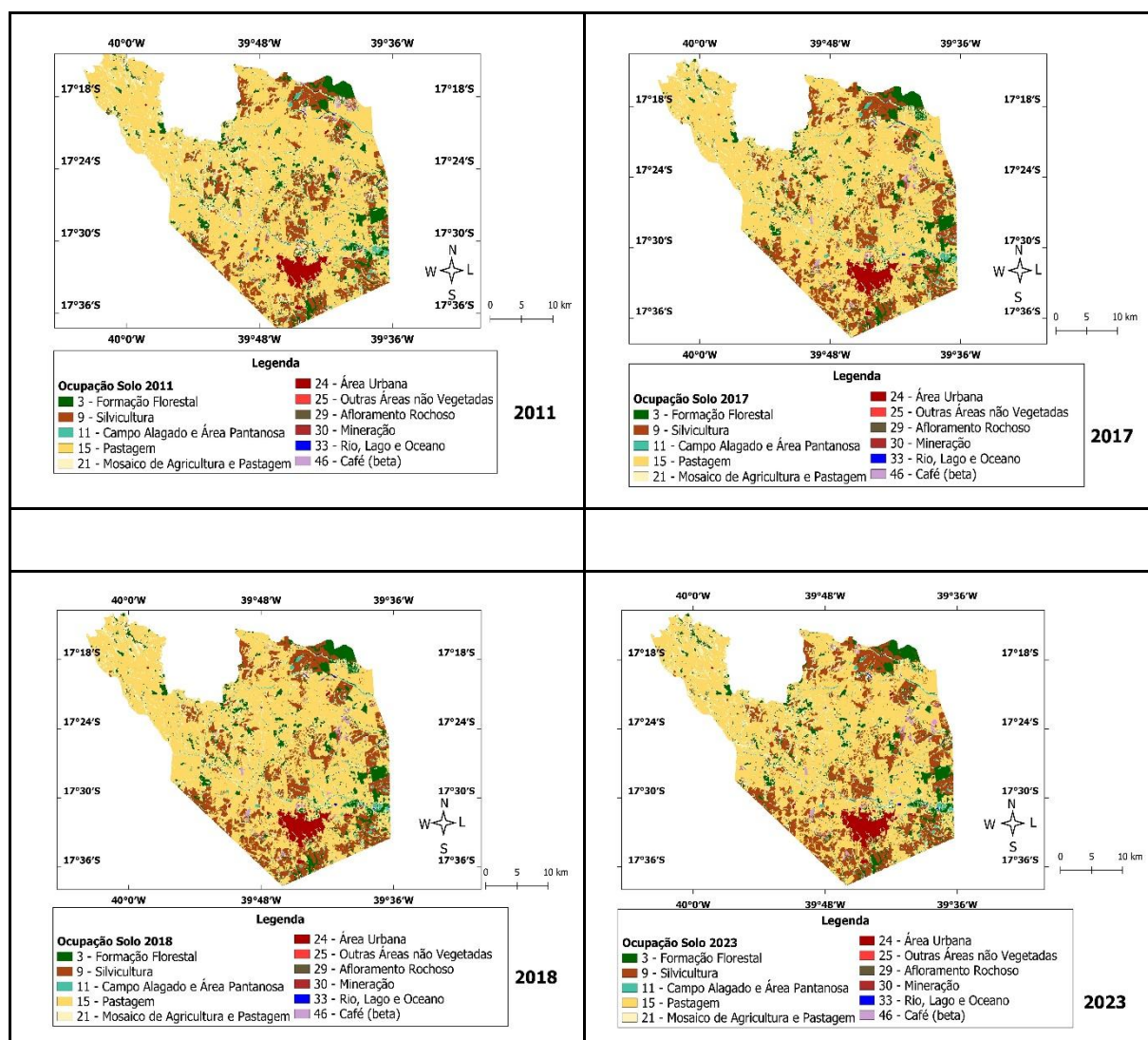


Figura 8. Série temporal de mapas de uso e ocupação do solo em Teixeira de Freitas (BA), 2011–2023. Elaboração: Os autores, 2025.

A configuração espacial observada em 2011 indica que a apicultura local se desenvolve em um ambiente marcado pela predominância de pastagens e silvicultura, com menor presença de formações florestais contínuas (Figura 8). Esse contexto pode limitar a sustentabilidade da atividade apícola, uma vez que a redução da diversidade florística compromete a qualidade e a quantidade de recursos disponíveis às abelhas.

Conclusão

Este estudo cumpriu o objetivo de avaliar a cadeia produtiva do mel em múltiplas escalas e de mensurar os efeitos das transformações no uso e cobertura da terra sobre a produção em Teixeira de Freitas (BA), entre 2010 e 2023. Globalmente, observou-se expansão consistente da produção ao longo da década; no Brasil, a trajetória também foi ascendente, com aumento acumulado de 68,59% no período, embora persistam assimetrias regionais e entraves de competitividade.

No plano local, os resultados indicam uma mudança estrutural da dinâmica produtiva após o pico de 2017 (157.105 kg), culminando em 11.734 kg em 2023 (-92,53%). Em paralelo, a leitura cartográfica mostrou expansão da silvicultura e da urbanização e fragmentação de formações florestais, padrão compatível com a contração da base de forrageamento das abelhas. Em conjunto, as evidências sustentam que pressões territoriais e condicionantes ambientais/socioeconômicos atuaram de forma sinérgica no declínio local.

A decisão de implantar um apiário, contudo, exige avaliação econômica rigorosa, pois o desempenho é condicionado por fatores biológicos e de mercado. A produtividade depende da disponibilidade de recursos florísticos no raio de forrageamento das abelhas, tipicamente até 1,5 km e podendo alcançar 3 km em escassez.

A recuperação da apicultura no município requer ações integradas: conservação e restauração de vegetação nativa e corredores florísticos; ordenamento territorial que compatibilize silvicultura, agricultura e áreas melitófilas; implantação/fortalecimento de casas de mel e entrepostos certificados; organização produtiva e certificações de qualidade/origem; assistência técnica, monitoramento de resíduos e sanidade; e instrumentos financeiros adequados para difusão de boas práticas.

Dessa forma, o estudo fornece subsídios para o planejamento territorial e para a formulação de ações voltadas ao desenvolvimento sustentável da apicultura, além de abrir perspectivas para investigações futuras que integrem variáveis ecológicas, produtivas e econômicas em análises mais abrangentes.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, E. A. B.; BOSSERT, S.; DANFORTH, B. N.; PORTO, D. S.; FREITAS, F. V.; DAVIS, C. C.; MURRAY, E. A.; BLAIMER, B. B.; SPASOJEVIC, T.; STRÖHER, P. R.; ORR, M. C.; PACKER, L.; BRADY, S. G.; KUHLMANN, M.; BRANSTETTER, M. G.; PIE, M. R. The evolutionary history of bees in time and space. **Current Biology**, v.33, p.3409–3422, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.07.005>.
- ALMEIDA-FILHO, J.P.; MACHADO, A.V.; ALVES, F.M.S.; QUEIROGA, K.H.; CÂNDIDO, A F.M. Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal – PB. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 83–90, 2011.
- BARTH, Ortrud Monika. Melissopalínologia no Brasil: uma revisão das análises polínicas de méis, própolis e cargas corbiculares de abelhas. **Scientia Agricola**, v.61, n.3, p. 342–350, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000300018>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- BELCHIOR FILHO, V., & GONÇALVES, L. S. (2015). Estado da Apicultura no Rio Grande do Norte. Resumos Técnicos-Científicos. Secretaria da Agricultura do RN, Sebrae-RN e Cetapis-RN.
- BOMFIM, I.G.A.; OLIVEIRA, M.O. de; FREITAS, B.M. Introdução à apicultura. Fortaleza: UECE, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320907834_Introducao_a_apicultura. Acesso em: 6 mar. 2025.
- FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Produção / Produtos agrícolas e pecuários – Metadados. Última atualização: 22 jun. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/metadata>. Acesso em: 27 abr. 2024.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, v. 40, n. 3, p. 332–346, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2009019>. Acesso em: 27 abr. 2025.
- GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n. 3, p. 849–857, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/fov093>. Acesso em: 10 mar. 2026.
- GRAND VIEW RESEARCH. Honey Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Food & Beverages, Personal Care & Cosmetics, Pharmaceuticals), By Region, And Segment Forecasts, 2024 - 2030. San Francisco: Grand View Research, 2024. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/honey-market>. Acesso em: 27 abr. 2025.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal: Produção de origem animal, por tipo, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=37928&t=destaques>. Acesso em: 28 abr. 2024.
- KHAN, A. S.; VIDAL, M. F.; LIMA, P. V. P. S.; BRAINER, M. S. C. P. Perfil da apicultura no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014. 246 p.
- LENGLER, L.; LAGO, A.; CORONEL, D. A. A organização associativa no setor apícola: contribuições e potencialidades. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 9, n. 2, p. 151–163, 2008.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Estudo de viabilidade da cadeia de valor de mel de abelha. Brasília: ONU, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2021-12/Estudo-de-viabilidade-da-cadeia-de-valor-de-mel-de-abelha.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

OLIVEIRA, P. A.; SÁ, M. S.; MELO, A. B.; ROCHA-JUNIOR, C. J. G.; CAVALCANTE, M. C. Levantamento das organizações associativas de apicultores e meliponicultores no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 47, n. 4, p. 51–62, 2016.

PMMA – PLANO MUNICIPAL DA MATA ATLÂNTICA DE TEIXEIRA DE FREITAS. Mapas temáticos: uso e cobertura do solo. Teixeira de Freitas: Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em: <https://pmma.etc.br/planos-da-mata-teixeira-de-freitas/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>. Acesso em: 27 jan. 2025

R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna (AT): R Foundation for Statistical Computing; 2024.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Manual de segurança e qualidade para a apicultura. Brasília: SEBRAE/NA, 2009.

SILVA, C. I. et al. Atlas de pólen e plantas usadas por abelhas. RCPol, 2020. Disponível em: <https://rcpol.mn.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/11/atlas-de-polen-e-plantas-usadas-por-abelhas.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

VENTURIERI, G. C. Criação de abelhas indígenas sem ferrão. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 60 p. Ilus. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/410121/criacao-de-abelhas-indigenas-sem-ferrao>. Acesso em: 3 mar. 2025.

VIDAL, M. F. Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE, n. 157, mar. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/801/1/2021_CDS_157.pdf. Acesso em: 18 jul. 2024.

VIEIRA, S. Introdução à bioestatística. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011. 345 p.

WAGMACKER, Sthéphi Lubki; OLIVEIRA, Melissa Ramos da Silva. Preservação patrimonial em áreas de urbanização dispersa: estudo de caso no Vetor Leste de Teixeira de Freitas (BA). *PatryTer*, Brasília, v. 5, n. 9, p. 88–103, 2022. DOI: 10.26512/patryter.v5i9.35449. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/patryter/article/view/35449>. Acesso em: 22 jul. 2025.

CAPÍTULO 2²: Viabilidade Econômica e potencial ambiental da apicultura em pequena escala no Extremo Sul da Bahia

² “Este capítulo está organizado conforme o estilo do periódico **XXXX**, ao qual **será/foi** submetido para avaliação e possível publicação. (*Caso aplicável*)” ou “Este capítulo está organizado conforme o estilo do periódico **XXXX**, no qual este capítulo foi publicado. (*Caso aplicável*)”.

CAPÍTULO 2: VIABILIDADE ECONÔMICA E POTENCIAL AMBIENTAL DA APICULTURA EM PEQUENA ESCALA NO EXTREMO SUL DA BAHIA

Resumo: Este estudo avaliou, por meio de um estudo de caso, a viabilidade econômica de uma unidade apícola em pequena escala no município de Teixeira de Freitas, Bahia, bem como a influência do uso e da ocupação do solo no entorno do apiário sobre a sustentabilidade da apicultura regional. A pesquisa foi realizada em um apiário experimental composto por dez colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), implantado em propriedade rural privada. A abordagem metodológica integrou o levantamento dos custos de implantação e operação do sistema produtivo, com base em dados obtidos no apiário experimental, a estimativa da produção de mel a partir da produtividade observada nas colmeias e a aplicação de indicadores econômicos de atratividade, incluindo Valor Presente Líquido (VPL), Payback e Retorno sobre o Investimento (ROI), permitindo a avaliação determinística da viabilidade econômica do sistema. Adicionalmente, foi realizado o mapeamento do pasto apícola em um raio de 1,5 km ao redor do apiário, por meio de técnicas, de geoprocessamento, com o objetivo de avaliar a disponibilidade de recursos florais e o potencial de suporte ambiental à atividade. Os resultados indicaram que o sistema analisado apresentou viabilidade econômica nas condições consideradas, com VPL positivo e retorno financeiro em médio prazo, associado a custos de produção compatíveis com a escala adotada, o que pode representar alternativa produtiva complementar para propriedades rurais do agronegócio e familiares. A análise espacial do entorno revelou elevada proporção de áreas com cobertura vegetal potencialmente melífera, incluindo fragmentos de vegetação nativa, cultivos agrícolas e áreas de silvicultura, sugerindo capacidade de suporte para a ampliação gradual do número de colmeias sem comprometer a sustentabilidade ambiental. De forma integrada, os achados indicam que a apicultura em pequena escala pode representar uma alternativa produtiva complementar para propriedades rurais familiares, com potencial de geração de renda e integração a sistemas agrícolas diversificados no Extremo Sul da Bahia, desde que associada a planejamento econômico e avaliação prévia das condições ambientais locais.

Palavras-chave: apiário, indicadores financeiros, mapeamento apícola, serviços ecossistêmicos.

ECONOMIC VIABILITY AND ENVIRONMENTAL POTENTIAL OF SMALL-SCALE BEEKEEPING IN SOUTHERN BAHIA, BRAZIL

Abstract: This study evaluated, through a case study approach, the economic feasibility of a small-scale beekeeping unit in the municipality of Teixeira de Freitas, Bahia, Brazil, as well as the influence of land use and land cover surrounding the apiary on the sustainability of regional beekeeping. The research was conducted in an experimental apiary composed of ten colonies of Africanized bees (*Apis mellifera scutellata*), established on a private rural property. The methodological approach integrated the assessment of implementation and operational costs of the production system, based on data obtained from the experimental apiary, the estimation of honey production from the observed productivity of the colonies, and the application of economic attractiveness indicators, including Net Present Value (NPV), Payback Period, and Return on Investment (ROI), allowing a deterministic evaluation of the system's economic feasibility. Additionally, bee forage mapping was carried out within a 1.5 km radius around the apiary using geoprocessing techniques, aiming to assess the availability of floral resources and the environmental support capacity for the activity. The results indicated that the analyzed

system was economically feasible under the considered conditions, presenting a positive NPV and financial return in the medium term, associated with production costs compatible with the adopted scale, which may represent a complementary productive alternative for both agribusiness and family-based rural properties. The spatial analysis of the surrounding area revealed a high proportion of land with potentially melliferous vegetation cover, including fragments of native vegetation, agricultural crops, and forestry areas, suggesting sufficient support capacity for the gradual expansion of the number of colonies without compromising environmental sustainability. Overall, the findings indicate that small-scale beekeeping can represent a viable complementary productive alternative for family farming systems, with potential for income generation and integration into diversified agricultural systems in southern Bahia, provided it is supported by proper economic planning and prior assessment of local environmental conditions.

Keywords: apiary; financial indicators; bee forage mapping; ecosystem services.

Introdução

A apicultura tem se consolidado como uma atividade produtiva estratégica em sistemas agrícolas sustentáveis, em função da crescente valorização de produtos naturais e da forte dependência de serviços ecossistêmicos, especialmente a polinização. No Brasil, condições ambientais favoráveis e elevada biodiversidade conferem expressivo potencial à atividade, com destaque para a produção de mel, produto de elevado valor nutricional e relevante para a geração de renda em contextos de agricultura familiar e pequenos empreendimentos rurais (ALMEIDA; SOUSA, 2022; ALVES et al., 2017). Para além do componente econômico, a apicultura cumpre função ecológica estratégica por meio da polinização, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas, reforçando sua relevância em estratégias de uso sustentável da terra (SILVA; ROCHA, 2012).

A implantação de unidades apícolas, entretanto, demanda avaliação econômica rigorosa, uma vez que o desempenho produtivo e financeiro do sistema é condicionado simultaneamente por fatores biológicos, ambientais e de mercado. A produtividade das colmeias depende diretamente da disponibilidade e da diversidade de recursos florísticos no raio de forrageamento das abelhas, tipicamente de até 1,5 km, podendo alcançar distâncias maiores em situações de escassez (EMBRAPA, 2020; PEREIRA, 2023). A rentabilidade, por sua vez, é sensível à variação de preços do mel e de insumos, aos custos de instalação e manejo, à sanidade das colônias, à sazonalidade da produção e aos riscos climáticos. Nessa perspectiva, indicadores clássicos de análise de investimentos, como Valor Presente Líquido, *Payback* e Retorno sobre o Investimento, associados a análises de sensibilidade e de cenários, são amplamente empregados para mensurar a atratividade econômica e a robustez de projetos produtivos frente às incertezas (DINIZ JÚNIOR; TORRES, 2021).

Paralelamente, estudos no Brasil têm utilizado a caracterização do uso e da cobertura da terra como ferramenta para estimar o potencial apícola e orientar a instalação de apiários em áreas com maior diversidade florística, sombreamento e condições ambientais favoráveis (ROLIM, 2015; SILVA et al., 2020). Contudo, a intensificação da silvicultura, da agropecuária e da urbanização tem promovido transformações na paisagem, frequentemente reduzindo a oferta de recursos melíferos e impondo desafios adicionais à produtividade e à sustentabilidade econômica da atividade, uma vez que a intensificação do uso do solo e a simplificação da paisagem comprometem as comunidades de polinizadores e a estabilidade dos serviços de polinização, com implicações diretas para a produção agrícola e apícola (KLEIN et al., 2007)..

Em sistemas de agricultura familiar, essas pressões são agravadas por limitações de infraestrutura de beneficiamento, exigências sanitárias e restrições de escala produtiva, que afetam a capacidade de captura de valor ao longo da cadeia (RAHIMI; BARGHJELVEH; DONG, 2022; WILSON; JAMIESON, 2019). Apesar dos avanços, ainda são limitadas as abordagens que integram explicitamente a análise econômica da apicultura com a base ambiental espacializada que sustenta sua produtividade, especialmente em unidades de pequena escala.

Diante desse contexto, este estudo analisa, por meio de um estudo de caso, a viabilidade econômica de uma unidade apícola em pequena escala no município de Teixeira de Freitas, Bahia, integrando o levantamento de custos de implantação e operação, a aplicação de indicadores financeiros de atratividade e o mapeamento do uso e da cobertura da terra no entorno do apiário. Ao articular análise econômica e base ecológica em escala local, o trabalho contribui para o avanço do debate sobre a sustentabilidade produtiva da apicultura e oferece um referencial metodológico replicável para avaliações similares em contextos rurais submetidos a transformações no uso do solo.

Material e Métodos

Local estudado

O estudo foi conduzido em um apiário localizado na Fazenda Parajú, situada a aproximadamente 12 km da área urbana do município de Teixeira de Freitas, no Extremo Sul do estado da Bahia. A sede da propriedade encontra-se nas coordenadas geográficas 17°37'22.10" S; 39°43'15.30" O, obtidas por meio de georreferenciamento, utilizando o software QGIS, a partir de imagens de satélite, no sistema de referência SIRGAS 2000 (Figura 1). A região apresenta mosaico de usos do solo característico de áreas de agricultura familiar,

com presença de fragmentos de vegetação nativa, áreas agrícolas e silvicultura, condição relevante para análises integradas de viabilidade econômica e base ambiental da apicultura.

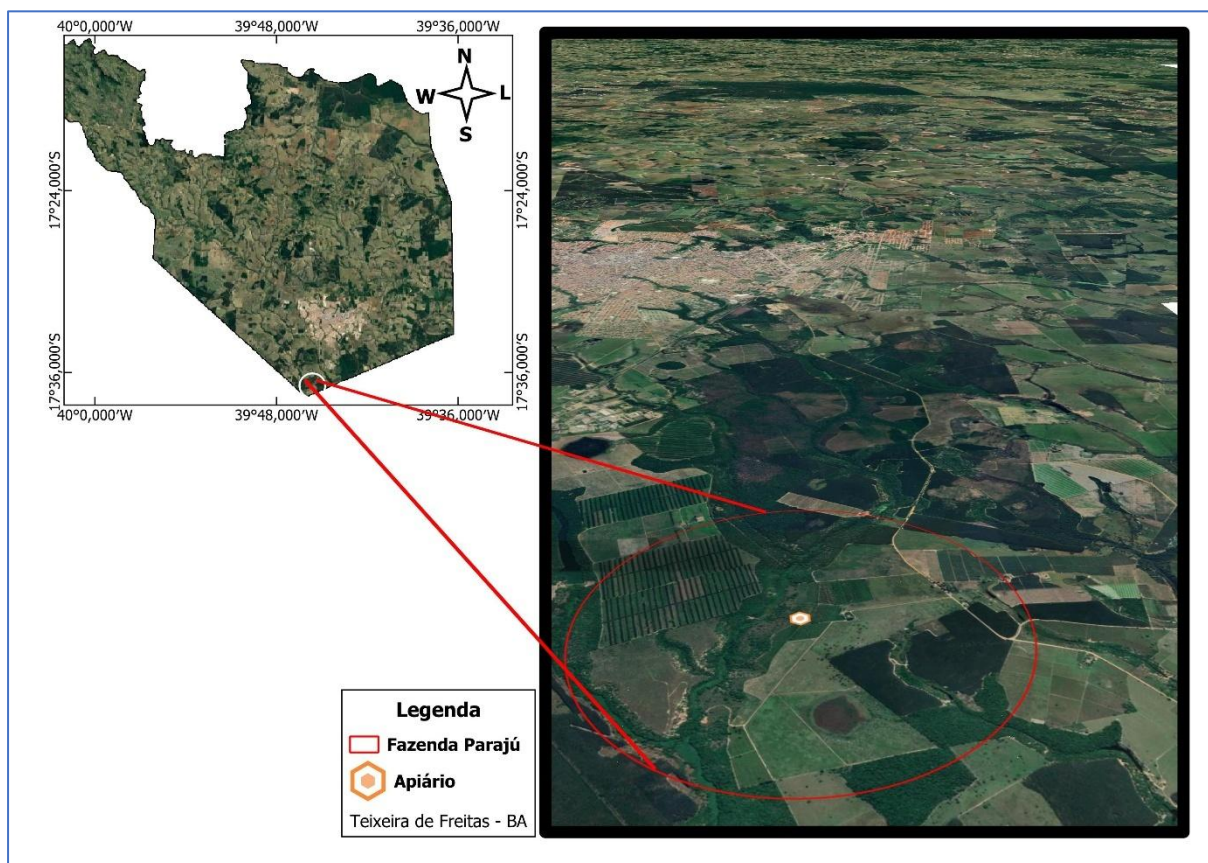


Figura 1. Localização geográfica da Fazenda Parajú, no município de Teixeira de Freitas (Bahia, Brasil). Fonte: QGIS. Elaboração: Os autores, 2025.

O município de Teixeira de Freitas, situado no Extremo Sul da Bahia, possui área territorial de 1.165,62 km² (IBGE, 2023), com coordenadas aproximadas 17°32'43" S; 39°44'18" O. Segundo o Censo Demográfico de 2022, Teixeira de Freitas contava com 145.216 habitantes, ocupando a 13^a posição em população absoluta no estado da Bahia. Em 2024, a população estimada foi de 153.332 habitantes, confirmando uma tendência de crescimento demográfico contínuo. A economia local apresenta perfil diversificado, destacando-se as atividades agropecuárias, notadamente a produção de grãos e a pecuária, além da expressiva participação dos setores industrial e de serviços, os quais exercem papel central na dinâmica socioeconômica regional (IBGE, 2023).

A base cartográfica utilizada incluiu dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) e camadas temáticas de uso e cobertura da terra provenientes da Embrapa e do

MapBiomass. Todos os dados espaciais foram processados no sistema de referência geodésico WGS84 (EPSG:4326), utilizando o software QGIS 3.x (LTR).

Delineamento do estudo e caracterização do apiário

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso observacional, sem intervenção experimental sobre o manejo, tendo como unidade analítica um apiário em pequena escala. O apiário piloto foi implantado em 2022 e permaneceu em operação contínua até 2023, sendo composto por 10 colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*).

O manejo seguiu práticas técnicas padronizadas com base nas recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), incluindo inspeções periódicas das colmeias, suplementação alimentar quando necessária, controle sanitário conforme recomendações técnicas vigentes e colheita do mel apenas após a completa maturação. Todas as atividades produtivas foram registradas sistematicamente em planilhas eletrônicas padronizadas, garantindo rastreabilidade de insumos, mão de obra, produção e eventuais perdas ao longo do período analisado.

Levantamento de custos, preços e estrutura produtiva

O inventário de custos foi elaborado a partir de documentos fiscais, registros operacionais do produtor e controles internos do apiário. Os custos foram classificados em quatro categorias principais:

1. Investimento inicial, incluindo aquisição de colmeias, quadros, enxames, equipamentos de manejo e beneficiamento, equipamentos de proteção individual (EPI), ferramentas e adaptações estruturais necessárias à implantação do apiário;
2. Custos fixos, abrangendo depreciação econômica dos ativos, manutenção preventiva, seguros e despesas administrativas;
3. Custos variáveis, compreendendo alimentação suplementar, medicamentos e insumos sanitários, embalagens, combustíveis, transporte;
4. Mão de obra, contabilizada em horas de trabalho destinadas às atividades de manejo, colheita e beneficiamento, valoradas com base no custo médio da mão de obra rural praticado no mercado local.

Todos os valores monetários foram convertidos para reais de 2023 por meio de deflatores oficiais do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), conforme metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023), garantindo comparabilidade temporal.

A depreciação dos ativos foi calculada pelo método da linha reta, considerando vida útil e valor residual definidos com base em literatura especializada e práticas de campo.

Avaliação da Viabilidade Econômica

A viabilidade econômica do apiário foi avaliada por meio de indicadores financeiros amplamente utilizados na análise de investimentos produtivos. A avaliação da viabilidade financeira, realizada para um horizonte de cinco anos e taxa mínima de atratividade acima da taxa SELIC do ano correspondente sendo o valor atribuído de 15% a.a. O Valor Presente Líquido (VPL) foi estimado como a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros e o investimento inicial, conforme formulação clássica (ASSAF NETO, 2012):

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I_0$$

em que FC_t representa o fluxo de caixa no período t ; i a taxa de desconto real adotada e I_0 investimento inicial.

O Retorno sobre o Investimento (ROI) foi utilizado para mensurar a eficiência do capital aplicado, sendo calculado pela razão entre o lucro líquido acumulado e o investimento inicial, expressa em termos percentuais, ou seja, indica o percentual de ganho ou perda em relação ao valor investido:

$$ROI = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Investimento Inicial}} \times 100$$

Onde: Lucro Líquido = Receita Total – Custo Total.

O *Payback* simples foi empregado como indicador complementar de liquidez e risco de projetos de pequeno porte de curto prazo, estimando o tempo necessário para que o fluxo de caixa acumulado igualasse o investimento inicial (GITMAN, 2010; SOUZA, 2018). É bastante útil para avaliar a liquidez e o risco de projetos de pequeno porte e com sensibilidade a fatores de curto prazo (SOUZA, 2018).

$$Payback = \frac{I_0}{FC}$$

em que FC é o Lucro líquido anual; I_0 é o investimento inicial.

A análise econômica considerou um horizonte temporal compatível com a vida útil média dos principais ativos do apiário. Foram realizadas análises de sensibilidade para avaliar o comportamento dos indicadores financeiros frente a variações nos preços do mel, na produtividade das colmeias e nos custos operacionais, permitindo examinar a robustez do investimento em cenários de incerteza (DINIZ JÚNIOR; TORRES, 2021). A utilização

conjunta do VPL, do ROI e do Payback simples forneceu uma base analítica complementar para a avaliação da viabilidade financeira, ampliando a confiabilidade das decisões de investimento (RAMOS, 2006; CUNHA, 2013; SILVA et al., 2013; SOUZA, 2018).

Mapeamento Ambiental e Inferência do Potencial Apícola

O mapeamento ambiental teve como objetivo estimar a disponibilidade relativa de recursos de florais no entorno do apiário e sua capacidade de suporte à atividade apícola. Para isso, adotou-se a metodologia descrita no *Manual de Mapeamento Apícola* (VIEIRA JÚNIOR, 2023), a qual utiliza abordagem geoespacial simplificada para inferir a densidade potencial de colmeias a partir da composição do uso e cobertura da terra. As classes de uso da terra foram identificadas e delimitadas manualmente por meio de vetorização em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software QGIS, a partir da interpretação visual de imagens de satélite de alta resolução incluindo fragmentos de vegetação nativa, áreas agrícolas e plantações florestais, conforme critérios estabelecidos pelo MMA.

Considerou-se um raio de forrageamento de 1,5 km a partir do ponto central do apiário, correspondente a uma área aproximada de 707 hectares (Figura 2). A delimitação da área foi realizada nos softwares Google Earth Pro e QGIS, com base em imagens de satélite recentes. As classes de uso da terra foram identificadas e delimitadas manualmente, incluindo fragmentos de mata nativa, áreas agrícolas (cafezais, cultivos de melancia e mamão) e plantações florestais (eucalipto), conforme critérios estabelecidos pelo *Manual de Mapeamento Apícola* (MMA) (Tabela 1).



Figura 2. Delimitação do raio de forrageamento das abelhas (1,5 km) no entorno do Apiário Natura Mel na Fazenda Parajú, município de Teixeira de Freitas (BA). Elaboração: Os Autores, 2025

Tabela 1. Recomendações de densidade de colmeias de *Apis mellifera* em diferentes formações vegetais, em função da disponibilidade relativa de recursos florais (% de pasto apícola).

Tipo de Vegetação / Bioma	Densidade recomendada de colmeias (colmeias para cada 1% de pasto apícola)
Mata Atlântica e Floresta Amazônica	1 colmeia
Cerrado, Pantanal e Pampas Sulinos	2 colmeias
Agreste e Semiárido nordestino	4 colmeias
Monocultura (eucalipto, girassol, canola ou floríferas)	4 colmeias
Monocultura de <i>Acacia mangium</i>	8 colmeias

Fonte: Vieira Júnior, A. Manual de Mapeamento Apícola (MMA). Cia da Abelha, 2023. Elaboração: Autores (2025).

O percentual de pasto apícola foi estimado segundo a expressão:

$$P_{ap} = \frac{\text{Área de Pasto Apícola}}{7,07}$$

em que P_{ap} corresponde ao percentual de áreas com vegetação potencialmente melífera e 7,07 representa 1% da área total de voo das abelhas. A densidade recomendada de colmeias por tipo de vegetação seguiu os parâmetros propostos por VIEIRA JÚNIOR (2023).

Com base nos resultados do mapeamento ambiental, foram estimados o número máximo de colmeias suportado pelo pasto apícola e os custos médios por colmeia, considerando depreciação, insumos e mão de obra.

Integração econômica e ambiental dos dados

A integração entre o levantamento de custos e a análise espacial foi realizada por meio da associação entre os dados econômicos do sistema produtivo e as informações obtidas no mapeamento do uso e cobertura da terra. A partir dessa integração, as áreas com potencial apícola foram identificadas e utilizadas como base para estimar a capacidade de suporte do ambiente, expressa pelo número máximo de colmeias. Com base nos resultados do mapeamento ambiental, foram estimados o número máximo de colmeias suportado pelo pasto apícola e os custos médios por colmeia, considerando depreciação, insumos e mão de obra.

Adicionalmente, foram construídos cenários exploratórios de exploração produtiva (conservador, intermediário e intensivo), a partir da variação de parâmetros de produtividade (produção de mel por colmeia) e custos operacionais. Esses cenários foram elaborados em

planilha eletrônica, onde foram atribuídos valores mínimos, médios e máximos para cada variável, com base em dados de literatura e informações do sistema produtivo analisado. O cenário conservador considerou menor produtividade e maiores custos, o intermediário utilizou valores médios, e o intensivo adotou maior produtividade associada à otimização dos custos, sem pretensão de modelagem preditiva. Essa abordagem possibilitou integrar indicadores econômicos (VPL, ROI, Payback) com informações ambientais, fornecendo inferências sobre a sustentabilidade técnico-financeira da apicultura em pequena escala no contexto regional.

Resultados e Discussão

Estrutura de custos e investimento inicial

A análise da estrutura de custos evidenciou que a implantação do apiário em pequena escala demandou investimento inicial total de R\$ 6.925,00 para a instalação de dez colmeias de *Apis mellifera scutellata* no período de 2022–2023 (Tabela 2). Observou-se forte concentração dos dispêndios em materiais e equipamentos, que representaram 100% do investimento total, destacando-se colmeias completas, melgueiras e a centrífuga manual (Tabela 2). Os principais dispêndios concentraram-se em colmeias completas, suportes e centrífuga manual, itens essenciais para a produção e beneficiamento do mel. Esse padrão confirma achados recorrentes na literatura nacional, segundo os quais a infraestrutura inicial constitui o principal componente de custo e um dos principais entraves à expansão da apicultura familiar no Brasil (SABBAG; NICODEMO, 2011; OLIVEIRA et al., 2022).

Tabela 2. Investimento inicial em materiais e equipamentos para implantação e operação de 10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

Material apícola	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Colmeias Langstroth completas (1 melgueira)	10	250,00	2.500,00
Caixa de Captura (papelão)	50	2,00	100,00
Quadros de Ninho	50	3,00	150,00
Suportes para colmeias	10	60,00	600,00
Tela de transporte	1	204,00	204,00
Centrífuga manual (8 quadros)	1	1.100,00	1.100,00
Tela excludora de Ninho	1	45,00	45,00
Balde (15 kg)	10	10,00	100,00
Tela de alvado invertido	2	68,00	136,00
Coberturas para colmeias	10	35,00	350,00
Alimentadores (Boardman ou PET)	10	15,00	150,00
Carretilha para incrustar cera em quadros	1	49,00	49,00
Tábua para incrustar cera em quadros	1	35,00	35,00
Caneco soldador	1	75,00	75,00

Esticador de arame	1	75,00	75,00
Arame inox (0,45 mm; 500 g)	1	55,00	55,00
Limpador de ranhuras	1	35,00	35,00
Macacão com máscara e chapéu	2	350,00	700,00
Luvas de borracha (par)	2	38,00	76,00
Botas (par)	2	50,00	100,00
Fumigador	1	215,00	215,00
Formão	1	75,00	75,00
Total do investimento com material apícola			R\$ 6.925,00
Depreciação anual (10%)			692,50

Nota: Qtd.: quantidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os custos variáveis, associados principalmente a embalagens, rótulos, ração apícola e insumos consumíveis, corresponderam a R\$ 2.045,50 (Tabela 3), enquanto os custos fixos, restritos à mão de obra, calculada com base em horas de trabalho mensais destinadas ao manejo e manutenção do apiário, totalizaram R\$ 960,00 (Tabela 4). Somados à depreciação anual de R\$ 692,50, os custos operacionais totais atingiram R\$ 3.698,00 (Tabela 5). Embora apresentem menor participação relativa, a inclusão explícita da mão de obra é metodologicamente relevante, pois evita a superestimação da rentabilidade do sistema, especialmente em contextos de agricultura familiar, nos quais o trabalho do produtor e de membros da família frequentemente não é monetizado (SABBAG; NICODEMO, 2011).

Tabela 3. Custos variáveis para implantação e operação de 10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

Item	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Cera alveolada (Kg)	5	70,00	350,00
Potes (500 g)	200	0,42	84,00
Potes (1 kg)	50	0,47	23,50
Feromônio (500 mL)	1	53,00	53,00
Rótulos para potes	320	1,00	320,00
Remuneração do proprietário (5% da produção)	1	175,00	175,00
Ração apícola orgânica (25% proteínas) (kg)	60	13,00	780,00
Transporte e frete (para colheita)	1	120,00	120,00
Combustível	7	20,00	140,00
Total dos custos variáveis			R\$ 2.045,50

Legenda: Qtd.: quantidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 4. Custos fixos anuais para implantação e operação de 10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

Item	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão de obra (2 h mês ⁻¹)	12	80,00	960,00

Total dos custos fixos	960,00
------------------------	--------

Legenda: Qtd.: Quantidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 5. Custos Operacionais para implantação e operação de 10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil

Categoria	Total (R\$)
Custos variáveis	R\$ 2.045,50
Custos fixos	R\$ 960,00
Depreciação dos equipamentos (10 anos)	R\$ 692,50
Total geral	R\$ 3.698,00

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

De forma geral, a estrutura de custos observada é consistente com estudos conduzidos em sistemas apícolas de pequena e média escala no Brasil, evidenciando que o investimento inicial constitui o principal limiar econômico para a adoção da atividade, enquanto os custos operacionais tendem a permanecer relativamente baixos ao longo do ciclo produtivo. Nesse contexto, o investimento total de R\$ 6.925,00 (Tabela 2) define o patamar mínimo de capital necessário para a implantação de um apiário de pequeno porte e indica que sistemas de menor escala podem apresentar retorno relativamente rápido quando associados a estratégias de comercialização local.

Produção, custos unitários e desempenho econômico

No primeiro ano de operação, a produção total estimada foi de 140 kg de mel para o conjunto de dez colmeias. Desse total, 7 kg (equivalente a 5% da produção) foram destinados ao pagamento do proprietário da área onde o apiário está instalado, restando 133 kg comercializáveis. Considerando a receita obtida com a venda desse volume e os custos operacionais totais de R\$ 3.698,00, apurou-se um custo unitário de R\$ 27,80/kg e um custo operacional por colmeia de R\$ 1.062,30/ano (Tabela 6).

Tabela 6. Produção anual e indicadores de custo do mel no sistema apícola (10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil).

Indicador	Valor
Produção anual (kg)	133
Custo unitário do mel (R\$ kg ⁻¹)	27,80
Custo por colmeia (R\$ colmeia ⁻¹)	1.062,30

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Esses valores refletem a estrutura de custos de um sistema apícola de pequena escala, caracterizado por manejo semi-intensivo e uso predominante de mão de obra própria, cujos dados foram obtidos por meio de levantamento direto no sistema produtivo analisado. A produtividade observada (14 kg/colmeia/ano) encontra-se dentro da faixa reportada para a apicultura brasileira. Com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), obtidos por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), especificamente a partir da Tabela 8602, essa produtividade foi estimada pela razão entre a produção total de mel e o número de colmeias registradas no Censo Agropecuário, resultando em valores médios próximos de 14 a 15 kg/colmeia/ano (cálculo próprio). Valores semelhantes também são apresentados em documentos técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2018), que indicam produtividade média nacional nessa mesma ordem de grandeza.

Quando comparado ao preço médio de comercialização praticado no mercado local, de aproximadamente R\$ 55,00/kg, o custo unitário obtido indica uma margem econômica potencialmente favorável. Resultados semelhantes são reportados na literatura, que apontam a apicultura como uma atividade economicamente viável, mesmo em sistemas de pequena escala, especialmente quando associada a condições ambientais favoráveis e manejo adequado (VIDAL, 2021).

A relação entre custo unitário e preço de venda indica margem bruta elevada, sugerindo que a apicultura em pequena escala pode ser economicamente atrativa sob condições produtivas e de mercado semelhantes às observadas neste estudo (VIDAL, 2021; LENGLER; LAGO; CORONEL, 2007). Resultados comparáveis foram reportados por Oliveira et al. (2022), que identificaram custo médio de R\$ 7,88/kg em apiários de maior escala no Sul de Minas Gerais. Embora a escala produtiva analisada por esses autores seja superior (100 colmeias), a comparação evidencia que sistemas menores também podem apresentar desempenho econômico favorável, desde que bem manejados e inseridos em contextos ambientais adequados. Um diferencial observado por Oliveira et al. (2022) foi a inclusão da própolis como produto comercial, responsável por 56% da receita total em função de seu elevado valor de mercado. Em contraste, no caso analisado na Bahia, a receita concentrou-se exclusivamente na comercialização do mel, o que evidencia o potencial de ampliação da sustentabilidade econômica do sistema por meio da diversificação produtiva, incluindo própolis, pólen e cera, especialmente em mercados com demanda por produtos apícolas diferenciados (VIDAL, 2021).

A avaliação da viabilidade financeira, realizada para um horizonte de cinco anos e taxa mínima de atratividade de 15% (Tabela 7), indicou fluxo de caixa líquido anual de R\$ 3.698,00, confirmando a viabilidade econômica do investimento nas condições analisadas (escala reduzida). Esse desempenho financeiro corrobora evidências de que a apicultura constitui alternativa eficiente de diversificação de renda em propriedades familiares, sobretudo quando integrada a estratégias de comercialização local (SABBAG; NICODEMO, 2011).

Tabela 7. Parâmetros econômicos para análise de viabilidade financeira do sistema apícola (10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil).

Indicador	Valor
Investimento inicial (R\$)	R\$ 6.925,00
Produção anual (kg)	133
Preço de venda varejo (R\$ kg ⁻¹)	R\$ 55,00
Receita bruta anual (R\$)	R\$ 7.315,00
Custos operacionais anuais (fixos + variáveis) (R\$)	R\$ 3.698,00
Fluxo de caixa líquido anual (R\$)	R\$ 3.617,00
Horizonte de análise (anos)	5
Taxa mínima de atratividade – TMA (%)	15

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Embora os indicadores financeiros apontem elevada atratividade, é importante destacar que esses resultados são condicionados a parâmetros específicos de produtividade, custos e preços. Nesse sentido, a realização de análises de sensibilidade, conforme descrito nos métodos, permite interpretar a viabilidade observada como robusta, porém dependente do contexto, especialmente em cenários de volatilidade de preços e variabilidade climática. Essa abordagem é consistente com recomendações metodológicas para avaliação de investimentos em sistemas agropecuários de pequena escala (DINIZ JÚNIOR; TORRES, 2021).

Implicações do manejo e da base ambiental para a sustentabilidade da atividade

Além dos resultados estritamente econômicos, o desempenho produtivo do apiário esteve diretamente associado às condições ambientais locais e ao manejo adotado. A ocorrência de duas floradas anuais bem definidas — a primeira associada aos cafezais, entre agosto e setembro, e a segunda relacionada à vegetação nativa remanescente da Mata Atlântica, entre novembro e dezembro — possibilitou a realização de duas safras por ano, contribuindo para a estabilidade da produção mesmo com número limitado de colmeias

Essa estratégia produtiva reforça a importância da base ambiental e do uso e cobertura da terra no entorno do apiário para a sustentabilidade econômica da apicultura. A diversificação

de fontes florais reduz a dependência de floradas únicas, diminui riscos produtivos e aumenta a resiliência do sistema frente a variações climáticas e de mercado, conforme destacado por Silva et al. (2020a). No contexto analisado, a coexistência de áreas agrícolas, silvicultura e fragmentos de vegetação nativa configurou um mosaico favorável à atividade apícola, permitindo inferir potencial de expansão gradual do número de colmeias sem comprometer a sustentabilidade ambiental. Entretanto, a literatura aponta que a consolidação da apicultura familiar no Brasil ainda enfrenta limitações estruturais, como restrições de crédito, assistência técnica insuficiente e desafios relacionados à infraestrutura produtiva (SABBAG; NICODEMO, 2011; SILVA et al., 2020a). Esses fatores também se aplicam ao contexto da Mata Atlântica baiana e devem ser considerados em estratégias futuras de ampliação da atividade, reforçando a necessidade de políticas públicas e arranjos coletivos que promovam a competitividade e a sustentabilidade do setor.

Indicadores da Viabilidade Econômica

A viabilidade econômica do apiário foi avaliada por meio dos indicadores VPL, *Payback* e ROI. Considerou-se um horizonte de análise de cinco anos e uma *Taxa Mínima de Atratividade* (TMA) de 15% ao ano, adotada como critério conservador para projetos agropecuários (ASSAF NETO, 2012), o VPL estimado foi de R\$ 5.199,74 (Tabela 8). Esse resultado indica que o valor presente dos fluxos de caixa futuros supera o investimento inicial, evidenciando viabilidade econômica nas condições analisadas.

Tabela 8. Valor Presente Líquido (VPL) do sistema apícola (10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil), considerando taxa de desconto de 15% a.a.

Ano	Fluxo de caixa líquido (R\$)	Fator de desconto (15% a.a.)	Valor presente (R\$)
1	3.617,00	0,8696	3.145,22
2	3.617,00	0,7561	2.734,97
3	3.617,00	0,6575	2.378,24
4	3.617,00	0,5718	2.068,03
5	3.617,00	0,4972	1.798,29
Σ Valor Presente	–	–	12.124,74
Investimento inicial (I ₀)	–	–	R\$ 6.925,00
VPL (R\$)	–	–	5.199,74

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A análise do *Payback* (Tabelas 9 e 10) indicou recuperação do capital investido em aproximadamente 1,91 anos, evidenciando elevada liquidez do empreendimento. Esse desempenho é particularmente relevante em sistemas apícolas de pequena escala, nos quais a

rápida na recuperação do investimento contribui para a redução da exposição a riscos produtivos e de mercado, conforme destacado na literatura sobre apicultura familiar (SABBAG; NICODEMO, 2011).

Tabela 9. Cálculo do *Payback* para instalação de 10 colmeias no Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).

Ano	Investimento Inicial (R\$)	Fluxo de caixa líquido (R\$)	Acumulado (R\$)	Situação
1	R\$ 6.925,00	3.617,00	3.617,00	Não recuperado
2	–	3.617,00	7.234,00	Recuperado

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 10. *Payback* descontado do sistema apícola (10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil), considerando taxa de desconto de 15% a.a.

Ano	Fluxo de caixa (R\$)	Fluxo de caixa descontado (R\$)	Saldo acumulado descontado (R\$)	Status
0	-6.925,00	-6925,00	-6925,00	Investimento inicial
1	3.617,00	3145,22	-3779,78	Não recuperado
2	3.617,00	2734,97	-1044,81	Não recuperado
3	3.617,00	2378,24	1333,43	Investimento recuperado
4	3.617,00	2068,03	3401,46	Lucro acumulado
5	3.617,00	1798,29	5199,74	Lucro acumulado

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Complementarmente, o Retorno sobre o Investimento (ROI) alcançou 161,16% ao final do período de cinco anos, refletindo elevada rentabilidade acumulada em relação ao capital inicialmente aplicado. A convergência entre VPL positivo, *Payback* inferior a três anos e ROI elevado reforça a atratividade econômica do sistema, sobretudo quando comparada a outros estudos realizados em contextos similares (SABBAG; NICODEMO, 2011; OLIVEIRA et al., 2022). De forma integrada, os resultados indicam que a apicultura em pequena escala apresenta desempenho econômico consistente sob parâmetros conservadores de análise, especialmente quando associada a estratégias de comercialização local e a uma base ambiental favorável. Esses achados dialogam diretamente com o arcabouço metodológico e fontes referenciais adotadas, consolidando a atividade como alternativa viável de diversificação produtiva em propriedades familiares da região da Mata Atlântica baiana (Tabela 11).

Tabela 11. Síntese dos indicadores de viabilidade econômica do sistema apícola (10 colmeias de *Apis mellifera scutellata* em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil).

Indicador	Resultado	Interpretação
Valor Presente Líquido - VPL (R\$)	R\$ 5.199,74	Valor positivo indica retorno superior ao investimento inicial, evidenciando viabilidade econômica.
Payback descontado (anos)	1,91 anos	Recuperação do capital investido entre o 2º e 3º ano, indicando elevada liquidez do investimento.
Retorno sobre o Investimento - ROI (%)	161,16% em 5 anos	Rentabilidade expressiva ao longo do horizonte de análise..

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Mapeamento Ambiental e implicações para a viabilidade econômica

O mapeamento ambiental do entorno do apiário indicou que 54,5% da área de forrageamento das abelhas, correspondente a 385,4 ha em um raio de 1,5 km (707 ha), apresenta vegetação com potencial apícola (Tabelas 12 e 13). Essa área é composta por fragmentos de mata nativa (180,5 ha), cultivos agrícolas, principalmente café, mamão e melancia (132,8 ha), e plantios de eucalipto (72,1 ha), configurando um mosaico de uso do solo característico de sistemas agrícolas diversificados da Mata Atlântica baiana (Figura 3).

A configuração espacial dessa paisagem, marcada pela presença de fragmentos florestais intercalados com áreas agrícolas, indica um cenário de heterogeneidade ambiental que pode favorecer a oferta contínua de recursos florais ao longo do ano. Estudos realizados no Brasil demonstram que ambientes com maior diversidade de cobertura vegetal tendem a sustentar maior diversidade e abundância de polinizadores, incluindo abelhas, devido à complementaridade de fontes de néctar e pólen (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012; GIANNINI et al., 2015). Por outro lado, a fragmentação da vegetação nativa pode influenciar negativamente a dinâmica das populações de abelhas, especialmente quando associada à redução do tamanho dos fragmentos e ao isolamento entre áreas de vegetação, como observado na Mata Atlântica brasileira (RIBEIRO et al., 2009).

Nesse contexto, o mosaico identificado na área de estudo pode representar uma condição intermediária, na qual a presença de diferentes usos do solo contribui para a diversificação de recursos, enquanto a manutenção de fragmentos de vegetação nativa desempenha papel fundamental na sustentação ecológica do sistema (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Assim, a estrutura da paisagem não apenas influencia o potencial produtivo do apiário, mas também está diretamente relacionada à estabilidade da produção ao longo do tempo, constituindo um fator-chave para a viabilidade econômica da atividade apícola (JOLY; METZGER; TABARELLI, 2014; VIDAL, 2021).

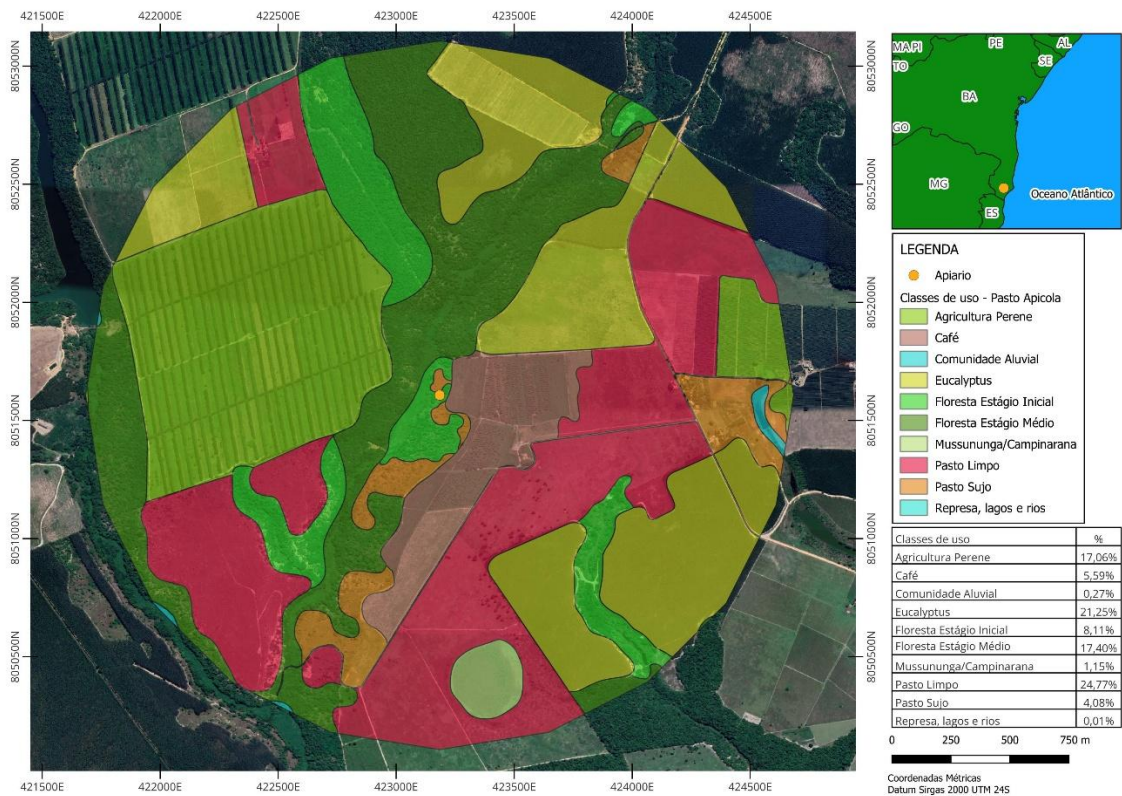


Figura 3. Mapeamento apícola com a delimitação do raio de forrageamento (1,5 km) no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).
Fonte: QGIS; Elaboração: Os autores, 2025.

Tabela 12. Distribuição das classes de uso da terra áreas com potencial apícola no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).

Classes de uso da terra	Área (ha)
Cafezal	35,0
Vegetação Nativa	180,5
Melancia	72,8
Sistema agrícola (café/mamão)	25,0
Eucalipto	72,1
Total (ha)	385,4

Fonte: Imagens de satélite do Google Earth (2023); elaboração dos autores (2025).

Tabela 13. Distribuição percentual das classes de uso da terra com potencial apícola em um raio de 1,5 km no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas.

Classes de uso da terra	Área (ha)	% do total (707 ha)
Cafezal	35,0	4,95%
Vegetação Nativa	180,5	25,53%
Melancia	72,8	10,30%
Sistema agrícola (café/mamão)	25,0	3,54%
Eucalipto	72,1	10,20%
Área com potencial apícola	385,4	54,50%
Área sem potencial apícola	321,6	45,50%

Área total (raio de 1,5 km)	707,0	100,00%
-----------------------------	-------	---------

Fonte: Imagens de satélite do Google Earth (2023); elaboração dos autores (2025).

A aplicação dos critérios do Manual de Mapeamento Apícola (VIEIRA JÚNIOR, 2023) permitiu estimar uma capacidade de suporte de até 140 colmeias na área analisada, distribuídas conforme a tipologia da vegetação (Tabela 14). Esse resultado indica que o apiário avaliado opera muito abaixo do limite ambiental estimado, sugerindo margem para expansão gradual sem comprometimento da disponibilidade de recursos florais ou intensificação da competição intraespecífica. Do ponto de vista econômico, essa condição ambiental favorável contribui diretamente para a estabilidade produtiva observada, refletida na ocorrência de duas floradas anuais bem definidas (associadas aos cafezais e à vegetação nativa da Mata Atlântica) e no desempenho financeiro consistente do sistema. A diversificação de fontes florais reduz a dependência de floradas únicas, diminui riscos produtivos e ajuda a explicar a robustez dos indicadores econômicos observados, como o VPL positivo e o Payback inferior a três anos.

O fluxograma sintetiza a progressão da análise ambiental, evidenciando a relação entre a área total de forrageamento delimitada, a proporção de áreas com potencial apícola e a estimativa da capacidade de suporte de colmeias no entorno do apiário (Figura 4).

Tabela 14. Estimativa da capacidade de suporte apícola com base nas classes de uso da terra no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

Classe de uso da terra	Área (ha)	Pasto apícola (%)	Densidade recomendada	Colmeias estimadas
Vegetação Nativa	180,5	25,50%	1 colmeia por 1%	25
Sistemas agrícolas (café, mamão, melancia)	132,8	18,80%	4 colmeias por 1%	75
Eucalipto	72,1	10,20%	4 colmeias por 1%	40
Total	385,4	54,50%	—	140

Fonte: Google Earth; MMA (Vieira Júnior, 2023). Elaboração: Os autores, 2025.

Estudos recentes reforçam essa relação entre diversidade florística, resiliência produtiva e desempenho econômico da apicultura. Silva et al. (2024), ao avaliarem apiários em áreas da Mata Atlântica, demonstraram que a manutenção de fragmentos florestais associada a cultivos agrícolas diversificados amplia estabilidade da produção e permite múltiplas safras anuais, padrão igualmente observado no presente estudo. De forma complementar, Vasconcelos et al. (2021) evidenciaram que condições microclimáticas adequadas, como temperatura e umidade, modulam positivamente o comportamento de forrageamento das abelhas, favorecendo o

aproveitamento eficiente dos recursos disponíveis, característica compatível com o contexto ambiental do Extremo Sul da Bahia.

Além disso, o planejamento produtivo baseado no conhecimento da dinâmica florística local constitui estratégia central para a redução de riscos sazonais. Alves e Carneiro (2021) destacam que a elaboração de calendários florísticos específicos orienta o manejo apícola e contribui para maior previsibilidade da produção. No caso analisado, a combinação entre espécies cultivadas e vegetação nativa sugere elevado potencial para a implementação de calendários locais de floração, reforçando a sustentabilidade técnica e econômica do sistema apícola em pequena escala.

Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que a apicultura em pequena escala apresenta desempenho econômico consistente quando sustentada por uma base ambiental diversificada e por estratégias de manejo compatíveis com a dinâmica local de floradas. A análise integrada dos indicadores financeiros e do mapeamento ambiental demonstrou que, nas condições avaliadas, o sistema analisado combina liquidez relativamente elevada, retorno econômico em médio prazo e estabilidade produtiva, características particularmente relevantes para unidades produtivas de base familiar.

A caracterização espacial do uso e da cobertura da terra no entorno do apiário evidenciou que a disponibilidade de recursos florais exerce papel central na sustentabilidade econômica da atividade, ao reduzir riscos associados à dependência de floradas únicas e ao possibilitar escalonamento produtivo ao longo do ano. Nesse sentido, o estudo reforça que a viabilidade econômica da apicultura não pode ser dissociada de sua base ecológica, sobretudo em paisagens agrícolas heterogêneas como as da Mata Atlântica baiana.

Do ponto de vista científico, o trabalho contribui ao integrar avaliação econômica de investimentos produtivos com análise ambiental espacializada em escala local, abordagem ainda pouco explorada em estudos sobre apicultura familiar. Essa integração amplia a compreensão dos condicionantes da sustentabilidade técnico-financeira da atividade e oferece um referencial metodológico aplicável a contextos similares submetidos a transformações no uso do solo. Como limitações, destaca-se o caráter de estudo de caso e o horizonte temporal restrito, o que sugere cautela na extrapolação dos resultados. Pesquisas futuras podem ampliar a abordagem incorporando séries temporais mais longas, análise de riscos climáticos e a diversificação de produtos apícolas, de modo a aprofundar a compreensão da resiliência econômica da apicultura em diferentes contextos regionais.

Referências Bibliográficas

- AHSAN, M. T.; LI, X.; ZHANG, Y.; WANG, C.; LIU, J.; ZHAO, K.; SUN, Q. The sublethal effects of neonicotinoids on honeybees. *Biology*, v. 14, n. 8, p. 1076, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology14081076>. Acesso em: 18 mar. 2026.
- ALVES, D.A.; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A. A importância das abelhas na conservação das florestas. São Paulo: Sociedade Nacional de Agricultura, 2017. Disponível em: <https://abelha.org.br/a-importancia-das-abelhas-na-conservacao-das-florestas/>. Acesso em: 18 fev. 2025.
- ALVES, L. A.; CARNEIRO, L. T. Calendário de flora apícola em área de Caatinga no agreste alagoano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 3, p. 399-408, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v16i3.8616>. Acesso em: 27 abr. 2024.
- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A. **Manejo produtivo**. 2020. Disponível em: <https://abelha.org.br/manejo-produtivo/>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- COSTA, C. C. **A arte de criar compostos: uma análise da cadeia produtiva da apicultura**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – UniAGES, Paripiranga, 2021.
- CUNHA, A. L. F. **Método manual para cálculo da taxa interna de retorno**. Universidade Federal do Amazonas – UFAM, 2013. Disponível em: <https://www.home.ufam.edu.br/andersonlfc/MacroI/MetodoManualTIR.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2025.
- DINIZ JÚNIOR, Olavo Gonçalves; TORRES, Inácio Alves. As contribuições do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, do payback e do fluxo de caixa descontado para avaliação e análise de um projeto de investimento em cenário hipotético. *Universitas: Gestão e TI*, Brasília, 2021. Disponível: <https://doi.org/10.5102/un.gti.v3i1.2277>. Acesso em: 15 jan. 2026.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Apicultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 24 p. (Série Produtor Rural, 363). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1130443/apicultura>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Plano de fortalecimento da cadeia produtiva da apicultura e meliponicultura**. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1110965/1/13377planodefortalecimentodacadeiadaapiculturaemliponicultura10dez2018.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2026.
- GIANNINI, Tatiane Cardoso; BORTOLI, Carla de; ARAÚJO, Juliana; ACOSTA, André Luis; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia; SARAIVA, Antonio Mauro. **Dependence of crops on pollinators and the economic value of pollination in Brazil**. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n. 3, p. 849–857, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tov093>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/108/3/849/892445>. Acesso em: 19 mar. 2026.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: produção de mel e número de colmeias**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Tabela 8602. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/8602>. Acesso em: 19 mar. 2026.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia; CANHOS, Dora Ann Lange; ALVES, Denise de Araújo; SARAIVA, Antonio Mauro (org.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: 2012. Disponível em: <https://www.livrosabertos.edusp.usp.br/edusp/catalog/book/8>. Acesso em: 19 mar. 2026.

JOLY, Carlos A.; METZGER, Jean Paul; TABARELLI, Marcelo. **Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives**. *New Phytologist*, v. 204, n. 3, p. 459–473, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.12989>. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.12989>. Acesso em: 19 mar. 2026.

LENGLER, L.; LAGO, A.; CORONEL, D. A. A organização associativa no setor apícola: contribuições e potencialidades. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 9, n. 2, p. 151–163, 2008. DOI: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.43706>. Acesso em: 19 mar. 2026.

KUHNEN, O. L.; BAUER, U. R. **Matemática financeira aplicada e análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, M.R.F.; VASCONCELOS, F.N.P.; TEIXEIRA, E.A.; MAIA, S.C. Contabilidade de custos no setor apícola: uma análise a partir de um pequeno empreendimento rural da região do Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 29., 2022, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Associação Brasileira de Custos, 2022. p. 1-20.

PEREIRA, D. S.; HOLANDA NETO, J. P.; SOUSA, L.C.F.S.; COELHO, D.C.; SILVEIRA, D. C.; HERNANDEZ, M. L. Mitigação do comportamento de abandono de abelhas *Apis mellifera* L. em apiários no Semiárido Brasileiro. *Acta Apícola Brasileira*, v. 2, n. 2 (Especial), p. 1-11, dez. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022903/mitigacao-do-comportamento-de-abandono-de-abelhas-apis-mellifera-l-em-apiarios-no-semiarido-brasileiro>. Acesso em: 25 out. 2024.

RAHIMI, Ehsan; BARGHJELVEH, Shahindokht; DONG, Pinliang. Amount, distance-dependent and structural effects of forest patches on bees in agricultural landscapes. *Agriculture & Food Security*, Londres, v. 11, art. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40066-022-00360-x>. Disponível em: <https://agricultureandfoodsecurity.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40066-022-00360-x>. Acesso em: 15 jan. 2026.

RAMOS, A. C. **Análise de Investimentos**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/contabilidade/article/download/21/3644>. Acesso em: 21 jun. 2025.

RIBEIRO, Milton Cezar; METZGER, Jean Paul; MARTENSEN, Alexandre Camargo; PONZONI, Flávio Jorge; HIROTA, Márcia Makiko. **The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320709001151>. Acesso em: 19 mar. 2026.

ROLIM, G.da S. **Flora apícola para *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em municípios sergipanos**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

ROSS, S. A, WESTERFIELD, R. W, JORDAN, B. D. Princípios de administração financeira. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SABBAG, O. J.; NICODEMO, D. Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 94-101, 2011.

SILVA, C. I. da; FREITAS, B. M.; ALVES, R. M. O.; SANTOS, F. A. R.; BORGES, R. C.; MAIA-SILVA, C.; OLIVEIRA, P. P.; BRITO, V. L. G.; QUEIROZ, R. T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Catálogo polínico, inventário florístico e produção de mel em Marcelino Vieira, Rio Grande do Norte, Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020b. 32 p. (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical; 189). Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/catalogo-polinico-e-inventario-floristico-para-apis-mellifera-em-marcelino-vieira-rn>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SILVA, C. I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SANTOS, F. A. R.; QUEIROZ, R. T.; ALVES, R. M. O.; FREITAS, B. M.; MAIA-SILVA, C.; OLIVEIRA, P. P.; BRITO, V. L. G.; BORGES, R. C. Atlas de pólen e plantas usadas por abelhas. RCPol, 2020. Disponível em: <https://rcpol.mn.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/11/atlas-de-polen-e-plantas-usadas-por-abelhas.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

SILVA, F. R.; OLIVEIRA, J. S.; SOUZA, A. B.; COSTA, M. L.; LIMA, R. C.; ALMEIDA, P. T.; MARTINS, G. F.; RIBEIRO, V. C. As contribuições do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, do payback e do fluxo de caixa descontado. Universitas: Gestão e TI, v. 2, n. 2, p. 125-142, 2013. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/gti/article/download/2277/2037>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SILVA, J.E.C.; SANTOS, R.L.; OLIVEIRA, F.C.; NASCIMENTO, A.R. Dinâmica da apicultura na Mata Atlântica: produção, floradas e desafios de manejo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 19, n. 2, p. 112-129, 2024.

SILVA, T. J.; SOARES, E. C.; NAVAS, R. Apicultura como atividade de desenvolvimento e conservação do bioma Caatinga: um estudo de caso no Sertão de Alagoas. Campo-Território: revista de geografia agrária, Uberlândia, v. 15, n. 38, p. 412-432, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCT153816>. Acesso em: 27 abr. 2025

SOUZA, D. M. *Taxa Interna de Retorno*. Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, 2018. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/6852/material/04%20-%20Taxa%20Interna%20de%20Retorno.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2025.

VASCONCELOS, F.N.P.; MARTINS, C.F.; SILVA, C.I.; NASCIMENTO, T.M.C. Comportamento de forrageamento de *Apis mellifera* em diferentes condições climáticas no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.52, n.1, p.1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210001>. Acesso em: 17 mar. 2024

VIEIRA JÚNIOR, A. *Manual de Mapeamento Apícola (MMA)*. Cia da Abelha, 2023. 54 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/871789711/MMA-MANUAL-DO-MAPEAMENTO-APICOLA>. Acesso em: 25 abr. 2025.

VIDAL, M. F. **Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB.** Caderno Setorial ETENE, n. 157, 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/801/1/2021_CDS_157.pdf. Acesso em: 19 mar. 2026.

WILSON, Caleb J.; JAMIESON, Mary A. The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. San Francisco, v. 14, n. 12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225852>. Disponível: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0225852>. Acesso em: 15 jan. 2026.

CAPÍTULO 3³: INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NA ORIGEM BOTÂNICA E QUALIDADE DO MEL NA MATA ATLÂNTICA

Resumo: A qualidade do mel e sua origem botânica estão diretamente relacionadas à estrutura da paisagem apícola e à diversidade de recursos florais disponíveis às abelhas. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar, de forma integrada, a qualidade físico-química, microbiológica e a composição polínica de méis produzidos em um apiário localizado no Extremo Sul da Bahia, inserido em uma paisagem heterogênea composta por fragmentos de Mata Atlântica e áreas agrícolas. As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em conformidade com os padrões oficiais de identidade e qualidade, incluindo o Codex Alimentarius, a legislação brasileira vigente (Instrução Normativa nº 11/2000 – MAPA) e metodologias preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz. A autenticidade dos méis foi avaliada por meio dos ensaios clássicos de Fiehe, Lund e Lugol, cujos resultados foram negativos para todas as amostras, indicando ausência de adulteração. A origem botânica foi determinada por análises melissopalínológicas, com identificação taxonômica dos grãos de pólen e cálculo de índices de diversidade. Os dados foram analisados por estatística descritiva e testes comparativos, visando identificar diferenças entre as amostras e associações entre variáveis. Os méis apresentaram, em sua maioria, conformidade com os padrões normativos. A acidez livre variou entre 44,5 e 54,5 meq/kg, com predominância de amostras dentro dos limites estabelecidos, embora ocorrências pontuais acima do padrão tenham sido registradas. Os teores de hidroximetilfurfural variaram entre 48,35 e 77,69 mg/kg, estando em conformidade com o Codex Alimentarius para regiões tropicais (≤ 80 mg/kg), mas com inconformidades parciais em relação ao limite mais restritivo do Instituto Adolfo Lutz (≤ 60 mg/kg). A análise melissopalínológica revelou elevada diversidade e heterogeneidade polínica, influenciada pela composição da paisagem, com diferenças entre áreas de vegetação nativa e monocultura cafeeira. Foram registradas 32 espécies botânicas em floração e 26 tipos polínicos nas amostras, com predominância de *Coffea* spp. em áreas agrícolas e *Tapirira guianensis* em áreas de mata nativa. Os índices de diversidade de Shannon (H') e de equitabilidade de Pielou (J') indicaram maior diversidade e distribuição mais equilibrada dos tipos polínicos nos méis provenientes de áreas de vegetação de mata nativa. Conclui-se que a composição botânica e a qualidade do mel refletem diretamente as características da paisagem apícola, evidenciando a importância da diversidade florística e do uso do solo na produção de méis diferenciados.

³ “Este capítulo está organizado conforme o estilo do periódico **XXXX**, ao qual **será/foi** submetido para avaliação e possível publicação. (**Caso aplicável**)” ou “Este capítulo está organizado conforme o estilo do periódico **XXXX**, no qual este capítulo foi publicado. (**Caso aplicável**)”.

Palavras-chave: Abelhas Africanizadas; Apicultura sustentável; Qualidade do Mel; Melissopalínologia; Pasto Apícola.

INFLUENCE OF LANDSCAPE ON THE BOTANICAL ORIGIN AND HONEY QUALITY IN THE ATLANTIC FOREST

Abstract: Honey quality and its botanical origin are directly related to the structure of the apicultural landscape and the diversity of floral resources available to bees. In this context, this study aimed to evaluate, in an integrated manner, the physicochemical and microbiological quality, as well as the pollen composition of honeys produced in an apiary located in the extreme southern region of Bahia, Brazil, within a heterogeneous landscape composed of Atlantic Forest fragments and agricultural areas. Physicochemical and microbiological analyses were carried out in accordance with official identity and quality standards, including the Codex Alimentarius, current Brazilian legislation (Normative Instruction No. 11/2000 – MAPA), and methodologies recommended by the Adolfo Lutz Institute. Honey authenticity was assessed using the classical Fiehe, Lund, and Lugol tests, all of which yielded negative results, indicating the absence of adulteration. Botanical origin was determined through melissopalynological analyses, including taxonomic identification of pollen grains and calculation of diversity indices. Data were analyzed using descriptive statistics and comparative tests to identify differences among samples and associations between variables. Most honey samples complied with regulatory standards. Free acidity ranged from 44.5 to 54.5 meq/kg, with most samples falling within established limits, although occasional values above the standard were recorded. Hydroxymethylfurfural levels ranged from 48.35 to 77.69 mg/kg, complying with Codex Alimentarius standards for tropical regions (≤ 80 mg/kg), but showing partial non-compliance with the more restrictive limit established by the Adolfo Lutz Institute (≤ 60 mg/kg). Melissopalynological analysis revealed high pollen diversity and heterogeneity, influenced by landscape composition, with differences between native vegetation areas and coffee monoculture. A total of 32 flowering plant species and 26 pollen types were recorded in the samples, with a predominance of *Coffea* spp. in agricultural areas and *Tapirira guianensis* in native forest areas. Shannon diversity (H') and Pielou's evenness (J') indices indicated higher diversity and a more even distribution of pollen types in honeys from native forest vegetation areas. It is concluded that the botanical composition and honey quality directly reflect the characteristics of the apicultural landscape, highlighting the importance of floristic diversity and land use in the production of differentiated honeys.

Keywords: Africanized bees; Sustainable beekeeping; Honey quality; Melissopalynology; Bee pasture.

Introdução

A apicultura, além de sua relevância econômica, exerce papel estratégico na manutenção da biodiversidade e na polinização das plantas, contribuindo diretamente para a sustentabilidade de ecossistemas naturais e agrícolas (BARTH, 2004; KLEINERT et al., 2009). No contexto brasileiro, o bioma Mata Atlântica destaca-se como um dos ambientes de maior diversidade florística do país, reunindo ampla variedade de espécies nectaríferas e poliníferas que favorecem a produção de méis de elevada qualidade (BARTH, 2004). Essa diversidade vegetal sustenta a dinâmica das populações de abelhas e promove o equilíbrio ecológico e a

resiliência ambiental das paisagens apícolas, especialmente em sistemas agrícolas heterogêneos (KLEINERT et al., 2009).

A análise do espectro polínico possibilita distinguir méis monoflorais e pluriflorais, subsidiar processos de certificação de origem e agregar valor comercial ao produto, ao mesmo tempo em que fornece indicadores ecológicos da diversidade florística e do uso da terra no entorno dos apiários (ERDTMAN, 1960; BARTH, 2004; MARINHO et al., 2018). Nesse contexto, os estudos melissopalínológicos assumem papel central ao permitirem a identificação da origem botânica do mel e a caracterização das interações entre abelhas e plantas visitadas (LOUVEAUX et al., 1978).

Paralelamente, a qualidade físico-química e microbiológica do mel constitui parâmetro fundamental para a segurança alimentar, a autenticidade do produto e sua aceitação no mercado. Características como teor de umidade, composição de açúcares, acidez e ausência de microrganismos patogênicos estão associadas tanto à origem botânica quanto às condições ambientais e às práticas de manejo durante a colheita, o processamento e o armazenamento (ALVES; SODRÉ; MARCHINI, 2015).

A conformidade com padrões oficiais de identidade e qualidade, estabelecidos por normativas nacionais, permanece requisito essencial para a comercialização, mas análises integradas têm se mostrado necessárias para compreender a variabilidade e a singularidade dos méis produzidos em diferentes contextos territoriais (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; BRASIL, 2000). Além disso, análises microbiológicas permitem garantir a segurança alimentar e a conformidade com os padrões legais estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pela Resolução RDC nº 277/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

No Extremo Sul da Bahia, a apicultura no município de Teixeira de Freitas está inserida em uma paisagem caracterizada pela coexistência entre fragmentos de Mata Atlântica e sistemas produtivos, como cafezais. Essa configuração de uso e ocupação do solo, observada na área de estudo, contribui para a disponibilidade de diferentes recursos florais ao longo do ano, favorecendo a manutenção de colmeias de *Apis mellifera*. Entretanto, a intensificação produtiva e a expansão de monocultivos continuam a representar fatores de pressão sobre a disponibilidade e a diversidade de recursos florais, com reflexos diretos na composição polínica, na nutrição das colônias e na qualidade final do mel (MARINHO et al., 2018).

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar de forma integrada a qualidade físico-química, microbiológica e a composição polínica de méis produzidos em um apiário do

Extremo Sul da Bahia, inserido em uma paisagem heterogênea composta por fragmentos de Mata Atlântica e áreas agrícolas, contribuindo para o manejo apícola sustentável e para a valorização territorial dos produtos apícolas.

Materiais e Métodos

Caracterização da área de estudo e levantamento florístico

O estudo foi conduzido em um apiário localizado na Fazenda Parajú, município de Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil, inserido no bioma Mata Atlântica. A área de estudo situa-se a aproximadamente 12 km da zona urbana, nas coordenadas geográficas 17°37'22.10"S e 39°43'15.30"O, obtidas por meio de georreferenciamento da área de estudo (Google Earth/QGIS), sendo incluída no texto (Figura 1). A paisagem do entorno é caracterizada por um mosaico de fragmentos de vegetação nativa, áreas de silvicultura, cultivos agrícolas e pastagens, típico de sistemas agrícolas heterogêneos da região.

O apiário Natura Mel foi instalado em 2022 e é composto por 10 colmeias de *Apis mellifera scutellata*, manejadas segundo práticas de apicultura racional, incluindo inspeções periódicas das colmeias e colheita realizada apenas em favos operculados, conforme recomendações técnicas da EMBRAPA (2012). O levantamento das espécies botânicas com potencial apícola foi realizado no entorno do apiário, considerando as áreas acessíveis às abelhas durante o período de floração, com o objetivo de caracterizar a composição da flora apícola local e subsidiar as análises melissopalínológicas subsequentes.

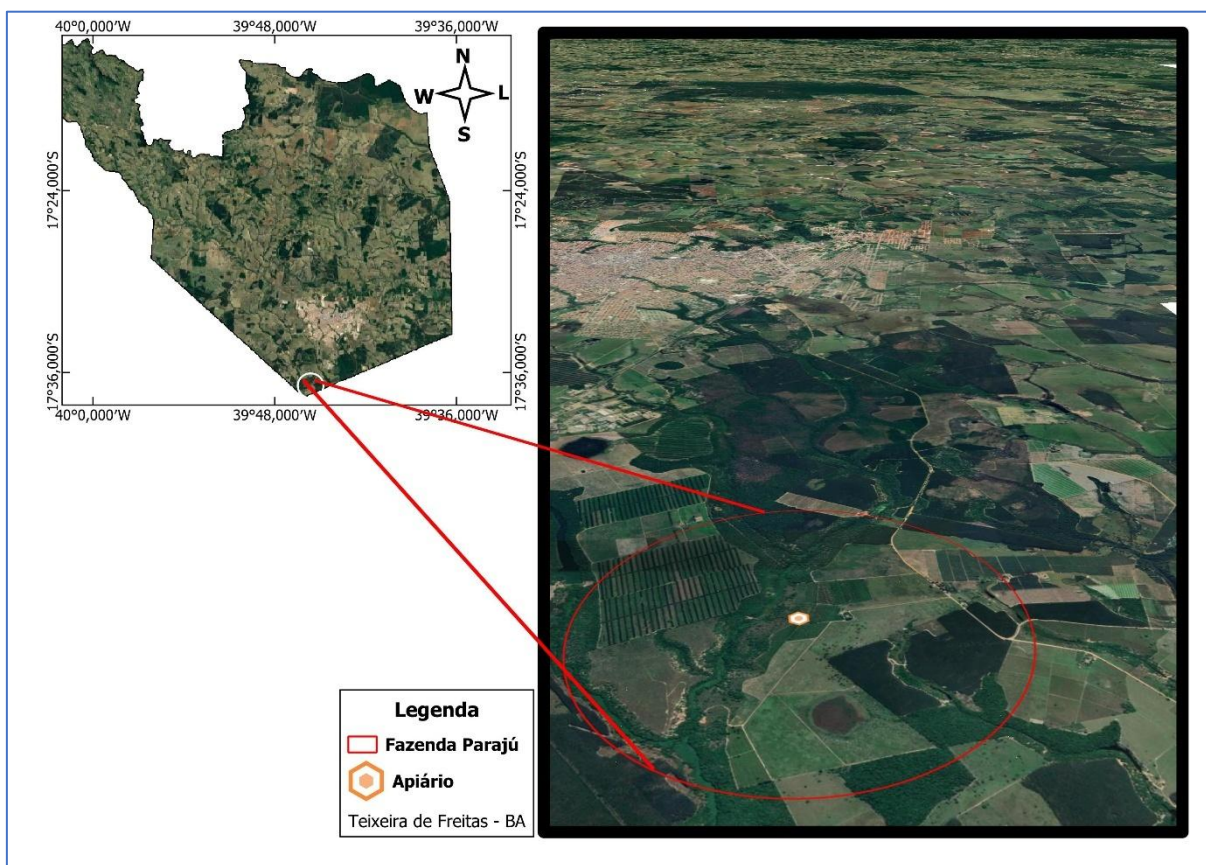


Figura 1. Localização geográfica da Fazenda Parajú e contexto paisagístico do entorno do apiário no município de Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

Fonte: QGIS. Elaboração: Os autores, 2025.

Em cada campanha, foram coletadas espécies vegetais em estágio de floração consideradas potenciais fornecedoras de néctar e/ou pólen. Para cada espécie registrada, foram coletadas três *exsicatas*, que foram prensadas, secas e processadas conforme protocolos padronizados da botânica sistemática (FONSECA et al., 2013). As espécies foram posteriormente identificadas e validadas, e as *exsicatas* depositadas no Herbário do Programa *Arboretum* e no Herbário da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), assegurando a rastreabilidade dos registros e a salvaguarda científica do material botânico (Figura 2). As coletas botânicas foram realizadas em três campanhas durante o outono de 2025, nos dias 10 de março, 7 de abril e 23 de maio, abrangendo um raio de 1,5 km ao redor do apiário, correspondente à área média de forrageamento das abelhas. Os pontos de coleta foram georreferenciados por meio de coordenadas geográficas, visando maior precisão na localização das espécies botânicas registradas (Figura 3). As espécies vegetais em floração foram identificadas inicialmente por observação morfológica em campo, com apoio do Herbário

Virtual Re flora e validação complementar por aplicativos de reconhecimento botânico, como PlantNet, Google Lens e Plant Parent (BRASIL, 2019).

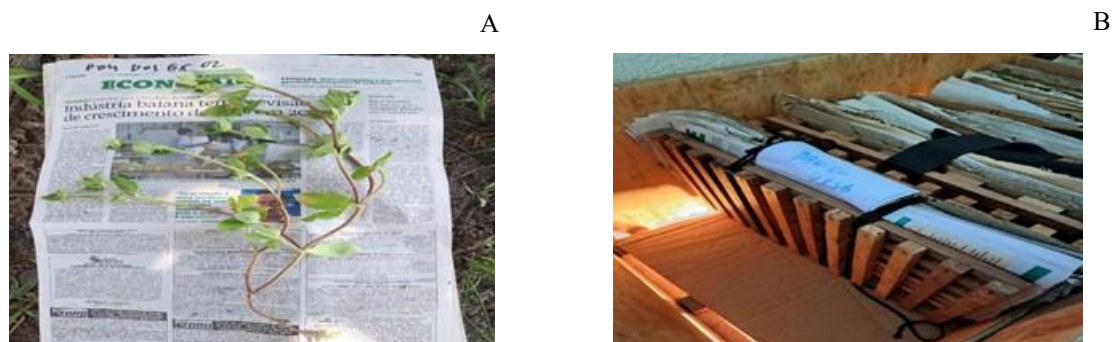


Figura 2. Etapas do levantamento botânico realizado no entorno do apiário: (A) coleta de espécies vegetais em estágio de floração durante as campanhas de campo; (B) prensagem e secagem das *exsicatas* para posterior identificação taxonômica e depósito em herbário.

Fonte: Própria

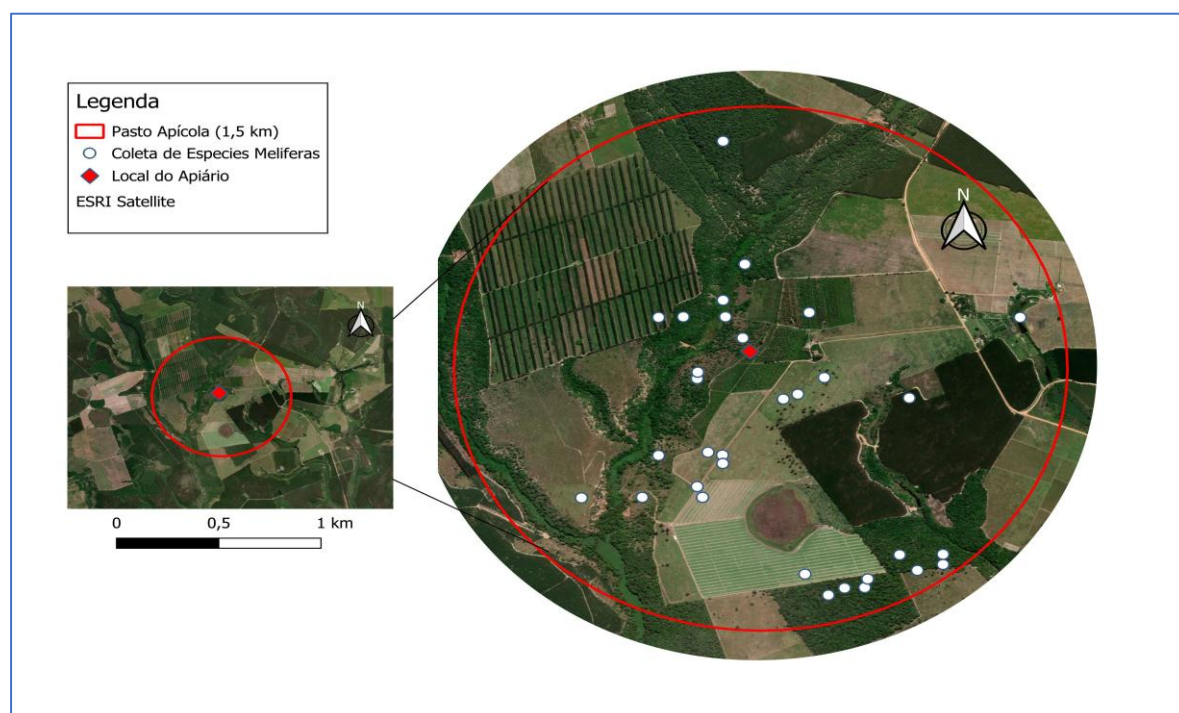


Figura 3. Pontos de coleta das espécies botânicas com a delimitação do raio de forrageamento (1,5 km) no entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).

Fonte: Google Earth e QGIS; Elaboração: Própria.

Para a organização dos dados, elaborou-se uma tabela analítica contendo: número de tomo, espécie científica, família botânica e nome popular. A categorização incluiu famílias e espécies de reconhecida importância apícola, permitindo posterior análise da representatividade de cada grupo na composição do pasto apícola regional.

Colheita, extração e beneficiamento do mel

O processo de extração do mel compreendeu a retirada das melgueiras do apiário e a seleção exclusiva de favos operculados, indicativos de plena maturação do produto. Os quadros foram transportados em recipientes adequados até a antiga associação de apicultores, onde ocorreu a desoperculação manual dos favos, etapa necessária para a abertura das células de cera e liberação do conteúdo armazenado. Essa fase concentrou-se, portanto, na preparação dos favos para posterior processamento, buscando minimizar contaminações e preservar as características naturais do mel.

O beneficiamento foi realizado de forma artesanal e incluiu a centrifugação dos quadros em centrífuga de aço inoxidável para a remoção do mel, seguida da filtragem manual com peneiras para retirada de fragmentos de cera e outras partículas sólidas. Não foi realizada a etapa de decantação, uma vez que o decantador se encontrava em manutenção no período de processamento. Imediatamente após a filtragem, o produto foi acondicionado inicialmente em baldes herméticos com capacidade de 20 kg, próprios para contato com alimentos, sendo posteriormente fracionado em embalagens comerciais de 500 g e 1 kg, todas previamente higienizadas e esterilizadas, destinadas à comercialização no mercado local. Apesar da simplicidade estrutural, o procedimento adotado buscou atender a requisitos básicos de higiene e conservação, essenciais para a manutenção da qualidade físico-química e microbiológica do mel.

Análise Melissopalinológica

A análise melissopalinológica foi realizada com seis amostras de mel coletadas entre 2023 e 2025, sendo duas amostras de 500g de mel para cada ano específico, provenientes das colheitas de mel e submetidas ao método de acetólise (ERDTMAN, 1960). Para as análises, cerca de 5 g de cada amostra foram diluídos em 5 mL de água ultrapura aquecida em béquer, seguidos da adição de 5 mL de álcool etílico, visando aumentar a recuperação dos grãos de pólen durante as centrifugações (Jones; Bryant, 2004). Após homogeneização, as amostras foram transferidas para tubos Falcon de 15 mL e centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos, descartando-se o sobrenadante. O procedimento foi repetido até o processamento integral da amostra.

Posteriormente, em cada tubo, adicionaram-se 3 mL de ácido acético glacial, mantendo o material em repouso por 24 h. Em seguida, após nova centrifugação e descarte do sobrenadante, aplicou-se o método de acetólise (ERDTMAN, 1960), utilizando anidrido acético e ácido

sulfúrico (9:1) sob aquecimento em banho-maria (~100 °C) por 3 min e 30 s. As amostras foram então lavadas em álcool etílico e reidratadas por 20 h em solução aquosa de glicerina a 50%.

Foram confeccionadas três lâminas permanentes por amostra no total de 18 lâminas com gelatina glicerinada, seladas com parafina. Sob microscopia óptica, aproximadamente 300 grãos de pólen por amostra foram identificados e quantificados. A frequência relativa dos tipos polínicos (Tabela 1) foi classificada conforme Louveaux et al. (1978), obedecendo suas categorias de frequência. Adotou-se o conceito de mel com fonte floral predominante (Bandeira; Novais, 2021), em substituição ao termo “monofloral”, de modo a indicar tipos polínicos que, embora predominantes, não são exclusivos na composição. As análises foram realizadas no Laboratório PalinoFloras, em parceria com o Jardim Botânico FLORAS/UFSB.

Tabela 1. Categorias de frequência relativa dos tipos polínicos em amostras de mel, conforme Louveaux et al. (1978).

Categoria	Frequência (%)
Pólen dominante	$x > 45\%$
Pólen acessório	$15\% < x \leq 45\%$
Pólen isolado importante	$3\% \leq x \leq 15\%$
Pólen isolado ocasional	$x < 3\%$

Fonte: Louveaux et al. (1978). Elaboração: Própria

Análise da Diversidade e Equitabilidade Polínica

Para mensurar quantitativamente a diversidade e a equitabilidade dos tipos polínicos, foram aplicados os índices ecológicos de Shannon (H') e Pielou (J'), calculados no software RStudio e em planilhas auxiliares no Excel.

O índice de Shannon (H'), originalmente proposto na teoria da informação, combina a riqueza (número de tipos polínicos) e a abundância relativa de cada tipo, sendo amplamente utilizado para avaliar a diversidade biológica em amostras de mel (SHANNON, 1948). Essa métrica possibilita verificar se as abelhas exploraram uma ampla variedade de espécies vegetais ou se concentraram a coleta em poucas floradas dominantes, padrão também observado em análises da diversidade polínica de méis provenientes da região amazônica, conforme demonstrado por Freitas, Vieira e Novais (2022). A sua fórmula (H') é dada por:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i)$$

Onde: H' é o índice de diversidade de Shannon; p_i é a proporção do tipo polínico i em relação ao total da amostra; S é o número total de tipos polínicos observados; $\ln$ representa o logaritmo natural.

Valores mais altos de H' indicam maior diversidade da amostra. Estudos de Reis et al. (2021) demonstraram que áreas de transição florística apresentam valores superiores, refletindo maior diversidade de fontes polínicas utilizadas pelas abelhas.

Complementando essa medida, o índice de equitabilidade de Pielou (J') avalia a uniformidade na distribuição dos tipos polínicos em relação à diversidade máxima esperada (PIELOU, 1966). A sua fórmula (J') é dada por:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde: J' = Índice de equitabilidade de Pielou (varia de 0 a 1); H' = Índice de Shannon-Wiener (diversidade); S = Número total de espécies (ou tipos polínicos) na amostra; $\ln(S)$ = Logaritmo natural da riqueza de espécies.

Segundo Reis et al. (2021), valores de J' próximos de 1 representam uma equitatividade elevada entre os tipos polínicos, sugerindo coleta uniforme de diferentes espécies vegetais pelas abelhas. Por outro lado, valores mais baixos de J' indicam dominância de poucos tipos, o que pode ser resultado da florada intensa de espécies específicas. Esses índices têm sido fundamentais para avaliar o impacto das paisagens sobre a dieta das abelhas, sendo também ferramentas valiosas na certificação de méis monoflorais e multiflorais (BARTH, 2004; FREITAS; VIEIRA; NOVAIS, 2022).

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas, fundamentais para o controle da qualidade e segurança do mel, foram realizadas no Laboratório Interdisciplinar II da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), *campus* Paulo Freire, seguindo os protocolos descritos no manual da Compact Dry® (LABORCLIN, 2020). Foram coletadas três amostras de mel, com volume de 500 mL cada, sendo uma por ano referentes a 2023, 2024 e 2025. As amostras foram obtidas por meio de coleta aleatória a partir do mel produzido no apiário, não sendo realizadas coletas individualizadas por colmeia.

O preparo da solução salina peptonada (SSP 0,1%) utilizou como base 0,8 g de água peptonada e 6,8 g de cloreto de sódio (NaCl) dissolvidos em 800 mL de água destilada. O volume final foi ajustado para 100 mL, considerando a análise de três amostras em triplicata (81 mL), com acréscimo de 19 mL para segurança operacional. Para a diluição seriada,

inicialmente foram homogeneizados 25 g de mel em 225 mL de SSP (diluição 10^{-1}). Em seguida, 1 mL dessa solução foi transferido sequencialmente para tubos contendo 9 mL de SSP estéril, obtendo-se as diluições de 10^{-2} a 10^{-4} .

A inoculação foi realizada em placas Compact Dry®, utilizando pipetas estéreis para evitar contaminação cruzada. Em cada placa foram depositados 1 mL das respectivas diluições. As placas foram então incubadas em estufa bacteriológica, sob condições específicas de temperatura e tempo recomendadas para cada meio Compact Dry®, conforme parâmetros microbiológicos detalhados na Tabela 2.

Tabela 2. Condições de inoculação e incubação das placas Compact Dry® utilizadas nas análises microbiológicas de amostras de mel.

Placa	Micro-organismos analisados	Temperatura de incubação	Tempo de incubação
TC	Microorganismos aeróbios totais	35 ± 2 °C	48 ± 3 horas
EC	<i>Escherichia coli</i> e coliformes totais	35 ± 2 °C	24 ± 2 horas
ETB	Enterobactérias (<i>Enterobacter</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Klebsiella</i> , etc.)	35 ± 1 °C	24 ± 2 horas

Fonte: LABORCLIN (2020). Elaboração: Própria.

Durante o período de incubação, as condições de temperatura e tempo foram rigorosamente monitoradas para assegurar a precisão e a reprodutibilidade dos resultados. Após o término do tempo estipulado para cada meio, foi realizada a avaliação do crescimento microbiano nas placas, considerando-se as características específicas das colônias, como cor, morfologia e intensidade de crescimento, compatíveis com os microrganismos esperados.

A contagem das colônias foi conduzida utilizando-se a técnica apropriada para cada situação, que incluiu tanto a contagem direta quanto o uso de câmaras de contagem, conforme a densidade observada em cada placa e as recomendações metodológicas do laboratório. Para a interpretação dos resultados, as colônias foram classificadas com base nas características cromogênicas e diferenciais específicas de cada meio de cultura, conforme apresentado na (Tabela 3).

Tabela 3. Contagem e interpretação de colônias das placas Compact Dry utilizadas nas análises microbiológicas de amostras de mel.

Compact Dry	Tipo de microrganismo	Cor das colônias	Interpretação
-------------	-----------------------	------------------	---------------

TC	Microrganismos aeróbios totais	Vermelha	Crescimento de microrganismos aeróbios
EC	<i>Escherichia coli</i>	Azul	Presença de <i>E. coli</i> (indicador fecal)
	Coliformes totais	Magenta	Presença de coliformes totais
ETB	Enterobactérias (<i>Enterobacter</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Klebsiella</i> , etc.)	Magenta ou vermelha	Presença de enterobactérias patogênicas ou ambientais

Fonte: LABORCLIN (2020). Elaboração: Própria.

Análise de Sólidos Solúveis (°Brix) e Determinação de Umidade do Mel

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada com o objetivo de avaliar a concentração de açúcares e inferir o grau de maturação do mel, parâmetros diretamente relacionados à sua qualidade e estabilidade. A determinação dos sólidos solúveis foi realizada em refratômetro monocular digital ABBE, com escala de 0–95 °Brix, seguindo o Método 173/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras foram previamente homogeneizadas por três minutos e, em seguida, submetidas à leitura direta do índice de refração em °Brix, sob temperatura controlada de 27,4 °C, conforme especificações do equipamento. Os valores obtidos foram convertidos para umidade utilizando a Tabela de Chataway (Tabela 4), específica para mel, e posteriormente comparados com os limites de identidade e qualidade estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Tabela 4. Relação entre leitura refratométrica (°Brix) e teor de umidade (%) em mel, segundo a tabela de Chataway.

Leitura refratométrica (°Brix)	Umidade (%)
78,0	20,5
78,5	20,0
79,0	19,5
79,5	19,0
80,0	18,6
80,5	18,1
81,0	17,7
81,5	17,2
82,0	16,8
82,5	16,3
83,0	15,9
83,5	15,4
84,0	15,0

84,5	14,6
85,0	14,2

Fonte: Instituto Adolfo Lutz (2008). Elaboração dos autores

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas em seis amostras de mel, coletadas entre os anos de 2023 e 2025 no município de Teixeira de Freitas, extremo sul da Bahia, Brasil. As amostras foram obtidas por coleta aleatória a partir do mel produzido no apiário, sem individualização por colmeia, sendo representativas de cada safra apícola. Cada amostra foi identificada pelos códigos 298, 299, 300, 301, 302 e 303, conforme o ano de coleta.

As amostras 298 e 299 foram coletadas durante o ano de 2023, representando lotes provenientes da primeira safra do período de estudo. As amostras 302 e 303 referem-se às coletas realizadas em 2024, enquanto as amostras 300 e 301 correspondem ao ciclo produtivo do ano de 2025. Em cada ano de coleta, foi obtido um volume total de 600 g de mel, distribuído em dois frascos de 300 g cada, devidamente identificados e selados, de modo a garantir a representatividade e a integridade do material analisado.

Cada amostra foi colhida diretamente de colmeias sob manejo padronizado, após a operculação completa dos favos, assegurando que o mel estivesse em estágio de maturação adequado. Posteriormente, os méis foram homogeneizados manualmente por três minutos, com o objetivo de uniformizar a composição e eliminar bolhas de ar, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O armazenamento foi realizado em frascos de vidro âmbar esterilizados, devidamente lacrados e identificados, sendo mantidos em ambiente protegido da luz, seco e ventilado, à temperatura média de 25 °C, até o momento das análises laboratoriais. Esses cuidados visaram preservar as características físico-químicas originais das amostras, evitando alterações que pudessem interferir nos resultados analíticos e garantir a confiabilidade dos dados obtidos para comparação com os parâmetros normativos do Codex *Alimentarius* (CXS 12-1981) e das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os procedimentos analíticos e os limites de referência seguiram as determinações estabelecidas pelo Codex *Alimentarius* (CXS 12-1981 – Standard for Honey), aprovado pela FAO/WHO, e pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008, Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos). Esses documentos definem os padrões internacionais e nacionais de identidade e qualidade do mel, garantindo comparabilidade e rastreabilidade dos

resultados. Desta maneira, os parâmetros avaliados, estão descritos na Tabela 5 conforme metodologias oficiais.

Tabela 5. Valores de referência para qualidade físico-química e autenticidade do mel segundo o Codex Alimentarius e o Instituto Adolfo Lutz

Parâmetro	Limite de referência	Unidade	Fonte
Reações de Fiehe / Loundon / Lugol	Reação negativa (ausência de adulteração)	Não aplicável	IAL (2008)
Acidez livre	≤ 50	mEq/kg	Codex; IAL
HMF (Hidroximetilfurfural)	≤ 80 (méis t de regiões tropicais)	mg/kg	Codex; IAL
Sólidos insolúveis	$\leq 0,1$	%	Codex; IAL
Umidade	≤ 20	%	Codex; IAL

Fonte: Codex Alimentarius Commission (CODEX STAN 12-1981, revisado); Instituto Adolfo Lutz (2008).
Elaboração dos autores.

Resultados e Discussão

Diversidade botânica do entorno do apiário

Foram identificadas 32 espécies vegetais em floração, pertencentes a 17 famílias botânicas, com predominância de Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae, Rubiaceae e Myrtaceae. Espécies como *Coffea canephora*, *Tapirira guianensis*, *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, *Byrsonima crassifolia* e *Eucalyptus globulus* (Tabela 6) se destacaram como importantes fontes de néctar e pólen. A paisagem da área de estudo apresenta caráter predominantemente antropizado, composta por um mosaico de usos do solo que inclui áreas agrícolas, silvicultura e fragmentos remanescentes de vegetação nativa. Esses remanescentes estão inseridos no domínio da Mata Atlântica, originalmente caracterizada por formações de floresta ombrófila densa e transições com florestas estacionais semidecíduais, atualmente fragmentadas e sob influência de atividades antrópicas (NOGUEIRA JUNIOR et al., 2019).

Essas formações representam o domínio vegetal típico do litoral baiano, com espécies adaptadas à alta umidade e solos profundos. Com isso, os remanescentes florestais em diferentes estágios sucessionais desempenham papel essencial na manutenção de processos ecológicos locais, fornecendo refúgio, conectividade de habitat e recursos florais ao longo do ano (ULYSHEN et al., 2023).

Estudos palinológicos realizados em amostras de mel da Bahia mostram que famílias como Fabaceae, Rubiaceae e Myrtaceae figuram com elevada representação no espectro polínico, evidenciando a relevância dessas famílias como fontes de pólen e néctar para *Apis mellifera* (MORETI et al., 2000).

Tabela 6. Composição florística do entorno do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), com identificação taxonômica das espécies botânicas

Seq.	Nº Tombo	Espécie Científica	Família	Nome Popular
1	ARBO00002847	<i>Borreria verticillata</i>	Rubiaceae	Vassourinha-de-botão
2	ARBO00002848	<i>Galinsoga parviflora</i>	Asteraceae	Picão-branco
3	ARBO00002849	<i>Arivela viscosa</i>	Cleomaceae	Mofumbo
4	ARBO00002850	<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Guanxuma
5	ARBO00002851	<i>Heliotropium supinum</i>	Boraginaceae	Não identificado
6	ARBO00002852	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Murici
7	ARBO00002853	<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Passifloraceae	Maracujá-amarelo
8	ARBO00002854	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Pau-pombo
9	ARBO00002855	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Anacardiaceae	Aroeira
10	ARBO00002856	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Boraginaceae	Não identificado
11	ARBO00002857	<i>Hyptis martiusii</i>	Lamiaceae	Hortelã-brava
12	ARBO00002858	<i>Sigesbeckia orientalis</i>	Asteraceae	Não identificado
13	ARBO00002859	<i>Sida cordifolia</i>	Malvaceae	Malva-branca
14	ARBO00002860	<i>Tilesia baccata</i>	Asteraceae	Não identificado
15	ARBO00002861	<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Erva-de-São-João
16	ARBO00002862	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	Eucalipto-comum
17	ARBO00002863	<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	Canela-de-velho
18	ARBO00002864	<i>Coffea canephora</i>	Rubiaceae	Conilon
19	ARBO00002865	<i>Crotalaria</i> sp.	Fabaceae	Rattlebox
20	ARBO00002866	<i>Tridax procumbens</i>	Asteraceae	Barba-de-serpente
21	ARBO00002867	<i>Acacia auriculiformis</i>	Fabaceae	Sabiá Jacarandá-do-campo
22	ARBO00002871	<i>Machaerium brasiliense</i>	Fabaceae	
23	ARBO00002872	<i>Hibiscus acetosella</i>	Malvaceae	Hibisco-roxo
24	ARBO00002873	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Solanaceae	Joá-bravo
25	ARBO00002874	<i>Stigmaphyllon acuminatum</i>	Malpighiaceae	Não identificado
26	ARBO00002875	<i>Chamaecrista nictitans</i>	Fabaceae	Não identificado
27	ARBO00002876	<i>Eschweilera ovata</i>	Lecythidaceae	Biriba-branca
28	ARBO00002877	<i>Psidium guineense</i>	Myrtaceae	Araçá-do-campo
29	ARBO00002878	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	Erva-cidreira
30	ARBO00002879	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	Lamiaceae	Não identificado
31	ARBO00002880	<i>Ipomoea triloba</i>	Convolvulaceae	Não identificado
32	ARBO00002930	<i>Inga edulis</i>	Fabaceae	Ingá

Fonte: Dados de campo da pesquisa (2025). Elaboração dos autores.

As espécies agrícolas (como *Coffea canephora*, *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*,) atuam como recursos complementares ao fornecer néctar e pólen em épocas específicas, enquanto os fragmentos florestais sustentam recursos mais contínuos e complexos para a comunidade de polinizadores. Não obstante, a análise confirma que a diversidade florística regional assegura a resiliência ecológica do sistema e reforça a importância de paisagens multifuncionais para a

apicultura. Esse padrão é consistente com os resultados de Bandeira e Novais (2019), que identificaram 44 tipos polínicos na Costa do Descobrimento (BA). Essa diversidade assegura oferta contínua de recursos florais e reforça a importância da heterogeneidade da paisagem para a sustentabilidade da apicultura regional (Figura 4).



Figura 4. *Exsicatas* de espécies com potencial apícola: (A) *Eucalyptus globulus* e (B) *Tapirira guianensis*. Fonte: Herbário Programa Arboretum. Coleta: Própria

Dessa forma, a conservação dos remanescentes florestais é estratégica para a manutenção da diversidade florística e para a sustentabilidade apícola regional. A coexistência entre áreas agrícolas e fragmentos nativos, quando planejada e manejada de forma integrada, permite uma paisagem multifuncional na qual agricultura e conservação atuam sinergicamente, promovendo resiliência ecológica e a sustentação dos serviços ecossistêmicos (KENNEDY et al., 2013; ULYSHEN et al., 2023; NOGUEIRA JUNIOR et al., 2019).

Análise Melissopalínológica

A análise melissopalínológica de seis amostras de mel do apiário Natura Mel, localizado na Fazenda Parajú (Teixeira de Freitas–BA), revelou 26 tipos polínicos distintos, refletindo a heterogeneidade florística da paisagem da Mata Atlântica associada a cultivos agrícolas (Tabela 7). Entre os tipos identificados, quatro apresentaram comportamento dominante (frequência relativa média $\geq 10\%$). O pólen de *Coffea canephora* (Rubiaceae) foi o mais representativo, com frequência média de 39,03%, evidenciando a forte influência da florada cafeeira sobre a dieta de *Apis mellifera scutellata*. Em seguida, destacaram-se os tipos *Psidium/Eucalyptus* (Myrtaceae; 15,56%) e *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae; 15,22%), indicando a importância tanto de espécies cultivadas quanto de nativas e exóticas naturalizadas no espectro polínico regional.

Nas amostras provenientes de cafezais, observou-se a forte dominância de *C. canephora*, com frequência relativa de 97,65% em A302 e 92,81% em A303 (Tabela 7). Esses valores enquadram as amostras na categoria de méis com fonte floral predominante, segundo Louveaux et al. (1978), reforçando a influência determinante da florada cafeeira no perfil polínico. Resultados semelhantes foram relatados por Santos et al. (2019) e Bandeira & Novais (2019), que identificaram dominância de espécies cultivadas em regiões de monocultura, reduzindo a diversidade polínica e aumentando a dependência de uma única fonte floral.

A diferenciação espacial das amostras mostrou que méis provenientes de áreas de café cultivado (A302 e A303) apresentaram baixa diversidade e dominância marcante de *C. arabica*, com valores de Shannon variando entre 0,76 e 0,88 e equitabilidade de Pielou inferiores a 0,41. Esse padrão é consistente com o observado por Santos et al. (2019) e Bandeira & Novais (2019) em contextos dominados por monocultivos, onde a abundância de uma espécie floral resulta em espectros polínicos fortemente assimétricos.

Por outro lado, as amostras oriundas de fragmentos de mata nativa revelaram maior diversidade e melhor equilíbrio na distribuição dos tipos polínicos. A298, por exemplo, registrou $H' = 1,788$ e $J' = 0,645$, sendo a amostra mais rica e heterogênea, refletindo a alta complexidade florística da Mata Atlântica. A354 apresentou diversidade intermediária ($H' = 1,140$; $J' = 0,495$), padrão semelhante ao observado em A300 ($H' = 1,172$; $J' = 0,472$), ambas caracterizadas por presença expressiva de espécies nativas e naturalizadas. A301 se destacou pelo perfil mais equilibrado entre as amostras da mata ($H' = 1,524$; $J' = 0,694$), indicando distribuição uniforme dos recursos florais mesmo com riqueza moderada. A diversidade observada nessas áreas é coerente com a oferta contínua e variada de recursos florais proporcionada pela vegetação nativa, incluindo táxons como *Cupania* sp., *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Byrsonima crassifolia*, frequentemente associados ao aporte apícola na região (Kataoka et al., 2024; Freitas et al., 2022).

Esses resultados corroboram a importância de fragmentos florestais para a resiliência alimentar das colônias, assegurando maior estabilidade na oferta de recursos ao longo do ano.

Portanto, as amostras associadas à mata nativa apresentaram maior diversidade e equilíbrio na composição polínica. Em A298, observou-se a presença expressiva de *Psidium/Eucalyptus* (32,18%), seguida por *Schinus terebinthifolia* (8,52%), *Cocos nucifera* (10,73%) e *Mimosa caesalpiniiifolia* (9,46%), refletindo a heterogeneidade florística típica da Mata Atlântica. A354 foi marcada pelo predomínio de *Tapirira guianensis* (76,33%), acompanhado por contribuições menores de *Schinus terebinthifolia* (10,14%) e *Psidium/Eucalyptus* (7,73%). A300 apresentou composição diversificada, incluindo *Tapirira*

guianensis (76,10%), *Psidium/Eucalyptus* (11,01%) e *Cocos nucifera* (0,63%), enquanto A301 exibiu maior uniformidade, com predomínio compartilhado entre *Psidium/Eucalyptus* (31,88%), *Cupania* sp. (30,63%) e *Mimosa caesalpiniiifolia* (18,13%). Esses resultados corroboram achados de Freitas et al. (2022) e Kataoka et al. (2024), que destacaram o papel dos fragmentos florestais na manutenção da diversidade de recursos florais e na promoção de méis pluriflorais.

Tabela 7. Frequência relativa (%) dos tipos polínicos identificados em seis amostras de mel (*Apis mellifera scutellata*) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).

Tipo polínico	A298 Mata nativa (2023)	A354 Mata nativa (2023)	A300 Mata nativa (2025)	A301 Mata nativa (2025)	A302 Café (2024)	A303 Café (2024)
<i>Schinus terebinthifolia</i>	8,52	10,14	0,00	5,00	0,00	0,31
<i>Tapirira guianensis</i>	0,00	76,33	76,10	0,00	0,00	0,00
<i>Cocos nucifera</i>	10,73	0,48	0,63	3,75	0,39	0,00
<i>Baccharis</i>	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,31
<i>Vernonanthura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
<i>Protium heptaphyllum</i>	2,84	2,42	4,72	0,00	0,00	1,56
<i>Carica papaya</i>	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	0,00
<i>Commelina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00
<i>Cucurbita</i>	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Citrullus</i>	3,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Crotalaria</i>	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	9,46	0,00	1,26	18,13	0,00	0,00
<i>Mimosa pudica</i>	0,00	0,48	1,26	0,00	0,00	0,00
Tipo Mimosoide	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Senegalia</i>	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Psittacanthus</i>	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Byrsonima</i>	9,78	0,97	0,00	0,00	0,00	2,50
<i>Psidium/Eucalyptus</i>	32,18	7,73	11,01	31,88	1,18	1,56
Tipo Poaceae	5,05	0,48	0,00	4,38	0,00	0,31
<i>Borreria verticillata</i>	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63
<i>Guettarda</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
<i>Coffea arábica</i>	0,00	0,00	0,94	3,75	97,65	92,81
<i>Cupania</i>	0,00	0,00	0,31	30,63	0,00	0,00
Indeterminado	10,73	0,97	1,57	2,50	0,00	0,00

Fonte: PalinoFloras, Elaboração: Os autores, (2025).

Nas áreas de cultivo cafeeiro, *Coffea canephora* foi praticamente a única fonte polínica relevante: A302 apresentou 97,7% de presença do tipo, e A303, 92,8%. Outras espécies surgem

com frequências mínimas, como *Psidium/Eucalyptus*, *Psittacanthus* e *Vernonanthura*, revelando um cenário de baixa heterogeneidade florística, predominando como a espécie dominante o *Coffea arábica*.

De forma integrada, os dados apresentados na (Tabela 8) demonstram que a paisagem multifuncional da região composta por cultivos agrícolas, espécies exóticas e remanescentes da Mata Atlântica sustenta um pasto apícola diversificado e de elevado potencial melífero. Essa diversidade é evidenciada pelas amostras oriundas de mata nativa, que apresentaram composições polínicas plurais, com destaque para associações entre *Psidium*, *Eucalyptus* e *Cupania* sp. (A298/2023 e A301/2025), classificadas como méis multiflorais ou pluriflorais segundo Louveaux et al. (1978) e Barth (2004).

Por outro lado, a elevada dominância de *C. canephora* nas amostras provenientes de cafezais (A302/2024 e A303/2024), com frequências superiores a 90%, resultou na classificação de méis monoflorais de café (Tabela 8), evidenciando a forte influência das monoculturas sobre a origem botânica do mel. Essa condição ressalta a vulnerabilidade associada à dependência de sistemas agrícolas homogêneos, os quais podem reduzir a resiliência ecológica do pasto apícola e limitar a diversidade botânica dos méis destinados à certificação.

Nesse contexto, a recorrência e a dominância de espécies nativas, como *T. guianensis* nas amostras A354/2023 e A300/2025, bem como a presença complementar de *Cupania* sp., reforçam o papel estratégico da vegetação nativa na produção de méis diferenciados (Tabela 8). A valorização dessas espécies desponta, portanto, como uma estratégia promissora para a certificação de méis pluriflorais de identidade regional, conciliando a conservação da Mata Atlântica com o fortalecimento da competitividade comercial dos produtos apícolas.

Tabela 8. Classificação melissopalínológica de amostras de mel (n = 6) de *Apis mellifera scutellata* provenientes do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

Amostra (ano)	Origem	Tipos polínicos	Frequência (%)	Classificação (Louveaux et al., 1978)	Classificação (Barth, 2004)
A298 (2023)	Mata nativa	<i>Psidium / Eucalyptus</i>	32,18	Multifloral (fontes acessórias)	Plurifloral
A354 (2023)	Mata nativa	<i>Tapirira guianensis</i>	76,33	Monofloral (pólen dominante)	Monofloral
A300 (2025)	Mata nativa	<i>Tapirira guianensis</i>	76,10	Monofloral (pólen dominante)	Monofloral
A301 (2025)	Mata nativa	<i>Psidium / Eucalyptus</i> ; <i>Cupania</i> sp.	31,88 / 30,63	Multifloral (fontes acessórias)	Plurifloral
A302 (2024)	Cafezais	<i>Coffea canephora</i>	97,65	Monofloral de café (pólen dominante)	Monofloral

A303 (2024)	Cafezais	<i>Coffea canephora</i>	92,81	Monofloral de café (pólen dominante)	Monofloral
----------------	----------	-------------------------	-------	---	------------

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Análise da Diversidade e Equitabilidade Polínica

A análise dos índices de diversidade e equitabilidade revelou diferenças marcantes entre os méis coletados em áreas de mata nativa e em áreas de café cultivado (Tabela 9). A amostra A298 (2023) destacou-se por apresentar o maior índice de Shannon ($H' = 1,788$), equitabilidade elevada ($J' = 0,645$) e riqueza de 16 tipos polínicos, indicando grande heterogeneidade florística e distribuição relativamente equilibrada entre os tipos registrados. A amostra A354 (2023), também proveniente de mata nativa, apresentou diversidade intermediária ($H' = 1,140$) e equitabilidade moderada ($J' = 0,495$), com 10 tipos polínicos. Em contrapartida, a amostra A300 (2025) exibiu diversidade igualmente intermediária ($H' = 1,172$) e menor equitabilidade ($J' = 0,472$), embora com 12 tipos polínicos registrados. Já a amostra A301 (2025) apresentou diversidade elevada ($H' = 1,524$) e alta equitabilidade ($J' = 0,694$), mesmo com nove tipos polínicos, sugerindo aproveitamento equilibrado dos recursos florais disponíveis naquele período.

Nas áreas cafeeiras, os resultados foram significativamente distintos. A amostra A302 (2024) apresentou o menor valor de Shannon ($H' = 0,765$) e equitabilidade reduzida ($J' = 0,393$), consequência da forte dominância de *Coffea canephora*, que respondeu por mais de 90% dos grãos de pólen identificados. De forma semelhante, a amostra A303 (2024) também evidenciou baixa diversidade ($H' = 0,882$; $J' = 0,401$), apesar de conter nove tipos polínicos, indicando a predominância quase exclusiva da florada de café e a baixa representatividade relativa de outras espécies.

Tabela 9. Índices de diversidade polínica (Shannon- H' e Pielou- J'), riqueza de tipos polínicos e origem das amostras de mel (*Apis mellifera scutellata*) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA).

Amostra (ano)	Shannon (H')	Pielou (J')	Riqueza	Tipo
A298 (2023)	1,788	0,645	16	Mata Nativa
A354 (2023)	1,14	0,495	10	Mata Nativa
A303 (2024)	0,882	0,401	9	Café
A302 (2024)	0,765	0,393	7	Café
A300 (2025)	1,172	0,472	12	Mata Nativa
A301 (2025)	1,524	0,694	9	Mata Nativa

Fonte: Dados de Pesquisa. Elaboração: Os autores, 2025.

Mata Nativa

- A298 (2023): $H' = 1,788$; $J' = 0,645$; $R = 16$ (*alta diversidade*).
- A354 (2023): $H' = 1,14$; $J' = 0,495$; $R = 10$ (*diversidade moderada com dominância*).
- A300 (2025): $H' = 1,172$; $J' = 0,472$; $R = 12$ (*diversidade moderada*).
- A301 (2025): $H' = 1,524$; $J' = 0,694$; $R = 9$ (*diversidade equilibrada*).

Café

- A302 (2024): $H' = 0,765$; $J' = 0,393$; $R = 7$ (*baixa diversidade, dominância de *Coffea canephora**).
- A303 (2024): $H' = 0,882$; $J' = 0,401$; $R = 9$ (*baixa diversidade e uniformidade*).

Esses padrões confirmam a importância da heterogeneidade ambiental para a manutenção da diversidade polínica nos méis. Enquanto a mata nativa garantiu maior diversidade e equilíbrio na dieta das abelhas, as áreas de monocultura de café resultaram em méis altamente dominados por uma única espécie floral, característica que pode comprometer a estabilidade dos serviços ecossistêmicos.

Há forte dominância de *Coffea canephora* em áreas cultivadas sugere que, embora essas paisagens garantam alta produtividade de néctar em períodos específicos, sua homogeneidade limita a resiliência ecológica e a diversidade polínica dos méis. Por outro lado, os fragmentos de mata nativa favoreceram espectros mais ricos e equilibrados, refletindo maior estabilidade e diversidade de recursos ao longo do tempo. A coexistência de cultivos agrícolas (como café e frutíferas) e fragmentos de vegetação nativa evidenciou heterogeneidade espacial favorável à continuidade das floradas e à redução de períodos de escassez de recursos.

A Tabela 10 apresenta a frequência relativa dos tipos polínicos identificados nas amostras de mel analisadas, evidenciando variações na composição botânica entre os períodos avaliados.

Tabela 10. Espectro polínico das amostras de mel de *Apis mellifera Scutellata* coletadas no apiário Natura Mel (Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas–BA), destacando espécies dominantes (PD), acessórias (PA) e isoladas (PIi/PIo).

Amostra (ano)	Origem	Espécie Dominante (PD)	Espécies Acessórias (PA)	Espécies Isoladas (PIi/PIo)
A298 (2023)	Mata Nativa	<i>Psidium/Eucalyptus</i> (32,18%)	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> (9,46%); <i>Byrsonima</i> (9,78%); <i>Cocos nucifera</i> (10,73%)	<i>Protium heptaphyllum</i> (2,84%); Tipo <i>Poaceae</i> (5,05%); <i>Schinus terebinthifolia</i> (8,52%)
A354 (2023)	Mata Nativa	<i>Tapirira guianensis</i> (76,33%)	<i>Schinus terebinthifolia</i> (10,14%); <i>Psidium/Eucalyptus</i> (7,73%)	<i>Cocos nucifera</i> (0,48%); <i>Mimosa pudica</i> (0,48%); <i>Byrsonima</i> (0,97%); Indeterminado (0,97%)
A300 (2025)	Mata Nativa	<i>Tapirira guianensis</i> (76,10%)	<i>Psidium/Eucalyptus</i> (11,01%); <i>Carica</i>	<i>Protium heptaphyllum</i> (4,72%); <i>Cocos nucifera</i>

			<i>papaya</i> (1,89%); <i>Mimosa</i> <i>caesalpiniiifolia</i> (1,26%)	(0,63%); <i>Mimosa pudica</i> (1,26%); <i>Coffea</i> <i>canephora</i> (0,94%); <i>Indeterminado</i> (1,57%)
A301 (2025)	Mata Nativa	<i>Psidium/Eucalyptus</i> (31,88%); <i>Cupania</i> (30,63%)	<i>Mimosa</i> <i>caesalpiniiifolia</i> (18,13%)	<i>Cocos nucifera</i> (3,75%); <i>Tipo Poaceae</i> (4,38%); <i>Indeterminado</i> (2,50%)
A302 (2024)	Café	<i>Coffea canephora</i> (97,65%)	—	<i>Vernonanthura</i> (0,20%); <i>Commelina</i> (0,39%); <i>Baccharis</i> (0,31%);
A303 (2024)	Café	<i>Coffea canephora</i> (92,81%)	—	<i>Schinus terebinthifolia</i> (0,31%); <i>Byrsonima</i> (2,50%)

Fonte: PalinoFlora. Elaboração: Os autores, (2025).

As amostras analisadas evidenciaram variações marcantes na composição polínica, refletindo diferenças na disponibilidade de recursos florais ao longo dos períodos de coleta.

Foram identificados dois padrões principais: (1) amostras com elevada diversidade polínica, sem predominância expressiva de um único tipo, e (2) amostras com forte dominância de determinadas espécies. O primeiro padrão é exemplificado pela amostra A298, que apresentou maior heterogeneidade de tipos polínicos, indicando exploração de múltiplas fontes florais. Esse comportamento é característico de ambientes heterogêneos, nos quais a composição do mel reflete diretamente a diversidade de espécies disponíveis (LOUVEAUX et al., 1978).

Em contraste, o segundo padrão é representado por amostras como A354 e A300, nas quais *T. guianensis* apresentou elevada predominância, evidenciando períodos de maior especialização na coleta de recursos. Situação semelhante foi observada nas amostras provenientes de áreas de cultivo de café (A302 e A303), nas quais *Coffea canephora* apresentou dominância acentuada, associada à floração intensa dessa cultura. Estudos indicam que floradas massivas tendem a concentrar a atividade de forrageamento das abelhas em poucas espécies, reduzindo a diversidade polínica do mel (KLEIN et al., 2007; SEELEY, 1995).

As demais amostras apresentaram variações entre esses dois extremos, incluindo situações com distribuição mais equilibrada entre os principais tipos polínicos, caracterizando maior diversidade e ausência de dominância marcante. Esse padrão reforça o comportamento adaptativo das abelhas, que ajustam sua estratégia de forrageamento conforme a disponibilidade de recursos florais no ambiente (SEELEY, 1995; VISSCHER; SEELEY, 1982).

A análise da frequência de ocorrência indicou *Psidium/Eucalyptus* como o tipo polínico mais recorrente, presente em todas as amostras, seguido por *Cocos nucifera*, com ampla distribuição. Outros tipos, como *Schinus terebinthifolia*, *Protium heptaphyllum* e *Poaceae*,

ocorreram de forma consistente ao longo das coletas, sugerindo oferta contínua desses recursos na paisagem. Esse padrão tem sido observado em estudos sobre flora apícola no Brasil, que destacam a importância da disponibilidade sazonal de espécies floríferas para a manutenção das colônias (BARTH, 2004; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012).

Quanto à dominância polínica, destacaram-se *T. guianensis*, nas amostras de mata nativa, e *Coffea canephora*, nas amostras associadas ao cultivo de café. A alternância entre períodos com alta dominância e outros com maior diversidade floral indica que a composição do mel é fortemente influenciada pela sazonalidade das floradas e pela disponibilidade relativa de recursos.

Considerando que todas as colmeias estavam inseridas no mesmo apiário, tais variações não podem ser atribuídas a diferenças espaciais, mas sim à dinâmica temporal das floradas. Estudos demonstram que a diversidade de pólen coletado por abelhas é diretamente influenciada pela sazonalidade e pela heterogeneidade da paisagem, afetando a composição dos recursos explorados (TSCHARNTKE et al., 2012; DI PASQUALE et al., 2013).

Adicionalmente, a alternância entre amostras com alta dominância e aquelas com maior diversidade floral evidencia a importância de abordagens quantitativas complementares. Índices de diversidade, como os propostos por Shannon (1948) e Pielou (1966), permitem quantificar a heterogeneidade e a distribuição dos tipos polínicos, contribuindo para uma interpretação mais integrada dos dados.

De modo geral, os resultados demonstram que a composição botânica do mel é determinada pela interação entre fenologia das espécies vegetais, disponibilidade de recursos e comportamento de forrageamento das abelhas. Esses resultados reforçam a importância da manutenção de ambientes heterogêneos, uma vez que a diversidade floral ao longo do tempo contribui para a estabilidade das colônias e para a variabilidade na composição do mel.

As Figuras 5 e 6 sintetizam esses resultados, permitindo a visualização das diferenças na composição polínica e na frequência de ocorrência dos tipos identificados, sem necessidade de detalhamento individual de cada amostra no texto.

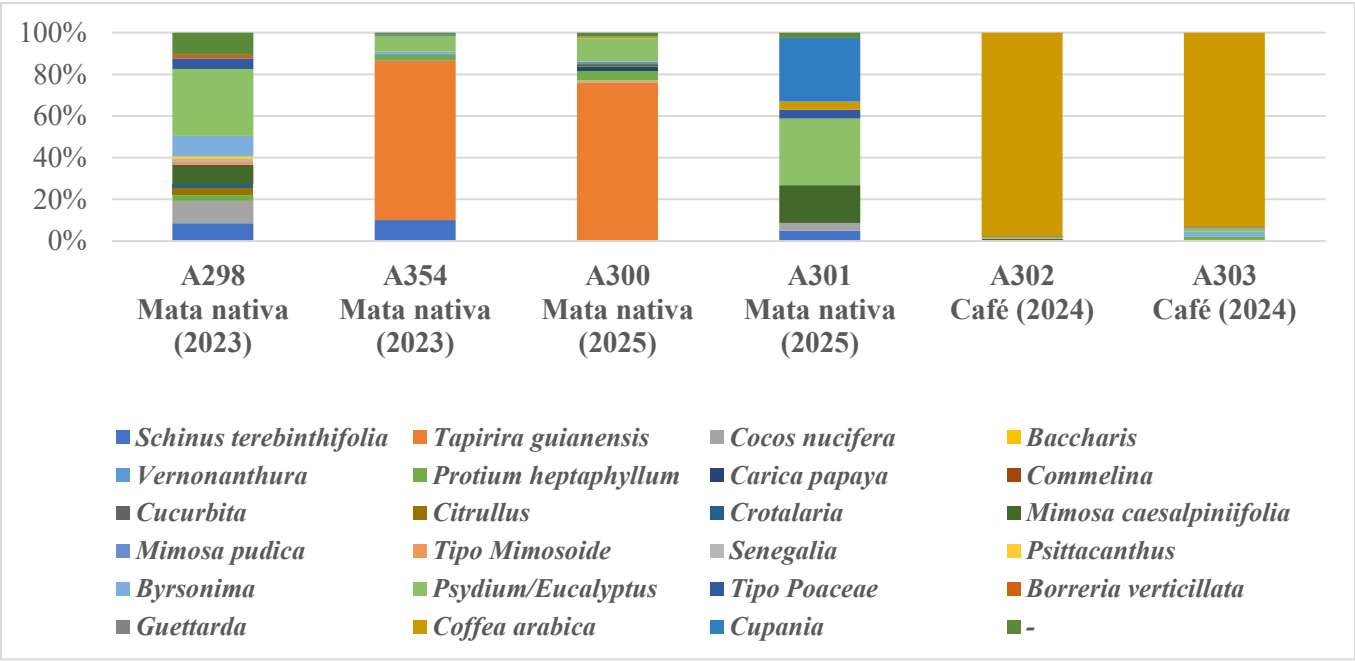


Figura 5. Composição percentual dos tipos polínicos identificados em amostras de mel (*Apis mellifera scutellata*) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), entre 2023 e 2025.

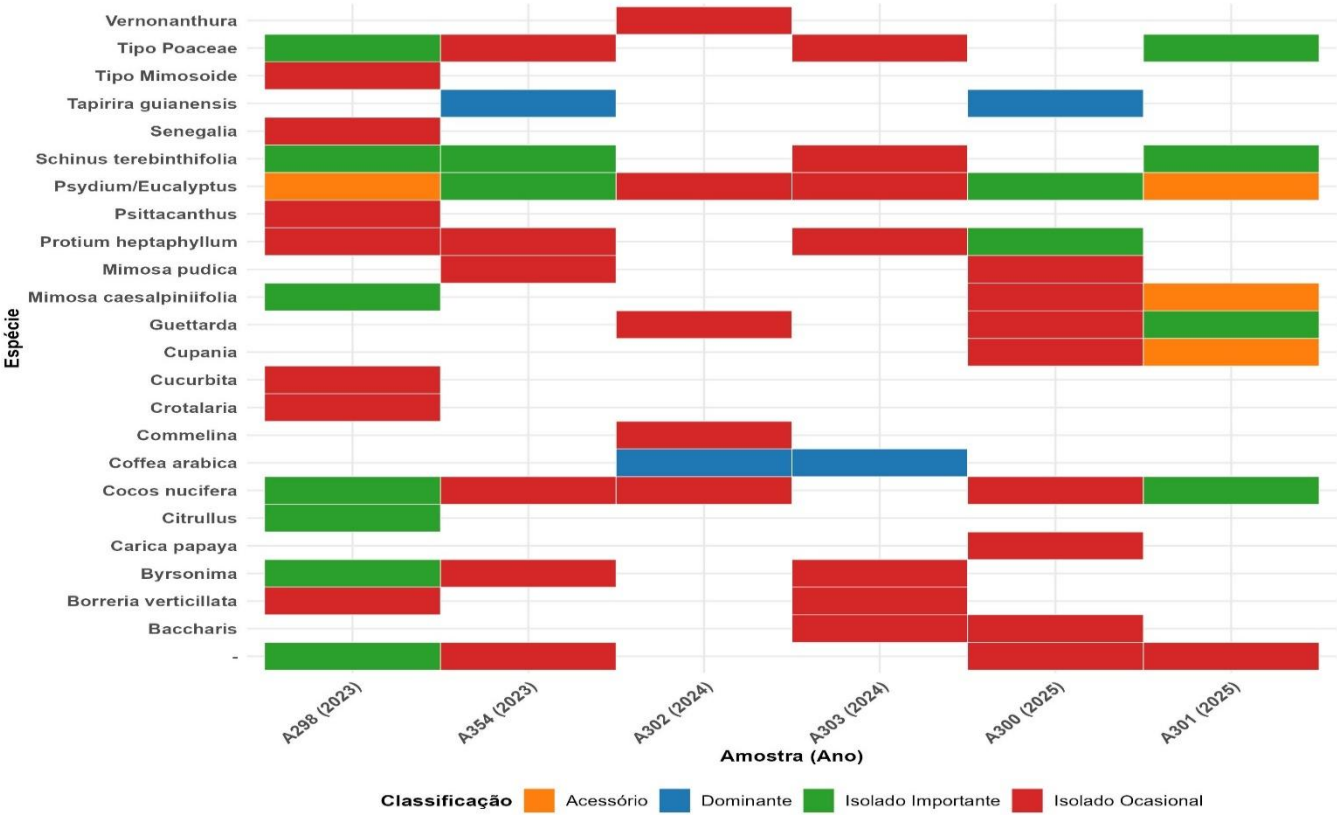


Figura 6. Classificação dos tipos polínicos identificados nas amostras de mel de *Apis mellifera* coletadas no apiário Natura Mel (Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas–BA), de acordo com Louveaux et al. (1978). Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração: Os autores, 2025.

Análises microbiológicas

Não foi observado crescimento microbiano em nenhuma das amostras de mel analisadas. As placas *Compact Dry*® revelaram ausência de microrganismos aeróbios totais (TC), coliformes totais e *Escherichia coli* (EC), bem como de enterobactérias (ETB), confirmando a inocuidade do produto frente aos principais grupos de microrganismos deteriorantes e patogênicos de interesse sanitário. Esses resultados estão em plena conformidade com os limites microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº 277/2005 da ANVISA e pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA, que preconizam ausência de *E. coli* em 1 g de mel, contagem máxima de 1×10^2 UFC/g para microrganismos aeróbios, e limite de até 10 UFC/g para coliformes totais e enterobactérias. A síntese dos parâmetros legais e a comparação com os resultados obtidos encontram-se sistematizadas na Tabela 11.

Tabela 11. Limites microbiológicos (RDC nº 277/2005 (ANVISA) e a conclusão em amostras de mel (*Apis mellifera scutellata*) coletadas no apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), entre 2023 e 2025.

Parâmetro	Resultado	Limite Legal	Conclusão
Microrganismos aeróbios	Ausente	$\leq 1 \times 10^2$ UFC/g	Dentro do padrão
Coliformes totais	Ausente	≤ 10 UFC/g	Dentro do padrão
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausência em 1g	Dentro do padrão
Enterobactérias	Ausente	≤ 10 UFC/g	Dentro do padrão

Fonte: RDC nº 277/2005 (ANVISA)

Esse resultado reforça a eficiência das boas práticas apícolas e do manejo pós-colheita adotados na cadeia produtiva, assegurando a inocuidade do produto final. Esses achados se distinguem de estudos anteriores que apontaram não conformidades microbiológicas em méis regionais. Santos et al. (2011), ao analisarem 19 amostras de mel no Vale do Jaguaribe (CE), observaram que, embora todas estivessem livres de *Salmonella* e *E. coli*, 42,1% apresentaram contagem de bolores e leveduras acima do limite legal (10 UFC/g), evidenciando vulnerabilidades na etapa de processamento e armazenamento. Em contraste, os méis do presente estudo demonstraram estabilidade microbiológica completa, sugerindo condições mais adequadas de extração, beneficiamento e conservação.

Resultados semelhantes aos encontrados aqui foram relatados por Alves et al. (2015) em Ouricuri (PE), onde 15 amostras de mel comercializadas em diferentes canais de venda estavam igualmente isentas de microrganismos patogênicos. Contudo, os autores identificaram diversas inconformidades nas embalagens e em parâmetros físico-químicos, como teor de cinzas e sólidos insolúveis acima dos limites legais, indicando falhas no beneficiamento e na

padronização do produto. No presente trabalho, além da conformidade microbiológica, a ausência de relatos de inconformidades no acondicionamento reforça o potencial do mel analisado como referência de qualidade para o setor apícola.

De forma geral, a comparação entre os diferentes estudos evidencia que a contaminação microbiana não é uma característica intrínseca do mel, mas depende fortemente das condições de manejo, processamento e armazenamento. Assim, a adoção de boas práticas de fabricação (BPF) e de higienização se mostra decisiva para assegurar a estabilidade do produto e evitar riscos de deterioração ou perda de valor comercial.

A ausência de contaminação microbiana nas amostras de mel analisadas confirma as conhecidas propriedades antimicrobianas naturais do produto, atribuídas à sua baixa atividade de água, acidez e presença de compostos bioativos (WHITE JR., 1979). O emprego do método de diluição seriada mostrou-se adequado para minimizar interferências do efeito matriz, evitando falsos negativos durante as análises. Além disso, a utilização das placas Compact Dry® contribuiu para a agilidade e padronização do processo, favorecendo a obtenção de resultados rápidos e consistentes. Entretanto, recomenda-se que futuros estudos incorporem controles positivos e negativos a fim de reforçar a confiabilidade e a robustez dos dados, assegurando maior rigor metodológico na avaliação microbiológica de méis.

Análises físico-químicas

A caracterização físico-química do mel constitui uma etapa fundamental para a avaliação de sua qualidade, autenticidade e origem botânica, permitindo verificar parâmetros relacionados à maturação, conservação e composição do produto. Estudos realizados com méis produzidos no Corredor Central da Mata Atlântica, no sul da Bahia, demonstram que análises físico-químicas associadas à composição mineral são ferramentas importantes para compreender a influência da flora regional e das condições ambientais sobre as características do mel (SILVEIRA et al., 2025). Foram analisadas seis amostras de mel de *Apis mellifera scutellata*, devidamente identificadas de acordo com o respectivo ano de coleta, conforme descrito a seguir: A298 e A299, referentes à safra de 2023; A302 e A303, coletadas no ano de 2024; e A300 e A301, correspondentes à safra de 2025.

Ensaio qualitativo de autenticidade e ausência de adulteração - Fiehe, Lund e Lugol

Todas as amostras analisadas — A298, A299 (safra 2023) e A300, A301 (safra 2025); A302 e A303 (safra 2024) — apresentaram resultado negativo para os ensaios de Fiehe, Lund

e Lugol. Esses resultados indicam ausência de adulteração por açúcares comerciais, amidos ou dextrinas, confirmando a autenticidade dos méis analisados. A constância desse padrão ao longo de três safras distintas reforça a regularidade do manejo apícola e a confiabilidade das amostras para estudos de certificação de qualidade e origem botânica (IAL, 2008; Codex Alimentarius, 2001).

Acidez livre, lactônica e total

Os valores de acidez livre das amostras de mel analisadas variaram entre 44,5 e 54,5 meq/kg (Figura 7) e (Tabela 12). As amostras A302 (2024) e A298 (2023) apresentaram valores um pouco superior ao limite máximo de 50 meq/kg estabelecido pelo Codex Alimentarius e pelo Instituto Adolfo Lutz, sendo classificadas como não conformes. Embora isso indique não conformidade normativa, valores elevados de acidez em méis podem estar associados à presença natural de ácidos orgânicos, especialmente o ácido glucônico, formado pela ação da enzima glicose oxidase durante a maturação do mel (WHITE JUNIOR, 1979). Além disso, fatores como temperatura ambiente e tempo de armazenamento influenciam diretamente a acidez do mel, podendo promover aumento desse parâmetro mesmo na ausência de fermentação significativa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). No entanto, as demais amostras (A299, A300, A301 e A303) mantiveram-se dentro do limite normativo, indicando adequadas condições de maturação e conservação.

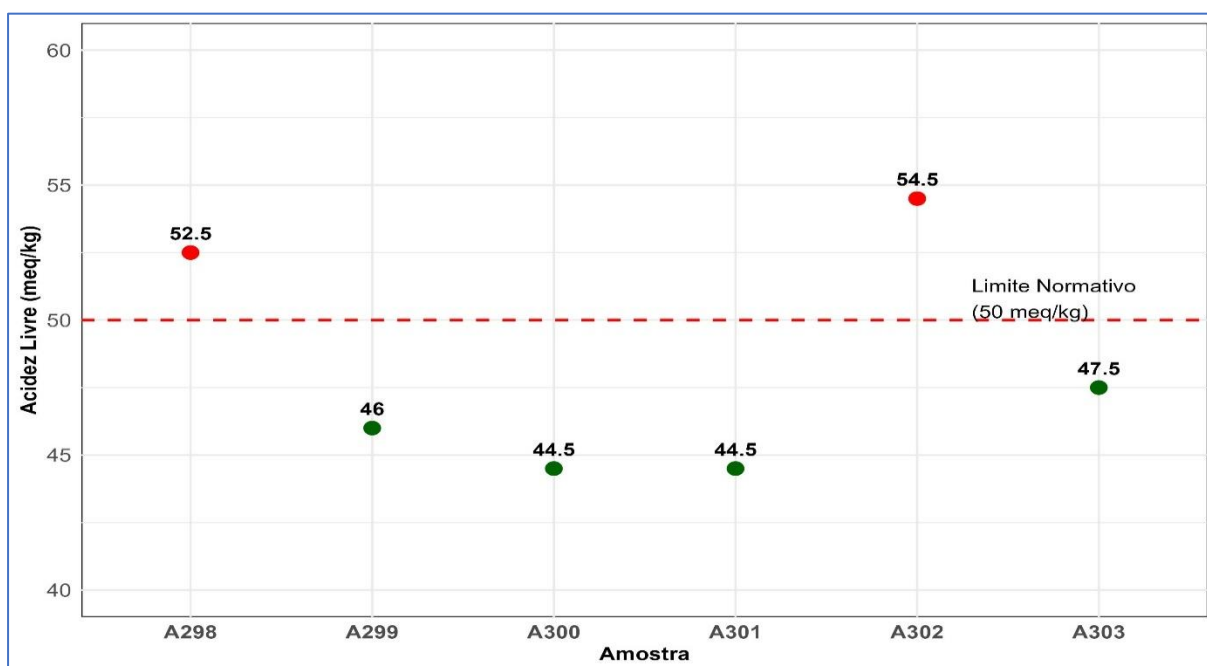


Figura 7. Acidez livre (meq kg^{-1}) em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* provenientes do apiário Natura Mel (Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas), em comparação ao limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração: autores, 2025.

Tabela 12. Acidez livre (meq kg⁻¹) em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* em relação ao limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).

Amostra	Ano	Acidez livre (meq kg ⁻¹)	Limite Codex / IAL	Conformidade
A298	2023	52,5	≤ 50	Fora do padrão
A299	2023	46,0	≤ 50	Dentro do padrão
A300	2025	44,5	≤ 50	Dentro do padrão
A301	2025	44,5	≤ 50	Dentro do padrão
A302	2024	54,5	≤ 50	Fora do padrão
A303	2024	47,5	≤ 50	Dentro do padrão

Elaboração: Autores (2025).

A acidez lactônica apresentou variação entre 22,0 e 28,5 meq/kg, permanecendo dentro da faixa esperada de 10 a 30 meq/kg para todas as amostras avaliadas (Tabela 13), (Figura 8). O maior valor foi observado na amostra A302 (2024), acompanhando o comportamento observado para a acidez livre. A manutenção desses valores dentro do intervalo de referência indica ausência de processos anormais de fermentação e adequada conversão dos ácidos durante o amadurecimento do mel.

Tabela 13. Acidez Lactônica e Acidez Total (meq kg⁻¹) em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* em relação ao limite estabelecido

Amostra	Ano	Acidez lactônica (meq kg ⁻¹)	Faixa esperada ¹	Acidez total (meq kg ⁻¹)	Faixa esperada ¹	Interpretação
A298	2023	23,5	10 – 30	76,0	40 – 80	Dentro do padrão
A299	2023	23,5	10 – 30	69,5	40 – 80	Dentro do padrão
A300	2025	22,0	10 – 30	66,5	40 – 80	Dentro do padrão
A301	2025	23,0	10 – 30	67,5	40 – 80	Dentro do padrão
A302	2024	28,5	10 – 30	83,0	40 – 80	Limítrofe superior
A303	2024	24,5	10 – 30	72,0	40 – 80	Dentro do padrão

¹ Valores de referência – Codex e IAL. Elaboração: Autores (2025).

Em relação à acidez total, os valores oscilaram entre 66,5 e 83,0 meq/kg. A maioria das amostras situou-se dentro da faixa considerada normal (40 a 80 meq/kg), (Figura 8), (Tabela 13). Contudo, a amostra A302 (2024) apresentou valor de 83,0 meq/kg, sendo classificada como limítrofe superior, reflexo da combinação de elevada acidez livre e lactônica. Esse comportamento pode estar associado tanto à composição do néctar quanto às condições ambientais, uma vez que a acidez do mel varia em função da origem botânica e dos processos bioquímicos envolvidos na sua formação (LOUVEAUX; MAURIZIO; VORWOHL, 1978).

Esse resultado permanece compatível com a presença natural de ácidos orgânicos, especialmente o ácido glucônico, principal responsável pela acidez do mel.

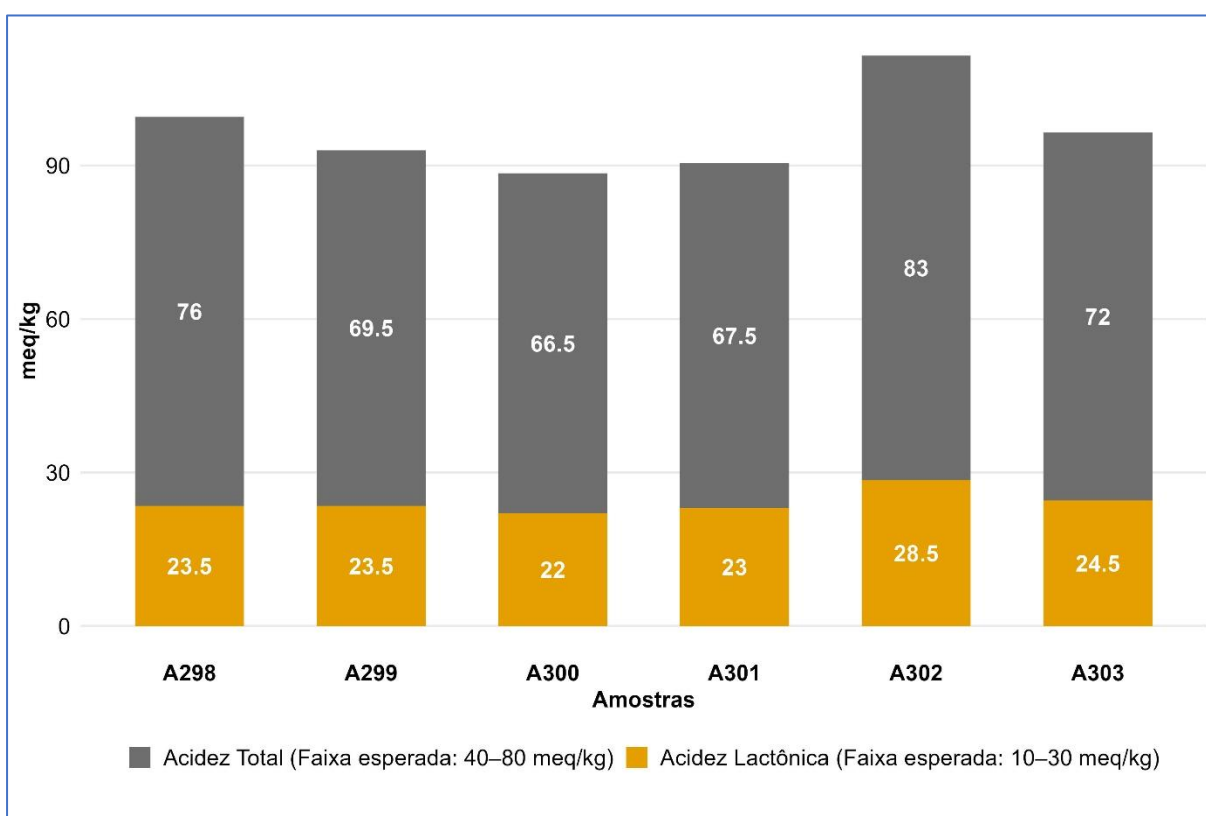


Figura 8 – Perfil da acidez total e da acidez lactônica (meq/kg) em amostras de mel analisadas, em relação às faixas esperadas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA). Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração: os autores, 2025.

Hidroximetilfurfural (HMF)

Os teores de hidroximetilfurfural (HMF) nas amostras de mel analisadas variaram entre 48,35 e 77,69 mg/kg (Tabela 14). Todas as amostras apresentaram valores superiores ao limite geral de 40 mg/kg estabelecido pelo Codex Alimentarius. No entanto, considerando a exceção

prevista pelo próprio Codex para méis provenientes de regiões tropicais, cujo limite máximo permitido é de 80 mg/kg, todas as amostras foram classificadas como conformes a esse critério (Figura 9).

Em contrapartida, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL), que estabelece um limite máximo de 60 mg/kg para HMF, apenas as amostras A299 (2023) e A300 (2025) apresentaram conformidade. As amostras A298 (2023), A301 (2025), A302 (2024) e A303 (2024) excederam esse valor, indicando níveis elevados de HMF.

Tabela 14. Concentração de hidroximetilfurfural (HMF) em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* e avaliação de conformidade com os limites estabelecidos pelo Codex Alimentarius e pelo Instituto Adolfo Lutz

Amostra	Ano	HMF (mg/kg)	Limite Codex (mg/kg)*	Limite IAL (mg/kg)	Conformidade Codex	Conformidade IAL
A298	2023	62,28	≤ 40 / ≤ 80	≤ 60	Conforme	Não conforme
A299	2023	51,65	≤ 40 / ≤ 80	≤ 60	Conforme	Conforme
A300	2025	48,35	≤ 40 / ≤ 80	≤ 60	Conforme	Conforme
A301	2025	64,82	≤ 40 / ≤ 80	≤ 60	Conforme	Não conforme
A302	2024	71,26	≤ 40 / ≤ 80	≤ 60	Conforme	Não conforme
A303	2024	77,69	≤ 40 / ≤ 80	≤ 60	Conforme	Não conforme

*Codex Alimentarius estabelece limite máximo de 40 mg/kg para méis em geral e até 80 mg/kg para méis provenientes de regiões tropicais.

Fonte: Valores de referência baseados no Codex Alimentarius (CODEX STAN 12-1981, revisado) e Instituto Adolfo Lutz (2008). Elaboração dos autores (2025).

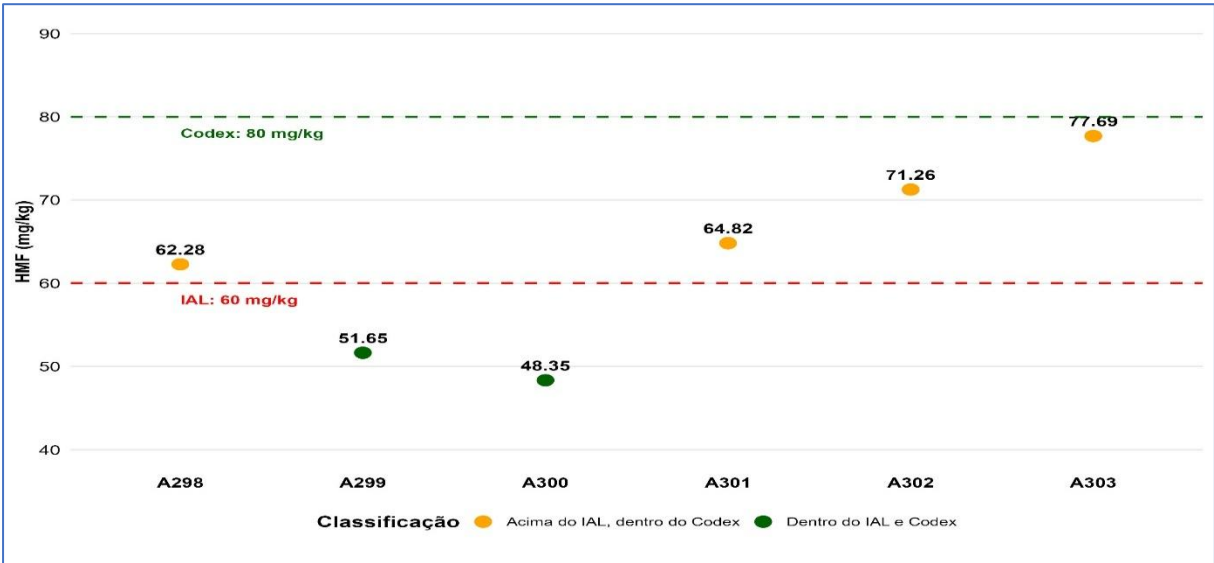


Figura 9. Variação da concentração de hidroximetilfurfural (HMF, mg/kg) em mel de *Apis mellifera scutellata* em relação aos limites normativos do Codex Alimentarius e do Instituto Adolfo Lutz.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração dos autores (2025).

Apesar das inconformidades observadas segundo o critério do IAL, os resultados permanecem compatíveis com méis produzidos em ambientes tropicais, nos quais temperaturas mais elevadas favorecem a formação gradual de HMF mesmo na ausência de aquecimento artificial. Estudos realizados com méis produzidos no Corredor Central da Mata Atlântica, no sul da Bahia, também demonstram que parâmetros físico-químicos como HMF podem apresentar variações associadas às condições ambientais e ao manejo de processamento do mel (SILVEIRA et al., 2025). O HMF é um indicador amplamente utilizado para avaliar a qualidade do mel, sendo formado a partir da degradação de açúcares, processo que é intensificado por temperaturas elevadas e armazenamento prolongado (WHITE JUNIOR, 1979).

Em regiões tropicais, onde as temperaturas são naturalmente mais altas, é comum observar valores mais elevados desse composto, mesmo em méis que não sofreram aquecimento excessivo. Dessa forma, os valores encontrados não indicam, de forma isolada, adulteração do produto, mas está diretamente relacionado ao tempo de armazenamento, e a temperatura do ambiente tropical, uma vez que sua concentração tende a crescer progressivamente ao longo do tempo, mesmo em condições adequadas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Análise de Sólidos Solúveis (°Brix) e Determinação de Umidade do Mel

As amostras de mel foram coletadas em três anos distintos, correspondendo a diferentes floradas: 2023 (mata nativa), 2024 (café) e 2025 (mata nativa). As leituras de sólidos solúveis (°Brix), corrigidas para 27,4 °C conforme o Método 173/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), estão apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) em amostras de mel em mel de *Apis mellifera scutellata* do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), e valores médios por ano

Amostra	Ano	Temperatura (°C)	Sólidos solúveis (°Brix)	Ano	Média (°Brix)
A1	2023	27,4	78,8	2023	78,8±0,0
A2	2023	27,4	78,8	2024	78,9±0,1
A3	2023	27,4	78,8	2025	78,9±0,0
A4	2024	27,4	79,0		

A5	2024	27,4	78,8
A6	2024	27,4	78,8
A7	2025	27,4	78,9
A8	2025	27,4	78,9
A9	2025	27,4	78,9

Fonte: Determinações realizadas em refratômetro ABBE digital. Elaboração dos autores (2025).

Os valores médios de °Brix variaram entre 78,8% e 78,9%, sem diferenças expressivas entre os anos analisados ou entre as floradas predominantes (Tabela 15). Esses resultados estão dentro da faixa típica para méis maduros e de boa qualidade, sugerindo baixo teor de umidade e elevada concentração de açúcares, o que contribui para a estabilidade microbiológica e para o aumento da vida útil do produto.

De acordo com a Tabela de Chataway (Instituto Adolfo Lutz, 2008), os valores encontrados correspondem a umidade entre 19,0% e 19,5%, em conformidade com o limite máximo estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA, que determina teor de umidade $\leq 20\%$. Esses resultados reforçam que as amostras analisadas apresentam características físico-químicas adequadas às exigências de qualidade comercial e segurança alimentar (Figura 10).

A Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA estabelece que a umidade máxima permitida para o mel é de 20%. Assim, valores de °Brix inferiores a 78,5 já ultrapassam esse limite. A (Tabela 16) apresenta os valores médios de sólidos solúveis (°Brix) e a umidade estimada para as amostras analisadas.

Tabela 16. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) e umidade estimada em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), e classificação conforme a Instrução Normativa nº 11/2000.

Ano	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Umidade estimada (%)*	Classificação segundo IN nº 11/2000
2023	78,8	19,9	Conforme ($\leq 20\%$)
2024	78,9	19,8	Conforme ($\leq 20\%$)
2025	78,9	19,8	Conforme ($\leq 20\%$)

*Umidade estimada a partir da relação entre sólidos solúveis (°Brix) e teor de água, conforme tabelas de conversão para mel.

Fonte: Determinações realizadas em refratômetro ABBE digital. Classificação baseada na Instrução Normativa nº 11/2000 (Brasil). Elaboração dos autores (2025).

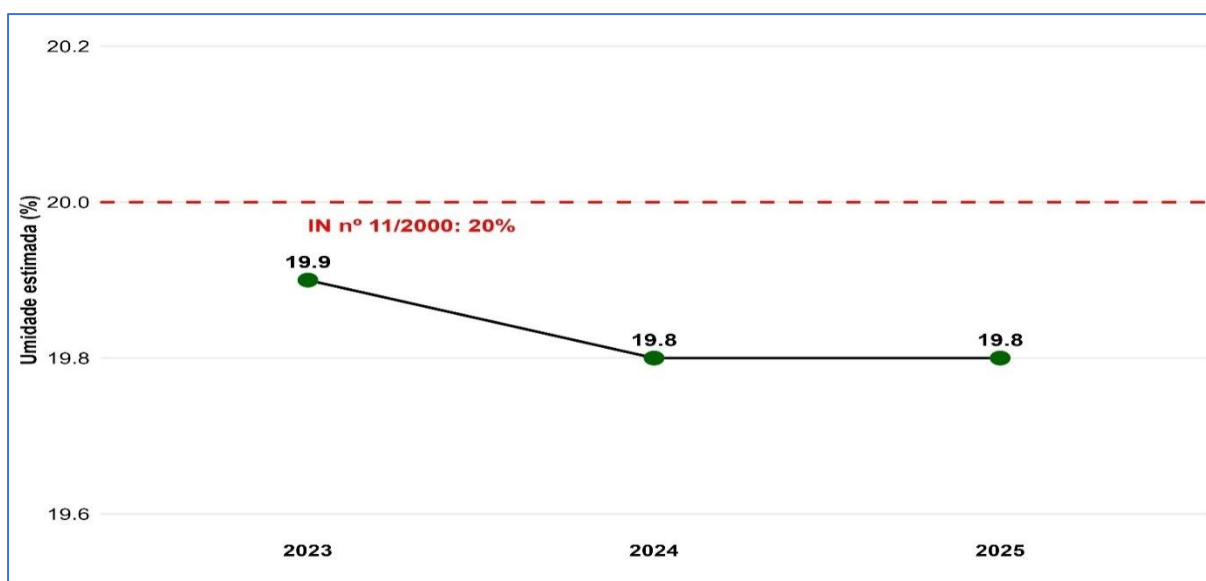


Figura 10. Teor de umidade (%) em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* em relação ao limite máximo estabelecido pela Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração dos autores (2025).

Todas as amostras apresentaram teores de umidade inferiores ao limite máximo permitido (20%), evidenciando adequada maturação do mel e menor risco de fermentação durante o armazenamento. De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), esses resultados confirmam a boa qualidade físico-química do produto, baixo teor de água, condição essencial para a estabilidade microbiológica do mel, uma vez que reduz a atividade de leveduras osmofílicas responsáveis por processos fermentativos, assegurando uma vida útil prolongada. Além disso, valores próximos a 78,8–78,9 °Brix ($\approx$ 19,8–19,9% de umidade) são comparáveis aos reportados por Alves et al. (2015) para méis da região Nordeste, por Marinho et al. (2018) e Silveira et al., (2025) em análises de méis comerciais no Brasil, reforçando que as amostras analisadas encontram-se dentro do padrão esperado para méis maduros e de qualidade comercial.

Sólidos insolúveis

Os teores de sólidos insolúveis nas amostras de mel analisadas variaram entre 0,5164 e 0,5498% (Tabela 17). Todas as amostras apresentaram valores superiores ao limite máximo de 0,10% estabelecido tanto pelo Codex *Alimentarius* quanto pelo Instituto Adolfo Lutz, sendo, portanto, classificadas como não conformes segundo esses referenciais normativos (Figura 11). A presença elevada de sólidos insolúveis pode estar associada à presença de partículas de cera, resíduos de pólen, fragmentos de própolis ou impurezas provenientes das etapas de extração e processamento, indicando a necessidade de aprimoramento dos procedimentos de filtração, decantação e manejo pós-colheita.

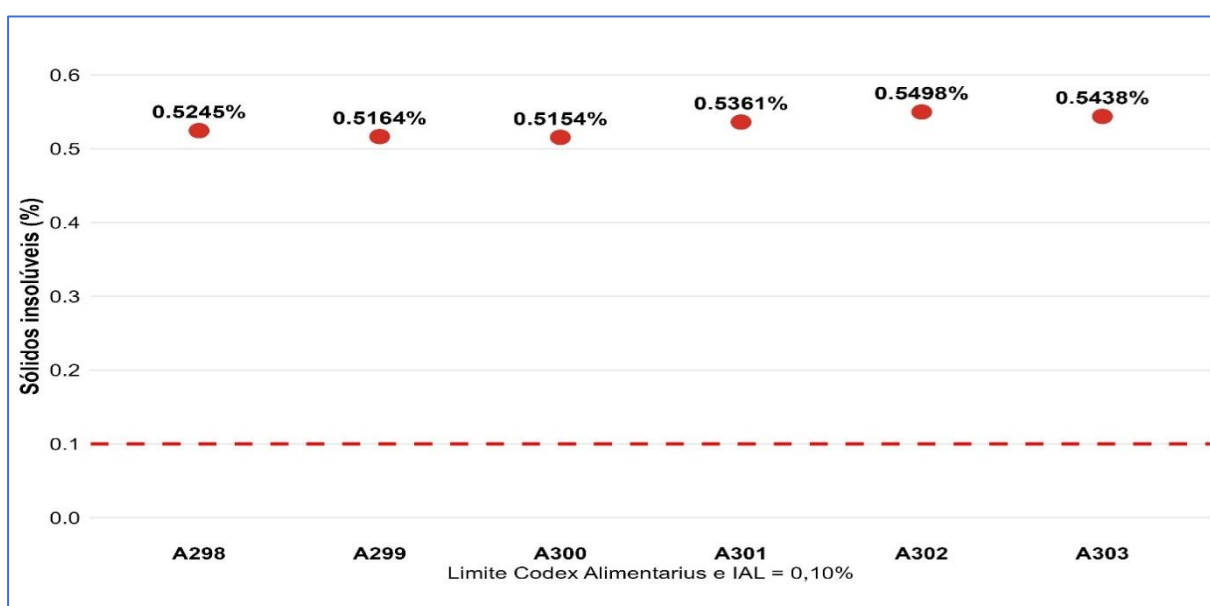


Figura 11. Variação do teor de sólidos insolúveis (%) em mel de *Apis mellifera scutellata* em relação ao limite máximo da Instrução Normativa nº 11/2000 (MAPA).

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração: os autores, 2025.

Tabela 17. Teor de sólidos insolúveis (%) em amostras de mel de *Apis mellifera scutellata* do Apiário Natura Mel, Fazenda Parajú, Teixeira de Freitas (BA), e avaliação de conformidade segundo o Codex Alimentarius e o Instituto Adolfo Lutz

Amostra	Ano	Sólidos insolúveis (%)	Limite Codex (%)	Limite IAL (%)	Conformidade
A298	2023	0,5245	≤ 0,10	≤ 0,10	Não conforme
A299	2023	0,5164	≤ 0,10	≤ 0,10	Não conforme
A300	2025	0,5154	≤ 0,10	≤ 0,10	Não conforme
A301	2025	0,5361	≤ 0,10	≤ 0,10	Não conforme
A302	2024	0,5498	≤ 0,10	≤ 0,10	Não conforme

Amostra	Ano	Sólidos insolúveis (%)	Limite Codex (%)	Limite IAL (%)	Conformidade
A303	2024	0,5438	≤ 0,10	≤ 0,10	Não conforme

Fonte: Valores de referência baseados no Codex Alimentarius (CODEX STAN 12-1981, revisado) e Instituto Adolfo Lutz (2008). Elaboração dos autores (2025).

A filtragem foi realizada manualmente, com o uso de peneiras de malha relativamente ampla, sem a utilização de filtros de precisão ou sistemas múltiplos de retenção progressiva, e não houve etapa de decantação em virtude da indisponibilidade do decantador.

A quantidade de sólidos insolúveis no mel é indicativa do grau de pureza, estando associada à presença de resíduos provenientes da colmeia, como fragmentos de cera e outros detritos. Valores elevados desse parâmetro podem indicar falhas no processo de beneficiamento, especialmente na etapa de filtração (SCHLABITZ; SILVA; VOLKEN DE SOUZA, 2010).

Conclusão

Os resultados apresentados demonstram que a composição e a qualidade dos méis analisados foram diretamente influenciadas pela estrutura da paisagem e pela sazonalidade das floradas. Méis provenientes de áreas de mata nativa apresentaram maior diversidade polínica e distribuição mais equilibrada dos tipos florais, enquanto aqueles oriundos de áreas de cultivo de café foram caracterizados por forte dominância de *Coffea spp.*, refletindo padrões distintos de forrageamento.

De modo geral, as amostras atenderam aos parâmetros físico-químicos estabelecidos, e os resultados microbiológicos e de autenticidade corroboraram a qualidade do produto, indicando adequada maturação, boas condições de processamento e ausência de contaminações, apesar de inconformidades pontuais associadas ao manejo pós-colheita.

A análise melissopalínológica confirmou a origem botânica dos méis e permitiu distinguir perfis monoflorais e multiflorais, evidenciando seu potencial para rastreabilidade, agregação de valor e inserção em mercados diferenciados.

Os resultados reforçam que a heterogeneidade da paisagem e a disponibilidade temporal de recursos florais são determinantes na composição do mel, destacando a importância da conservação de fragmentos de vegetação nativa para a sustentabilidade da apicultura e para a produção de méis com identidade botânica definida.

Referências Bibliográficas

- AHMIDA, M.; ELWERFALI, S.; AGHA, A.; ELAGORI, M.; AHMIDA, N. Análise físico-química, de metais pesados e compostos fenólicos de amostras de mel líbio coletadas em Benghazi durante 2009–2010. *Food and Nutrition Sciences*, v. 4, p. 33–40, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2013.41006>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- ALVES, R. M. O. et al. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 644–650, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/F5fh4qscxwMDvMfB3wbv6fy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- ALVES, R. M. O.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C. Composição físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* L. produzidos em diferentes regiões do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.1, p.29–33, 2015.
- ALVES, T. T. L.; PEREIRA, R. M.; SILVA, J. N.; SILVA, I. M.; VALGÃO, J. L.; ALENCAR, S. E.H.; HOLANDA, A. E. S.; SANTOS, J. C. Avaliação da qualidade de méis de abelhas *Apis mellifera* comercializados no município de Ouricuri-PE. *Revista Semiárido De Visu*, v. 3, n. 3, p. 125-133, 2015
- ANDRADE, E. C. B. Análise de alimentos, uma visão química da nutrição. São Paulo: Ed. Varela, 2006.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para mel. Diário Oficial da União, Brasília, 23 set. 2005.
- BANDEIRA, M. S. F.; NOVAIS, J. S. Caracterização melissopalínológica de méis da Costa da Descoberta, Bahia. *Palynology*, v. 44, n. 1, p. 539-550, 2019/2020. DOI: 10.1080/01916122.2019.1631897. Acesso em: 27 mar. 2025.
- BARTH, Ortrud Monika. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 342–350, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000300018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/8xk4X7YwG6wqzLJ3pQnVjFs>. Acesso em: 10 set. 2025.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.
- BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Herbário Virtual Re flora – Manual do Usuário**. Rio de Janeiro: JBRJ, 2019. Disponível em: <https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/107>. Acesso em: 30 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 2000.
- Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/468>. Acesso em: 06 dez. 2025.
- DI PASQUALE, Giulia; SALIGNON, Marion; LE CONTE, Yves; BELZUNCES, Luc P.; DECOURTYE, Axel; KRETZSCHMAR, Anja; SUCHAIL, Stéphanie; BRUNET, Jean-Luc; ALAUX, Cédric. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PLoS ONE*, San Francisco, v. 8, n. 8, e72016, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>. Acesso em: 21 mar. 2026

ERDTMAN, G. The acetolysis method: a revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, v.54, p.561–564, 1960.

FREITAS, W. A. T.; VIEIRA, T. A.; NOVAIS, J. S. de. Grãos de pólen revelam flora compartilhada por três espécies de abelhas nativas (Apidae: Meliponini) no Baixo Amazonas, Pará, Brasil. *HOLOS*, Natal, v. 6, p. 38, e9921, 2022. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9921>. Acesso em: 3 ago. 2025.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia; CANHOS, Dora Ann Lange; ALVES, Denise de Araújo; SARAIVA, Antonio Mauro (org.). *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo: EDUSP, 2012. Disponível em: <https://www.livrosabertos.edusp.usp.br/edusp/catalog/book/8>. Acesso em: 20 mar. 2026.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

JONES, G. D.; BRYANT, JR, V. M. The use of ETOH for the dilution of honey. *Grana*, Estocolmo, v. 43, n. 3, p. 174–182, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/00173130410019497>. Acesso em: 27 ago. 2025

KADRI, S. M.; ORSI, R. O. Importância da caracterização físico-química do mel produzido no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP – DRACENA, 7.; ENCONTRO DE ZOOTECNIA – UNESP DRACENA, 8., 2011, p. 1–4. Disponível em: https://www.dracena.unesp.br/Home/Eventos/SICUD192/Importancia_da_caracterizacao_fisico-quimica_do_mel_produzido_no_Brasil.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.

KLEIN, Alexandra Maria; VAISSIÈRE, Bernard E.; CANE, James H.; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf; CUNNINGHAM, Saul A.; KREMEN, Claire; TSCHARNTKE, Teja. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Londres, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>. Acesso em: 18 mar. 2026.

KLEINERT, A. M. P.; GIANNINI, T. C.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Floral resources and foraging behavior of bees in the Atlantic Rain Forest of Brazil. *Apidologie*, v. 40, n. 2, p. 200–210, 2009.

LABORCLIN. **Compact Dry XSA**. Pinhais: Laborclin, 2020. 4 p. Disponível em: <https://cdn.media.interlabdist.com.br/uploads/2021/01/574002-COMPACT-DRY-XSA-CX-100-UNIDADES-2020.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2025.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. *Bee World*, Londres, v. 59, p. 139–157, 1978. Disponível em: https://www.service-public.fr/dag/wp-content/uploads/sites/28/2018/06/annexe3-article-methode-melissopalynology-Louveau_etal1978.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

MARINHO, H. A.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. M.; MELO, F. S. P.; OLIVEIRA, P. P. R. Qualidade físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* produzidos no Nordeste brasileiro. *Ciência Rural*, v. 48, n. 5, e20170735, 2018.

MARINHO, J. K. L.; SOUZA, A. C. S.; FREITAS, A. S.; SILVA, J. B. A.; COSTA, M. S. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal, RN. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 77, 2018. DOI: <https://doi.org/10.53393/rial.2018.v77.34187>.

PEREIRA, I. A. et al. Qualidade microbiológica do mel comercializado na região Centro-Norte Fluminense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, SC, v. 23, n. 2, p. 282–286, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811712322024282>. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/download/24613/17406/110728>. Acesso em: 21 jun. 2025.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, Londres, v. 13, p. 131–144, 1966. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0). Acesso em: 27 set. 2024

REIS, H. S. et al. Análise qualitativa do mel de *Apis mellifera* L. em uma área de ecótono no semiárido baiano. *Scientia Plena*, Aracaju, v. 17, n. 5, 2021. Disponível em: <https://www.scienciaplenu.org.br/sp/article/view/6014>. Acesso em: 3 ago. 2025.

SANTOS, A. M. V. D.; CARVALHO, C. A. L. D.; NASCIMENTO, A. S. D.; LUCAS, C. I. S.; SILVA, S. M. P. C. D. Espectro polínico do mel de *Apis mellifera* L. coletado no período de produção melífera. *Scientific Electronic Archives*, v. 12, n. 6, p. 69-76, 2019.

SANTOS, D. C.; MOURA NETO, L. G.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. F. N. L. Qualidade microbiológica de méis comercializados na região do Vale do Jaguaribe-CE. *Revista Higiene Alimentar*, v 25: 143-146, 2011.

SEELEY, Thomas Dyer. *The Wisdom of the Hive: The Social Physiology of Honey Bee Colonies*. Cambridge: Harvard University Press, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.4159/9780674043404>. Acesso em: 20 mar. 2026.

SCHLABITZ, Cláudia; SILVA, Sabrina Aparecida Ferreira da; VOLKEN DE SOUZA, Claucia Fernanda. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 80-90, 2010. DOI: 10.3895/S1981-36862010000100009. Acesso em: 16 jul. 2025

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, Nova Jersey, v. 27, p. 379–423, 1948. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>. Disponível em: <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2025.

SILVA, C. I. da; NOVAIS, J. S.; SANTOS, F. A. R.; DÓREA, M. C.; LIMA, L. C. L. S. Catálogo polínico, inventário florístico e produção de mel em Marcelino Vieira, Rio Grande do Norte, Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020. 32 p. (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical; 189). Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/catalogo-polinico-e-inventario-floristico-para-apis-mellifera-em-marcelino-vieira-rn>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SILVEIRA, Leticia Rosario; NOVAIS, Jailson Santos de; FELIX, Caio Silva Assis; COSTA, Gabriela Pereira; SANTOS, Guilherme Piloto; SILVA, Allison Gonçalves; SILVA JUNIOR, Mario Marques. Compositional assessment of honeys from the Central Atlantic Forest: multielement and physicochemical characterization. *ACS Omega*, v. 10, p. 48700–48710, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.5c06565>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SOUZA, B. A. et al. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (*Apidae: Trigonini*) do Estado da Bahia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 4, p. 798–802, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000400015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/ys4GT6M63kQ8V5RpNrv7Rjj>. Acesso em: 10 jul. 2025.

TSCHARNTKE, Teja; TYLIANAKIS, Jason M.; RAND, Tatyana A.; DIDHAM, Raphael K.; FAHRIG, Lenore; BATÁRY, Péter; BENGTTSSON, Jan; CLIMENTI, Rafael; CRIST, Thomas

O.; DORMANN, Carsten F.; EWERS, Robert M.; FRÜND, Jochen; HOLT, Robert D.; HOLZSCHUH, Andrea; KLEIN, Alexandra Maria; KLEIJN, David; KREMEN, Claire; LANDIS, Douglas A.; LAURANCE, William F.; LINDENMAYER, David; SCHERBER, Christoph; SODHI, Navjot S.; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf; THIES, Carsten; VAN DER PUTTEN, Wim H.; WESTPHAL, Catrin. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses. *Biological Reviews*, Cambridge, v. 87, n. 3, p. 661–685, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>. Acesso em: 20 mar. 2026.

VISSCHER, P. Kirk; SEELEY, Thomas Dyer. Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology*, Washington, v. 63, n. 6, p. 1790–1801, 1982. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1940121>. Acesso em: 20 mar. 2026.

WHITE JR., J. W. Physical characteristics of honey. In: CRANE, E. (ed.). *Honey: a comprehensive survey*. London: Heinemann, 1979.

CONCLUSÃO GERAL

Este trabalho conseguiu alcançar seu objetivo proposto ao integrar diferentes dimensões da atividade apícola no Extremo Sul da Bahia, articulando aspectos relacionados à sustentabilidade territorial, à viabilidade econômica e à qualidade do mel produzido na região. Essa abordagem integrada permitiu compreender a apicultura como uma atividade inserida nas dinâmicas ambientais e produtivas da paisagem regional, evidenciando seu potencial como estratégia de produção associada ao uso sustentável dos recursos naturais.

No que se refere à dinâmica do uso e ocupação do solo, os resultados indicaram que as transformações observadas entre 2010 e 2023 influenciam diretamente a base ambiental que sustenta a atividade apícola, ao modificar a disponibilidade e a diversidade de recursos florais utilizados pelas abelhas. Nesse contexto, a estrutura da paisagem e a presença de diferentes formações vegetais desempenham papel relevante na manutenção da oferta de néctar e pólen ao longo do ano.

Sob a perspectiva econômica, a análise demonstrou que a implantação de um apiário em pequena escala apresenta viabilidade financeira, configurando-se como uma alternativa potencial de geração de renda no contexto regional. Esses resultados reforçam o papel da apicultura como atividade capaz de contribuir para a diversificação produtiva em propriedades rurais e para o fortalecimento de sistemas produtivos mais sustentáveis.

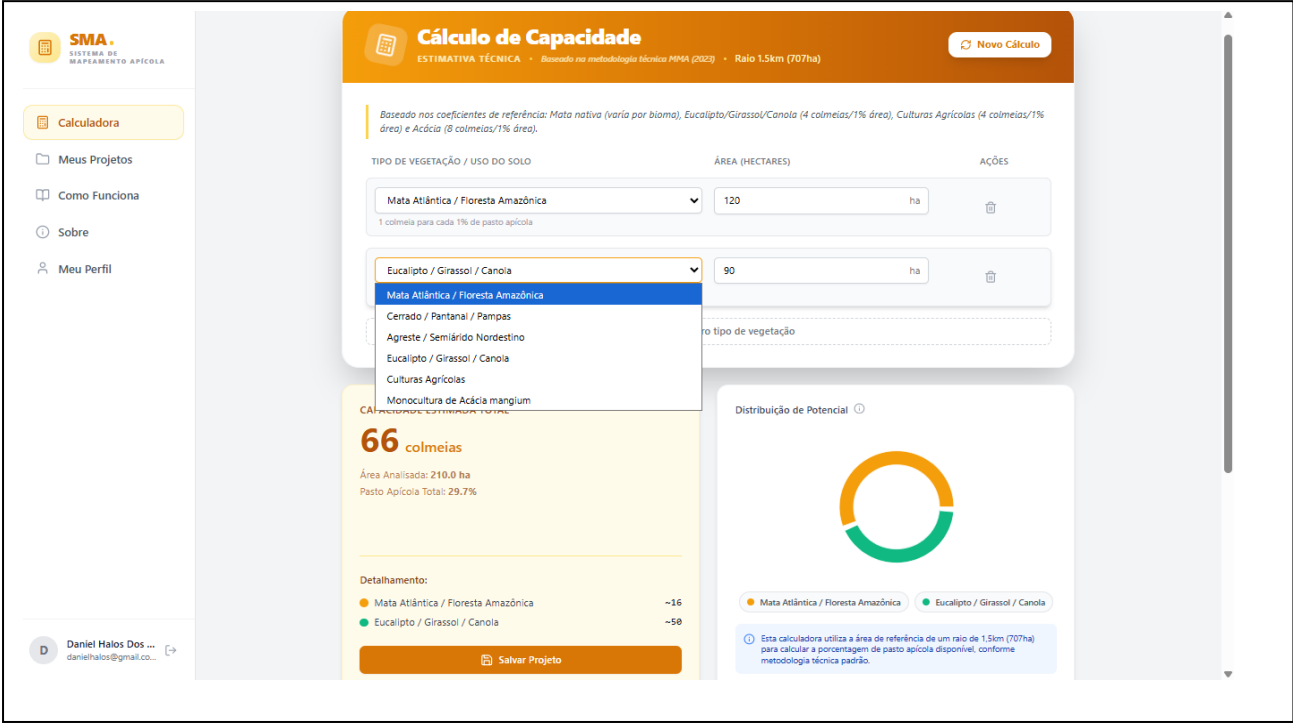
Em relação à qualidade do mel, as análises melissopalínológicas, físico-químicas e microbiológicas confirmaram a conformidade do produto com os padrões de qualidade estabelecidos, além de evidenciar a influência da paisagem na composição botânica do mel. A

diversidade de fontes florais presentes na região contribui para a caracterização e identidade do produto, reforçando a estreita relação entre ambiente, disponibilidade floral e qualidade do mel produzido.

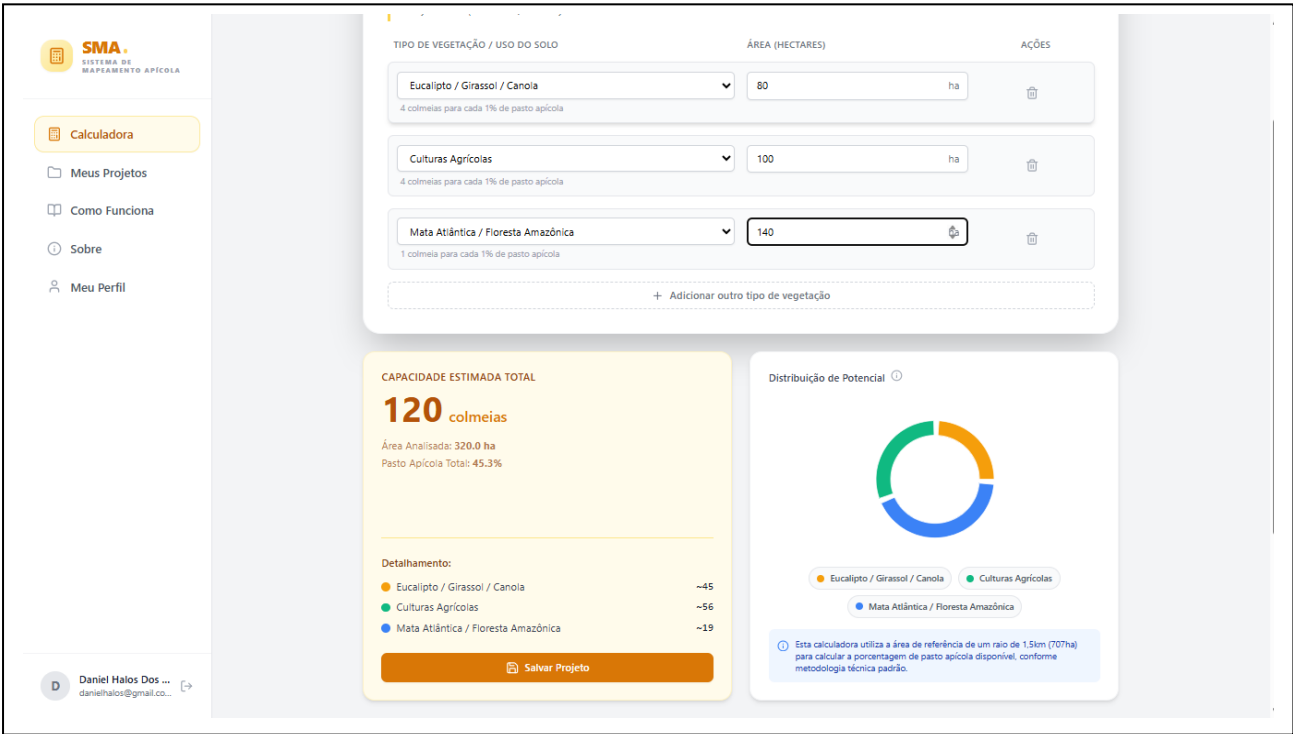
De forma geral, os resultados evidenciam que a apicultura constitui uma atividade capaz de articular conservação ambiental, produção de alimentos e geração de renda no contexto regional. Ao integrar análises territoriais, econômicas e de qualidade do mel, esta pesquisa contribui para ampliar a compreensão das interações entre paisagem, recursos florais e produção apícola, além de fornecer subsídios para o planejamento territorial e para o fortalecimento de estratégias de desenvolvimento sustentável da apicultura no Extremo Sul da Bahia, abrindo perspectivas para novos estudos que aprofundem a compreensão das paisagens apícolas e de suas implicações produtivas e ambientais.

ANEXO A

SMA (Sistema de Mapeamento Apícola). Aplicativo para cálculo do potencial apícola e número de colmeias. Elaboração: O Autor.



ANEXO B - SMA (Sistema de Mapeamento Apícola).



ANEXO C**Apiário Natura Mel****ANEXO D****Manejo das Colmeias****ANEXO E****Colheita - quadros operculados.****ANEXO F****Favo de Mel**

ANEXO G



Processo de Centrifugação do Mel

ANEXO H



Colheita de Própolis

ANEXO I



Produto Final

ANEXO J



Produto Final